

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

ÜNİVERSİTE VE ÜZERİ SEVİYESİ PROJE

KATEGORİSİ

TAKIM ADI

Mom'sPurty

PROJE ADI

Anne Sütü Kadar Doğal Akıllı Saklama Poşetleri

BAŞVURU ID

421034

İçindekiler

1. Proje Özeti.....	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm.....	4
4. Yöntem.....	6
4.1. Eksenel Değirmende Öğütme Yöntemiyle Antosiyanin Pigment Eldesi.....	7
4.2. Film Solüsyonunun Hazırlanması.....	7
4.3. Karakterizasyon Testleri.....	8
4.3.1. FT-IR Analizi.....	8
4.3.2. Optik Analizi.....	9
4.3.3. Fizikokimyasal Analiz.....	9
4.3.4. Antibakteriyel Aktivite.....	10
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	11
6. Uygulanabilirlik.....	12
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	13
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi.....	15
9. Riskler.....	15
10. Kaynaklar.....	16



1. Proje Özeti

Anne sütü, yenidoğanda optimum büyüme ve gelişme için gerekli olan tüm sıvı, enerji ve besin öğelerini içeren, biyoyararlılığı yüksek, sindirimi kolay doğal bir besindir. İdeal olan ve önerilen, annelerin bebeğini emzirerek taze süt vermesidir. Ancak anneden ya da bebekten kaynaklanabilecek farklı nedenlerden dolayı annelerin bebeklerini emzirmeleri bazen kesintiye uğramaktadır. Annenin çalışmaya başlaması da emzirmeyi azaltan nedenler arasında yer almaktadır. Annenin işte olduğu sürelerde bebeğin anne sütünü alabilmesi, anne sütünün saklanması gündeme getirmektedir. Anne sütünü saklama koşulları, sütün içeriğinin korunması yanında mikroorganizma gelişiminin önlenmesi açısından da önemli bir konudur (Cranz vd., 2020). Renk, tat ve koku gibi subjektif yöntemler güvenilir ve etkisiz olduğundan, anne sütü bozulmasını değerlendirmek zordur. Daha nicel değerlendirme yöntemleri mevcut olmakla birlikte, süt numunesinin imha edilmesini gerektiren pahalı ve hacimli ekipmanlar aracılığıyla zaman alıcı laboratuvar analizleri gerekmektedir (Fitzsteyens vd., 2017). Bu projede, anne sütü saklama süreci sonunda, kullanıma uygunluğunun kontrol altına alınması hedeflenmektedir. Bu bağlamda tamamen doğal malzemeler kullanılarak elde edilecek akıllı polimer matris kompozit malzeme, aynı zamanda çevre dostu bir yaklaşım sergileyerek atık malzemelerin geri dönüştürülmesi gerçekleştirilecektir. Bu maddelerin özütlenmesi için yüksek maliyetli çözücüler aracılığıyla klasik ekstraksiyon metodları kullanmak yerine, mekanik bir yöntem olarak aksel değirmende öğütme işlemi uygulanacaktır. Bu sistemle anne sütünde istenmeyen mikroorganizma gelişimine bağlı olarak, ambalaj rengi, siyah havuç içeriğinde bulunan antosiyanin pigmentleri aracılığıyla değişecektir. Dolayısıyla üretilen akıllı anne sütü saklama poşetleri, pH indikatörü görevi üstlenerek, süt tazeliği ve bozulması hakkındaki verilerin kolayca izlenmesine imkan sağlayacaktır. Ayrıca katılanan çinko asetatın antibakteriyel aktivitesi, anne sütü içerisinde gelişen mikroorganizmaları inhibe edecektir. Bu işlemlerin devamı olarak, akıllı filmlerin fiziksel ve kimyasal yapı karakterizasyon testlerinden, şişme, nem taini, optik görüntüleri ve FTIR analizleri uygulanacaktır. Ayrıca filmlerin mikrobiyolojik yapı taini için, antibakteriyel disk difüzyon testleri gerçekleştirilecektir.

2. Problem/Sorun

Literatürde anne sütünün saklama sıcaklığı ve sürelerinin, sütün kalitesinde yarattığı değişime yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar, uygun koşullarda saklanan sütün güvenle kullanılabilirliğini ve özellikle anne sütü içeriğinin toplama kabı özelliklerine göre değişebileceğini göstermektedir. Günümüze kadar yapılan araştırmalarda, anne sütü saklama kaplarının, sütün içeriğinde yaptığı değişiklikler farklı alanlarda incelenmiş olup, anne sütünün hangi poşetlerde saklandığına yönelik tanımlayıcı çalışma sayısı kısıtlıdır (Serçekuş ve Başkale, 2015).

Tablo 1. Ülkemizde ticarileşmiş anne sütü poşetleri

Marka (İçerik)	Ürün Resmi	Marka (İçerik)	Ürün Resmi
Lansinoh (BPA ve BPS içermeyen polietilenden üretilmiştir)		Mycey (BPA ve BPS içermeyen polietilenden üretilmiştir)	

<p>Baby Me (BPA ve BPS içermeyen polietilenden üretilmiştir)</p>		<p>Weewell (BPA ve BPS içermeyen polietilenden üretilmiştir)</p>	
<p>Wee Baby (BPA içermeyen silikon malzemeden üretilmiştir)</p>		<p>Kloroplast (BPA içermeyen silikon malzemeden üretilmiştir)</p>	
<p>Mochi (BPA ve BPS içermeyen polietilenden üretilmiştir)</p>		<p>Philips Avent (İç malzemesi polietilen, dış malzemesi polietilen tereftalat malzemeden üretilmiştir)</p>	
<p>Milkway (BPA içermeyen PP ve PE malzemeden üretilmiştir)</p>		<p>Babyjem (BPA içermeyen silikon malzemeden üretilmiştir)</p>	

Ülkemizde bulunan mevcut piyasada üretilen anne sütü saklama poşetlerinde, kullanıcıyı uyaran nitelikte herhangi bir sensör bulunmadığı gibi içeriğinde petrol kaynaklı plastik ürünlerin kullanıldığı bilinmektedir. Ticari olarak satış oranı en yüksek anne sütü saklama poşetleri, Tablo 1’de görüldüğü gibi daha çok petrol türevli olarak düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) malzemesinden yapılmaktadır. Plastik su şişelerinde kullanımı yasaklanan LDPE, temas halinde olduğu suya kimyasal madde geçiriyor olsa da içeriğinde stiren, 1,3-butadien, melamin ve formaldehit gibi sağlık için risk oluşturabilen maddeler bulunduğu bilinmektedir (Durusoy ve Karababa, 2011).

Başka bir açıdan, anne sütü saklama poşetlerinin tek kullanımlık ürün gruplarından olması sebebiyle doğada tamamen çözünmesi önemlidir. Günümüzde plastiklerin %18 ini oluşturan LDPE’nin %52 si paketlenme amacıyla kullanılmaktadır. Paketlemede kullanılan miktarın %1 inin ve bütün miktarın yalnızca %0,5 inin geri dönüşümü yeniden kullanılabilir yapıları çalışmalarında bildirilmiştir (Bayatbalay, 2021). Dolayısıyla anne sütü saklama süreçlerine dayanıklı bir malzeme olarak, çevre dostu, biyobozunur ve kolay bulunabilir özelliklere sahip maddeler kullanılmalıdır.

İngiltere’de yapılan bir çalışma, bazı annelerin sütlerini saklama ve çözündürme aşamalarında ve saklama kaplarının hijyenini sağlamada hatalı uygulamalar yaptıklarını ortaya koymuştur (Akkurt ve Asiye, 2020). Dolayısıyla mevcut anne sütü saklama poşetlerinde iyileştirmeler yapılarak kullanıcıyı uyaran bir sensörün bulunması, bu sorunun giderilmesinde çözüm niteliğinde olacaktır. Günümüzde anne sütü saklama koşullarının güvenilirliği hala tartışma konusuyken, farklı bir bakış açısı geliştirilerek bu risklerin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

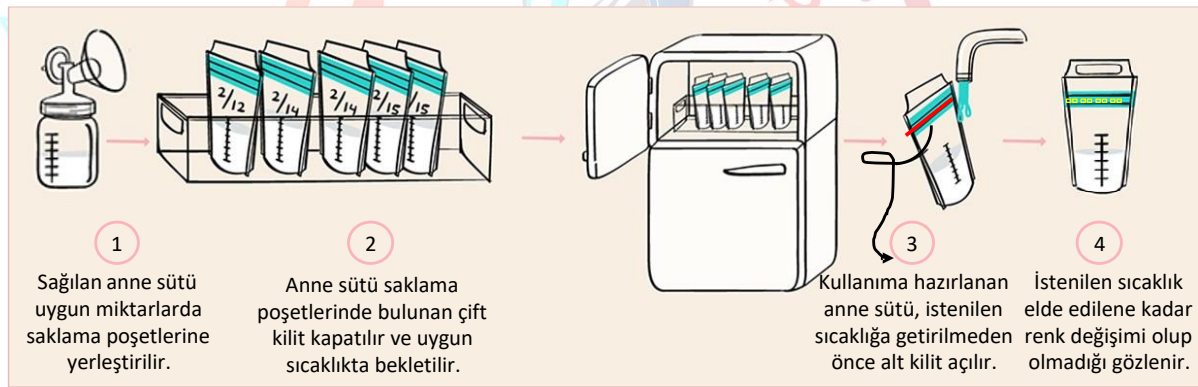
3. Çözüm

Bu proje, anne sütü saklama poşetlerinin kullanıcıya ürün hakkında bilgi vermesini sağlayan akıllı ambalajlama sistemi aracılığıyla, bebek gelişimini korumak için tasarlanmıştır. Bu sistemde, tamamen doğal malzemeler kullanılarak anne sütü saklama poşetlerine entegre edilecek olan, akıllı ambalaj biyobozunur film üretimi gerçekleştirilecektir.

Zirai bir ürün olan siyah havuç içeriğindeki antioksidan maddelerden, flavanoidler grubunda yer alan antosiyaninler kullanılarak pH hassasiyeti olan akıllı ambalajlama sistemi

geliştirilecektir. Asillenmiş grupların varlığı nedeniyle, siyah havuç antosiyaninleri, pH algılama göstergelerinin üretimi için yüksek renk kararlılığı göstermektedir (Yeşilören, 2019). Ayrıca; siyah havuçtaki renk pigmenti, vücutta A vitaminine dönüşerek cilt ve göz hastalıkları için faydalı olurken, kalp hastalıkları ve kansere karşı da direnci arttırmaktadır (Pakolpakçıl, 2020). Dolayısıyla antioksidan ve antikanserijen özellikler göstermesi, anne sütü saklama poşetlerinde kullanılacak olan malzemelerin güvenilirliğini destekleyen başka bir parametredir. Bu maddelerin özütlenmesi için yüksek maliyetli çözücüler aracılığıyla klasik ekstraksiyon metodları kullanmak yerine, mekanik bir yöntem olarak eksenel değirmende öğütme işlemi uygulanacaktır.

Tasarlanan projede doğrudan yenilenebilir kaynaklardan ekstrakte edilmiş, tamamen biyobozunur malzeme olan nişasta polimeri baz alınmıştır. Nişastanın kolay tedarik edilebilmesi ve düşük maliyeti ile gıda ambalaj filmlerinin üretiminde dikkat çekmekte, ancak ambalaj materyali olarak kullanılabilmesi için mekanik özelliklerini iyileştirmek gerekmektedir. Bu sorunlara bakıldığında projemizde tasarladığımız, iki kilit sistemi arasına yerleştirilen akıllı ambalaj filmler sayesinde nişastanın su buharı hassasiyetinde bilinen dezavantajını ortadan kaldırmak hedeflenmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan anne sütü saklama poşetlerinde kullanım aşamaları

Bu projede tasarlanan akıllı anne sütü saklama poşetleri, Şekil 1'de belirtilen aşamalar sonucunda üretilen siyah havuç katkılı, nişasta bazlı filmlerin su buharına teması en aza indirilerek yalnızca sütün kullanım öncesi hazırlık aşamasında maruz kalması gerçekleşecektir. Bu işlem sonucunda, renk değişimi gözlenmesi durumunda kullanıcı anne sütünün kullanıma uygun olmadığı bilgisini almış olacaktır.



Şekil 2. Üretilmiş olan nişasta bazlı akıllı filmlerin pH duyarlılığı

Laboratuvar ortamında uygulanan, üretimi tamamlanmış akıllı filmlerin pH duyarlılığı Şekil 2'de gösterilmektedir. Sağılan anne sütünün mikro çevresi incelendiğinde, anne derisi ve bebeğin

ağız boşluğundan türeyebilecek mikroorganizma ortamı bakteri türemesini başlatabilmektedir (Padilha vd., 2019). Bu durumda Hollanda’da yapılmış bir çalışmada, CO₂ üretimi sütün taze halden bozulmuş duruma geçişi sırasında üst boşlukta ölçülmüştür. Karbonik asit oluşturmak üzere gaz halindeki CO₂'nin sütün içinde çözünmesi ve laktat üretimi nedeniyle sütün bozulması sırasında ortam pH'ında bir düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. Antosiyaninlerin temel yapısında bulunan ağıkron, içeriğinde bulunan fenolik bileşiklerin molekülünde –OH grubu sayısı arttıkça renkte mavilik, –OCH₃ grubu sayısı arttıkça kırmızılık artmaktadır (Kıralp vd., 2007). Dolayısıyla Şekil.'de simüle edilen farklı pH muamelelerinde ambalaj renk değişimiyle, üretilen filmlerin nötr ortamda kahve rengi olduğu, asitlik arttıkça kırmızıya dönmesi gerektiği beklenmektedir.

4. Yöntem

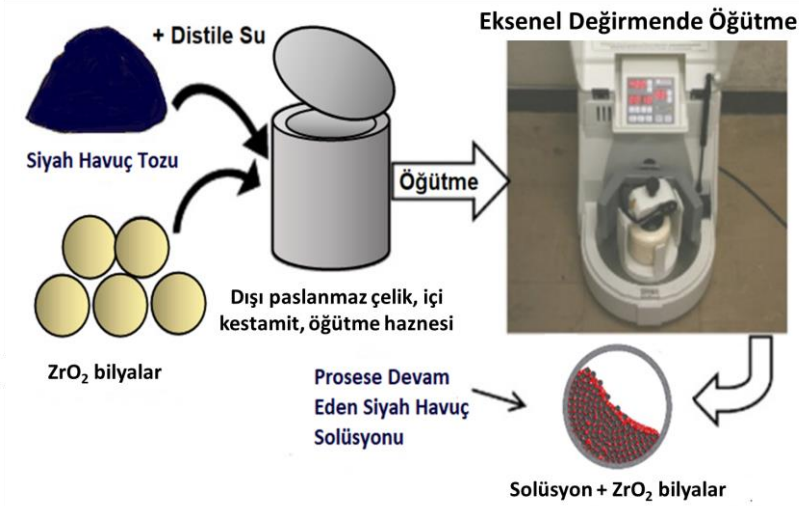
Bu projede, doğal atık malzemelerden oluşan pH indikatörü akıllı biyokompozit filmleri üretilecektir. Ön çalışma olarak üretilen filmlerin siyah havuç solüsyon eldesi, daha çok mekanik ortamlarda uygulanan sulu eksenel değirmende öğütme metodu aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu sayede içeriğinde bulunan antosiyanin pigmentleri, siyah havuç partikül boyutları küçültülerek, film solüsyonunda homojen dağılım göstermiştir. Ayrıca oksijen ve fiziksel strese karşı bariyer özellikleri gibi çeşitli avantajlara sahip doğal bir polimer olan nişasta, ambalaj materyalinin temel yapısını oluşturacak matris malzeme olarak tercih edilmiştir. Ön çalışmalarımız sonucunda elde edilen filmlerin karakterizasyon testlerinden fiziksel ve kimyasal yapı analizleri yapılması planlanmıştır.

Çalışmaların başlangıcında malzeme temini ve deney düzeneklerinin hazırlanması süreçlerinde gerekli iş birlikleri kuruldu, görüşmeler ve araştırmalar yapılarak proje yöntem planlamaları doğrultusunda işlemlere başlandı (**İş Paketi 1**).

4.1. Eksenel Değirmende Öğütme Yöntemiyle Antosiyanin Pigment Eldesi (İş Paketi 2)

Marmara bölgesinde yetiştirilen siyah havuç, steril ortamda yaklaşık 2 cm boyutunda rendelendi ve kurutma işlemleri başlatıldı. Belirlenen optimum tane boyutu tasarlanan yöntemlerle küçültüldü. Ön çalışmalar sonucunda uygulanan prosedür aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir (Lebener-Wolfe ve Feain, 2013).

- Yerel bir pazardan temin edilen siyah havuç, dış yüzeyi soyularak küçük parçalar halinde getirildi, yıkanarak güneş görmeyen ortamda ve oda sıcaklığında 72 saatlik kurumaya bırakıldı.
- Daha sonra kuruyan parçalar saf su ile yıkandı ve bir hafta süre 40°C'lik sıcaklıkta etüvde bekletildi.
- Diskli öğütücüde 900 dev/dak, 3 dakika boyunca tane boyutu küçültüldü.
- Siyah havuç tozu, 250, 150, 90, 63 µm gözenekli eleklerden geçirildi.
- 63 µm altı boyutunda siyah havuç tozu % 0,1 / 0,3 / 0,5 / 0,7 / 1 oranlarında hassas tartıda tartıldı.
- Ölçülen tozlar, 240 g ZrO₂ bilya içeren eksenel değirmen haznesine alındı ve 200 ml saf su ilave edilerek öğütme 300 dev/dak, 30 dakikada tamamlandı.



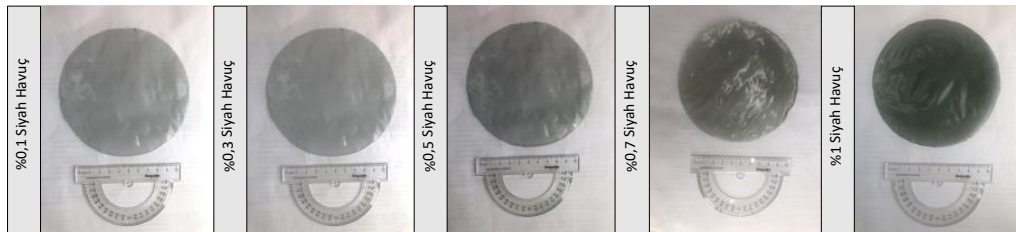
Şekil 3. Eksenel değirmen sisteminde siyah havuç solüsyon oluşumu şematik diyagramı

Siyah havuç tozu, eksenel değirmen sisteminde bilya ve astar plakanın sürtünme etkisiyle saf su içerisinde belirlenen devir ve zamanda dinamik bir dengeye ulaşması ve siyah havuç içerisindeki antosiyaninlerin çözeltilmeye emilmesi Şekil 3'deki gibi sağlandı (Baheti ve Militky, 2013).

4.2. Film Solüsyonunun Hazırlanması (İş Paketi 3)

Hazırlanmış olan siyah havuç katkılı solüsyon içerisine, belirlenen koşullarda mısır nişastası ve gliserol ilave edildi (Cui vd., 2020; Hanani vd., 2019; Chen, 2020). Ön çalışmada uyguladığımız süreç, aşağıdaki gibi devam etmiş ve Şekil 4'teki gibi sonuçlanmıştır.

- Eksenel değirmende elde edilen solüsyon içerisine %5 (w/w) mısır nişastası tartılarak eklendi ve ısıtıcı karıştırıcıda 400 dev/dak, 90°C ve 90 dakika boyunca karıştırıldı.
- Solüsyonun sıcaklığı ısıtıcı kapatılarak 50°C ye getirildi. Termometre yardımıyla kontrol sağlandıktan sonra mısır nişastasının %40 (w/w) oranında gliserol eklendi.
- Karışım 400 dev/dak, 90°C ve 30 dakika boyunca ısıtıcı karıştırıcıda tutuldu.
- Solüsyonun sıcaklığı ısıtıcı kapatılarak 50°C ye getirildi. Termometre yardımıyla kontrol sağlandıktan sonra film solüsyonun %0,5 (v/w) oranında çinko asetat eklendi
- Karışım 400 dev/dak, 90°C ve 30 dakika boyunca ısıtıcı karıştırıcıda tutuldu.



Şekil 4. Farklı oranlarda siyah havuç katkılanarak üretilen akıllı filmler

Üretim aşamasında son prosedür olarak, döküm işlemi gerçekleştirildi ve steril ortamda kurutma sonrası akıllı biyokompozit filmler elde edildi (Sheikhi vd., 2020).

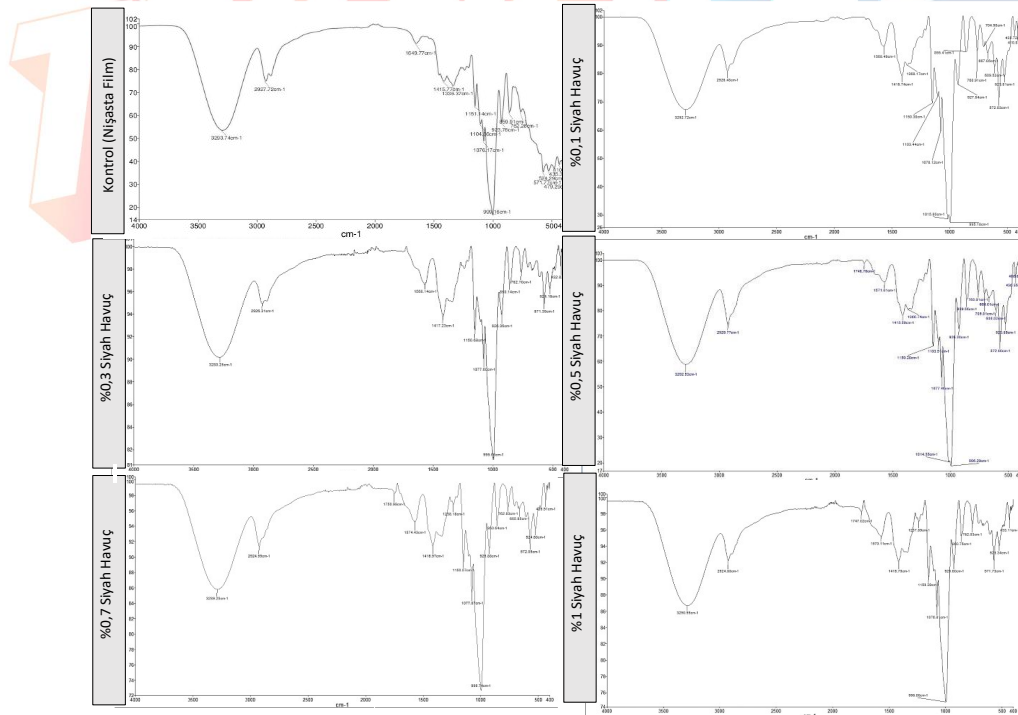
- Hazırlanan solüsyondan mezür yardımı ile 30 ml alınarak, 14 cm çapında cam petri kabına döküm yöntemi ile aktarıldı.
- Filmler vakumlu etüv ortamında 40°C sıcaklıkta 24 saat kurumaya bırakıldı ve bistüri yardımı ile filmlerin çıkarılması gerçekleştirildi.

4.3. Karakterizasyon Testleri (İş Paketi 4)

Siyah havuç katkılı (%0,1 / 0,3 / 0,5 / 0,7 / 1) ve kontrol numune olarak katkısız nişasta bazlı filmlerin fiziksel ve kimyasal yapı karakterizasyon testlerinden, şişme, suda çözünürlük, su buharı geçirgenliği, nem taini ve temas açısı analizleri gerçekleştirilerek film bariyer özellikleri tanımlanacaktır. Projenin amacına göre, mikroorganizmaların yüzey üzerinde büyümesi sonucu, ortamdaki pH'nın değişmesine bağlı olarak biyokompozit filmlerde renk değişimi gözlenmelidir. Bu özelliğini simüle etmek için üretilen filmler üzerine pH 1-14 arasında periyodik olarak koşullandırılmış tampon çözelti damlatılacak, renk ölçümü UV Spektrofotometresiyle belirlenecektir. Numune içerisinde oluşan bağlanmaların belirlenmesinde FTIR analizinden faydalanılacaktır. Buna ek olarak üretilen filmlerin optik mikroskop filmlerin içyapısı incelenmiştir. Ayrıca filmlerin mikrobiyolojik yapı taini için, antibakteriyel disk difüzyon testleri gerçekleştirilmiştir.

4.3.1. FT-IR Analizi

Film yapısındaki nişasta, siyah havuç ve gliserol fonksiyonel grupları arasındaki etkileşimleri araştırmak için FT-IR ölçümleri Şekil 5'te gösterildiği gibi 4000–650 cm^{-1} 'de 1 cm^{-1} çözünürlükte yapılmıştır. Kontrol filmde 1250 ve 800 cm^{-1} , nişasta polimerinin sakkarit yapısındaki C-C ve C-O streslerinin titreşimine ve C-H bağlarının bükülmesine bağlanabilmektedir.

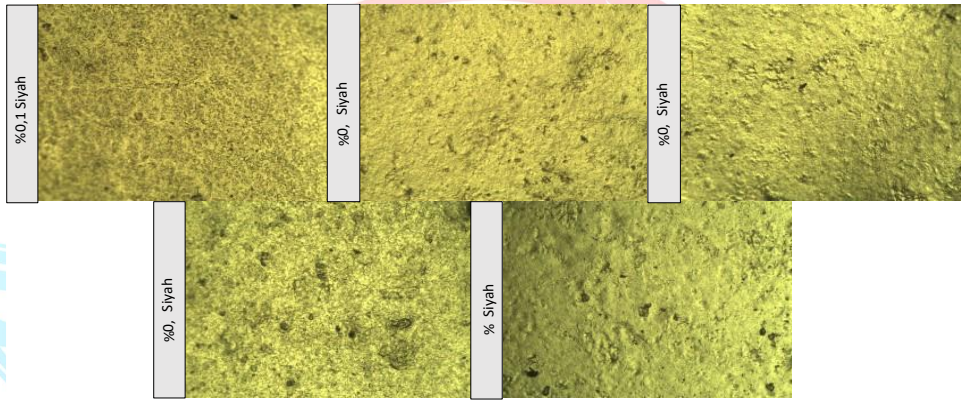


Şekil 5. Siyah havuç katkıli filmlerin farklı oranlarda FT-IR spektrumları üzerindeki etkisi

Aglikon C15 (C6-C3-C6) iskelet yapısı üzerine kurulmuş olan antosiyaninler için en belirgin spektral özellikler, sırasıyla yaklaşık 600 ila 500 cm^{-1} arasında merkezlenmiş bantlardır (Kantar, 2010). FTIR analizleri sonucunda nişasta sakkaritleri ve siyah havuç antosiyanin bileşenleri spektrumlarında farklı piklerin belirlenmesi biyokompozit filmin içereneri tarafından etkin bir şekilde bağlandığını göstermektedir.

4.3.2. Optik Analizi

Şekil 6'da siyah havuç katkılanmış nişasta bazlı filmlerin optik mikroskopik görüntülerini gösterilmektedir.



Şekil 6. Farklı oranlarda Siyah havuç katkıli filmlerin optik mikroskop yüzey görüntüsü

Siyah havuç antosiyanin partikülleri nişasta polimerinde moleküler bütünlük sağladıkları için düzgün bir topografya sergilemektedirler. Ancak film yüzeyinde siyah elipsler şeklinde gözlenen boşluklar gözenekli bir yapıya sahip olduğunu göstermekte, katkılanan siyah havuç oranı arttıkça gözeneklerin aynı oranda arttığı görülmektedir. Bunun, nişasta amilaz polimerleri ile siyah havuç antosiyaninleri arasındaki temas arttıkça kristal yapının değiştiği anlamına geldiği düşünülmektedir. Bu nedenle nişasta bazlı filmlerin nem bariyer özelliklerinin katkı maddeleri ile iyileştirilmesi gerekmektedir.

4.3.3. Fizikokimyasal Analiz

Gıda ürünlerinde kullanılan ambalajın önemli bir özelliği olan su duyarlılığı, kalınlık, suda şişme miktarı ve nem içeriği üzerinden incelenmiştir. Yeterli bariyer özelliklerini göstermek için filmler, yenilenebilir kaplamalar olarak tasarlanmaları, düşük şişme kabiliyeti, nem içeriği ve minimum çözünürlük sergilemelidirler. Analizlerini tamamlamış olduğumuz akıllı filmlerin Tablo 2'deki değerleri incelendiğinde, kontrol filmlerine katkılanan siyah havuç antosiyonin gibi antioksidanların, nişastadaki polisakkarit yapılarının hidrofilik değerini arttırdığını göstermektedir. Hidrofiliklikteki bu artış, siyah havuç ile zenginleştirmenin bir sonucu olarak yeni etkileşimlerin oluşmasına ve serbest hidrofilik grupların azalmasına bağlanabilmektedir (Fethi vd., 2019). Siyah havuç oranı arttıkça suya ilgisinin artmasındaki önemli değişiklikler,

optik mikroskopi sonuçlarıyla desteklenen, yüzey pürüzlülüğü, gözenek boyutu ve heterojenite üzerindeki etkisine de ayrıca bağlanabilmektedir (Hannani, 2018).

Tablo 2. Akıllı kompozit filmlerin suya dayanıklılık özellikleri.

Film İçeriği	Kalınlık (mm)	Şişme Testi (%)	Nem Taini (%)
Kontrol Film	0.11 ± 0.02	96.46 ± 8.06	13.92 ± 1.31
0,1 SH_ÇA	0.13 ± 0.01	354,2 ± 37,44	15,41 ± 1,02
0,3 SH_ÇA	0.13 ± 0.03	374 ± 29,62	16,03 ± 1,11
0,5 SH_ÇA	0.14 ± 0.01	383,8 ± 47,05	16,38 ± 1,15
0,7 SH_ÇA	0.16 ± 0.02	387 ± 32,48	16,26 ± 1,21
1 SH_ÇA	0.16 ± 0.01	389,4 ± 8,90	18,15 ± 1,16

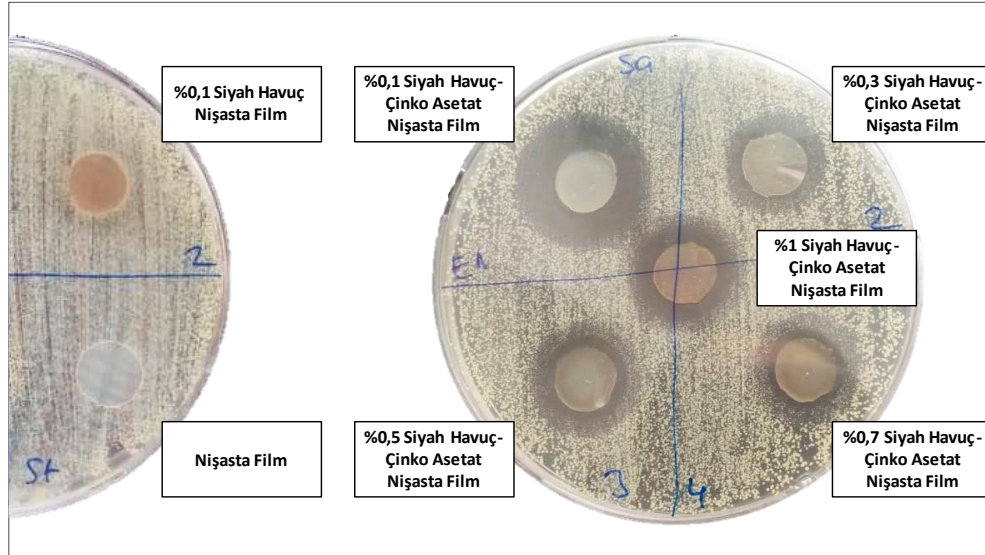
4.3.4. Antibakteriyel Aktivite

Üretilen nişasta esaslı filmlerin *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213)'a karşı antibakteriyel aktivitesi agar disk difüzyon yöntemi ile test edilmiştir. Test öncesinde filmler 10 mm çapında diskler halinde kesilmiş ve 10 dk UV ışık altında tutularak sterilize edilmiştir. 18 saat süreyle 37 °C'de Nutrient Broth içerisinde büyütülen bakteri kültürü 106-107 kob/ml olacak şekilde serum fizyolojik kullanılarak seyreltilmiştir. Bu bakteri kültüründen 100 µl alınarak Nutrient Agar içeren plaklara yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Daha önce sterilizasyonu yapılan filmler bu plaklara yerleştirilmiş ve 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda Tablo 3'te gösterildiği gibi filmlerin etrafında oluşan inhibisyon zonları cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

Tablo 3. Nişasta esaslı filmlerin *S. aureus*'a karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları (10 mm film çapı dahil).

Bakteri	İnhibisyon zon çapı (mm)					Kontrol
	E1	E2	E3	E4	E5	
<i>S. aureus</i>	20,7 ± 5,13 ^a	15,3 ± 1,53 ^b	17,3 ± 1,53 ^{ab}	15,0 ± 1,00 ^b	17,0 ± 2,65 ^{ab}	10,0 ± 0,00 ^c

Siyah havuç ve çinko asetat katkılanmış nişasta bazlı filmlerde, disk difüzyon yöntemi ile belirlenen Gram pozitif *S. aureus* test bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite zonları Şekil 7'de gösterilmiştir. Katkısız nişasta ve %0,1 siyah havuç katkılı filmler, test bakterileri üzerinde herhangi bir engelleyici etki göstermemiştir. Ayrıca, %0,5 çinko asetat katkılı filmler, artan siyah havuç konsantrasyonları ile kademeli olarak azalan antibakteriyel aktivite ortaya çıkarmıştır. Bu durumun, siyah havuç antosiyaninlerinde bulunan poliaçillenmiş grupların çinko asetatı baskıladığından ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 7. Farklı oranlarda siyah havuç içeren kompozit filmlerin *S.aureus* bakterileri üzerine etkisi



Çinko asetatın antimikrobiyal aktivitesinin sitoplazmik membran hasarı, DNA replikasyonunun inhibisyonu ve proteinlerin denatürasyonu gibi çeşitli mekanizmalara bağlı olduğu çalışmalarda raporlanmıştır (Abebe vd., 2020).

Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Günümüz koşullarında anne ve bebek sağlığı konusunda oldukça fazla sayıda çalışma ve ihtiyaç ürünleri bulunmaktadır. Bu alanda çalışmalarını sürdüren endüstriyel ürünlerin, talep oranı da aynı şekilde yüksektir. Bu ürünlerin başında gelen anne sütü saklama poşetleri, önemli bir sorunun çözümü niteliğinde görülmektedir. Fakat geliştirilmeye ihtiyaç duyan bir üründür. Dünyada ticari olarak üretilen anne sütü saklama poşetleri incelendiğinde, depolama süreçleri sona eren malzemenin kullanıma hazır hale getirilmesinde, istenen sıcaklığın kullanıcıya bildirilmesini sağlayan termal sensöre sahip olduğu bilinmektedir. Bu akıllı sensörler, renk değiştirerek bilgi aktarımı sağlamaktadır. Küresel pazarda özellikle talep oranı yüksek markalarda bulunan bir özellik olup, Tablo 4'te özellikleriyle birlikte sunulmuştur.

Tablo 4. Dünyada ticarileşmiş termal sensör içeren anne sütü poşetleri

Marka (İçeriği)	Ürün Resmi	Marka (İçeriği)	Ürün Resmi
Rocsmac (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)		New Beggins (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)	
NCVİ (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)		Mooimom (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)	
Spectra (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)		GZBABY (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)	

Kikko boo (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)		Gobizkorea (LDPE'den yapılmış, sıcaklık sensörüne sahip)	
--	---	---	---

Özellikle optimal değerler aralığında olması gereken anne sütü sıcaklığının termal sensörler sayesinde belirlenebiliyor olması, ürünün tercih edilmesinde önemli bir avataj olarak görülmektedir. Bu projede, günümüz piyasa ürünlerinde saklanılan ortamın koşulları veya kullanıcıdan kaynaklı hatalar sonucunda anne sütünün bozulduğunu bildiren pH hassasiyetine sahip akıllı bir ambalajlama sistemi ilk defa üretilecektir. Buna ek olarak kullanımı tamamlanan tek kullanımlık anne sütü saklama poşetleri, biyobozunur atık olarak çevreye salınımıyla, sürdürülebilir bir malzeme olduğunu da göstermektedir.

Ayrıca ambalaj filmlerde kullanılacak olan siyah havuç suyu ve konsantresinin uluslararası ticaretinde en önemli faktörü, antosiyanin içeriğidir. Bu nedenle siyah havucun işlenmesi sırasında temel parametre, antosiyaninlerin en yüksek düzeyde ekstraksiyonudur. Sektörün sahip olduğu mevcut teknolojik koşullarla gerçekleştirilen ekstraksiyonda havuç suyu posasında oldukça önemli düzeyde antosiyanin kalmaktadır. Siyah havuç suyu ve konsantresinin ticaretinde varlığı önemli bir unsur olan antosiyaninlerin posada kalması bu ürünlerin daha düşük bir bedelle satılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle siyah havuçtan antosiyaninlerin ekstraksiyonunun optimizasyonu ve alternatif teknolojilerin etkinliğinin geliştirilmesi gerekmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015). Projemizde bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla siyah havuç özütünü elde etmek için, eksenel değirmen sisteminde mekanik bir işlem gerçekleştirilecektir. Bu cihaz ile yüksek mekanik enerji üretilerek siyah havuç içeriğinde bulunan antosiyaninlerin, ekstraksiyon yöntemine göre daha fazla özütleme oranı sağlanmasıyla yeni bir bakış açısı kazandırılmış olacaktır.

5. Uygulanabilirlik

Bu projede üretilen, pH değişimine duyarlı tazelik indikatörü filmlerinin ticari ürünlere uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu doğrultuda, piyasa ürünlerinde bulunan 'babyme' marka anne sütü saklama poşetleri, çift kilit sistemine ve iki kilit arasında kalan yüzeyin diğer ticari ürünlere kıyasla daha geniş olmasından dolayı tercih edilmiştir. Bu alana entegre edilen filmler, anne sütü saklama koşullarında sağlık bakanlığının onayladığı 3-3-3 kuralı kapsamında (oda sıcaklığında 3 saat (19-26°C), buzdolabı rafında (0-4°C) 3 gün ve derin dondurucuda (-18°C'nin altında) 3 aya kadar saklanabilir) uygun ortam sıcaklığı ve süresi uygulanarak gözlemlenmiştir (Karagöz, 2017). Bu doğrultuda,

- Oda sıcaklığında (23°C) tüm oranda siyah havuç katkılanan nişasta ve kontrol filmlerinin 9. saatten itibaren renginin koyu yeşilden kırmızıya doğru değiştiği Şekil 8'deki gibi gözlemlenmiştir.
- Buzdolabı rafında (3°C) tüm oranda siyah havuç katkılanan nişasta ve kontrol filmlerinin 93. saatten itibaren renginin koyu yeşilden kırmızıya doğru değiştiği Şekil 9'deki gibi gözlemlenmiştir.
- Derin dondurucuda (-20°C) tüm oranda siyah havuç katkılanan nişasta ve kontrol filmleri 8. gününde gözlemlenmeye devam etmekte olup, herhangi bir renk değişimi

gerçekleşmemiştir. İş paketi 4 kapsamında, temmuz ayında renk değiştirebileceği öngörülmektedir.



Şekil 8. Oda sıcaklığında (23°C) ticari anne sütü saklama poşetlerine entegre edilen tüm oranlarda siyah havuç katkıli nişasta ve kontrol filmlerin uygulanabilirliği



Şekil 9. Buzdolabı rafında (3°C) ticari anne sütü saklama poşetlerine entegre edilen tüm oranlarda siyah havuç katkıli nişasta ve kontrol filmlerin uygulanabilirliği

6. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin gerçekleştirilebilmesi için temel olarak manyetik karıştırıcı, etüv, orbital çalkalayıcı, pH metre ve sarf malzemeleri gerekmektedir. Proje için gerekli olan sarf malzemeleri ve tahmin edilen maliyetleri aşağıda listelenmiştir.

İş Paketleri	Kullanılacak Malzeme	Kullanım Gerekçesi	Maliyet
1	Cam Şişe (250 ml) (5 Adet)	Proje çalışmalarının tüm aşamalarında kullanılacaktır.	370,50 TL

	Heidolph Isıtcılı Manyetik Karıştırıcı	Film solüsyon üretiminin tüm aşamalarında kullanılacaktır.	18.620,31 TL
	Nükleon Orbital Shaker	Film üretimi ardından karakterizasyon testlerinde fiziko-mekanik içeriğinin belirlenmesi amacıyla suda çözünürlük analizinde kullanılacaktır.	17.321,22 TL
	Mikrotest Mst Etüv (55LT, 250°C)	Siyah havuç parçalarının toz haline getirilmesi için, üretilen filmlerin döküm işlemi sonrası ve karakterizasyon testlerinden suda çözünürlük, nem taini ve su buharı geçirgenliği analizi sırasında sabit nem dengesine getirilmesi için kullanılacaktır.	10.030,00 TL
2	Siyah Havuç (10 kg)	Film üretiminin hammaddesi olarak katılacaktır.	60 TL
3	Çinko Asetat (1kg)	Film üretiminin hammaddesi olarak katılacaktır.	250,53 TL
	Glycerol (2,5 L)	Film üretiminin hammaddesi olarak katılacaktır.	1.386,50 TL
	Mısır Nişastası (1kg)	Film üretiminin hammaddesi olarak katılacaktır.	115 TL
4	Sodyum Hidroksit (1 kg)	Üretilen filmlerin pH hassasiyeti değerlendirilecektir.	224,20 TL
	Hidroklorik Asit (2.5 L)	Üretilen filmlerin pH hassasiyeti değerlendirilecektir.	660,80 TL
	Mettler Toledo / pH Metre pH 0.00... 16.0	Üretilen filmlerin pH hassasiyeti değerlendirilecektir.	15.917,24 TL
Toplam			64.956,32 TL

Proje için ön görülen iş planı aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

İŞ PAKETLERİ		AYLAR						
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
1	Malzeme Temini ve Deney Düzeneklerinin Hazırlanması							

2	Eksenel Değirmende Öğütme Yöntemiyle Antosiyanin Pigment Eldesi							
3	Film Solüsyonunun Hazırlanması							
4	Karakterizasyon Testleri							

7. Proje Fikrinin Hedef Kitle

Günümüzde en fazla ihtiyaç duyulan anne bebek ürünleri arasında, anne sütünün belirli sürelerde muhafaza edilmesini sağlayan anne sütü saklama poşetleri, talep oranı yüksek bir pazara sahiptir. Bu ürünlerde akıllı ambalajlama sistemi sayesinde kullanıcının içerik hakkında bilgi sahibi olması, piyasadaki talep oranını arttırabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla anne-bebek ürün üretimi gerçekleştirilen endüstri ortamında ve tüketicilerin TÜİK verilerine göre ülkemizde 2020 yılda canlı doğan bebek sayısı 1 milyon 112 bin 859 rakamına ulaşan oldukça geniş bir kitle için katma değeri yüksek inovatif bir üretimin mümkün olduğu öngörülmektedir.

8. Riskler

Projeyi olumsuz yönde etkileyebilecek riskler L tipi karar matrisi uygulanarak gerekli B Planı açıklamaları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

İP No	En Önemli Riskler	Olasılık	Şiddet	Etki	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Üretilen filmler, mikroskopik boyutlarda incelendiğinde elde edilen görüntüsü, beklenen homojen partikül dağılımı verememesi, bu durumda filmlerin gözeneklerinde eşit oranda etkinliklerini gösteremeyebilir. Dolayısıyla su ve oksijen bariyer özellikleri yetersiz kalabilmektedir	3	3	9	Bu riski en aza indirmek için antosiyanin pigment üretim yöntemi iyileştirilebilir veya takviye bir malzeme kullanılabilir. Burada iki farklı plan ayrı veya birlikte uygulanabilir. -Yöntem iyileştirmesi için ultra sonikasyon ve eksenel değirmen kombinasyonu uygulanır, böylece filmde siyah havuç partikülleri arasındaki kümeleşme engellenerek tane boyutu küçülmesi mümkün olacaktır. -Öğütme yardımcısı olarak etkili malzeme olan stearik asit katkılanması sonucu tane çapının

					daha küçük değerlere düşürülmesi mümkündür. -Mevcut piyasa ürünlerinde kullanılan LDPE'nin belirli oranlarda katkılanmasıyla daha dayanıklı plastik malzeme elde edilebilmektedir.
2	Prosesi tamamlanmış filmlerin, yapılan fiziko-mekanik testler sonucunda katkılanan matris polimer olan nişastanın su tutucu özelliğinden dolayı beklenen değerlerin altında sonuç vermesiyle mekanik dayanımının beklenen değerlerde olmaması mümkün olabilmektedir.	3	2	6	Nişasta bazlı filmlerde yeterli mekanik değerleri sağlamak için doğal fiber katkılama veya inorganik bileşikler yardımıyla moleküller arası çapraz bağlama yöntemleri, filmlerin gıda ürünü kaplamada bariyer özelliklerini geliştirici nitelikte olabilmektedir.

(Kırmızı (25-16) yüksek riskli, sarı (15-8) orta riskli, yeşil (6-1) düşük riskli skoru ifade etmektedir)

9. Kaynaklar

Cranz, S., Valster, S., Vulders, R., & Dellimore, K. (2020). Carbon dioxide as a novel indicator for bacterial growth in milk. *Journal of Food Safety*, 40(3), e12780.

Fitzstevens, J. L., Smith, K. C., Hagadorn, J. I., Caimano, M. J., Matson, A. P., & Brownell, E. A. (2017). Systematic review of the human milk microbiota. *Nutrition in Clinical Practice*, 32(3), 354-364.

Başkale, H., & Serçekuş, P. (2014). Anne Sütünün Saklama Koşullarına Yönelik Güncel Bilgi ve Uygulamalar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 7(4), 311-314.

Serçekuş, P., Baskale, H., İnci, F. H., & Özkan, S. (2015). Annelerin anne sütünü saklama uygulamalarının belirlenmesi.

Durusoy, R., & Karababa, A. O. (2011). Plastik gıda ambalajları ve sağlık. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10(1).

Bayatbalay, G. (2021). Propolisle kaplanan düşük yoğunluklu polietilen filmlerin antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesi (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).

Akkurt, B., & Asiye, G. Ü. L. (2020). Emziren annelerin anne sütü saklama koşullarına ilişkin bilgi ve tutumlarının değerlendirilmesi. *Journal of Contemporary Medicine*, 10(2), 275-280.

Yeşilören Akal, G. (2019). Siyah havuç posasından antosiyanin ekstraksiyonu. (Master's thesis, Ankara Üniversitesi).

- Pakolpakçıl, A. (2020). Doğal pH indikatörleri içeren sodyum alginat/polivinil alkol esaslı akıllı nanolifli yara örtüsü üretimi ve değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University).
- Padilha, M., Iaucci, J. M., Cabral, V. P., Diniz, E. M. A., Taddei, C. R., & Saad, S. M. I. (2019). Maternal antibiotic prophylaxis affects *Bifidobacterium* spp. counts in the human milk, during the first week after delivery. *Beneficial microbes*, 10(2), 155-163.
- Kıralp, S., Özkoç G., Erdoğan, S., Çamurlu, P., Doğan, M., Baydemir, T. (2007). Modern çağın malzemesi plastikler, ODTÜ Bilim ve Toplum Kitapları Dizisi ODTÜ Yayıncılık.
- Labiner-Wolfe J, Fein SB. How US mothers store and handle their expressed breast milk. *Journal of Human Lactation*. 2013; 29(1): 54-8.
- Baheti, V., & Militky, J. (2013). Reinforcement of wet milled jute nano/micro particles in polyvinyl alcohol films. *Fibers and Polymers*, 14(1), 133-137.
- Cui, H., D. Surendhiran, C. Li and L. Lin (2020). "Biodegradable zein active film containing chitosan nanoparticle encapsulated with pomegranate peel extract for food packaging." *Food Packaging and Shelf Life* 24: 100511.
- Hanani, Z. N., F. C. Yee and M. Nor-Khaizura (2019). "Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder on the antioxidant and antimicrobial properties of fish gelatin films as active packaging." *Food hydrocolloids* 89: 253-259.
- Chen, J., C. Liao, X. Ouyang, I. Kahramanoğlu, Y. Gan and M. Li (2020). "Antimicrobial activity of pomegranate peel and its applications on food preservation." *Journal of Food Quality* 2020.
- Sheikhi, Z., L. Mirmoghtadaie, M. Khani, M. Farhoodi, S. Beikzadeh, K. Abdolmaleki, F. Kazemian-Bazkiaee, B. Shokri and S. Shojaee-Aliabadi (2020). "Physicochemical characterization of argon plasma-treated starch film." *Journal of Agricultural Science and Technology* 22(4): 999-1008.
- Kantar, Ö. (2010). Antosiyaninlerin sentezi (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- Fathi, N., Almasi, H., & Pirouzifard, M. K. (2019). Sesame protein isolate based bionanocomposite films incorporated with TiO₂ nanoparticles: Study on morphological, physical and photocatalytic properties. *Polymer Testing*, 77, 105919.
- Hanani, Z. N., Husna, A. A., Syahida, S. N., Khaizura, M. N., & Jamilah, B. (2018). Effect of different fruit peels on the functional properties of gelatin/polyethylene bilayer films for active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, 18, 201-211.
- Bezirhan Arikan, E., Canli, O., Caro, Y., Dufossé, L., & Dizge, N. (2020). Production of bio-based pigments from food processing industry by-products (apple, pomegranate, black carrot, red beet pulps) using *Aspergillus carbonarius*. *Journal of Fungi*, 6(4), 240.
- Ağçam, E., & Akyıldız, A. (2015). Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri. *Gıda*, 40(3), 149-156.
- Karagöz, S. (2017). Anne sütünün saklanması, Evdeki uygulamalar. *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Yenidoğan Dergisi*, 2(2), 500-516.
- Abebe, B., Zereffa, E. A., Tadesse, A., & Murthy, H. A. (2020). A review on enhancing the antibacterial activity of ZnO: Mechanisms and microscopic investigation. *Nanoscale research letters*, 15(1), 1-19.