

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: BTÜ-BETASMART

PROJE ADI: AKILLI BİYOAMBALAJ

BAŞVURU ID: #68083

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Gıda ambalaj sektörü gelişen toplumların artan zorlu koşullarına yanıt olarak hızla gelişim göstermektedir. Büyük bir tempo içinde hareket eden tüketim ürünlerinin paketlenmesinde küresel pazarlar, daha uzun raf ömrü, daha güvenli ve daha sağlıklı gıda teminatı, çevresel kaygılar ve gıda atıkları gibi karşılaşılan zorluklar gıda kalitesini korumak ve raf ömrünü artırmak için ambalaj tasarlamayı gerekli kılmaktadır [1]. Gelişmiş işlemlere sahip ambalajlar daha az koruyucu madde kullanımına ve gıda biyo-teröriziminin engellemesine fayda sağlamaktadır [2]. Ambalaj, temel besin imal süreçlerinden biridir ve besin niteliği ve güvenliğinin sağlanmasında ehemmiyetli bir rol oynar. Ambalajlamanın önemli bir işlevi de, ürünü fiziksel, kimyevi veya biyolojik zararlardan korumaktır. Ayrıca, ambalajlar bir iletişim aracıdır. Üretim tarihi, raf ömrü, besin değerleri ve kullanım ve saklama yöntemi gibi ayrıntıları sağlayan bir iletişim işlevi vardır [3,4]. Geleneksel paketlenme yöntemlerinden gün geçtikçe uzaklaşan, ürün hakkında daha fazla bilgi sunmayı hedefleyen, üretimin her aşaması hakkında detaylı bilgi içeren ve ürünün tazeliği hakkında daha kesin bilgi veren ambalajlar ihtiyaç haline gelmiştir. Akıllı ambalajların kullanımı, izlenebilirliği arttırmasıyla beraber iletişimi daha kolay bir seviyeye getirip, paketlenmiş gıdaların sadece raf ömrünün ölçülmesiyle değil, öncesinde de gerçek zamanlı veri alma açısından daha hızlı ve güvenilir bir hale getirmektedir. Akıllı ambalaj alanında kullanılan pH indikatörleri, paketli gıdaların şartları hakkındaki bilgilerin güvenilir bir şekilde izlenmesine yardımcı olmaktadır.

Bu projenin amacı, ambalajlar üzerine yerleştirilen pH indikatörleri sayesinde gıdaların tazeliği hakkındaki bilgiyi tüketiciye kesin bir şekilde aktararak, sadece son kullanma tarihi ile değil gerçek zamanlı olarak bilgilendirip ürünlerin güvenilirliğini artırarak tüketimin daha akıllı ve sağlıklı bir hale gelmesini sağlamaktır. Bu bağlamda paketlenmiş gıdaların raf ömürlerini gerçek zamanlı gözlemleyerek oluşabilecek ambalaj atıklarını, gıda israfının ve bu etkenlere bağlı olarak ekonomik kayıpların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada, renk indikatörü olarak pancar kökü kırmızısı ve polimer matrisi olarak biyobozunur ve iyi film oluşturma özelliğine sahip polivinilalkol kullanılarak akıllı ambalaj filmleri geliştirilecektir. Akıllı biyofilmler, kolay bir yöntem olan karıştırma ve döküm yöntemi ile üretilecektir. Katkı maddelerinin farklı oranlarda kullanımının filmlerin pH duyarlılığı, renk ve yapısal özelliklerine etkisi uygun karakterizasyon yöntemleri ile araştırılacaktır.

Proje sonucunda ilk kez geliştirilecek olan akıllı ambalaj ile ülkemizin milli rekabet gücünü arttıracak, ekonomik ve çevre dostu bir malzeme elde edilmesi sağlanacaktır. Böylece, çeşitli gıdalara (et, balık vb.) uygulanma potansiyeline sahip ve tüketiciyi ambalajın içindeki gıdanın kalitesini ve güvenilirliğini kolayca sunan yenilikçi bir ürün geliştirilmesi hedeflenmektedir.

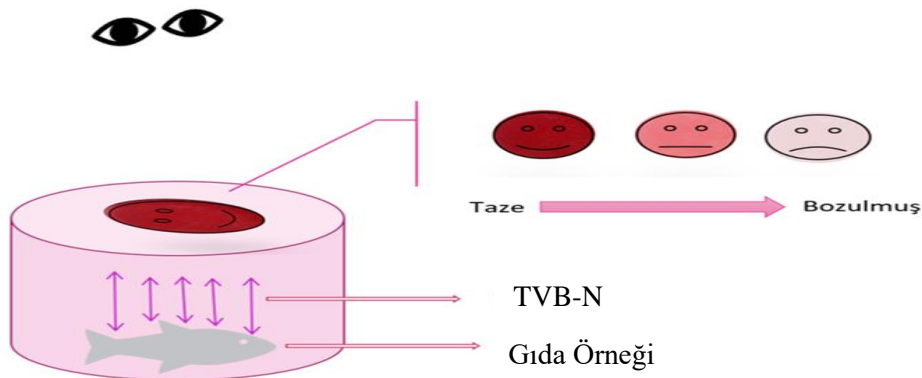
2. Problem/Sorun:

Her geçen gün dünya nüfusunun hızla artmasıyla beraber tüketim de ciddi derecede artış göstermiştir. Gıda alanında tüketimin artması paralel olarak üretimin de artmasına yol açmıştır. Üretim ve tüketim paralelinin bir sonucu olarak Gıda ve Tarım Örgütü, tüm dünyada üretilen gıdaların %30'unun çöpe atıldığını veya kayıp olduğunu bildirmiştir [4]. Bu durumun temel sebeplerinden biri, ürünün tazeliği veya kullanılabilir durumda olup olmadığının kontrolünün sadece ambalaj üzerindeki son kullanma tarihi ile gözlemlenebiliyor olmasıdır. Bir diğer sebep ise paketli ürünlerin üretim, paketleme, lojistik, depolama veya reyonda sergilenme esnasında meydana gelebilecek ambalaj deformasyonları sonucunda ürün üzerinde yazan son kullanma tarihinin hala geçerli olup ürünün kullanılabilir olmaması durumunda dahi tüketime sunulmasıdır. Gıda paketinin deformasyonu sonrasında paket içerisine oksijen girmesi ve sıcaklık değişimleri gıdaların bozunma reaksiyonlarını başlatmaktadır. Bu durum ambalaj içerisindeki pH değerinin değişmesine yol açmaktadır. Son tüketiciye ulaşamayan ve tüketilebilecek durumda olmayan her paketli gıda ürünü atık olarak çöp toplama veya çöp döküm alanlarına gönderilmektedir. Bu durum doğrudan gıda atıklarının ortaya çıkmasına, ambalaj atıklarının sağlıklı geri dönüşüm yöntemleriyle toplanamamasına, gıda israfına, dolaylı yoldan ise gıda ve ambalaj atıklarının getirdiği ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Bu olumsuzlukların bertarafı için geliştirilen çözümlerden biri olan akıllı gıda ambalajlarının üretimi ve uygulamaları ülkemizde mevcut değildir. Dünyada sadece birkaç firma tarafından üretilmekte ve bu alanda gıdaların kalitesinin izlenebilirliği için kolay uygulanabilir, ekonomik ve yenilikçi akıllı ambalajlara ihtiyaç sürmektedir.

3. Çözüm

Ülkemizde ilk kez üretimini yapmayı hedeflediğimiz pH duyarlı akıllı biyobozunur ambalajlar sayesinde paketlenmiş ürünün tazeliği ve kullanılabilirliği hakkındaki bilgi tüketiciye net bir şekilde sunulacaktır. Bu sayede, son kullanma tarihi kontrolü hataları ile ortaya çıkan gıda israfını, gıda atıklarını ve ambalaj atıklarını bunlara paralel olarak ekonomik kayıpları alt seviyeye indirmek için uygun bir malzeme geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle, et ve et ürünlerinde kullanmayı hedeflediğimiz akıllı belirteçlerimiz, ürünün bozulmasıyla ortaya çıkan uçucu bazik azot bileşenleri (TVB-N) sayesinde renk değiştirecek ve tüketiciye en doğru şekilde bilgi verecektir [5]. pH hassasiyeti için kullanacağımız pancar kökü kırmızısı yüksek pH değerlerinde şeffaf hale dönecektir (Şekil 1).



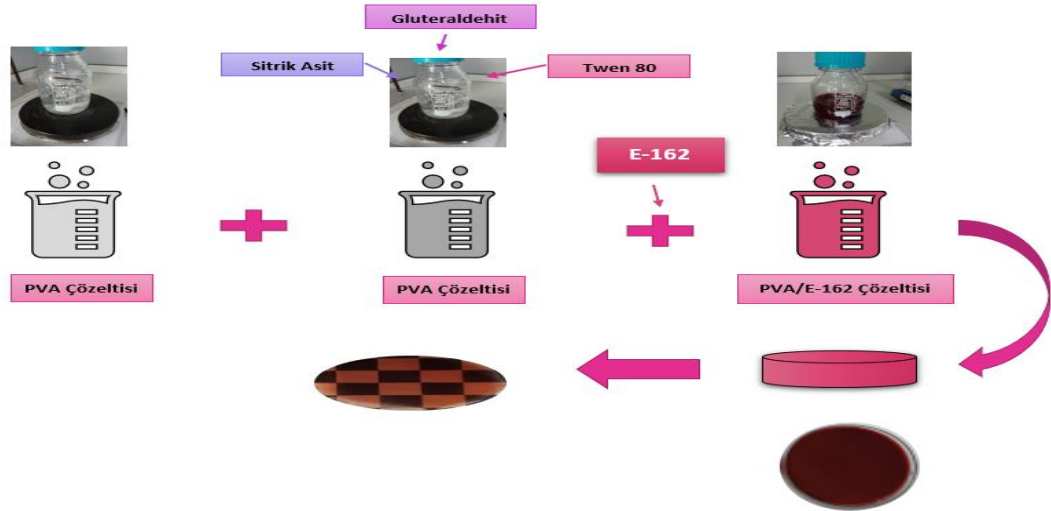
Şekil 1. Akıllı ambalaj filmlerinin çalışma prensibi

4. Yöntem

Bu çalışmada, PVA kontrol numunesi (PPK1), PVA/ w/w %2 E-162 (PPK2), ve PVA/ w/w %4 E-162 (PPK4) esaslı üç farklı akıllı film çözelti döküm metodu ile üretilecektir (Tablo 1). PPK1 akıllı filmini üretmek için 4,5 g PVA 90 ml distile su içerisinde 80°C’de 600 rpm hızda 12 saat karıştırılacaktır. Sitrik asit (1 g), 10 ml distile su içerisinde karıştırılıp PVA çözeltisine eklendikten sonra 30 dk boyunca 50°C’de karıştırılacaktır. Süre sonunda, gluteraldehit (50 µL) çözelti içerisine eklenerek oda sıcaklığında 15 dk boyunca karıştırılacak ve ardından Tween 80 (100 µL) çözeltiye eklenip 15 dk süresince aynı sıcaklıkta karışması sağlanacaktır. Pancar kökü kırmızı içeren PPK2 ve PPK4 akıllı filmleri ise PVA çözeltisine sırasıyla %2 ve %4 oranında E-162 eklenerek 1 saat boyunca karıştırılacaktır. Çözeltilerin 35 ml’si 12 cm boyutlarında cam petri kabına dökülerek kurutma işlemi 40°C etüvde 24 saat boyunca gerçekleştirilecektir (Şekil 2). Filmlerin yapısal karakterizasyonu ve amonyak çözeltisinde pH duyarlılığı gerçekleştirilecektir.

Tablo 1. Akıllı ambalaj üretimi için başlangıç çözelti bileşimi

Numune Kodu	PVA (% w/v)	E-162 (%w/w polimer çözeltisi)	Sitrik Asit (% w/w polimer ağırlığı)	Gluteraldehit (µl)	Tween 80 (µl)
PPK1	100	-	10	50	100
PPK2	100	2	10	50	100
PPK4	100	4	10	50	100



Şekil 2. Akıllı ambalaj filmleri üretiminin şematik gösterimi

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Dünyada, firmalar tarafından ticari olarak geliştirilen farklı akıllı paketler mevcuttur. Fakat bu paketler akıllı ambalaj sistemlerinin farklı kategorilerine göre tasarlanmıştır. Örneğin, zaman sıcaklık indikatörleri, radyo frekanslı tanıma sistemleri, çeşitli mikrobiyal metabolitlere duyarlı tazelik indikatörleri olarak gösterilebilir. RipeSenses firması meyveler için tercih edilen olgunluk derecesini kalorimetrik olarak gösterebilen dünyanın ilk akıllı ambalaj sensörü geliştirmiştir. Sensörün çalışma prensibi olgunlaştıkça verdiği aroma bileşiklerini yani metabolitleri tespit etmesine dayanmaktadır. Sensörün başlangıç rengi kırmızıdır yani olgunlaşmamış halini belli eder ancak yavaş yavaş turuncuya ve son olarak sarıya dönmesiyle kullanıldığı meyvenin olgunlanmış ve sulu hale geldiğini gösterir [6]. Ülkemizde ise akıllı ambalaj sektörü için ticari bir ürüne rastlanmamıştır. Pancar kökü kırmızısı pigmenti ve polivinil alkol kullanılarak üretilen pH duyarlı “Akıllı Biyoambalaj” üretimi ise bilim dünyası ve ambalaj sektöründe çalışılmamış bir konudur.

6. Uygulanabilirlik

Proje kapsamında geliştirilecek olan malzeme akıllı ambalaj olarak gıda paketlenme uygulamalarında değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Tasarlanan ambalaj, çözelti döküm yöntemi ile üretilen polimerdir. Polimer olarak kullanılarak PVA son derece ucuz, iyi film oluşturma özelliğine sahip olan biyobozunur bir polimerdir. Çözelti döküm haricinde, ekstrüzyon tekniği kullanılarak da film üretimi yapılabilmektedir. Ticari boyutlarda ekstrüzyon tekniği ile büyük çaplarda üretim yapılması mümkündür. Eğer katkı miktarı az gelirse, daha belirgin renk elde etmek için ana katkımız olan ve ülkemizde bolca yetişen kırmızı pancardan elde edilen pancar kökü kırmızısı gıda boyası oranı artırılabilir. İstenilen renk koşulunun sağlanamaması durumunda katkı

miktarının değiştirilmesi veya boya ve polimer arasında bağlanmayı sağlayacak ajanlar ile bu risk ortadan kaldırılabilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin öngörülen maliyeti ayrıntılı olarak Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. Tahmini maliyet planlaması

Malzemeler	Tahmini Maliyet
Sarf Giderleri	
Polivinil alkol	100 TL
Kimyasallar (Amonyak, tampon çözeltisi, plastikleştirici, emulgatör, çapraz bağlayıcı)	300 TL
Kalıp	100 TL
Test ve Analiz Giderleri	1000 TL
Toplam Gider	1500 TL

İş planına ait proje-zaman çizelgesi Tablo 3’te sunulmaktadır.

Tablo 3. Proje zaman çizelgesi

İş Paketi Ad/Tanım	Ocak 2021	Şubat 2021	Mart 2021	Nisan 2021	Mayıs 2021	Haziran 2021	Temmuz 2021
Kavram Geliştirme/ Literatür Araştırması							
Tasarım							
Tasarım Doğrulama Analizleri							
Tasarım Optimizasyonu							
Prototip Üretimi							
Laboratuvar Testleri							

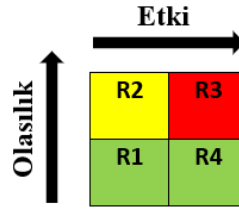
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Üretimi planlanan akıllı biyobozunur belirteç ambalaj filmlerinin hedef kitle:

- son kullanıcı,
- paketli ürün ile iletişimini ve izlenebilirliği artırmak isteyen ambalaj üreticileri,
- her geçen gün tüketimin artmasıyla beraber ürünlerin durumu hakkında izlenebilirliği yüksek ürünleri tercih eden tüketicilerdir.

9. Riskler

Proje boyunca karşılaşılabilecek riskler Şekil 3'te verilmektedir.



No	Risk	Tedbir
1	Malzeme tedarikinde aksama	Alternatif tedarikçiler
2	Üretim metodunda hata	Revizyon işlemleri
3	İstenilen performansın elde edilememesi	Ekstra numune üretimi
4	Test ve analiz cihazlarının çalışmaması veya hatalı sonuç vermesi	Alternatif laboratuvarlardan destek alımı

Şekil 3. Risk şeması

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Eslem KAVAS

Tablo 4. Proje ekibi

Adı Soyadı	Projedeki görevi	Okul	Projeyle/Problemle ilgili tecrübesi
Eslem KAVAS	Proje ve takım koordinatörü	Bursa Teknik Üniversitesi Polimer Malzeme Mühendisliği 4. Sınıf	Aktif ambalaj ve akıllı ambalaj çalışmaları kapsamında tecrübe sahibidir. Uluslararası konferanslarda sözlü sunulan bildiri: E.Kavas, P.Terzioğlu, M.Taş, F.N.Parın, Ç. Kuş, S. Küçükaydın, M.E. Duru, Biberiye Ektresi ve Kaolin İçeren Polivinil Alkol/Nişasta Kompozit Filmler, 3rd

			International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2020)March 19-20, 2020 / Ankara, Turkey. Tübitak 2209-B Sanayi Destekli Lisans Araştırmaları Projesi- Akıllı Ambalaj Uygulamaları için Pancar Kökü Kırmızısı ve Nano-CaCO ₃ Katkılı Biyofilmlerin Geliştirilmesi-2020/1
Mehmet ÇALIŞKAN	İletişim Sorumlusu	Bursa Teknik Üniversitesi Polimer Malzeme Mühendisliği 3. sınıf	Gıda pazarlama sektöründe iş deneyimi vardır.
Dr. Öğr. Üyesi Pınar TERZİOĞLU	Danışman	Bursa Teknik Üniversitesi Polimer Malzeme Mühendisliği	Ambalaj hakkında akademik makaleleri vardır ve projelerde görev almıştır.

11.Kaynakça

1. Realini E C. , Marcos, B. (2014) .Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society.Meat Science , doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.03
2. Yam K, L., Takhistov,P T., Miltz ,J. (2005).Intelligent Packaging: Concepts and Applications. Journal of Food Science/ Vol. 70, Nr. 1
3. Avik Khan , Tanzina Huq , Ruhul A. Khan , Bernard Riedl & Monique Lacroix (2014) Nanocellulose-Based Composites and Bioactive Agents for Food Packaging, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54:2, 163-174, DOI: 10.1080/10408398.2011.578765
4. Ruchir Priyadarshi, Parya Ezati, and Jong-Whan Rhim, Recent Advances in Intelligent Food Packaging Applications Using Natural Food Colorants,ACS Food Science & Technology 2021 1 (2), 124-138,DOI: 10.1021/acsfoodscitech.0c00039
5. Yao, X., Hu, H., Qin, Y., & Liu, J. (2020). Development of antioxidant, antimicrobial and ammonia-sensitive films based on quaternary ammonium chitosan, polyvinyl alcohol and betalains-rich cactus pears (Opuntia ficus-indica) extract. Food Hydrocolloids, 106, 105896. doi:10.1016/j.foodhyd.2020.105896
6. Lee, S. J.,Rahman, A. T. . M. (2014).” Intelligent Packaging for Food Products”. Innovations in Food Packaging.171–209. doi:10.1016/b978-0-12-394601-0.00008-4