

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

LİSE SEVİYESİ FİKİR KATEGORİSİ

TAKIM ADI

SMART LABEL TEAM

PROJE ADI

SICAKLIK-ZAMAN İNDİKATÖRÜ OLARAK PATLİCAN
KABUKLARINDAN ELDE EDİLEN BOYA İLE BOYANMIŞ
BAKTERİYEL SELÜLOZ NANOKOMPOZİT İLE AKILLI
ETİKET OLUŞTURULMASI

BAŞVURU ID

416316

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	2
2. Problem/Sorun	3
3. Çözüm	4
4. Yöntem	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	9
6. Uygulanabilirlik	10
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	10
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)	11
9. Riskler	12
10. Kaynaklar	13

1. Proje Özeti (Proje Tanımı) (5 puan)

Gıda sektöründe, çabuk bozulabilen pek çok ürün satışı gerçekleşene kadar soğuk zincir içerisinde kalmalıdır. Fakat taşınma ve depolanma süreçlerinde soğuk zincirin kırılması ürünlerin son kullanma tarihlerinden önce bozulmasına neden olabilmektedir. Gıdalarda kullanılan akıllı etiketler üründeki bozulmayı renk değişimi veya mevcut rengin kaybolması ile belli eden malzemelerdir. Bu çalışmada, antosiyonin pigmentlerince zengin patlıcan kabukları ekstraktı kullanılarak boyanan bakteriyel selüloz nanokompozit malzemenin, buzdolabı sıcaklığında bekletilmesi gereken et, tavuk, süt gibi gıdaların uygun olmayan sıcaklıklarda ve çeşitli sürelerde bekletilmesi ile gıda kalitesinde meydana gelen değişimlerin, pakette bulunan akıllı etiketteki renk değişimi ile gözlemlenmesini sağlayan sıcaklık-zaman indikatörü geliştirmek amaçlanmıştır. Elde edilen malzemenin karakterizasyonu SEM, FT-IR ve TGA ile yapılmıştır. Akıllı etiket uygulaması ile paketlenen gıdalar farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında izlenmiştir. Gıdalarda meydana gelen mikrobiyal bozulma nedeniyle ambalaj içerisinde oluşan gazlar pH artışına ve paralelinde akıllı etiket renginin, kırmızıdan yeşile ve sarıya doğru değişmesine neden olmuştur. Akıllı etiketlerde -18, +4 ve +25°C sıcaklıklarda, 0,2,4,8,16,48 ve 72. Saatlerde görüntüler alınmış ve renkteki değişimler Adobe Illustrator CC 2017 programı ile analiz edilmiştir. Gıdalarda en hızlı bozulmanın +25 °C'de 4. Saatte olduğu tespit edilmiştir. +25°C'de bekletilen gıdalardaki akıllı etiketin, 4 saatte aşamalı olarak kırmızıdan yeşile, 4.saatten sonraki saatlerde sarıya döndüğü gözlemlenmiştir. Dondurulmuş et ve tavuk gıdalarının çözündürüldükten sonra tekrar dondurulması tavsiye edilmemektedir. Bu sebeple -18 °C'de dondurulan et ve tavuk örnekleri çözündürüldükten sonra oda koşullarında bekletilerek gözlemlenmiştir ve bozulmanın diğer sıcaklıklara göre daha hızlı olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak elde edilen veriler sıcaklık-zaman indikatörünün buzdolabı sıcaklığında bekletilmesi gereken et, tavuk ve süt gibi gıdalar için kullanılabileceğinin göstergesi olmuştur.

2. Problem/Sorun (5 puan)

Teoride bir gıdanın son kullanım tarihi, o ürünün uygun koşullar altında muhafaza edildiği göz önünde bulundurularak belirlenir. Ancak gıdanın üretimi ve tüketimi arasında uzun bir proses bulunur. Üreticiler bu zaman diliminde yalnızca üretim ve sevkiyat aşamalarındaki uygun şartları sağlayabilmektedirler. Fakat diğer aşamaların kontrolünü sağlayamamaktadırlar. Ürünün raf ömrü,

perakendecinin ürünü rafta bekletme ve satış biçimi ile tüketicilerin ürünü koruma yöntemine göre değişebilmektedir (Aktaran: Özçandır ve Yetim, 2010). Dolayısıyla son tüketim tarihi, ürünün bozulduğunu anlamamız için yeterli olmaz. Sonuç olarak ürünlerin bozulduğunu anlamak amacıyla tatmamız veya koklamamız gerekebilir. Bu da çeşitli gıda zehirlenmelerine sebep olabilir. Biz de bu gibi sorunların önüne geçmek amacıyla akıllı etiket tasarladık. Pek çok akıllı etiket çeşidi var ancak maliyetlerinin fazla olması sebebiyle günlük hayatta kullanılamamaktadır.

3. Çözüm (20 puan)

Değişen yaşam koşulları ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak günümüz tüketicileri, ambalajların koruma özelliğinin yanında farklı özelliklere de sahip olmasına ihtiyaç duymaya başlamıştır. Araştırmacılar ambalajların fonksiyonelliğinin artırılmasına yönelik yeni çalışmalar yapmaktadır. Çalışılan bu yeni teknolojilerle beraber gıda ambalajları diğer görevlerinin yanında tüketiciyi gıda hakkında daha fazla bilgilendiren, çevreye daha az zarar veren ambalajlar haline gelmeye başlamıştır. Bu çalışmada, antosiyonin pigmentlerince zengin patlıcan kabukları ekstraktı kullanılarak boyanan bakteriyel selüloz nanokompozit malzemenin, buzdolabı sıcaklığında bekletilmesi gereken et, tavuk, süt gibi gıdaların uygun olmayan sıcaklıklarda ve çeşitli sürelerde bekletilmesi ile gıda kalitesinde meydana gelen değişimlerin, pakette bulunan akıllı etiketteki renk değişimi ile gözlenebilmesini sağlayan sıcaklık-zaman indikatörü geliştirmek amaçlanmıştır.

Gıdalarda kullanılan akıllı etiketler ürünlerdeki bozulmayı renk değişimi veya mevcut rengin kaybolması ile belli eden malzemelerdir. Akıllı ambalaj araçları, etkin ve sürdürülebilir bir gıda güvenliği için izlenebilirlik sistemlerinin tesis edilmesinde temel araçlardan biri olacaktır. “Son Kullanma Tarihinin” geçerliliğini denetleyerek doğru koşullarda saklanmayan ürünlerin tüketilmelerini engelleyebilecek; ürünlerin tazelik durumu belirlenebildiği için, gıda kaynaklı zehirlenmeler engellenerek hem tüketicinin sağlığının korunması hem de ekonomik kayıpların önüne geçilebilmesi mümkün olacak; üretici ve tüketici problemlerine etkili çözümler sunulabilecektir.

4. Yöntem (20 puan)

Bakteriyel Selüloz Eldesi

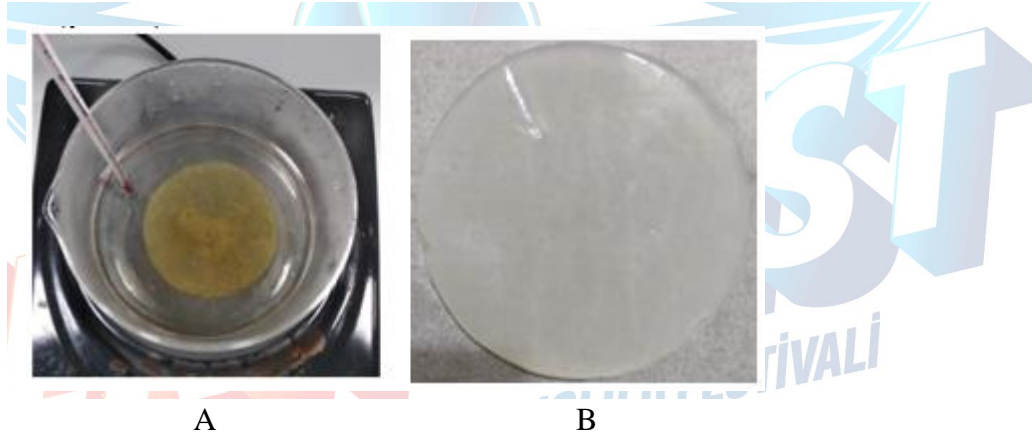
Bakteriyel selüloz üretimi için Kombuçça-Kombucha firmasından alınan Scoby Kombu kültürü (canlı kültür) kullanıldı. 3 L su kaynatılmış, kaynayan su içerisine 6 g siyah çay (2 g/L) ve 300 g (100 g/L) çay şekeri ilave edildikten sonra 10 dakika demlenmesi sağlandı. Demlenme işleminden sonra süzülen karışım steril cam kaplara aktarıldı ve soğumaya bırakıldı. Hazırlanan çay, şeker ve su karışımı besiyeri olarak kullanıldı. Bakteri ve maya kültüründen 100 ml alınarak besi yerine eklendi. Cam kapların ağızları steril pamuklu bir bezle kapatıldı ve oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 10 gün inkübe edildi (Şekil 1A). 10 gün sonra oluşan biyofilm tabakası yüzeyden yavaşça steril eldivenle alındı (Şekil 1B).



A B
Şekil 1. A. Bakteriyel selüloz üretimi, B. Oluşan biyofilm tabakaları

Bakteriyel Selülozun Hücesizleştirme İşlemi

Statik inkübasyon neticesinde besiyeri yüzeyinde sentezlenen biyofilmler, distile su ile 2 gün boyunca düzenli su değişimleri ile yıkandı. Yıkamanın ardından 1 dakika %70 etil alkole batırıldı. Daha sonra 100 °C’de kaynayan distile suda 20 dakika bekletildi. Bir sonraki aşamada kaynayan %5’lik NaOH çözeltisinde 60 dakika bekletildi. Akan suda durulanan biyofilmler 24 saat pH 7,0 olana kadar sürekli değiştirilen distile su içerisinde bekletildi. Tüm bu aşamalardan sonra biyofilmler transparan hale geldi. Son olarak biyofilmler 45 °C ’lik etüvde 48 saat kurumaya bırakıldı (Şekil 2).



A B
Şekil 2. Bakteriyel selülozun hücesizleştirme işlemi
A. NaOH çözeltisi içinde kaynatma, B. Transparan bakteriyel selüloz

Boya Ekstraksiyonu

Yıkanan patlıcanların kabukları soyuldu ve kabuklar distile su ile tekrar yıkanarak 80 °C’de etüvde kurutuldu. Sonra parçalanmış patlıcan kabuklarından 20 gr tartıldı. Cam balon içerisine alınan patlıcan kabuklarının üzerine Etanol: HCl (% v/v 85:15) çözeltisi eklendi ve 10 dakika kaynatıldı. Soğuduktan sonra süzüldü ve süzüntü kapaklı cam şişelere konularak +4 °C’de kullanılmaya kadar saklandı (Şekil 3).



Şekil 3. Boya ekstraksiyon işlemi

Bakteriyel Selüloz Nanokompozitin Boyanması

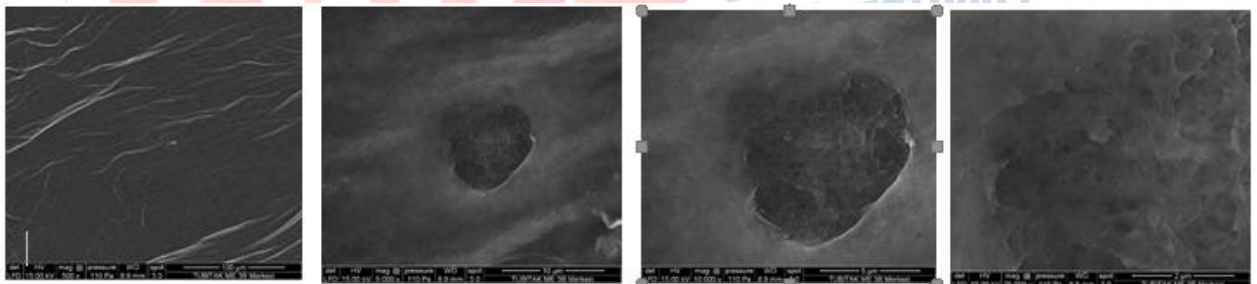
Hüresizleştirme işlemi yapılarak kurutulmuş bakteriyel selüloz nanokompozitler hazırlanan boya ekstraktının içerisine konularak 24 saat bekletildi. Daha sonra boya ekstraktından çıkarılan nanokompozitler (Şekil 4) distile su ile yıkandı ve kurutuldu.



Şekil 4. Boyanan bakteriyel selüloz nanokompozit

Elde Edilen Akıllı Etiketın Karakterizasyonu

Elde edilen bakteriyel selülozın karakterizasyonu için SEM FT-IR ve TGA analizi yapılmıştır. Bakteriyel selüloz nanokompozit SEM görüntüleri Şekil 5'te ve boyanmış bakteriyel selüloz nanokompozitin SEM görüntüleri Şekil 6'da verilmiştir.



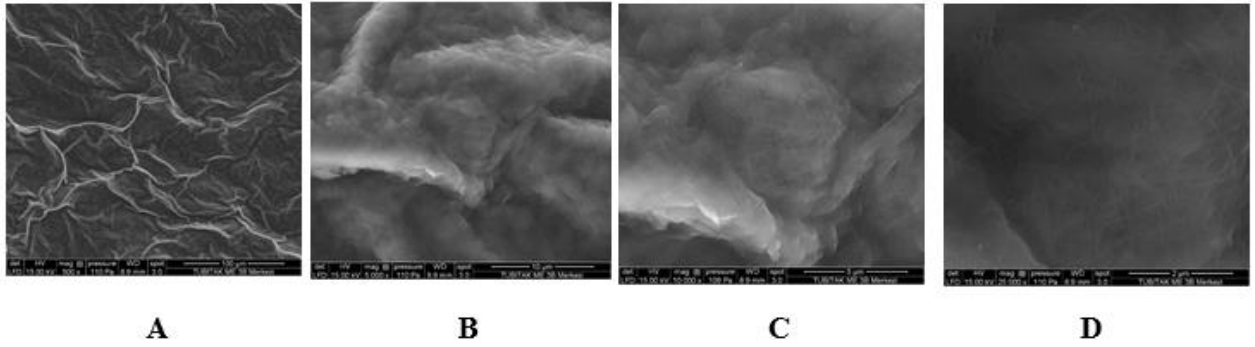
A

B

C

D

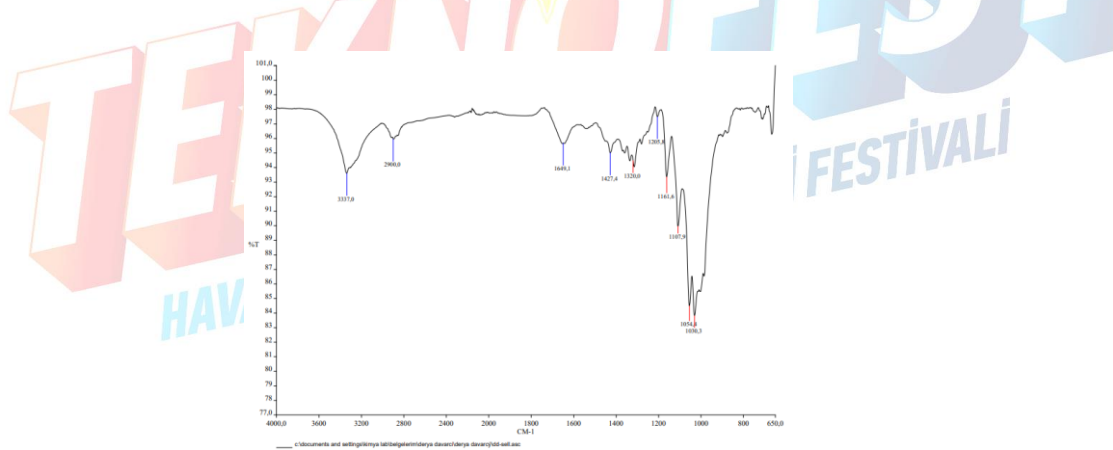
Şekil 5. A. 500x büyütme, B. 5000x büyütme, C. 10000x büyütme, D.25000x büyütmede Bakteriyel Selüloz Nanokompozitin SEM görüntüleri



Şekil 6. A. 500x büyütme, B. 5000x büyütme, C. 10000x büyütme, D.25000x büyütmede Boyanmış Bakteriyel Selüloz Nanokompozitin SEM görüntüleri

SEM kullanılarak bakteriyel selüloz ve boyalı bakteriyel selüloz naokompozitlerin yüzey morfolojileri 500x, 5000x, 10000x ve 25000x büyütme oranında incelenmiştir. Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilen SEM sonuçlarına göre standart bir bakteriyel selüloz elde edilmiş ve selüloz zinciri çaplarının 20nm–75nm arasında olduğu belirlenmiştir.

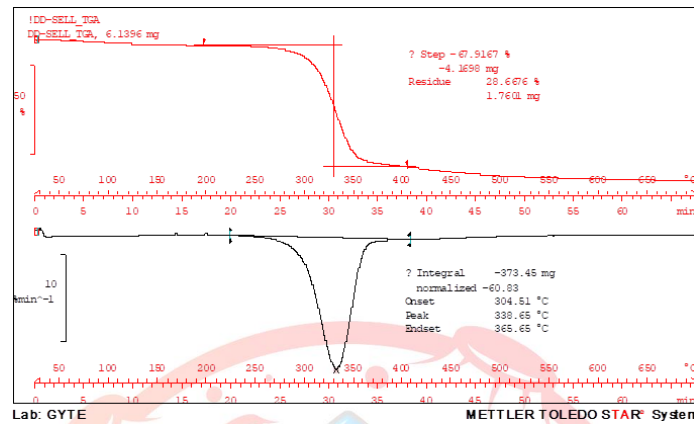
Çalışmamda elde edilen bakteriyel selülozun yapısındaki fonksiyonel gruplar ve bu grupların birbiriyle bağlanmaları Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) taraması ile incelenmiştir. FT-IR sonuçları, bakteriyel selüloz ile özdeşleşmiş 3337, 2900, 1649 ve 1054 cm^{-1} değerlerinde pikler vermektedir. 3337 bandı, tip 1 selülozun O-H ve N-H bağlanmalarındaki esnemeyi gösterir. CH_2 gruplarındaki C-H bağlanmaları 2900 bandında görülürken 1649 bandındaki pik absorbe edilmiş sudaki O-H bağlanmalarını göstermektedir. 1427 ile 1160 arasında görülen sıralı pikler tip 1 selülozun karakteristik dalgalanmaları olup simetrik CH_2 moleküllerinin katlanmalarını ve 1054 bandındaki güçlü pik C-O-C ve C-O-H gruplarını göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Bakteriyel selülozun Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR)

TGA ile elde edilen verilere göre üretilen bakteriyel selülozun içeriğindeki suyun buharlaşması nedeniyle %6-7'lik ilk kütle kaybı 150°C'ye kadar çıkan sıcaklıkta görülmektedir. 225°C ile 375°C arasındaki düşük sıcaklık derecelerinde de ikinci kayıp gerçekleşmiştir. Bu kayıp hidroksil ve hidroksimetil gibi küçük moleküler fragmentlerin yıkılmasından kaynaklanmaktadır. Son kütle kaybı ise 350°C ile 650°C arasındaki yüksek sıcaklıklarda olmuştur ve polimerik

zincirler ile altı karbonlu halkasal yapı olan piranların yıkılmasından kaynaklanmaktadır. Toplam kütle kaybı, bakteriyel selülozun kütlesinin yaklaşık %80'ine denk gelir ve dekompozisyon ve depolimerizasyon gibi termal bozulmalarla ilişkilendirilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Bakteriyel selülozun TGA analizi

Gıda Örneklerin Hazırlanması ve Akıllı Etiket Uygulamaları

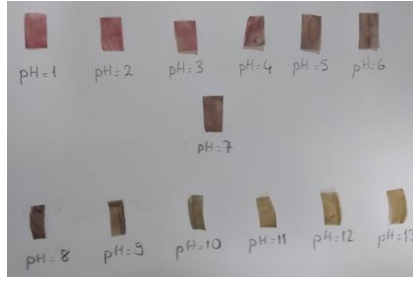
Et ve tavuk örneklerinden 200'er g tartıldı ve 400 ml'lik beherlere konuldu. Süt örneğinden 200 ml ölçülerek yine 400 ml'lik behere konuldu. Akıllı etiketin et ve tavuk örnekleri -18, +4 ve 25 °C' de gözlemleneceğinden 3 grup olarak hazırlandı. Akıllı etiketin süt örnekleri ise +4 ve 25 °C'de gözlemleneceğinden 2 grup olarak hazırlandı. Elde edilen akıllı etiket 1x3 cm boyutlarında kesildi ve streç filme tutturularak her bir beherin ağzına hava almayacak şekilde kapatıldı (Şekil 9). 0, 2, 4, 8, 16, 48 ve 72. Saatlerde her bir grubun akıllı etiket görüntüsü mikroskop kamerası ile 10 cm mesafeden alındı.



Şekil 9. Gıda örneklerine akıllı etiket uygulamaları

Akıllı Etiket pH Renklerinin Belirlenmesi ve Renk Analizleri

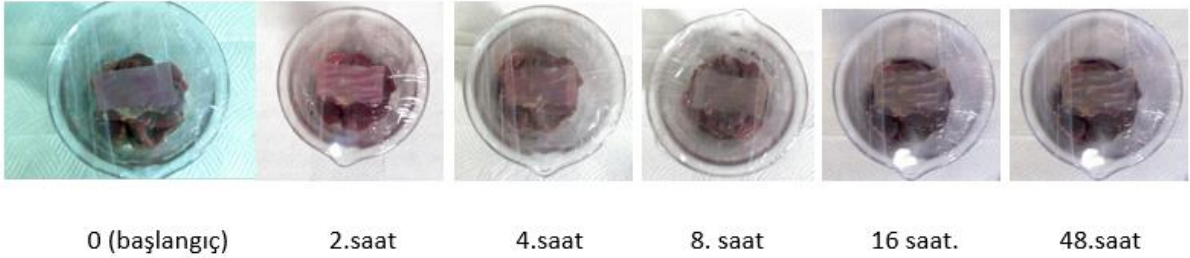
Akıllı etiketlerin pH renklerinin belirlenebilmesi için pH=1'den pH=13'e kadar çözeltiler hazırlandı ve bu çözeltilere batırılan akıllı etiketlerin pH renkleri belirlendi. Çözeltiler 10⁻¹ M HCl ve 10⁻¹ M NaOH çözeltisinden seyreltilerek hazırlandı. Aynı ayrı beherlere konulan çözeltilere akıllı etiketler daldırılarak renk skalası oluşturuldu. pH=7 için saf su kullanıldı. Akıllı etiketin pH=7 'deki rengi saf suya daldırılarak belirlendi. Böylece Şekil 10'da görülen renk skalası elde edildi. Elde edilen renk skalası 2, 4, 8, 16, 48 ve 72. Saatlerde et tavuk ve süt ürünlerindeki akıllı etiketlerin renk değişimlerinin Adobe Illustrator CC 2017 programındaki renk analizleri için kullanıldı.



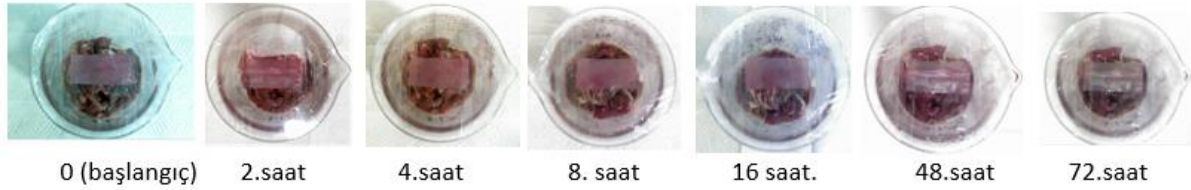
Şekil 10. Akıllı etiketin pH 1-13 aralığındaki renk skalası

Akıllı Etiket Değerlendirme Bulguları

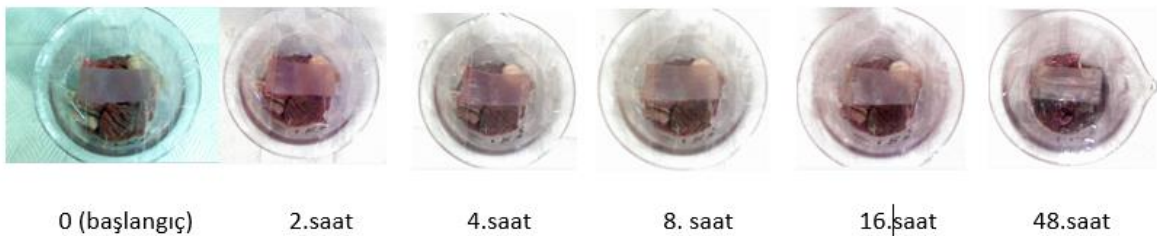
Akıllı etiket uygulaması ile paketlenen et ve tavuk numuneleri -18 , $+4$ ve $+25$ $^{\circ}\text{C}$ ' de, süt numuneleri ise $+4$ ve $+25$ $^{\circ}\text{C}$ ' de saklanmıştır. Tüm numunelerde 0, 2, 4, 8, 16, 48 ve 72. Saatlerde akıllı etiketlerde meydana gelen renk değişimleri mikroskop kamerası ile 10 cm mesafeden görüntüleri alınarak gözlemlenmiştir (Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18).



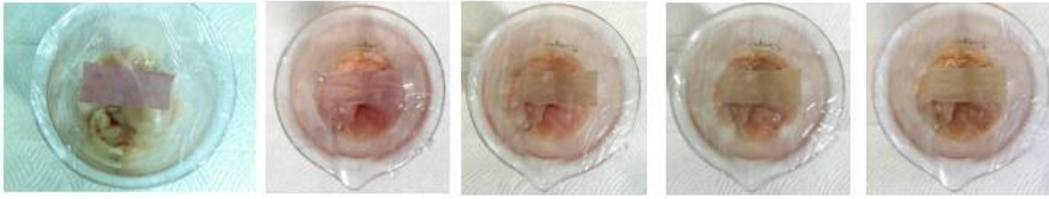
Şekil 11. $+25$ $^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan et ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri



Şekil 12. $+4$ $^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan et ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri

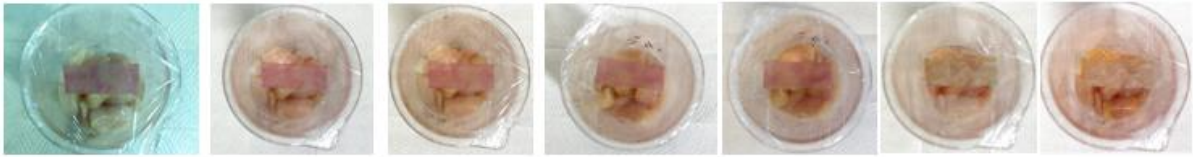


Şekil 13. -18 $^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan et ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri



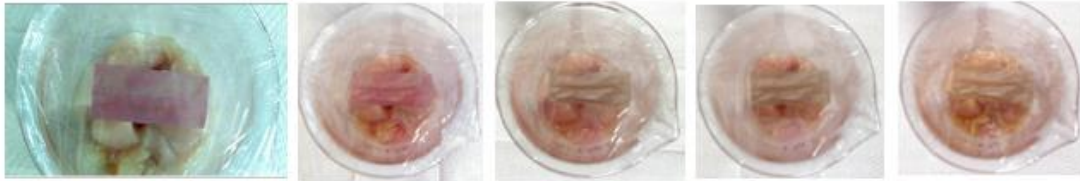
0 (başlangıç) 2.saat 4.saat 8. saat 16.saat

Şekil 14. +25 °C'de saklanan tavuk ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri



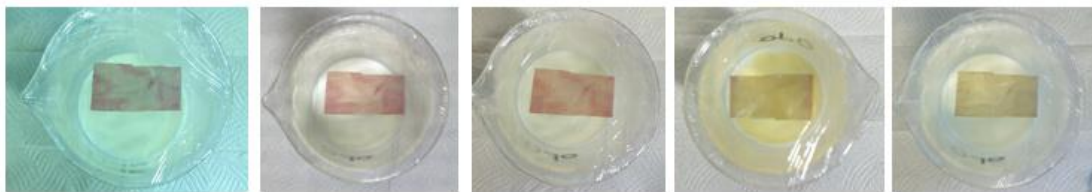
0 (başlangıç) 2.saat 4.saat 8. saat 16.saat 48.saat 72.saat

Şekil 15. +4 °C'de saklanan tavuk ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri



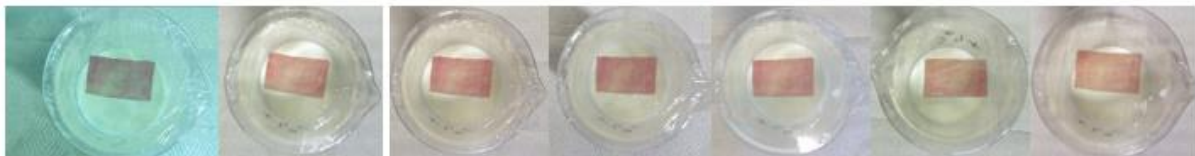
0 (başlangıç) 2.saat 4.saat 8. saat 16.saat

Şekil 16. -18 °C'de saklanan tavuk ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri



0 (başlangıç) 2.saat 4.saat 8. saat 16.saat

Şekil 17. +25 °C'de saklanan süt ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri

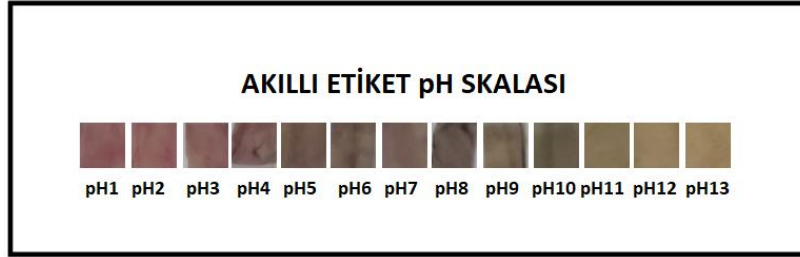


0 (başlangıç) 2.saat 4.saat 8. saat 16.saat 48.saat 72.saat

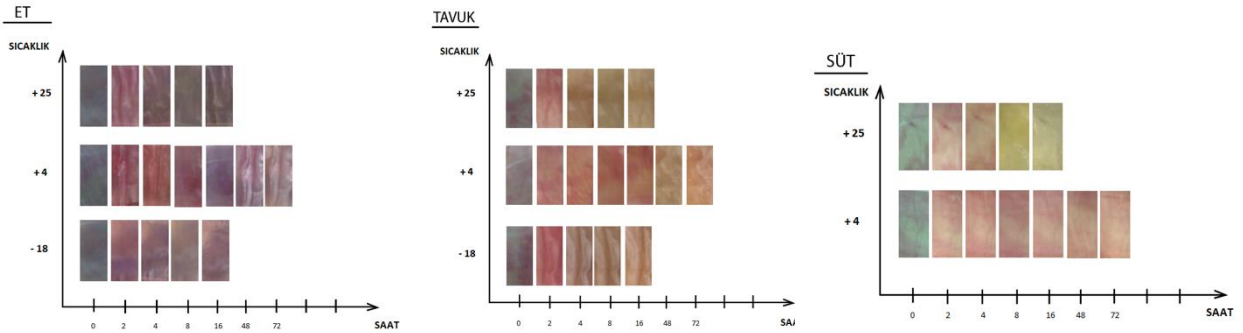
Şekil 18. +4 °C'de saklanan süt ürünlerinde farklı saatlerde görüntüleri

Akıllı Etiket Renk Analiz Bulguları

Akıllı etiket uygulaması yapılarak paketlenen gıda numunelerindeki akıllı etiket resimleri +25, +4 ve -18 °C'lerde 0,2,4,8,16,48 ve 72. Saatlerde mikroskop kamerası ile görüntülendi. Görüntüler 10 cm'den alındı ve Adobe Illustrator CC 2017 programı ile analiz edildi. Adobe Illustrator CC 2017 programında seçilen alanın renk değerini belirlemek için akıllı etiket pH skalası referans alındı (Şekil 19) ve numunelerdeki akıllı etiket renk değişimleri ile kıyaslandı (Şekil 20).



Şekil 19. Referans alınan akıllı etiket renk skalası



Şekil 20. Et, tavuk ve süt tazelik durumuna karşı akıllı etiket renk değişimleri.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü (15 puan)

Bilim ve teknolojideki gelişmeler son yıllarda yenilenebilir, sürdürülebilir ve çevre dostu materyallerin önem kazanmasını sağlamıştır. Selüloz, doğada neredeyse tükenmez miktarda bulunuşu, yenilenebilirliği, yüksek mekanik dayanıklılık ve koruyucu bariyer görevi yerine getirebilmesi gibi özellikleri ile bu bağlamda dikkat çeken polimerlerin başında gelmektedir. Ancak bitkilerde selüloza sıkıca bağlı lignin, hemiselüloz ve pektin gibi polimerler bulunmaktadır. Oysa bakteriyel selüloz (BS) bu polimerler olmadan saf olarak sentezlenmektedir.

Çalışmamızda tasarımını yapacağımız akıllı etiket Bakteriyel Selüloz (BS)'dan elde edilmiştir. Gıda bozulmasını akıllı etiketteki renk değişimiyle belirleyeceğimiz için elde ettiğimiz BS'nin boyanmasında antosiyonin pigmentlerini bol miktarda içeren patlıcan kabukları kullanılmıştır. Böylece atıl olan patlıcan kabukları değerlendirilmiştir. Elde edilen malzeme nano boyutlarda oluşturulmuştur.

Taşıma ve depolama sırasında sıcaklığın takibi raf ömrüne kalan süreyle ilgili doğru bilgiler verir. Zaman-sıcaklık indikatörleri gıdanın durumunu gerçek zamanda izleyerek tüketiciye bilgi verdikleri için akıllı paketlenme sistemine girerler. Zaman-sıcaklık indikatörleri basit, etkili, fiyatı uygun, gözlemlenme için kullanımı kolay, sıcaklığın gıda kalitesine etkisini kaydeden araçlardır. Bu

indikatörler gıda paketinin bir parçası olarak gıdayla bütünleşip belirli sıcaklıklarda meydana gelen renk değişimleri ile gıdanın kalitesi arasında ilişki kurar. Zaman-sıcaklık indikatörleri balık ve et ürünlerinin soğuk zincir işletmelerinin optimizasyonu için uygulanmaktadır. Ayrıca donmuş sebzeler, süt ürünleri, tavuk eti, taze deniz yiyecekleri ve taze mantarlar gibi birçok gıda ürününün kalitesini değerlendirmek için kullanılırlar (Tekin, 2019).

Dünyada kullanılan patentli zaman-sıcaklık indikatörü akıllı etiket örnekleri Şekil 21' de verilmiştir.



Şekil 21. VITSAB ve Fresh Check markası enzimatik zaman sıcaklık indikatörleri

Çalışmamız ile yerli ve milli bir zaman-sıcaklık indikatörü akıllı etiket tasarımı yapılmış olacaktır.

6. Uygulanabilirlik (10 puan)

Projemizde kullandığımız Kambu çayı, dünyada tüketilen birçok geleneksel fermente gıdalar arasında oldukça popülerdir. Bu içecek, MÖ 220'de Çin, Kore ve Japonya'dan köken almış ve Kore'den Japonya'ya çay mantarını götüren Dr. Kombu'dan dolayı Kombucha olarak tanımlanmıştır (Büyükoğlu, T. Taşçı, F. Şahindokuyucu, F. 2010). Tarihi bu kadar eski olmasına rağmen son yıllarda popüler olan bu çay sağlık açısından birçok faydasının yanında içerdiği bakterilerin çalışmaları ile kısa zamanda saf selülozu da üretebilmektedir. Dolayısıyla çalışmamızda kullandığımız selüloz kolay bir şekilde üretebilmektedir üstelik yanında lezzetli bir içecek.

Çalışmamız ve deneylerimiz laboratuvar ortamında kanıtlanabilir/yapılabilir ve ortaya ürün olarak prototip çıkarılabilir düzeydedir. Kombucha çayı mantarı ile elde edilen bakteriyel selülozun karakterizasyonu SEM, FT-IR ve TGA analizi ile yapılmış ve saf selüloz elde edildiği tespit edilmiştir. Bakteriyel selülozun antosiyonin pigmentlerince boyanması uygulanabilir bir yöntemle sağlanmıştır. Uygulanan kontrollü deneyler gıda örneklerinde tasarlanan akıllı etiketlerin kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Bu işlemlerin tamamlanmasıyla endüstriyel bir tasarım ile ürünümüz hizmete sunulabilir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması (5 puan)

Yöntem kısmında da belirtildiği gibi projemizde patlıcan kabuklarından elde edilen antosiyonin pigmenti ve kombucha çayından elde edilen bakteriyel selüloz ile elde edilmiştir. Patlıcan kabuklarının atık olması sebebiyle ekstra bir maliyet gerekmemektedir. Yalnızca kombucha çayının düşük bir maliyetle temin edilmesi yeterli olacaktır.

Tablo 1. Proje Zaman Planlaması

İşin Tanımı	Ekim-Aralık 2021 3 Ay	Şubat 2022 15 Gün	Mart- Nisan 2022 2 Ay	Mayıs ve Sonrası
Literatür Taraması	X			
Deney Malzemelerini Temini		X		
Deneylerin Yapılması			X	
Ürüne Dönüştürme Çalışmaları				X

Tablo 2. Bütçe Planlaması

Malzeme Adı	Miktarı Tutarı
Kambuça Çayı 1 Paket	50 TL
Sodyum Hidroksit (NaOH) Kullanılan 500 ml çözelti için yaklaşık 4 gr	4 TL
Asetik Asit (CH ₃ COOH) Kullanılan 500 ml çözelti için yaklaşık 5 ml	4 TL
Siyah Çay + Şeker Kullanılan miktar için	20 TL
Destile Su 5 Lt	80 TL
Toplam	158 TL

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) (5 puan)

Proje gıdaların tazeliğinin takip edilebilmesi amacıyla yapılması sebebiyle her yaştan insanın kullanımına uygundur.

9. Riskler (10 puan)

Projemizde sürece etki edecek riskler ve risk yönetimi (B planı) Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Riskler ve Risk Yönetimi

RİSKLER	RİSK YÖNETİMİ (B PLANI)
Bakteriyel selüloz (BS) eldesi sırasında kullanılan malzemelerin sterilizasyonun yapılmaması durumunda oluşabilecek kontaminasyonlar.	Sterilizasyon önlemlerinin alınması için gerekli takibin yapılması. Kontaminasyon yaşanması durumunda BS eldesinin tekrarlanması.
BS elde edilmesi için gerekli ortamın sağlanamaması sebebiyle selüloz eldesinin gerçekleştirilememesi.	Ortamın sağlanması için takibinin yapılması.
Kullanılan kimyasalların riskleri.	Gerekli laboratuvar önlemlerinin alınması

10. Kaynaklar (5 puan)

Aşık, N. (2016). Farklı besi ortamı ve yüzey-hacim oranları kullanılarak bakteriyel selüloz üretimi ve karakterizasyonu (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Birben, M. (2019). Mikrobiyal Selülozun Boya Gideriminde Kullanımının Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Büyükoğlu, T. Taşçı, F. Şahindokuyucu, F. (2010). Kombucha ve Sağlık Üzerine Etkileri. Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med. 29, 1: 69-76.

Çimen, E. (2013). Kırmızı gül yapraklarından farklı ekstraksiyon yöntemleri ile doğal boyarmadde eldesi ve tekstil alanında uygulanabilirliği.

Çoban, E. P., & Bıyık, H. H. (2008). Asetik asit bakterilerinden elde edilen alternatif selüloz. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 6(2), 19-26.

Dursun, S., Erkan, N., Yeşiltaş, M. (2010). Doğal Biyopolimer Bazlı (Biyobozunur) Nanokompozit Filmler ve Su Ürünlerindeki Uygulamaları. *Journal of FisheriesSciences.com* 4(1): 50-77.

Gültekin, E. (2005). Avrupa Birliği Gıda Politikasındaki Gelişmeler Ve Türkiye. Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, AB Uzmanlık Tezi.

Güzel, M., & Akpınar, Ö. (2017). Komagataeibacter hansenii GA2016 ile bakteriyel selüloz üretimi ve karakterizasyonu. *Gıda*, 42(5), 620-633.

Karagöz, Ş., Demirdöven, A., (2017). Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, Cilt/Volume: 6 Sayı/Number: 1 Sayı/Pages: 9-21.

Kokangül, G. Fenercioğlu H. (2012). *Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı. Gıda Tekno Elekt Derg*, 7, 31-43.

Kuswandi, B., Restyana, A., Abdullah, A., Heng, L. Y., & Ahmad, M. (2012). A novel colorimetric food package label for fish spoilage based on polyaniline film. *Food control*, 25(1), 184-189.

Kuswandi, B., Wicaksono, Y., Abdullah, A., Heng, L. Y., & Ahmad, M. (2011). Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 5(3), 137-146.

Maciel, V. B., Yoshida, C. M., & Franco, T. T. (2012). Development of a prototype of a colourimetric temperature indicator for monitoring food quality. *Journal of food engineering*, 111(1), 21-27.

Nopwinyuwong, A., Trevanich, S., & Suppakul, P. (2010). Development of a novel colorimetric indicator label for monitoring freshness of intermediate-moisture dessert spoilage. *Talanta*, 81(3), 1126-1132.

Özçandır, S., & Yetim, H. (2010). Akıllı ambalajlama teknolojisi ve gıdalarda izlenebilirlik. *Electronic Journal of Food Technologies*, 5(1), 1-11.

Pereira, Jr. V. A., Arruda, I.N.Q., & Stefani, R. (2015). Active chitosan/PVA films with anthocyanins from Brassica oleraceae (red cabbage) as time temperature indicators for application in intelligent food packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 133, 272-278.

Shibazaki, H., Kuga, S., Okano, T., (1997). Mercerization and acid hydrolysis of bacterial cellulose. *Cellulose*, 4, 75-87.

Silva-Pereira, M. C., Teixeira, J. A., Pereira-Júnior, V. A., & Stefani, R. (2015). Chitosan/corn starch blend films with extract from Brassica oleraceae (red cabbage) as a visual

indicator of fish deterioration. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 258-262.

Sofu, A. (2019). Farklı Metotlarla Elde Edilen Nano Gümüş Parçacıklı/Bakteriyel Selüloz (Ag/BS) Nanokompozitin Antibakteriyel Özelliğinin Belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 7(1), 161 – 166.

Tekin, E. (2019). Zaman-Sıcaklık İndikatörü Olarak Kırmızı Pancardan (*Beta Vulgaris L.*) Elde Edilen Betalainler ile Akıllı Paket Oluşturulması. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Veiga-Santos, P., Ditchfield, C., & Tadini, C. C. (2011). Development and evaluation of a novel pH indicator biodegradable film based on cassava starch. *Journal of Applied Polymer Science*, 120(2), 1069-1079.

Yoshida, C. M., Maciel, V. B. V., Mendonça, M. E. D., & Franco, T. T. (2014). Chitosan biobased and intelligent films: Monitoring pH variations. *LWT-food science and technology*, 55(1), 83-89.

Zhang, X., Lu, S., & Chen, X. (2014). A visual pH sensing film using natural dyes from *Bauhinia blakeana* Dunn. *Sensors and actuators B: Chemical*, 198, 268-273.

