

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Syzygium aromaticum

PROJE ADI: Çevre Kirliliğine Sebep Olan Plastiklere Alternatif:
Karanfil Bitkisinin Özütü Kullanılarak Hidrojel Film Üretilmesi ve
Robotik Bir Sistemle Kontrol Edilmesi

BAŞVURU ID: #48299

İçindekiler

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

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Petrol türevli sentetik plastikler önemli avantajlara sahip olmalarına rağmen, yılda 250 milyon tondan çok üretilmeleri ve ambalaj sektöründe yaygın olarak kullanılıp ardından doğaya bırakılmaları sebebiyle büyük bir ekolojik kirliliğe yol açmaktadır. Bu durum insanları plastiklere alternatif ürünler arayışına yöneltmiştir. Petrol türevli plastiklere alternatif olarak biyobozunur ambalajlar ortaya çıkmıştır. Bu projede ekolojik sorun haline gelen plastiklere alternatif olacak, aynı zamanda üretici ve tüketicilerin gıdanın raf ömrü ile ilgili bilgi sahibi olmalarını sağlayacak, gıda raf ömrünü uzatma amacıyla üretilen hidrojellerle robotik bir sistemin birleştirilmesi sonucu yerli ve milli bir ürün elde edilmiştir. Çalışmanın deneysel kısmında karanfil özütü kullanarak hidrojeller %0 (kontrol), %12.5, %25, %50 ve %100 olmak üzere 5 farklı oranda özüt ile üretildikten sonra hidrojellerin su tutma kapasitesi, suda çözünürlük ve su buharı geçirgenliğine bakılmıştır. Arduino düzeneğiyle ortamdaki karbondioksit miktarı ve sıcaklık ölçülerek gıdaların bozulma durumu incelenmiştir. Hidrojellerin özelliklerini belirlemeye yönelik deneylerin sonuçları incelendiğinde *Syzygium aromaticum* özütünün oranı arttıkça su buharı geçirgenliğinin, su tutma kapasitesinin ve suda çözünürlüğün arttığı görülmüştür. Gaz ve sıcaklık sensörlerinden alınan değerler incelendiğinde, alınan sonuçlar deney grubunun kontrole oranla daha uzun sürede bozulduğunu göstermektedir. Bu da karanfil özütünden üretilen hidrojellerin gıdaların raf ömrünü uzatmaya yönelik bir etkisi olduğunu göstermektedir. Deney ve kontrol gruplarında sıcaklık ve gaz yoğunluğu açısından artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının incelenmesi için t-testi yapıldığında, gaz sensörü için deney ve kontrol grupları arasındaki farkın anlamlı olmadığı, sıcaklık sensörü için anlamlı olduğu görülmüştür. Her iki sensörden elde edilen bulgular da kontrol grubunda sıcaklık ve gaz artışının deneye göre daha hızlı olduğunu göstermektedir.

2. Problem/Sorun

Plastikler yenilikçi uygulamalarla son yıllarda daha sofistike, hafif ve çok yönlü hale gelmiş ve geleneksel ambalajlardan bazılarının yerine geçmiştir. Bu kadar çok kullanılan plastiklerin hafif olmaları, kolay şekil verilebilmeleri, taşıma sürecindeki maliyeti düşürmesi, kap olarak kullanıldıklarında güvenli olmaları, dayanıklı olmaları, esnek olmaları, yalıtkanlıklarının iyi olması, mikrodalga fırında kullanıma uygun olmaları ve nemli yiyecekler için kullanılabilmesi önemli

avantajlarıdır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Avantajlarına rağmen, yaygın olarak kullanılan petrol türevli sentetik plastiklerin yaklaşık üçte biri ambalaj olarak kullanılmakta ve yılda 250 milyon tondan çok üretilmektedir, hemen ardından atık şeklinde doğaya bırakıldığında parçalanma-toprağa karışma süreci çok uzun yıllar aldığından canlı yaşamları olumsuz etkilenmektedir. Plastik poşetler başta olmak üzere bu atıklar rüzgâr vasıtasıyla bırakıldıkları alandan uçuşarak farklı bölgelere sürüklenmekte ya da akarsularla taşınarak görüntü kirliliği oluşturmakta ve yaşam alanlarının kirlenmesine neden olmaktadır. Bu sebeple petrol türevli plastikler çok büyük bir ekolojik problem yaratmaktadır. Aynı zamanda petrolün yenilenebilir bir kaynak olmaması ve plastiklerin artan kullanımını sonucunda artan petrol bağımlılığı da ciddi bir sorun yaratmaktadır. (Dabak,2009; Hazer, 2011; Bölükbaşı, 2012). Bu sorunlara ek olarak gıda sektöründeki önemli problemlerden biri olan gıdaların raf ömrü ile ilgili soruna da çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Raf ömrünü uzatmak için çeşitli gıda katkıları kullanılmakta ve bunlar insanlarda bazı hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda ekolojik anlamda kirlilik oluşturmayan, gıdaların raf ömrünü uzatan ve gıdaların saklandığı ortamın çeşitli özellikleri hakkında bilgi veren sistemlere ihtiyaç vardır.

3. Çözüm

Probleme çözüm üretmek için karanfil (*Syzygium aromaticum*) özütü kullanılarak ekolojik kirliliği azaltacak hidrojel filmler sentezlenmiş, bu filmlerin çeşitli özellikleri incelenmiş, gıda saklama materyali olarak kullanılabilirliği belirlenmiş, Arduino ve sensörler kullanılarak oluşturulan bir robotik yapı üzerinden ortamın bazı bilgilerinin alınmasıyla gıdanın durumu ve raf ömrüne ilişkin bilgi veren bir sistem oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında; filmlerin suda çözünürlükleri, su buharı geçirgenlikleri, su tutma kapasiteleri ve özütün antibakteriyel özellikleri ile gıda raf ömrünü uzatmaya etkileri incelenmiştir. İncelenen özellikler çerçevesinde doğada çok uzun zamanda çözünen petrol kaynaklı plastiklere alternatif ve doğaya zarar vermeyen en uygun hidrojel filmin %100 özüt konsantrasyonuna sahip olan hidrojel film olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu hidrojel filmin antibakteriyel özelliği olup, gıda raf ömrünü uzatmaya etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında Arduino kontrolü ile bir sistem oluşturularak, ortamın belli özelliklerinin alınabilmesi gıdayı açmadan iç ortamın özellikleri hakkında sağlıklı bir fikir alınabilmesi mümkün olmuştur.

4. Yöntem

50 gr karanfil bitkisi 500 mL saf suda Soxhlet ekstraksiyon cihazı kullanılarak 2 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Hidrojel filmler Topdağ (2015)'in çalışmasında kullandığı oranlar dikkate alınarak çözme-kurutma yöntemi ile üretilmiştir. Her bir filmin üretiminde analitik terazi ile 0.2 g olarak ölçülen sodyum aljinat bir beherin içine alınmıştır. Üzerine 10 mL saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda 60°C'de 600 rpm hızda 1 saat boyunca ısıtılıp karıştırılarak tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Elde edilen çözelti sıcaklığı 25°C'ye gelene kadar soğutulmuş ve üzerine 39 µL gliserol eklenerek ultrasonik su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Hazırlanan karışımlar ultrasonik su banyosunda 15 dakika bekletildikten sonra petri kaplarına dökülmüş ve 24 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan filmlerin üzerlerine 0.2 M CaCl₂ çözeltisi dökülmüş ve 5 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda filmler 5 dakika boyunca saf su ile yıkanmış ve oda koşullarında kurutularak hidrojel filmler elde edilmiştir. Kontrol grubu (%0 özüt) hidrojel film bu yolla sentezlenmiştir. Diğer örneklerde aljinatın suda çözündüğü kısımda su yerine karanfil (*Syzygium aromaticum*) özütü konsantrasyonları %0, %12.5, %25, %50 ve %100 olacak şekilde eklenmiştir.

ASTM E96/E96M standartları kullanılarak hidrojel filmlerin su buharı geçirgenliği belirlenmiştir. Falcon tüplerine 5'er gram (W₁) saf su konulduktan sonra filmler tüplerin ağız kısımlarına yapıştırılmış ve kenar kısımları teflon bant ile sarılmıştır. Örnekler, 25°C'de 24 saat

boyunca etüvde bekletildikten sonra kalan su (W_2) tartılmıştır. Formül 1 kullanılarak hidrojel filmlerin su buharı geçirgenliği hesaplanmıştır. Deneyle her derişim için üçer film ile tekrarlanmıştır.

$$\text{Formül 1. } WVTR = \frac{W_1 - W_2}{A}$$

Hidrojel filmlerin su buharı geçirgenliklerinin (%100, %50, %25, %12.5 ve %0 özüt için) sırasıyla 1396.4968 g/m², 1370.0637 g/m², 1260.5095 g/m², 1071.9745g/m² ve 764.0127 g/m² olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, filmlere *Syzygium aromaticum* (Karanfil) özütü eklenmesinin su buharı geçirgenliğini artırdığını göstermiştir.

Hidrojel filmlerin suda çözünürlüklerinin incelenmesi için, deney öncesindeki tartılan (W_0) filmler içinde 20 mL saf su bulunan behere bırakılıp 25°C’de 120 rpm hızda manyetik karıştırıcıda 24 saat bekletilmiştir. Sonrasında filmler sudan çıkarılıp filtre kâğıdıyla kurulanmış ve tekrar tartılmıştır (W_s). Daha sonra Formül 2 kullanılarak filmlerin suda çözünürlükleri hesaplanmıştır. Deneyle her derişim için üçer film ile tekrarlanmıştır.

$$\text{Formül 2. } S(\%) = \frac{(W_0 - W_s)}{W_0} \times 100$$

Hidrojel filmlerin suda çözünürlüklerinin (%100, %50, %25, %12.5 ve %0 özüt için) sırasıyla %9.90, %9.88, %9.79, %9.51 ve %1.10 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, filmlere *Syzygium aromaticum* (Karanfil) özütü eklenmesinin suda çözünürlüğü artırdığını göstermiştir.

Hidrojel filmlerin su tutma özelliklerini belirlemek için önce kuru filmler tartılmış (W_0) sonrasında saf suyun içine atılıp etüvde 25°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra filmler kaptan çıkarılıp filtre kağıdında 5 dakika kurutulmuş ve filmler tartılmıştır (W_s). Formül 3 kullanılarak filmlerin su tutma kapasiteleri hesaplanmıştır. Deneyle her derişim için üçer film ile tekrarlanmıştır.

$$\text{Formül 3. } W_1 = \frac{(W_s - W_0)}{W_0} \times 100$$

Hidrojel filmlerin su tutma kapasitelerinin (%100, %50, %25, %12.5 ve %0 özüt için) sırasıyla %204.37, %181.20, %156.72, %113.38 ve %105.26 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, filmlere *Syzygium aromaticum* (Karanfil) özütü eklenmesinin su tutma kapasitesini artırdığını göstermiştir.

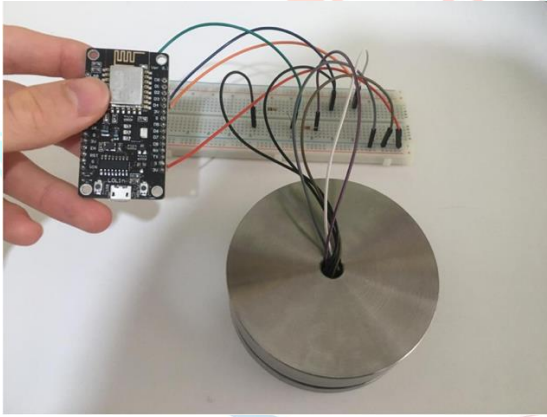
Hidrojel filmlerde kullanılan karanfil (*Syzygium aromaticum*) özütünün antibakteriyel özelliklerini incelemek için gram negatif bir bakteri olan *Escherichia coli* kullanılmış ve agar difüzyon yöntemi ile özütün bakteri ekilen petri plağında oluşturduğu zon çapları belirlenmiştir. Bakteriler ilimizde bulunan üniversiteden temin edildikten sonra, çalışma öncesinde besiyerinde 24 saat boyunca 37°C’de inkübe edilmiş ve taze bakteri ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Bakteriler McFarland Densitometre kullanılarak 0.5 McFarland olacak şekilde dilüe edilmiştir. Hazırlanan bakteri süspansiyonu, besiyerlerine ekildikten sonra, besiyerlerinin ortasına 6 mm çaplı kuyucuklar açılarak farklı derişimlerdeki özütlerden 50 µL konulmuştur. Besiyerlerindeki bakteriler 24 saat boyunca 37°C’deki etüvde inkübe edildikten sonra, besiyerinde oluşan zon çapları ölçülmüştür.

Syzygium aromaticum (Karanfil) özütünün farklı konsantrasyonlarının (%100, %50, %25, %12.5 ve %0 özüt için) E. coli ekilen besiyerlerinde oluşan zon çapları sırasıyla 28 mm, 24 mm, 22 mm, 19 mm ve 6 mm şeklindedir. Özüt konsantrasyonu arttıkça besiyerinde oluşan zon çapının büyüdüğü görülmüştür.

Kapalı ortama konulan gıdanın raf ömrünü belirlemek amacıyla sistemdeki gaz miktarı MQ-2 Gaz sensörü, sıcaklık ise DHT-11 sıcaklık sensörü ile ölçülmüştür. Alınan değerler incelendiğinde gaz ve sıcaklık artışı, bakteri artışının olduğunu anlamak için kullanılabilir. Bakterilerin

gerçekleştirdikleri yaşamsal faaliyetlerin, ortamdaki gaz miktarının ve sıcaklığının artmasına neden olması beklenmektedir. Sıcaklık-nem ve gaz sensöründen alınan verilerin Arduino NodeMCU Wifi kartı aracılığı ile Blynk uygulaması ve kütüphanesi kullanılarak internet üzerinden takibi gerçekleştirilmiştir. Toplanan veriler grafikler halinde incelenmiştir.

Kapalı ortama konulan gıdaların raf ömrünün uzayıp uzamadığını belirlemek amacıyla deney ve kontrol olmak üzere 2 ayrı grup oluşturulmuştur. Deney grubu için hidrojele sarılan besinler kapalı bir kap içerisinde 1 hafta boyunca bekletilmiştir. Kontrol grubu için ise hidrojele sarılı olmayan besinler kapalı bir kap içerisinde 1 hafta boyunca bekletilmiştir. Sıcaklık-nem ve gaz sensörlerinden alınan değerler tablo haline dönüştürülmüştür (Sensörlerin verdiği değerler, ortamdaki gaz yoğunluğunu ya da sıcaklık değişimini belirten sayısal değerler olup herhangi bir birime göre ifade edilmemektedir. Dolayısıyla oluşturulan tablolarda birim belirtilmekten kaçınılmıştır. Bu durumun nedeni NodeMCU üzerinde tek analog girişinin bulunmasından ötürü ortaya çıkan 2 sensörden değer alma sorununu çözerken kullanılan devresel yöntemlerden DHT-11 kütüphanesi ile sıcaklık sensöründen Celcius formatında değer alınamamasıdır).



Resim1: Oluşturulan Sistem



Resim2: Deney ve Kontrol Grubu Kapları

Tablo 1. Deney ve kontrol grubu için MQ-2 ve DHT-11 sensörlerinden alınan değerler

MQ-2 Deney Grubu	DHT-11 Deney Grubu	MQ-2 Kontrol Grubu	DHT-11 Kontrol Grubu	Gün	Saat
163	191	148	194	1. Gün Sabah	9.00
168	190	153	195	1. Gün Öğle	12.00
175	192	184	195	1. Gün Akşam	21.00
182	190	202	198	2. Gün Sabah	9.00
186	191	217	203	2. Gün Öğle	12.00
195	193	235	209	2. Gün Akşam	21.00
203	193	243	234	3. Gün Sabah	9.00
215	194	231	246	3. Gün Öğle	12.00
232	193	242	259	3. Gün Akşam	21.00
245	192	321	267	4. Gün Sabah	9.00
261	196	348	257	4. Gün Öğle	12.00
294	203	336	256	4. Gün Akşam	21.00
314	211	337	248	5. Gün Sabah	09.00

327	215	335	251	5. Gün Öğle	12.00
331	219	338	242	5. Gün Akşam	21.00
333	221	335	231	6. Gün Sabah	09.00
337	222	337	241	6. Gün Öğle	12.00
341	223	336	224	6. Gün Akşam	21.00
339	221	330	211	7. Gün Sabah	09.00
340	224	324	225	7. Gün Öğle	12.00
342	223	341	220	7. Gün Akşam	21.00

Tablo 1 incelendiğinde deney grubundan alınan sonuçlar kontrol grubu ile kıyaslandığında deney grubundaki besinlerin olduğu ortamda sıcaklık ve gaz artışının daha yavaş gerçekleştiği görülmüştür. Deney ve kontrol grubundan alınan veriler SPSS 22 programı kullanılarak t-testi ile karşılaştırılmıştır. Verilerin t-testi ile incelenmesinden elde edilen değerler Tablo 2’de sunulmuştur: Tablo 2. Deney ve kontrol grubunda MQ-2 ve DHT-11 sensörlerinden alınan verilerin t-testi bulguları

Sensör	Grup	N	Ort.	SS	Sd	t	p
MQ-2	Deney	21	263.000	69.9157	40	-.775	.443
	Kontrol	21	279.667	69.5358			
DHT-11	Deney	21	204.619	14.0658	40	-4.015	.000
	Kontrol	21	228.857	23.8250			

Tablo 2 incelendiğinde hem sıcaklık hem de gaz sensörü için sıcaklık ve gaz yoğunluğu ortalamasının kontrol grubunda deney grubuna oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarında sıcaklık ve gaz yoğunluğu açısından artışın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını incelemek için t-testi yapıldığında, gaz sensörü için deney ve kontrol grupları arasındaki farkın anlamlı olmadığı, sıcaklık sensörü için anlamlı olduğu görülmektedir. Gaz sensöründe gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kontrol grubunun ortalamasının daha yüksek olduğu göz ardı edilmemelidir. Her iki sensörden alınan değerler ve istatistiksel olarak gerçekleştirilen analiz birlikte değerlendirildiğinde üretilen hidrojel filmin bulunduğu ortamın gıdalar için daha uzun süreli bir saklama ortamı olabileceği söylenebilir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Elde edilen ölçümler ve yapılan istatistiksel analizler gıdaların raf ömrünü uzatmak için üretilen hidrojel filmlerin kullanıldığı sistemin olumlu sonuç verdiğini göstermiştir. Literatürdeki çalışmaların önemli bir kısmında polimer üretim süreci açıklanmış ve üretilen polimerlerin çeşitli özellikleri incelenmiştir (Yu, Chua, Huang, Lo ve Chen, 1998; Alva Munoz ve Riley, 2008; Bölükbaşı, 2012; Özdemir ve Erkmen, 2013; Ersoy ve Sutay Kocabaş, 2014; Demir ve Sutay Kocabaş, 2014; Reddy, Amulya, Rohit, Sarma ve Mohan, 2014; Elçiçek ve Tanyıldızı, 2015; Amulya, Reddy, Rohit ve Mohan, 2016; Bezirhan Arıkan, vd., 2016; Afacan ve Kundakcı, 2017; Özdemir ve Ramazanoğlu, 2019; Karakuş ve Ayhan, 2019; Samer, vd., 2019; Civelek Yörüklü, 2020 ve Yadav, Pandey, Kumar ve Tyagi, 2020). Doğrudan gıda üzerinde denemelerin yapıldığı çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bizim çalışmamızda hem üretilen materyallerin çeşitli özellikleri incelenmiş, hem gıda üzerinde doğrudan kontrollü deney yapılmış, hem de gaz ve sıcaklık-nem sensörlerinden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Böylece çalışmamızın alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. Uygulanabilirlik

Üretilen materyaller gıdaların saklanması ve ambalajlanmasında kullanım için uygundur. Aynı zamanda geliştirilen sistem ile kargo uçak ve gemilerindeki gıdaların raf ömrü sürekli bir şekilde kontrol edilerek israf ve ekonomik kayıpların önüne geçilebilir. Hidrojellerde kullanılan karanfil (*Syzygium aromaticum*) özütü sebebiyle bazı alerjik reaksiyonlar oluşması söz konusu olabilir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 3. Malzeme listesi ve maliyet

NodeMCU V3 LoLin ESP8266 Geliştirme Kartı - USB Chip CH340	36,19 TL	Gliserin	5 TL
Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensör Kartı - MQ-2	14,95 TL	Sodyum aljinat	3 TL
Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensör Kartı - MQ-2	12,36 TL	Kalsiyum Klorür	2 TL
Beyaz Mini Breadboard	3,99 TL	Karanfil	24 TL
40 Pin Ayrılabilen Dişi-Erkek F-M Jumper Kablo - 100mm	4,98 TL	Toplam	106,47 TL

Projenin seri üretime geçirilmesi durumunda maliyetin azalacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. Proje zaman planlaması

İş tanımı	Ekim 2020	Kasım 2020	Aralık 2020	Ocak 2021	Şubat 2021	Mart 2021	Nisan 2021	Mayıs 2021
Konunun belirlenmesi	x							
Amacın belirlenmesi		x						
Literatür taraması		x	x	x	x	x	x	x
Deneyde kullanılacak malzemelerin belirlenmesi ve malzeme temini			x					
Hidrojel filmlerin üretilmesi			x					
Hidrojel filmlerin özelliklerinin belirlenmesi				x	x	x		
Robotik sistemin geliştirilmesi						x	x	
Sonuçların analizi							x	
Raporun yazılması						x	x	x

Deneyisel işlemde kullanılan gliserin, sodyum aljinat, kalsiyum klorür ve karanfil bitkisi 2020 yılı Aralık ayında ve 2021 yılı Ocak, Şubat, Mart aylarında temin edilerek kullanılmıştır. Robotik sistemde kullanılan NodeMCU V3 lolin ESP8266 Geliştirme Kartı - USB Chip CH340, Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensör Kartı - MQ-2, Yanıcı Gaz ve Sigara Dumanı Sensör Kartı - MQ-2, Beyaz Mini Breadboard ve 40 Pin Ayrılabilen Dişi-Erkek F-M Jumper Kablo - 100mm 2021 yılı Mart, Nisan aylarında temin edilerek kullanılmıştır. Piyasada gıda saklamak için karanfil özütü hidrojel film üretilerek robotik bir sistem ile birleştirilmesine yönelik herhangi bir çalışma ile karşılaşılmasıdır.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Proje herkes tarafından kullanıma uygundur, çünkü plastikler her bireyin günlük yaşamlarının içindedir. Üretilen elektronik sistem ise genel olarak uzun süreli yemek taşımacılığı yapan firmalar tarafından kullanılabilir. Yemek taşımacılığı oldukça büyük bir sektördür bu nedenle projenin hedef kitesinin oldukça geniş olduğu söylenebilir.

9. Riskler

Arduino Uno kart üzerinde ESP-8266 Wifi modülü kullanarak internet üzerinden bilgi akışı sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak olumlu sonuç alınamayınca B planı olarak devre NodeMCU Wifi kartı kullanılarak oluşturulmuştur. Ekstraksiyon işlemi yapılırken saf su kullanılmıştır, çünkü alkol kullanılarak yapılan ekstraksiyon işleminde alkolün tamamen uçurulmaması durumunda polimerin yapısında bozulma meydana gelebilmektedir. Arduinoda gaz ve sıcaklık-nem sensörlerinden alınan değerlerin referans değerleri belirlenmemesi durumunda değerlerin anlaşılmasının güçleşeceği düşünüldüğünden sensörlere referans değerleri belirlenerek proje güçlendirilebilir.

10. Kaynakça

- Afacan, C. ve Kundakçı, S. M. (2017). Ballıbabagiller familyasından bitki özütleri kullanılarak sentezlenen biyoplastiklerin besinlerin raf ömrünü uzatmaya etkisi. TÜBİTAK 11. Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri Final Yarışması Kitapçığı.
- Alva Munoz, L. E. ve Riley, M. R. (2008). Utilization of cellulosic waste from tequila bagasse and production of polyhydroxyalkanoate (PHA) bioplastics by *Saccharophagus degradans*. *Biotechnology and Bioengineering*, 100(5), 882-888.
- Amulya, K., Reddy, M. V., Rohit, M. V. ve Mohan, S. V. (2016). Wastewater as renewable feedstock for bioplastics production: understanding the role of reactor microenvironment and system pH. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4618-4627.
- Bezirhan Arıkan, E., Özsoy, H. D., Erol, A., İslamoğlu, A., Kaya, D. N. ve Çakmak, S. (2016). Meyve suyu endüstrisi atık suyundan mikrobiyal biyopolimer üretiminin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31 (2), 205-210.
- Bölükbaşı, U. B., (2012) Mısır koçanından eş zamanlı olarak glikoz ve biyoplastik üretimi sürecinde ön işlem parametrelerinin incelenmesi.
- Civelek Yörüklü, H. (2020). Kıyıardan Toplanan Makroalglerin Faydalı Ürün Olarak Değerlendirilmesi: İstanbul Örneği. (Yayımlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dabak, C. (2009). Türkiye’de Ambalaj Atıklarının Kontrolü ve Avrupa Birliğine Uyum. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Demir, A. N. ve Sutay Kocabaş, D. (2014, Nisan). Zeytinyağı endüstrisi atığı prınadan biyobozunur film üretimi. Gıda Mühendisliği 5. Öğrenci Kongresinde sunulan bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Elçiçek, S. ve Tanyıldızı, M. (2015). İçecek atıklarından biyoyakıt ve biyoplastik sentezi için hidrosimetilfurfural (hmf) üretimi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(3), 16-20.
- Ersoy, M. ve Sutay Kocabaş, D. (2014, Nisan). Çay fabrikası atıklarının biyobozunur film üretimi için değerlendirilmesi. Gıda Mühendisliği 5. Öğrenci Kongresinde sunulan bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Hazer, B. (2011). Biyobozunur plastik ambalaj malzemeleri “çerçeve çalışması”. Erişim adresi: <https://docplayer.biz.tr/4198509-Biyobozunur-plastik-ambalaj-malzemeleri-cerceve-calismasi.html>
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1997). Plastikler. Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü.
- Karakuş, E., Ayhan, Z. (2019). Gıda atıklarından çevre dostu biyobozunur ambalaj malzemesi üretimi. *GIDA*, 44 (6), 1008-1019
- Özdemir, N. ve Erkmen, J. (2013). Yenilenebilir biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8), 89-104.
- Özdemir, F. ve Ramazanoğlu, D. (2019). Atık muz kabuğu, biber sapı ve kızılçam odununu kullanarak biyoplastik kompozit üretimi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 20(3), 267-273.
- Reddy, M. V., Amulya, K., Rohit, M. V., Sarma, P. N. ve Mohan, S. V. (2014). Valorization of fatty acid waste for bioplastics production using *Bacillus tequilensis*: Integration with dark-fermentative hydrogen production process. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(14), 7616-7626.
- Samer, M. (2019). Bioplastics production from agricultural crop residues. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 21(3), 190-194.
- Topdağ, S. (2015). *Propolis Ekstrakt İçerendoğal Yara Örtüsü Malzemelerinin Hazırlanması ve Karakterizasyonu*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fatih Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yadav, B., Pandey, A., Kumar, L. R. ve Tyagi, R. D. (2020). Bioconversion of waste (water)/residues to bioplastics-A circular bioeconomy approach. *Bioresource technology*, 298, 122584.
- Yu, PH, Chua, H., Huang, AL vd. (1998). Gıda sanayi atıklarının biyoplastiklere dönüştürülmesi. *Appl Biochem Biotechnol*, 70, 603–614.