

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

ÜNİVERSİTE VE ÜZERİ SEVİYESİ FİKİR

KATEGORİSİ

TAKIM ADI

BioAct'eam

PROJE ADI

Aktif Karbon Teknolojisi ile Hazırlanan Biyoplastiklerin Damla Sulama Sistemlerine Entegre Edilerek Kullanılması

BAŞVURU ID

466596



İçindekiler

1. Proje Özeti
2. Problem/Sorun
3. Çözüm
4. Yöntem
 - 4.1. Atık Maddelerden Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.1. Fabrika Çay Atıklarından Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.1.1. $ZnCl_2$ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.1.2. H_2SO_4 Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.1.3. KOH Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.2. Kayısı Çekirdeğinden Kimyasal Aktivasyon ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.3. Fıstık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.4. Zeytin Çekirdeğinden Kimyasal Aktivasyon ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.4.1. $ZnCl_2$ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.4.2. K_2CO_3 Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.5. Kavak Ağacından Aktif Karbon Üretimi
 - 4.1.6. Ceviz Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi
 - 4.2. Atık Maddelerden Biyoplastik Üretimi
 - 4.2.1. Nişasta Kullanılarak Biyoplastik Üretimi
 - 4.2.2. Alçak Yoğunluklu Polietilen ve Hemiselüloz Bazlı Atık Kullanılarak Biyoplastik Üretimi
 - 4.2.2.1. Mısır Koçanından Hemiselülozun Özütleme
 - 4.2.2.2. Buğday Samanından Hemiselüloz Özütleme
 - 4.2.2.3. Ayçiçeği Sapından Hemiselüloz Özütleme
 - 4.2.2.4. Polimerlerin Ekstrüzyonu
 - 4.2.3. Enzimatik Hidroliz Yöntemi Destekli Biyoplastik Üretimi
 - 4.2.3.1. Enzimatik Hidroliz
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü
6. Uygulanabilirlik
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Hesaplaması
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle
9. Riskler
10. Kaynaklar

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Toprakla doğrudan bağlantılı olan damla sulama borularının plastik hammaddeli olması tarladan sofraya kadar uzanan gıda serüveninde insan sağlığını tehdit eden bir problemdir. Bu çalışma ile tarımda plastik kullanımının tarımsal atıklarının aktif karbon teknolojisi ile biyoplastik borulara dönüştürülmesi ile azaltılması ve bu boruların doğada çözünmesinin ardından gübreye dönüşerek toprağın veriminin artırılması amaçlanmıştır. Fabrika çay atıkları, kayısı çekirdeği, fıstık kabuğu, zeytin çekirdeği, kavak ağacı ve ceviz kabuğu gibi atık malzemeler kullanılarak aktif karbon eldesi amaçlanmaktadır. Bunun yanında aktif karbon teknolojisi, damla sulama borularının çaplarının küçük olması nedeniyle yaşanan tıkanma sorunlarının çözümüne de filtreleme özelliği sayesinde bir çözüm olacaktır. Nişasta bazlı tarımsal atıklardan mısır koçanı, buğday samanı, ayçiçeği sapı kullanılarak hemiselüloz özütlemesi yapılarak biyoplastik üretimi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen aktif karbon biyoplastik üretimine entegre edilecek ve biyobozunur damla sulama sistemi hayata geçirilecektir. Proje sonunda atık değerlendirmenin yanı sıra sıfır atıkla ortaya çıkmış toprakta gübre görevi gören işlevsel bir damla sulama sistemi elde edilmiş olacaktır.

2. Problem/Sorun

Günümüzde giderek artan nüfus, beraberinde birçok çevresel sorunu getirmektedir. Tarıma olan ihtiyacın artması, fazla miktarda atığın çıkmasına ve kullanılan plastik materyallerin yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Yapılan çalışmalara göre son yirmi yılda dünyada 1,3 milyar ton plastik atık olacağı tahmin edilmektedir. Plastik şişeler, borular, streç filmler, plastik torbalar gibi birçok ürün plastik içermektedir (Lau et al., 2020). Türkiye’de TÜİK 2020 Atık verilerine göre 104,8 milyon ton plastik bazlı atık bulunmaktadır (TÜİK,2020). Tarım alanlarında kullanılan petrol türevli plastik malzemelerin kullanılması ekosistemde geri dönüştürülmesi 50 yılı aşan plastik atık problemini oluşturur. Tarım alanlarında sulama için kullanılan boruların yapısında bulunan polietilen, polipropilen ve polistren gibi atıkların çevreye bırakılması sonucu ekolojik denge bozulur ve karıştığı toprağın verimi düşer. Çözünmesi uzun yıllar süren bu petrol türevli plastik sulama boruları toprakta ve dolayısıyla tarımsal ürünlerde toksik madde birikimine neden olmaktadır. Özellikle tarım alanlarında ömrü tükendikten sonra bırakılan sulama borularının yok etmek için yakma yönteminin kullanılması ve bunun sonucunda ortaya çıkan hidroklorik asit ve hidrojen siyanür gibi zehirli gazların havaya salınımı doğanın ekolojik dengesini bozmaktadır.

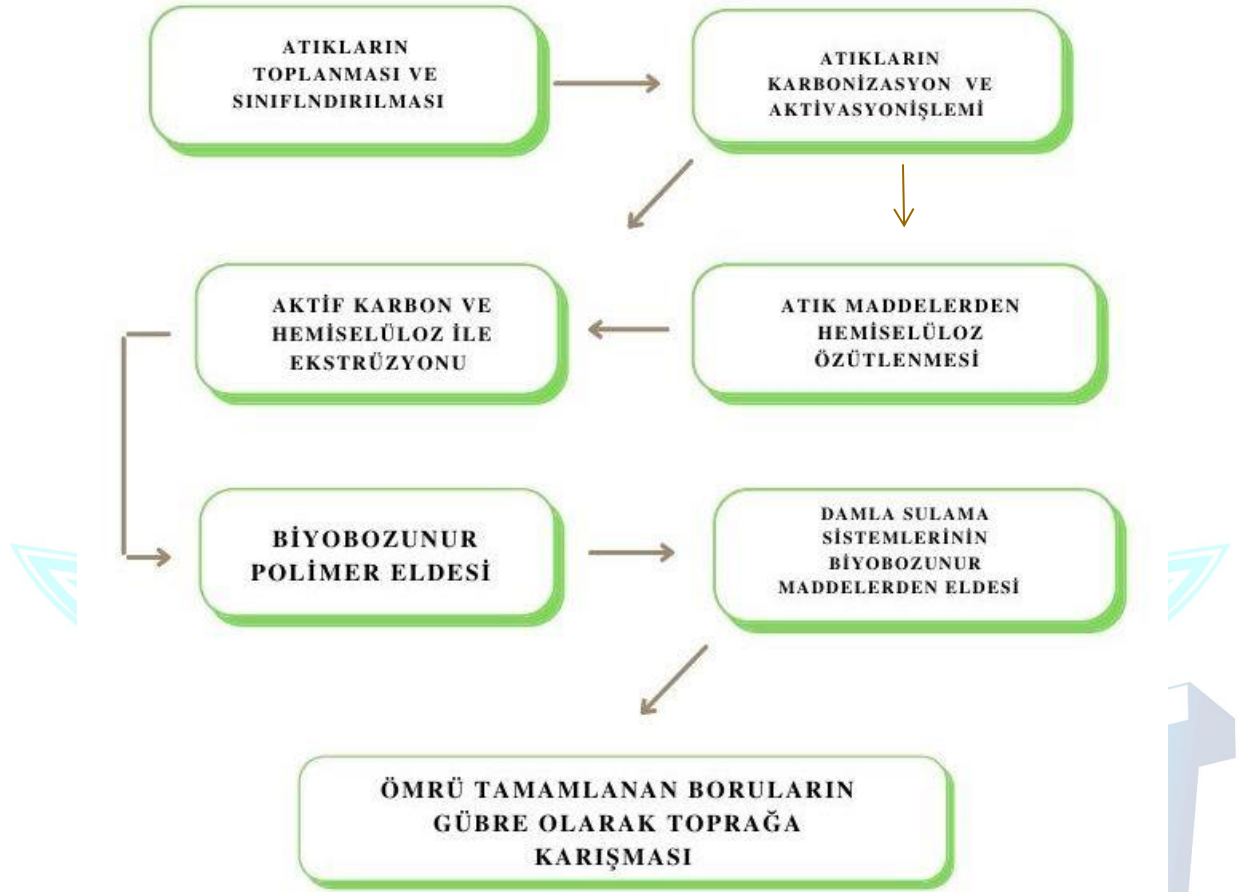
Geleneksel imha ve sulama yöntemlerinin dışında atıklardan elde ederek üretilen biyobozunur maddelerle atıkların geri dönüştürülmesi ve plastik kullanımının önüne geçilmesi için damla sulama borularına entegre edilmesi tarımda daha çevre dostu bir yaklaşım sunmaktadır. Lakin, var olan damla sulama sistemlerinde ağız boyutlarının küçük olması nedeniyle damla sulama borularında fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler nedeniyle tıkanmalar meydana gelmektedir. Tıkanma homojenliği bozarak mikro sulamanın faydalarını ve etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Sonuç olarak, var olan çözüm önerileri yeterli değildir.

3. Çözüm

Plastik materyallerin birçok alanda kullanılması ve yaygın uygulamaları, bu malzemelerin ham maddesinin petrol olması nedeniyle çevre sorunlarına yol açmaktadır. Damla sulama borularının kullanımında mekanik, biyolojik veya güneş ışınlarıyla zarar görmesi ve sulama suyunun kalitesiz olması nedeniyle sistemdeki boruların tıkanması başlıca sorunlardandır. Damlatıcıların tıkanması nedeniyle kullanılamaz hale gelen veya kırılan borular, tarım arazilerine atılmakta veya toplanıp yakılmaktadır. Tarım arazilerinde bu malzemelerin yaygın ve yanlış kullanılması, kullanımından sonra yakılması, geri dönüşü olmayan büyük çevresel zararlara neden olmaktadır (Alkan and Eker, 2013). Bio'Acteam ekibi olarak çevresel zararı en aza indirmek adına atıklardan elde ettiğimiz organik tabanlı damla sulama borularını aktif karbon teknolojisi ile üretilen çevresel atık ve borulardaki tıkanma sorununa bir çözüm olmaya çalışacağız. Projemizde kullandığımız aktif karbon teknolojisi ile filtreleme işlemi yaparak tıkanmaların önüne geçilmesi ve borularda kullanılacak biyoplastik üretiminin atıklardan elde edilmesiyle maliyetin düşürülmesi projemizin öncelikli hedeflerindedir.

Karbon kökenli birçok maddeden üretilen aktif karbon, geniş yüzey alanına, gözenekli yapıya sahip olmasına bağlı olarak gaz ve sıvı fazdaki, organik ve inorganik maddeleri güçlü şekilde adsorplayabildiği için atıkların içerdiği kirleticilerin arıtılmasında kullanılan bir teknolojidir. Aktif karbonun filtreleme özelliğinden faydalanılarak su, içindeki zararlılardan arındırılarak toprak ve bitkiyle buluşacak, bunun sonucunda ise su kaynaklı hastalıklar önlenmiş olacaktır. Su, tüm canlılar için temel öğedir. Su kirliliği organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif maddelerin suya karışması sonucunda oluşmaktadır. Kirliliğe büyük oranda tarımsal faaliyetler, sanayileşme ve yerleşim merkezleri sebep olmaktadır (Akikol, 2005). Aktif karbonun en önemli avantajlarından biri, kullanılan ham maddenin çeşidinin sudan istenmeyen maddelerin uzaklaştırılmasında önemli rolü vardır. Günümüzde aktif karbonun yaygın olarak kullanılmasının sebebi, diğer adsorban maddelere kıyasla yüzey alanının daha yüksek olması ve yüzeyindeki farklı fonksiyonel gruplar yardımıyla organik ve inorganik kirleticileri seçici olarak tutmasıdır. Bu özellik aktif karbona olan ilgiyi artırmaktadır. Aktif karbon teknolojisi ile oluşturulan ve ömrünü tamamlayan biyobozunur sulama boruları, toprak üstünde ayrıştırıcılar tarafından gübre olarak toprağa kazandırılmaktadır. Bu kazanım topraktaki karbon miktarını arttırarak toprağı daha verimli hale getirir ve bu yolla toprağın su tutma kapasitesinin artmasını sağlamaktadır (Akikol, 2005). Biyoplastiklerden elde edilen damla sulama boruları, normal plastik borularla karşılaştırıldığında daha verimli sulama imkânı sağlar ve akış, sızıntı veya buharlaşma ile su kayıplarının büyük oranda önüne geçer. Mahsulün yaprakları, sapları ve meyvesi ile su temasını azalttığı için bitkide hastalık gelişimini azaltır. Damla sulama sistemleri yaklaşık olarak dönüm başına 500 ila 1.200 dolar maliyetlidir (Shock, 2006). Bu maliyet sulama sistemleri yerine diğer ilkel sulamaları yaygınlaştırarak dünya üzerinde büyük su kayıplarına ve bilinçsiz sulama yöntemleri ile birçok zarara yol açmaktadır. Maliyeti en aza indirmek ve buna bağlı bilinçsiz sulamanın önüne geçmek adına tarımsal ve fabrika atıklarının değerlendirilmesi ele alınmıştır. Yapılan bu proje doğrultusunda, organik madde kullanılarak üretilen borular su kayıplarını engelleyerek, sudaki zararlı maddeleri filtreleyecek ve aynı

zamanda kullanım ömrü dolduğunda biyobozunur damla sulama sistemleri toprağa gübre olarak karışabilecektir.



Şekil 1: Genel Akış Diyagramı

4. Yöntem

4.1. Atık Maddelerden Aktif Karbon Üretimi

4.1.1. Fabrika Çay Atıklarından Aktif Karbon Üretimi

Kimyasal aktivasyon yöntemiyle elde edilir. Kimyasal aktivasyon için çinko klorür ($ZnCl_2$), sülfürik asit (H_2SO_4) ve potasyum hidroksit (KOH) ajanlar kullanılır. Bunun yanında farklı oranlarda kullanılan ($ZnCl_2$) aktivasyonundan kaynaklı farklı aktif karbon elde edilir. Böylelikle yapılan çalışma da kullanılan farklı kimyasal ve oranlarından kaynaklı aynı atıktan 5 farklı aktif karbon üretimi gerçekleştirir (Gündoğdu, 2010).

4.1.1.1. $ZnCl_2$ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi

Fabrika çay atıkları önce kurutulma ve eleme işleminin ardından 20 g ile birlikte ayrı ayrı 10, 20 ve 40 g $ZnCl_2$ karıştırılır. (1:0.5, 1:1 ve 1:2 oranlarında). Bu karışım üzerine 150

mL su ilavesi edilir ve 24 saat bekletilir. Daha sonra bir reaktöre içerisinde alınarak 700 °C azot atmosferi altında karbonize edilir. Bu proses 20 °C’de başlayıp 80 dakika sonucunda hedef sıcaklığa ulaşır. 4 saat boyunca karbonizasyon devam ettikten sonra reaktör azot atmosferi altında oda sıcaklığına kadar soğutulur. Elde edilen aktif karbon safsızlığı giderilmesi için 2 M HCl içinde kaynatılır ve vakum filtrasyon düzeneğinden süzülür. Bu işlem iki kez daha tekrar edildikten sonra saf su ile yıkanarak klorür iyonlarının giderilmesi sağlanır. Daha sonra 0,1 M AgNO₃ ile klorür iyonları kontrol edilir. En son olarak aktif karbon 105 °C 4 saat süreyle kurutulur (Gündoğdu, 2010).

4.1.1.2. H₂SO₄ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi

Eleme ya da öğütme işleminden geçmeyen fabrika çay atıklarından 20 g alınır ve 20 g derişik H₂SO₄ ile karıştırılır. Elde edilen karışım 200 °C’de etüvde 24 saat bekletilir. Asit atıklarını gidermek için karbonize olmuş numune kaynamış saf su ile yıkanır. Sonrasında elde edilen aktif karbon, içerisindeki asit kalıntısı olmasın diye %1’lik NaHCO₃ ile 24 saat muamele edilir. Aktif karbon süzöldükten sonra saf su ile yıkanır ve son olarak etüvde 105 °C’de 24 saat kurutulur (Gündoğdu, 2010).

4.1.1.3. KOH Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi

Herhangi bir eleme veya öğütme işlemi yapılmadan orijinal boyuttaki çay atığından 20 g ve KOH dan 20 gr alınarak karıştırılır. Biraz su ile karışım bulamaç haline getirilir ve çalkalayıcı su banyosunda 50 °C derecede 5 saat boyunca çalkalanır. Son olarak numune etüvde 110 °C’de 24 saat süre bırakılarak kurutulur. Bu adımdan sonra ZnCl₂ kullanılarak yapılan karbonizasyon adımlarının aynısı uygulanır (Gündoğdu, 2010).

4.1.2. Kayısı Çekirdeğinden Kimyasal Aktivasyon ile Aktif Karbon Üretimi

Kayısı çekirdeği fabrikalardan temin edildikten sonra karbonize edildikten sonra farklı oranlarda (1/1, 1/2, 1/3 ve 1/4) oranlarında karıştırıldıktan 105 °C’ de kurutulur. Aktivasyon işleminde ise; impregne edilen örnekler çelik küvetlere konularak bursal reaktörde, 100 mL/dk N₂ akış hızında 10 °C/dk ısıtma hızı ile 800 °C maksimum sıcaklıkta 1 saat ısıtma işlemine tabi tutulur. Aktivasyon işleminden sonra örnekler N₂ atmosferinde soğutulur. HCl ilavesi sonunda sıcak saf su ile yıkanır ve test edilir (Avcı, 2008).

4.1.3. Fıstık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi

Fıstık kabuk atıklarının kimyasal bir madde olan KOH tuzu ile farklı emdirme oranları ile aktive edilmiş materyalin 400 °C’ de gözlemlerin iyot sayımı analizleri doğrultusunda mikrogözenekli kaliteli bir aktif karbon üretimi gerçekleştirilir. Değirmende öğütölen fıstık kabukları elek ile boyutlandırılır. Fıstık kabukları KOH çözeltisi ile farklı oranlarda (1:1, 2:1, 3:1, 4:1) emprenye edildikten sonra termoreaktörde 200 derecede 30 dk bekletildikten sonra 400 derecede N₂ gazı ile yakılarak tekrar N₂ gazıyla 200 dereceye kadar soğutulur. Bu şekilde kimyasal aktivasyonu tamamlanan numuneler 0.2 M HCl ile santrifüj edildikten hemen sonra distile su ile yıkanarak kurutulmaya bırakılır. Elde edilen aktif karbondan iyot sayımı için 0,2 g tartıldıktan sonra 0,1 N ile karıştırılıp ve 0,05 N sodyum tiyosülfat ile titre edilir (Taşçı, 2013).

4.1.4. Zeytin Çekirdeğinden Kimyasal Aktivasyon ile Aktif Karbon Üretimi

4.1.4.1. ZnCl₂ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi

Zeytin çekirdekleri öğütülüp elenerek karbonizasyona için hazır hale getirilir. 320 g tartılarak krozelere konulup kapakları kapatılarak oksijensiz ortamda 500°C' de 2,5 saat süre ile kül fırınında karbonizasyon işlemine maruz bırakılır. Daha sonra numuneler 1:3 oranında ZnCl₂ çözeltisi ile karıştırılır. 12 saat emdirme işleminden sonra numune aktifleştirme için hazırlanır. Aktifleştirme işlemine tabi tutulan numune soğutulduktan sonra, 0,5 M HCl çözeltisiyle 30 dakika liç edilir. Daha sonra sıcak distile su ile pH'ı nötral oluncaya kadar yıkanır ve süzgeç kağıdından süzülür. Süzülen numune 24 saat laboratuvar ortamında kurutulduktan sonra, azot atmosferinde (100mL/dk) 110°C'de 3 saat boyunca kurutulur. Üretilen aktif karbon örnekleri adsorpsiyon işlemi ve analizler için hazırlanır (Karakaş, 2017).

4.1.4.2. K₂CO₃ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi

Zeytin çekirdekleri direk tartılma işlemi gerçekleştirilir ve 160 g alınır. Üzerine K₂CO₃ Çözeltisi (1:1 oranda) ilave edilir ve karıştırılır. Etüv de 12 saat emdirme işlemi uygulandıktan sonra numune aktifleştirme işlemine hazırlanır. Bundan sonraki aşamalar ZnCl₂ deki yöntem ile aynıdır (Karakaş, 2017).

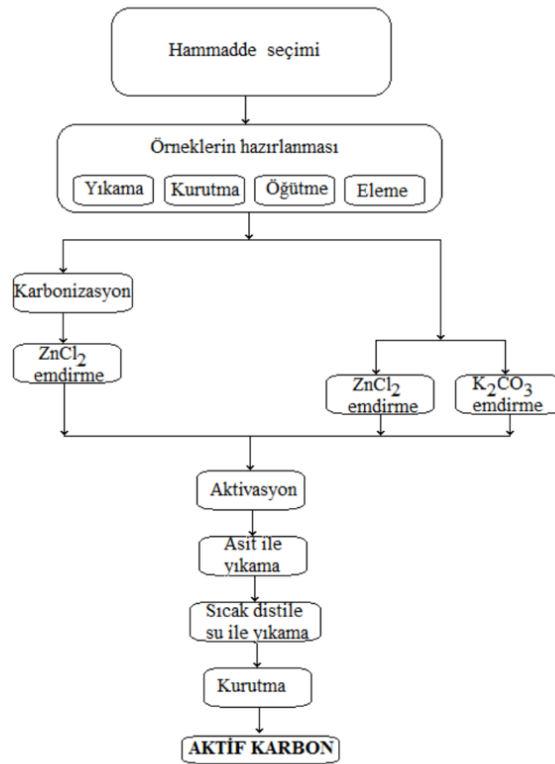
4.1.5. Kavak Ağacından Aktif Karbon Üretimi

Kavak ağacı artıklarından kimyasal aktivasyon yöntemiyle NaOH, K₂CO₃ ve Na₂CO₃ kimyasalları kütlece 1/1, 2/1 ve 3/1 oranında hazırlanır. Kimyasal madde karışımlarından sonra kavak ağacı numunesine manyetik karıştırıcı da 4 saat süreyle kimyasal maddeyi kavak ağacının üzerine emdirilir. Bu işlem sonucunda karışım süzülerek kimyasal maddeyi kavak ağacından ayrılır ve etüv de kurutulur. Karbonizasyon hazırlık evresinden sonra hazırlanan numuneden kimyasal madde emilimi için 600-900 C N₂ gazı ortamında gerçekleştirilir. NaOH kimyasalı ile elde edilen örnek öncelikle 0,5 N HCl çözeltisi ile sonrasında pH değeri 6-7 olana kadar saf su ile yıkanır. Na₂CO₃ ve K₂CO₃ ile elde edilen örnekte aynı şekilde pH değeri 6-7 olana kadar aynı prosedürler uygulanır. En son aşamada ise yıkanılan karbonlar kurutularak depolanır (Uzun,2008).

4.1.6. Ceviz Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi

Öncelikle ceviz kabuklarının üzerindeki yabancı maddelerinin uzaklaştırılması için suyla birkaç kez yıkanır. Daha sonra tekrar distile su ile yıkanıp 105 °C 12 saat boyunca etüv de kurutulur. Kurumuş kabuklar kırıcı aletler kullanılarak 1,3 mm boyutunda küçültülür. Kimyasal aktivasyon için hazırlanan örnek ile %30 luk ZnCl₂ çözeltisi 1:1 oranında birbirine emdirilir. Su banyosunda 4 saat 80 °C de 125 rpm de karıştırılır. Su banyosundan çıkan örnekler filtre kağıdından süzülüp 12 saat süresince 105 °C de etüvde kurutulur. Karbonizasyon işlemi için saf N₂ inert gaz olarak kullanılır. Aktivasyon işleminden sonra elde edilen numune porselen krozelerde 15 dakika azot akışı için fırına konulur. Daha sonra 60 dk boyunca 10 °C/dk ısıtma hızıyla 600 derece sıcaklıkta karbonizasyon işlemi gerçekleştirilir. Kimyasalı arındırmak için distile su ile pH 6-7 aralığında olana kadar yıkanır. Yıkanan bu numuneler 12 saat süresince 105 °C sıcaklıkta etüvde kurutulur. Kurutulan aktif karbonun granül halde olması öğütülme işlemini gerektirir ve aktif karbonun öğütülmüş hali ağzı kapalı bir şekilde depolanır (Zeybek,

2019).



Şekil 2: Zeytin çekirdeğinden aktif karbon elde edilirken kullanılan basamaklar (Avcı, 2008)

4.2. Atık Maddelerden Biyoplastik Üretimi

4.2.1. Nişasta kullanılarak biyoplastik üretimi

Biyoplastikler, fosil plastiklerin yerini alabilecek rejeneratif hammaddelerden üretilen plastiklerdir. Biyolojik olarak hızlı parçalanabilmeleri, yenilenebilir ham maddelerden üretilmeleri, daha düşük su absorpsiyonu (%0,13), maliyetlerinin düşük olması biyoplastiklerin petrol bazlı plastiklere göre avantajları arasında gösterilebilir. Üretilen biyobozunur plastikler petrol bazlı ürünlerin aksine, binlerce yıl yerine 45 – 120 gün içinde kompostlanabilir (Siracusa et al., 2008).

Nişasta, biyoplastiklerin geliştirilmesi için kullanılan ham maddelerden biridir. Kolay ulaşılabilir olmasının yanında iyi bir maliyet-performans oranı sunar. Çok sayıda bitkide mikroskopik taneler şeklinde depolanır. Mısır, buğday ve patates ise nişasta kaynaklarıdır ve patates kabuğu, mısır, artık ekmeklerin ham maddesi olan un ve yulaf gibi karbonhidratlı gıdalar bol miktarda nişasta içermektedir. Nişasta içeren unlar ayrıca biyoplastiklerin ve biyolojik olarak parçalanabilen ürünlerin üretimi için de çok uygundur (Sorrentino et al., 2007). Dünya çapında 45 milyon tondan fazla nişasta endüstriyel olarak üretilmektedir.

4.2.2. Alçak yoğunluklu polietilen ve hemiselüloz bazlı atık kullanılarak damla sulama sistemi üretimi

Bu yöntemde iki çeşit ham madde kullanılması amaçlanmaktadır. Bu ham maddeler; düşük

yoğunluklu polietilen ham madde grubu, PETKİM-AYPE (F2-12), ve hemiselüloz bazlı atıklardır. AYPE F2-12 ham maddesine %25 ve %30 oranlarında 3 hemiselüloz bazlı atık ve boyama amaçlı %5 siyah masterbatch ayrı ayrı granül halinde karıştırılarak 3 adet karışım elde edilmiştir. Granül haldeki AYPE-F212/hemiselüloz bazlı atık karışımlarında; masterbatch ve atık içerikleri ağırlık olarak %25'e ve %30'a kadar olan karışımlar şişirme film ekstrüzyonu yöntemi ile başarılı olarak işlenebilmektedir (Alkan and Eker, 2013).

01= %70 F2-12 + %25 mısır koçanından özütlenen hemiselüloz + %5 Siyah Masterbatch,
02= %70 F2-12 + %25 buğday samanından özütlenen hemiselüloz + %5 Siyah Masterbatch,
03= %65 F2-12 + %30 ayçiçeği sapından özütlenen hemiselüloz + %5 Siyah Masterbatch
Ortalama kalınlıklar ise sırası ile 01 numaralı numune için 0,09 mm, 02 numaralı numune için 0,07 mm, 03 numaralı numune için 0,14 mm olarak belirlenmiştir.

4.2.2.1. Mısır Koçanından Hemiselülozun Özütlenmesi

Mısır koçanları tarımsal bir atıktır ve bu atıkların kullanılarak yine tarım amaçlı sulama borusu üretimi projemiz için kilit taşı olan sürdürülebilirlik için önemli bir noktadır. Başlangıçta mısır koçanları 2 mm'den daha küçük boyutlara kadar küçültülür. 150 gram öğütülmüş mısır koçanı 3,5 litre su içinde oda sıcaklığında 15 dakika boyunca manyetik karıştırıcı ile karıştırılır. Bir diğer adımda %24 oranında potasyum hidroksit içeren 1275 mL çözeltiye su ile şişirilmiş mısır koçanları eklenir. Bu sistem oda sıcaklığında yaklaşık 2 saat bırakılır. 2 saatlik sürenin sonunda katılar santrifüj yardımı ile uzaklaştırılır. Elde edilen çözeltiye hacmen 1:10 oranında asetik asit:etanol içeren 3750 mL çözelti ilave edilerek hemiselülozun çökmesi sağlanır. Çöktürme sırasında potasyum asetat tuzunun uzaklaştırılması için su ve etanol ile yıkanır. Sonuç olarak hemiselüloz polimerle 300 mL suda kısmen çözülür ve sonrasında 900 mL etanol da eklenerek yeniden çökme sağlanır. Bu işlem 3 kez tekrarlanır (Özkan, 2014).

4.2.2.2. Buğday Samanından Hemiselülozun Özütlenmesi

Tarımsal atık olarak kullanılan buğday samanları özütlenmesinden önce 1 mm'den küçük olacak boyutta küçültülür. İlk adım olarak bahsettiğimiz mısır koçanları için kullanılan yöntem kullanılır. Özütleme öncesinde su ile şişirme işlemi yapılır ve özütleme sırasında ise 1700 mL %24'lük potasyum hidroksit çözeltisi kullanılır. Özütleme sonrasında 400 mL su ve 1200 mL etanol kullanılarak çözelti çöktürülür (Özkan, 2014).

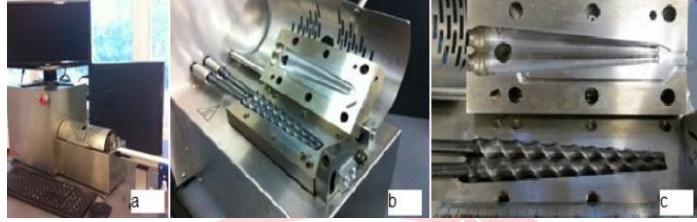
4.2.2.3. Ayçiçeği Sapından Hemiselülozun Özütlenmesi

Tarımsal atık olarak kullanılan ayçiçeği sapları öğütülür ve 2 mm'den küçük parçacık boyutuna getirilir. 16 saat süre ve 4 L su ile şişirme işlemi yapılır. Şişirme için 16 saat süre ile 4 L su kullanılır. %24'lük 1700 mL potasyum hidroksit çözeltisine %1 oranında NaBH₄ eklenir. Özütleme 24 saat boyunca devam ettirilir. Son olarak polimerleri çöktürme amacıyla 5 L asetik asit-etanol çözeltisi eklenir, safsızlıkları çözüldüğüden uzaklaştırmak amacıyla 600 mL su ve 1200 mL etanol kullanılır (Özkan, 2014).

4.2.2.4. Polimerlerin Ekstrüzyonu

Bu aşamada Thermo HAAKE Mini CTW adlı 4-15 mm çapında ve 109,4 mm uzunluğunda konik şekilde çift vidaya sahip, iki tane ısıtma bölgesine sahip ekstrüzyon cihazı kullanılır. Az

malzeme ile çalışabilen bu cihaz düşük kapasiteli bir cihazdır. Ekstrüzyon işleminden önce, oda sıcaklığında üretilmiş hemiselüloz özütleri 24 saat bağıl nemi %90 olan bir ortamda bekletilir. Cihaz 5 g polimer ile çalışabilmektedir. Cihaza eklenen polimerlerden şeritler halinde malzemeler elde edilir. Ekstrüzyon cihazından ucundan şeritler halinde çıkarılır (Özkan, 2014).



Şekil 3: Thermo HAAKE Mini CTW cihazı
(Özkan, 2014).

4.2.3. Enzimatik Hidroliz Yöntemi Destekli Biyoplastik Üretimi

Mısır koçanlarının şişirilmesi işlemi için 10 g öğütülmüş mısır koçanı 200 mL deiyonize su içinde bekletilir, bu sayede şişmesi sağlanır. Bir diğer adım olarak farklı konsantrasyonlarda KOH ve %1 (w/v) sodyum borohidrat (NaBH_4) içeren 85 mL çözeltiye 10 g lignoselülozik biyokütle eklenir. Bu karışım 3 saat boyunca manyetik karıştırıcılar ile karışmaya bırakılmıştır. Sistem süzülerek sıvı ve çözünmemiş katı kısım birbirinden ayrılır. Çözelti içinde çözünmeyen bu kısım selülozik adını alır. Bu selülozik kısım 3 defa deiyonize su ile yıkanır. Son aşamada enzimlerin çalışma hızı göz önüne alınır ve pH'ı 4,8'e ayarlanır. Selülozik kısım 60°C de 16 saat süresince kuruması için bırakılır. Çözünmüş halde olan maddeler ise santrifüj yöntemiyle elde edilir (8000 × g kuvvetinde 10 dakika). Bu işlem sonrasında elde edilen kısma 1:10 oranında asetik asit:etanol içeren 250 mL çözelti ilave edilir (Bakır and Ankara, 2012). Bu işlemin amacı çözünen kısmın çökmesini sağlamak ve süzerek elde etmektir. Bu kısma da hemiselülozik kısım denir.

4.2.3.1. Enzimatik Hidroliz

Mısır koçanlarının şişirilmesi işlemi için 10 g öğütülmüş mısır koçanı 200 mL deiyonize su içinde bekletilir, bu sayede şişmesi sağlanır. Bir diğer adım olarak farklı konsantrasyonlarda KOH ve %1 (w/v) sodyum borohidrat (NaBH_4) içeren 85 mL çözeltiye 10 g lignoselülozik biyokütle eklenir. Bu karışım 3 saat boyunca manyetik karıştırıcılar ile karışmaya bırakılmıştır. Sistem süzülerek sıvı ve çözünmemiş katı kısım birbirinden ayrılır. Çözelti içinde çözünmeyen bu kısım selülozik adını alır. Bu selülozik kısım 3 defa deiyonize su ile yıkanır. Son aşamada enzimlerin çalışma hızı göz önüne alınır ve pH'ı 4,8'e ayarlanır. Selülozik kısım 60°C de 16 saat süresince kuruması için bırakılır. Çözünmüş halde olan maddeler ise santrifüj yöntemiyle elde edilir (8000 × g kuvvetinde 10 dakika). Bu işlem sonrasında elde edilen kısma 1:10 oranında asetik asit:etanol içeren 250 mL çözelti ilave edilir (Bakır and Ankara, 2012). Bu işlemin amacı çözünen kısmın çökmesini sağlamak ve süzerek elde etmektir. Bu kısma da hemiselülozik kısım denir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Ekibimiz çiftçiler, ziraat mühendisleri ve analitik kimya doktoralı danışmanımızla yaptığı toplantılar ve literatür taraması sonucunda aktif karbon teknolojisiyle hazırlanan biyoplastiklerin damla sulama sistemlerine entegre edilerek kullanılmasına dair daha önceden yapılmış bir çalışma bulunmadığını tespit etmiştir. Bu yönüyle projemiz tamamen inovatif ve eşsizdir.

Yapılan araştırmalar sonucu biyoplastiklerin damla sulama sistemlerinde kullanımına dair verilere rastlamakla birlikte aktif karbon teknolojisinin bu sistemlere entegre edilmesi ve hazırlanan biyoplastiklerin %100 geri dönüştürülebilir atıklardan eldesi projemizi benzerlerinden ve önceki çalışmalardan ayırarak yenilikçi olduğunu kanıtlar. Atıkların değerlendirilmesiyle elde edilen aktif karbon teknolojisinin biyobozunur materyal ile birlikte plastikler yerine kullanılması, tarımsal sulama için yapılacak bir çalışma olması yönünden özgündür.

Çalışmamızın bir başka inovatif yönü ise aktif karbon teknolojisi ile filtreleme işlemi yapılmasıdır. Sorun başlığı altında belirttiğimiz damla sulama sistemlerinin küçük çaplara sahip olması nedeniyle yaşanan tıkanma sorununa bir çözümdür. Aynı zamanda aktif karbon eldesinde de atık kullanarak maliyeti düşürmeyi ve atıkların sürdürülebilirliği amaçlanmaktadır. Türkiye’de birçok çalışmada aktif karbon kullanılır fakat ülkemizde yeterli üretim tesisleri bulunmadığı için dışarıdan ithal etmek zorunda kalınmaktadır. Projemizde tarım ve fabrika atıklarından yerli olarak üretilmesi projemizin özgün yönlerinden biridir.

Projemizde temel amaçlarımızdan biri de atıkların değerlendirilmesidir. Biyoplastik ve aktif karbon eldesinde atık kullanımını gerçekleştirerek atık çöp miktarını azaltmak ve kaynakların tükenmesini önlemek, kaynakların lüzumsuz kullanımının önüne geçmek hedeflenmektedir. Geri dönüşüm; atıkların taşınması ya da depolanması gibi sorunların da engellenmesini sağlar. Kaynakların olumlu yönde kullanılması çevreye ve ekonomiye katkı sağlar. Bu yönlerle birlikte aktif karbon entegrasyonu ile üretilen damla sulama borularının ömrü dolduğunda biyolojik olarak çözünerek gübreye dönüşür ve bu projemizi doğa dostu kılar.

6. Uygulanabilirlik

Fikir kategorisinde geliştirdiğimiz projemiz THS3 seviyesindedir. projemizin hayata geçirilebilmesi için gerekli literatür taraması yapılmıştır ve herhangi bir uygunsuzluk görülmemiştir. Yeterli maliyetin ve uygun laboratuvar koşullarının sağlanması halinde projemiz hayata geçirilmeye hazır durumdadır.

Biyoplastiklerin damla sulama borularında kullanımı ve sürdürülebilirliği sadece ekolojik seviyede değil aynı zamanda ekonomik ve sosyal bileşenleri de kapsar. Biyoplastik gibi yenilikçi teknolojiler tarım arazilerinde kullanımı yaygınlaşır, büyüme pazarları veya küresel ihracat fırsatları gelişirse bu hem ekonomi hem de çiftçiler için fayda sağlar.

Aktif karbon eldesinde kullanılacak olan organik atık maddelerin sağlıklı şekilde toplanılması kullanılacak olan biyoreaktör ve uygun laboratuvar şartlarına sahip olunması ile kolaylıkla biyobozunur damla sulama boru ham maddesi elde edilebilecektir. Son teknoloji ile birlikte kullanılması yaygınlaşan aktif karbon teknolojisinin projemizde kullanılması fabrika ve tarımsal atık malzemelerden yapıldığı için maliyetinin düşük olması, ürünün toprakta çözünerek gübreye dönüşebilme avantajı projemizin uygulanabilirliğini arttırmaktadır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

7.1. Tahmini Maliyet

Yapılan arařtırmalar sonucunda ham madde fiyatlarının yıllar geçtikçe daha çok dūřtūğūnū ve bōylelikle aktif karbon üretimindeki maliyetin dūřmesi öngör÷lmektedir. Ham madde çeřitine göre aktif karbon elde edilme prosesi deėiřkenlik göstermektedir. Sonuç olarak proseslerin içerdiėi az veya fazla iřlem maliyetin deėiřmesinde önemli rol oynar.

Tablo 1: Aktif Karbon ve Biyoplastik için kullanılan ham maddelerin maliyetleri

Ham Madde	Miktarı (Kg- Ton)	Fiyatı (TL)
Antep Fıstığı Kabuğu	1 ton	750 TL
Hindistan Cevizi Kabuğu	1 ton	2.300 TL
Yer Fıstığı Kabuğu	1 ton	300 TL
Avakado Yaprağı Atığı	1 Kg	35 TL
Badem Kabuğu	1 ton	5.500 TL
Mısır Koçanı	1 Kg	24 TL
Ayva Yaprağı Atığı	1 Kg	30 TL
Üzüm ekirdeği Atığı	1 Kg	37.50 TL
Zeytin Atığı	1 ton	450 TL
řeker Kamıřı Kūspesi	1 ton	600 TL
Fındık Kabuğu	1 ton	500 TL
Buğday Samanı	1 ton	750 TL

Biyobozunur maddelerden aktif karbon üretimi yapılırken genellikle iki aşamadan oluşmaktadır. Bu iki aşama karbonizasyon ve aktivasyon olup her aşamada farklı kimyasallar veya yöntemler kullanılmaktadır. Tercih edilen bu yöntemler kullanılan ham madde çeşitine göre değişiklik göstermektedir. Biyoplastik üretiminde ise aynı aktif karbon gibi farklı metotlarla birlikte kimyasallar kullanılmaktadır. Genel olarak aktif karbon ve biyoplastik elde ederken kullanılan kimyasallar ve Sigma Aldrich'deki maliyetleri şöyledir:

Tablo 2: Aktif Karbon ve Biyoplastik ham maddeye göre kullanılan kimyasallar ve maliyetleri (Yahya et al., 2015)

Ham madde	Kullanılan Kimyasallar	Kullanılan Kimyasalların Fiyatı
Antep Fıstığı Kabuğu	CO ₂	€171.00
Hindistan Cevizi Kabuğu	K ₂ CO ₃ (100 g)	€24.40
Yer Fıstığı Kabuğu	K ₂ CO ₃ (100 g)	€24.40
Bambu	KOH (25 g)	€25.40
Badem Kabuğu	H ₂ SO ₄	€129.00
Mısır Koçanı	KOH (25 g)	€25.40
Palm Ağacı Kabuğu	KOH (25 g)	€25.40
Öğütülmüş Zeytin Atığı	ZnCl ₂ (5g)	€20.60
Üzüm Sapı Atığı	H ₃ PO ₄ (100 mL)	€90.20
Zeytin Atığı	H ₃ PO ₄ (100 mL)	€90.20
Şeker Kamışı Küspesi	H ₃ PO ₄ (100 mL)	€90.20
Fındık Kabuğu	buhar	
Hurma Ağacı Atığı	KOH (25 g)	€25.40
Keçi Boynuzu Kabuğu	H ₂ SO ₄ (100 mL)	€129.00
Ayçiçek Sapı	NaBH ₄ (5 g)	€44.00
Mısır Koçanı	C ₂ H ₅ OH	€91.30
Buğday Samanı	KOH (25 g)	€25.40
Ayçiçek Sapı	MASTERBATCH 1 Kg	25 TL
Mısır Koçanı		
Buğday Samanı		

Biyobozunur maddelerden aktif karbon ve biyoplastik üretiminden sonra damla sulama borusu üretimi için gerekli olan malzemelerin ayrı ayrı toplanıp bir araya getirilmesi planlanmaktadır. Bu aşamada şu malzemeler temin edilecektir: Su kaynağı, Pompa ünitesi, Kontrol ünitesi, Kum ayırıcı (hidrosiklon), Kum filtresi (gravel filtre), Gübre tankı, Filtre (disk/elek), Ana boru hattı, Alt ana boru hattı, Dağıtım boru hattı (manifold), Damlama borular (lateral) ve Damlatıcılar.

7.2. Proje Zaman Planlaması

Yapılacak olan prosesler göz önüne alındığında fikir olarak hedeflediğimiz materyallin tamamlanmış halini tahmini iş - plan çizelgesinde gösterilmiştir.

Tablo 3: İş- Plan Çizelgesi

İş- Zaman	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Atıkların tespiti ve toplanması	x	x	x									
Atıkların Sınıflandırılması ve uygulanacak method belirlenmesi				x								
Atık maddelerden aktif karbon ve biyoplastik eldesi					x	x	x					
Aktif karbon ve biyoplastik ile damla sulama boru üretimi								x	x	x		
Elde edilen ürünün test edilmesi											x	x

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Biyobozunur maddeleri kullanarak aktif karbon eldesi ile damla sulama borularına entegre etmeyi planlıyoruz. Böylelikle ilk olarak hedef kitlemiz tarımsal üretim alanında çalışan tüm kişi ve firmalardır. Ek olarak gelişen teknolojiyle ortaya çıkan **topraksız tarım** sistemlerinde sulama boruları kullanan ve üreten fabrika ve tarımsal üreticiler hedef kitleler arasında yer alır. Günlük yaşantımızda her zaman gördüğümüz park, bahçe, piknik alanları, eğlence mekanları ve botanik parklarda da sıkça kullanılabilir. Projemiz hedef kitleleri tarafından kullanıldığında özellikle tarımsal kesimde önemli bir sinerjik etki oluşturacağına inanıyoruz.

9. Riskler

Tablo 4: Risk, Olasılık ve Etki Tablosu

Risk	Çözüm önerisi	Olasılık	Etki
Böcek ve kemirgen gibi hayvanların borulara zarar vermesi	Biyobozunur eldesinde böcek kovucu kimyasallar kullanılması	Düşük	Yüksek
Aktif karbonların sert yapısı gereği boruların kırılması	Daha yumuşak yapıda olan toz aktif karbonun kullanılması	Orta	Yüksek
Biyobozunur hammaddelerin yüksek mısır nişastası içeriği nedeniyle nemi kolayca emmesi ve işlenmesi sırasında su kayıpları oluşması	Hammaddeleri kuru bir ortamda depolamak ve üretimden önce 24 saat boyunca kürlenmeye bırakmak, nemi tutacak CaCl_2 gibi kimyasallar kullanmak	Orta	Düşük
Kullanılacak hammaddelerin yüksek oranda kimyasala maruz kalmış olması ve yeterince arındırılmaması	Ekstra saflaştırma işlemi ve yıkama işlemleri gerçekleştirmek	Düşük	Orta
Borularda çeşitli faktörlere dayalı olarak tıkanmaların gerçekleşmesi	Borunun oluşturulduğu hammaddenin aktif karbon miktarını artırmak ve kullanılan aktif karbonun yüzey alanını büyütmek	Orta	Orta
Borularda, alg büyümesi ve biyolojik aktivitenin özellikle sıcak aylarda yüksek olması sebebiyle borudan sağlıklı su akışının engellenmesi	İki hafta aralıklarla klorlanma yapılarak borunun temizlenmesi	Orta	Orta

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

10. Kaynaklar

- Akikol, İ., and Beker, Ü. (2005). *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Farklı Aktivasyon Yöntemleriyle Geliştirilen Aktif Karbonlar İle Sudan Ağır Metal Giderimi Yüksek Lisans Tezi.*
- Alkan, M., and Eker, B. (2013). *Biyoplastik Malzeme Kullanılarak Yassı Damla Sulama Borusunun Geliştirilmesi.*
- Avcı, Ö., A., Beker, Ü., J., Akçin, G., Y., and Kalpaklı, Y., (2008). *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kayısı Çekirdeğinden Üretilen Aktif Karbon İle Sulu Çözeltilerden Krom (VI) Giderimi Yüksek Lisans Tezi.*
- Bakır, U., and Ankara, B. (2012). *Mısır Koçanından Eş Zamanlı Olarak Glikoz Ve Biyoplastik Üretimi Sürecinde Ön İşlem Parametrelerinin İncelenmesi.*
- Gündoğdu, A.,. (2010). *Fabrika çay atıklarından aktif karbon üretimi, karakterizasyonu ve adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi.*
- Karakaş, G., (2008). *Zeytin Çekirdeğinden Aktif Karbon Üretimi.*
- Lau, W. W. Y., Shiran, Y., Bailey, R. M., Cook, E., Stuchtey, M. R., Koskella, J., Velis, C. A., Godfrey, L., Boucher, J., Murphy, M. B., Thompson, R. C., Jankowska, E., Castillo, A. C., Pilditch, T. D., Dixon, B., Koerselman, L., Kosior, E., Favoino, E., Gutberlet, J., ... Palardy, J. E. (2020). *Evaluating scenarios toward zero plastic pollution.*, Science, 369(6509).
- Özkan, N., (2014). *Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Hemiselüloz Temelli Biyopolimerlerden Ekstrüzyon Vasıtası ile Filmlerin Üretilmesi.*
- Shock, C.C., (2006) *Drip irrigation: an introduction* / ID: kd17ct124 | ScholarsArchive@OSU. (n.d.). Retrieved May 10, 2022, from https://ir.library.oregonstate.edu/concern/open_educational_resources/kd17ct124
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D. (2008). *Biodegradable polymers for food packaging: a review. Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 634–643.
- Sorrentino, A., Gorrasi, G., & Vittoria, V. (2007). *Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications. Trends in Food Science & Technology*, 18(2), 84–95.
- Taşçı, A., (2013). *Fıstık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi.*
- TÜİK, (2020)., Retrieved May 10, 2022, from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198>
- Uzun, I., (2008). *Kavak Ağacı Artıklarından Aktif Karbon Üretimi.*
- Yahya, M. A., Al-Qodah, Z., & Ngah, C. W. Z. (2015). *Agricultural bio-waste materials as potential sustainable precursors used for activated carbon production: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46, 218–235.
- Zeybek, Ş., (2019). *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Ceviz Kabuğundan Aktif Karbon Eldesi Ve Adsorpsiyon Yöntemi İle Fosfor Giderimi.*