

# Hemi Change Raporu

## Özet

Plastik, ambalaj, inşaat, tekstil, elektronik vb. için en popüler malzemedir. Bununla birlikte, bu çok yönlü malzeme birçok zararlı özelliğe sahiptir; örneğin, kronik hastalıklara neden olmak, parçalanamayan ve toksik olmak, su kaynaklarını kirletmek ve çok daha fazlası [The negative, 2022]. Plastiğin bir başka ciddi sonucu olan gelişmekte olan ülkelerde kötü yönetilen atıklar nedeniyle yılda 400.000-1.000.000 kişinin öldüğü bile tahmin edilmektedir [Gulland, 2019]. Bu gerçekler göz önüne alındığında, sorunlara yanıt vermek için hemiselüloz ve plastikleştiricilerle biyolojik olarak parçalanabilen ve toksik olmayan bir plastik beyin fırtınası yaptık ve geliştirdik. Hemiselülozu tercih etmemizin nedeni plastik olarak kullanılmaya uygun özellikleridir. Hemiselüloz, bitki hücre duvarlarında bulunan en bol bulunan ikinci biyopolimerdir. Selülozun aksine, hemiselüloz birkaç monomerden oluşur ve basit bir yapıya sahiptir. En önemlisi, hemiselüloz insanlar ve geviş getirenler tarafından sindirilebilir [Lakna, 2018]. Karpuz, buğday, arpa ve diğer karasal bitkiler gibi bitkiler% 20'den fazla hemiselülozdan oluşur [Hemicellulose, (n.d.)]. Ayrıca hemiselülozun plastisitesini artırmak için karışıma gliserol eklemeye karar verdik. Sonuç olarak, daha yüksek plastisiteye ek olarak artan film oluşturma ve mekanik özellikler elde edilmiştir. Geliştirdiğimiz plastik aynı zamanda BM'nin 2030 hedeflerinden olan `Hedef 3: İyi Sağlık ve Esenlik`, `Hedef 12: Sorumlu Tüketim ve Üretim`, `Hedef 13: İklim Eylemi`, `Hedef 14: Su Altında Yaşam` ve `Hedef 15: Karada Yaşam` ile de uyumludur.

**Anahtar Kelimeler:** Plastik, Hemiselüloz, Gliserol, Biyolojik olarak Parçalanabilir, Sürdürülebilirlik

# İçindekiler

<b>Özet</b>	<b>1</b>
<b>İçindekiler</b>	<b>2</b>
<b>Amaç</b>	<b>3</b>
<b>Giriş</b>	<b>3</b>
1. Sözlük	3
2. Plastik Nedir?	4
3. Plastiğin Kullanımı	5
4. Ne Kadar Plastik Tüketilir?	5
5. Plastiğin Özellikleri	6
6. Plastikten Kaynaklanan Çevre Sorunları	6
7. Plastiğin Canlılar Üzerindeki Etkileri	6
8. Hemiselüloz Nedir?	7
9. Hemiselülozun Özellikleri	8
10. Plastikleştirici Nedir?	9
11. Gliserol Nedir?	9
12. The Final Product	10
<b>Yöntem</b>	<b>10</b>
Nihai Ürünün Özellikleri	12
<b>Sonuç ve Tartışma</b>	<b>13</b>
<b>Öneriler</b>	<b>13</b>
<b>Referanslar</b>	<b>14</b>

# Amaç

*Bu projenin amaçları şunları içerir ancak bunlarla sınırlı değildir*

1. Plastikle ilgili ölümlerin sayısını azaltmak,
2. Plastikle ilişkili kronik hastalıkların engellenmesi,
3. Plastiğin okyanuslara dökülmesini engellemek,
  - a. Deniz yaşamını kurtarmak
  - b. Okyanusların ve diğer su kaynaklarının güvence altına alınması
4. Toksik olmayan bir plastik oluşturmak
5. Biyolojik olarak parçalanabilen bir plastik oluşturmak
6. Arazi bozulmasını durdurma
7. Daha iyi atık yönetimi sağlamak
8. Plastiği yenilebilir hale getirmek
  - a. Çocuklar için daha güvenli hale getirmek
9. Sorumlu üretim ve tüketimin sağlanması
10. İklim değişikliğine karşı mücadele
11. Geri dönüşümü artırmak
12. Çevreyi kurtarmak

# Giriş

## 1. Sözlük

**Mekanik Özellikler:** Malzemenin uygulanan yüklere tepkisini etkileyen özelliklerdir. Mekanik özellikler, bir malzemenin belirli bir uygulamada nasıl davranacağını belirlemek için kullanılır ve malzeme seçimi ve kaplama spesifikasyonu sürecinde yardımcı olur [Mechanical Properties, (n.d.)].

**Bariyer Özellikleri:** Ambalajın ışık, nem ve oksijen emilimine direnme kabiliyetidir. Bu özellikler, ambalajın yapımında kullanılan münferit filmlerin birikmesinden gelir [What do Barrier, 2020].

**Fiziksel Özellikler:** Numunenin kimyasal kimliğinde herhangi bir değişiklik olmadan gözlemlenebilen ve ölçülebilen özelliklerdir. Fiziksel bir özellik ölçümü, bir numunedeki maddenin düzenini değiştirebilir, ancak moleküllerinin yapısını değiştiremez [Physical Properties, (n.d.)].

**Gerilme Direnci:** Bir malzemenin bir çekme kuvvetine dayanma kabiliyeti ve malzemenin birçok telini aynı anda sabit bir uzatma ya da yük hızında kırabilen bir kuvvet

uygularken bir malzemenin kopma mukavemetini ifade etmektedir [Tensile Strength, 2020].

**Nem Geçirgenliđi:** Bir malzemenin içinden su buharının geçmesine izin verme yeteneğidir [Understanding vapor permeability, (n.d.)].

**Kopma Uzaması:** Bir malzemenin kopmadan önce ne kadar gerilebileceđini gösteren bir ölçümdür [Chambers, 2020].

## 2. Plastik Nedir?

Plastik, çok çeşitli ve büyüyen bir uygulama yelpazesinde kullanılan çok çeşitli sentetik veya yarı sentetik malzemeler için kullanılan genel terimdir [What is Plastic, (n.d.)]. Günümüzde plastik yapımında kullanılan başlıca unsurlar, tümü doğada bulunan selüloz, kömür, doğal gaz, tuz ve ham petroldür; bu nedenle plastiklerin çoğu organiktir [Karomah, 2022]. 6 Yaygın plastik türü vardır, bunlar [Hardin, 2021]:

1. Polietilen Tereftalat (PET ya da PETE)
  - a. Özellikler: Hafif, güçlü ve tipik olarak şeffaf.
  - b. Kullanım Alanı: En yaygın kullanılan türlerden biri. Gıda ambalajı ve kumaşlarda kullanılır.
2. Yüksek Yođunluklu Polietilen (HDPE)
  - a. Ayrıca üç türe ayrılır:
    - i. Yüksek Yođunluklu
    - ii. Düşük Yođunluklu
    - iii. Doğrusal Düşük Yođunluklu
  - b. Özellikler: Neme ve kimyasallara karşı güçlü ve dayanıklıdır.
  - c. Kullanım Alanı: En yaygın türü. Kartonlar, kaplar, borular ve diğer yapı malzemeleri için kullanılır.
3. Düşük Yođunluklu Polietilen
  - a. HDPE'nin daha yumuşak ve daha esnek bir versiyonu.
  - b. Kullanım Alanı: İçecek kartonlarının içinde ve korozyona dayanıklı çalışma yüzeylerinde.
4. Polivinil Klorür (PVC ya da Vinyl)
  - a. Özellikler: Sert, sert, kimyasallara ve hava koşullarına dayanıklı ve elektrik iletkeni olmayan.
  - b. Kullanım Alanı: Yapı malzemeleri, teller ve kablolar ve tıbbi uygulamalar.
  - c. Ancak tehlikeli toksinleri süzdüđu bilinen en tehlikeli plastiktir.
5. Polipropilen (PP)

- a. Özellikler: Diğerlerinden daha dayanıklı ve ısıya dayanıklı olanlardan biri.
  - b. Kullanım Alanı: Gıda ambalajı.
6. Polistiren (PS ya da Styrofoam)
- a. Özellikler: Ucuz, çok iyi yalıtır ve zararlı toksinleri süzer.
  - b. Kullanım Alanı: Gıda ambalajı ve yapımı.

### **3. Plastiğin Kullanımı**

Plastik çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Hemen hemen her sektörde kullanılmaktadır. Yine de en yaygın kullanım alanları gıda ambalajı, inşaat ve inşaat, tekstil, tüketim ürünleri, ulaşım, elektronik ve endüstriyel makinelerdir [Plastics Application, (n.d.)].

### **4. Ne Kadar Plastik Tüketilir?**

Plastik hızlı bir şekilde üretiliyor ve tüketiliyor, öyle ki 1950'lerde plastiğin piyasaya sürülmesinden bu yana 9,1 milyar metrik ton plastik üretildi ve her yıl insanlığın tüm ağırlığını eşitledi [Fact Sheet, 2022].

İnsanlar dakikada 1,2 milyon plastik şişe kullanıyor. Ancak plastiğin yarısından fazlası tek kullanımlık olarak üretildiği için bu plastik ürünlerin % 91'i geri dönüştürülmemektedir [How many plastic, (n.d.); Plastic Pollution Facts, (n.d.)].

## 5. Plastiğin Özellikleri

Plastiğin yaygın kullanımı, hem üreticilere hem de kullanıcılara sağladığı avantajlardan kaynaklanmaktadır. Örneğin, plastiğin ambalaj için kartonlardan veya diğer malzemelerden daha popüler olmasının nedeni, plastiğin düşük maliyetinde yatmaktadır. Düşük maliyete ek olarak, plastik ayrıca düşük bir ağırlığa sahiptir ve esnektir, bu da onları inşaat, tekstil ve elektronik için uygun hale getirir [The properties, 2018]. Plastiğin diğer özellikleri şunları içerir:

- Suda çözünmezlik,
- Düşük elektrik iletimi,
- Düşük ısı iletimi,
- Seri üretime uygundur,
- Şoka karşı direnç,
- İyi şeffaflık,
- Ve aşınmaya karşı direnç.

## 6. Plastikten Kaynaklanan Çevre Sorunları

Her yıl 400 milyon ton plastik atılıyor. Bununla birlikte, bu atıkların yalnızca% 9'u geri dönüştürülmekte ve bu da dünyanın artan talebini karşılamak için daha fazla kaynaktan yararlanma ihtiyacına neden olmaktadır [Wakefield, 2022]. % 9'un aksine, plastik atıkların % 22'si yanlış yönetiliyor ve % 50'si koku, duman, gürültü, böcek ve su kaynağı kirliliği gibi tehlikeler yaratan çöplüklere atılıyor [Vasarhelyi, 2021].

Plastiğin bir başka çevresel sonucu da okyanuslar üzerindedir. Şu anda, plastik okyanuslardaki en yaygın çöp. Okyanuslara yaklaşık 8 ila 14 milyon ton plastiğin atıldığı ve dakikada bir çöp kamyonu kapasitesinde plastiğin okyanuslara atıldığı tahmin ediliyor [Shocking Ocean Plastic, (n.d.)].

Okyanusun içinde, sert koşullar ve sürekli hareket, plastiğin mikroplastik adı verilen çapı 5 mm'den küçük parçacıklara ayrılmasına neden olur. Bu, plastiği okyanusa daha da uzağa ve daha derine dağıtır, burada daha fazla habitatı işgal eder ve geri alınması etkili bir şekilde imkansız hale gelir [Bryce & Hart, 2020].

## 7. Plastiğin Canlılar Üzerindeki Etkileri

Çevreye benzer şekilde plastiğin yaşam üzerindeki etkisi de öncelikle olumsuzdur. Plastik, üretkenliği artırmak ve hayatı daha konforlu hale getirmek için birçok uzun ve zor süreci kolaylaştırır da, bu avantajlar pahasına maliyetlendirdiği zararlı etkiler avantajların kendisinden ağır basmaktadır.

İnsanlığın bakış açısına göre insanlar her gün mikroplastik yiyor, içiyor ve nefes alıyor. Bu küçük plastik parçacıklar vücutlarına girdikten sonra sağlıklarına zarar verebilir. Ayrıca plastik ürünler kimyasal katkı maddeleri içerir. Bu kimyasalların bir kısmı hormona bağlı kanserler, kısırlık ve ADHD ve otizm gibi nörogelişimsel bozukluklar gibi ciddi sağlık sorunları ile ilişkilendirilmiştir [How plastics affects, (n.d.)]. Hatta Plastik kirliliği nedeniyle her yıl 400.000 ila 1.000.000 kişinin öldüğüne inanılıyor[Plastics, 2019].

Hayvanlar dünyası açısından bakıldığında, hayvanlar insanlığın yönlendirdiği plastik çılgınlığın masum acılarıdır. Kuşlardan su altı hayvanlarına kadar her biri plastikten etkilenir. Her yıl 1 milyondan fazla deniz kuşu ve 100.000 deniz memelisi okyanus plastiği tarafından öldürülürken, 700 deniz memelisi türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Deniz kuşlarının % 90'ından fazlasının midesinde plastik var [Shocking Ocean Plastic, (n.d.)].

Plastik kullanımı beklendiği gibi büyümeye devam ederse, plastiğin neden olduğu zararlı etkiler nedeniyle birçok deniz ve kara hayvanının neslinin tükenmesi muhtemeldir.

## 8. Hemiselüloz Nedir?

Hemiselülozlar, bitki hücre duvarlarında beta (1 -> 4) bağlantılı omurgaları ekvator konfigürasyonuna sahip polisakkaritlerdir. Hemiselülozların ayrıntılı yapısı ve bollukları, farklı türler ve hücre tipleri arasında büyük farklılıklar gösterir. Yine de hemiselüloz, selülozdan sonra bitki biyokütlesinde en bol bulunan ikinci biyopolimerdir. Hemiselülozların en önemli biyolojik rolü, hücre duvarının güçlendirilmesine katkılarıdır. Hemiselülozlar, Golgi zarlarında bulunan glikosiltransferazlar tarafından sentezlenir [Scheller & Ulvskov, 2010]. Selüloz ve hemiselüloz arasındaki temel fark, şeker zincirlerinin uzunluğudur. Selüloz 7.000-15.000 şeker birimi içerirken, hemiselüloz sadece 500-3.000 şeker birimi içerir [Lakna, 2018]. Hemiselüloz, içerdiği şeker yapısına göre 4 ana gruba ayrılır:

### 1. Ksilan

- a. Bitkilerde, dikotların ikincil hücre duvarlarında ve otların tüm hücre duvarlarında bulunur [Mellerowicz & Gorshkova, 2011].
- b. Ksilan polimerinin kağıt, ilaç, kozmetik, biyoyakıt ve gıda endüstrilerinde uygulanmasına ilgi vardır [Silva, (n.d.)].

### 2. Mannan

- a. Mannanlar, ahşapta önemli bir yapısal polisakkarit ve fildişi fındık ve kahve çekirdekleri gibi bitki tohumlarında bir depolama polisakkariti olarak bulunur [Ojima, 2013].

- b. Mannanlar, yenilebilir filmler, jel oluşumu, sertleştiriciler, viskozite değiştiriciler, stabilizatörler, doku iyileştiriciler, su emiciler, süt ürünlerinde ve unlu mamullerde prebiyotikler, baharatlar, diyet yiyecekleri, kahve beyazlatıcılar vb. gibi çeşitli uygulamalara sahiptir [Singh, 2018].
3. Xyloglucan
  - a. Xyloglucan, çoğu bitki dokusunun birincil hücre duvarlarında bulunur ve hücre duvarının yapısal organizasyonu ve büyüme ve gelişimin düzenlenmesi için önemlidir [Zabotina, 2012].
  - b. Xyloglucan, gıda ve kozmetikler için yaygın bir katkı maddesi olarak yaygın olarak kullanılır, burada koyulaştırıcı ve dengeleyici bir madde görevi görür [Piqué, 2012].
4. Karışık Bağlantılı Glukan (MLG)
  - a. MLG, depo karbonhidrat olarak kabul edildiği endosperm hücre duvarlarında oldukça bol miktarda bulunur [Vega-Sánchez, 2013].
  - b. MLG'ler çözünür bir lif kaynağıdır ve araştırmalar, yüksek kolesterolü düşürebileceklerini ve egzama, yatak yaraları, yaralar ve radyasyon tedavisi yanıkları gibi cilt koşullarını iyileştirebileceklerini göstermektedir [Whitmer, 2022].

## 9. Hemiselülozun Özellikleri

Hemiselüloz, yaygın olarak kullanılan plastiğe benzerliği nedeniyle plastik olarak kullanılması için her türlü gereksinimi sağlar. Bu özellikler, Hemi Change'in zararlı maddeler ve toksinler kullanmadan sürdürülebilir plastik yaratmasının yolunu açtı. Bu özellikler şunları içerir

1. Esneklik,
2. Suda çözünmezlik,
3. Düşük ağırlık,
4. Düşük maliyetli,
5. Düşük elektrik iletimi,
6. Düşük ısı iletimi,
7. Seri üretime uygun,
8. Ve aşınmaya karşı direnç [Farhat, 2016; Li, 2018].

Ek olarak hemiselülozun da kendine özgü avantajları vardır. Yaygın olarak kullanılan plastiğin devasa bir plastik olmasının temel nedeni, toksik olması ve dolayısıyla doğada bozulmaması gerçeğine dayanır, ancak bozulursa içerdiği toksinlerle çevreyi kirletir. Hemiselüloz bu sorunlara kolayca yanıt verir. İlk olarak, hemiselüloz toksik değildir ve



yaygın olarak kullanılan plastik nedenlerin çoğunu ortadan kaldırır [Jagels, 1985]. İkincisi, yaygın olarak kullanılan plastikten farklı olarak biyolojik olarak parçalanabilir ve hemiselülozun doğada bozunması yıllar almaz, sadece günler veya haftalar sürer [Riedel, 2016]. Üçüncüsü, hemiselüloz bir süre sonra oksijen ile reaksiyona girmez. Reaksiyon, plastiğin kimyasal durumunun değişmesine neden olduğundan, bu aslında yaygın olarak kullanılan plastiğin ciddi bir problemidir. Plastik ambalajlı yiyecekler için, salınan toksinler insan vücuduna girebileceğinden bu ciddi bir sorundur. Son olarak, hemiselüloz insan vücudunda sindirilebilir, bu da özellikle küçük çocuklar için plastik kullanımını çok daha güvenli hale getirir [Holloway, 1980].

Yine de, kendi başına, hemiselüloz, mükemmel plastik olmak için belirli film oluşturucu ve mekanik özelliklerden yoksundur. Bu geri yıkama etkisiyle mücadele etmek için bir plastikleştirici eklenmesi gerekir.

## 10. Plastikleştirici Nedir?

Plastikleştiriciler, kristalin polimer zincirleri arasındaki aralığı artırarak onları daha esnek ve dolayısıyla daha sert hale getiren düşük moleküler ağırlıklı polimerlerdir [Mouritz, 2012]. İki tür plastikleştirici vardır [Sastri, 2010]:

1. Birincil veya dahili plastikleştirici
  - a. Plastiğin uzamasını ve yumuşaklığını artırır.
2. İkincil veya harici plastikleştirici
  - a. Birincil plastikleştiricinin plastikleştirici etkisini ve uyumluluğunu artırır.

En yaygın plastikleştirici kimyaları arasında sitratlar, benzoatlar, orto-ftalatlar, tereftalatlar, adipatlar, azelatlar, sebasatlar ve trimellititler bulunur [Daniels, (n.d.)]. 'Plastikleştirici verimliliği' terimi, belirli bir ürünün özelliklerinin arzu edilen bir modifikasyonunu, bu etkiyi elde etmek için gereken plastikleştirici miktarıyla ilişkilendirmek için kullanılır [Immergut, 1965].

Gliserol, hemiselüloz için en iyi plastikleştirici gösterdiğinden dolayı üretimde kullanılacak.

## 11. Gliserol Nedir?

Gliserol, tatlı tadı olan renksiz, kokusuz ve viskoz bir sıvıdır. Ayrıca Gıda ve İlaç Dairesi tarafından tüketim için güvenli ilan edilmiştir [Sollid, 2020]. Gliserol, biyolojik sistemlerde karbonhidrat ve lipit metabolizmasında bir ara ürün olarak görülür, çünkü fazla karbonhidratlar uzun zincirli yağ asitlerine dönüştürülebilir ve üç hidroksil grubu ile esterleştirilebilir. Ayrıca histamin yoluyla vücuttaki bağıışıklık reaksiyonlarını da etkileyebilir. Kanda gliserol, suyu tercihen dokulardan plazma ve lenf içine çekerek kan basıncını artırabilir [BD Editors, 2017].

Gliserol, bir dizi endüstriyel uygulamada, ilaç endüstrisinde, kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinde, reçine, deterjan, plastik ve tütün üretiminde ve gıdada nemlendirici olarak

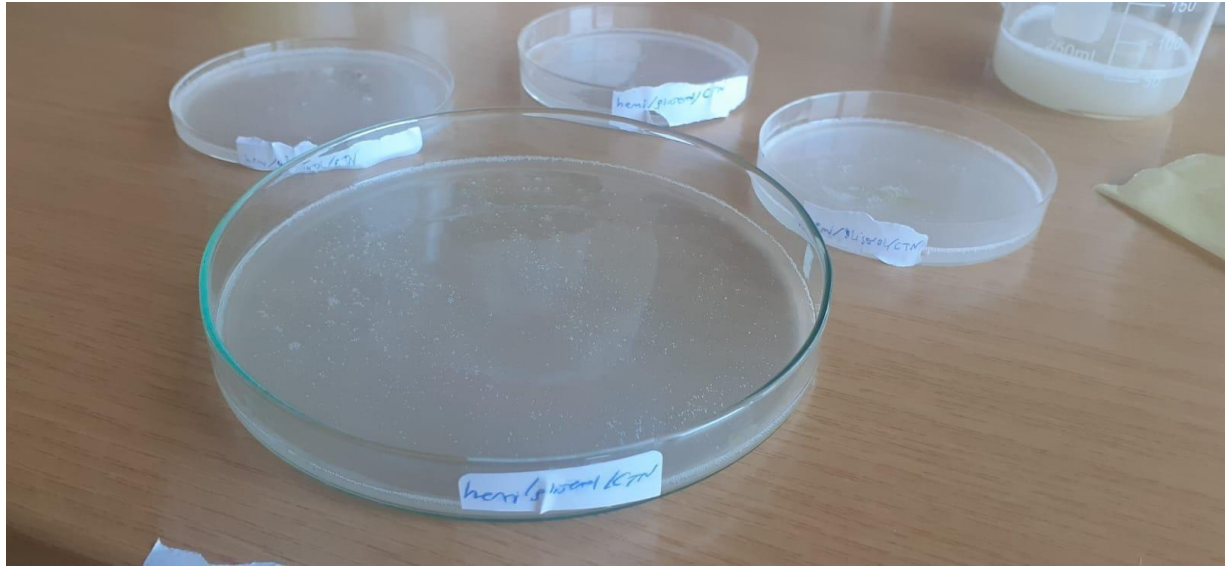
kullanılır. Ticari açıdan önemli bir kimyasal olarak kullanımı, dinamit üretiminde uygulanmasıyla başlamıştır [BD Editors, 2017].

## 12. The Final Product

Dikkatli araştırma ve testlerden sonra plastik üretiminde kullanılacak maddeler hemiselüloz ve gliserol olduğu ortaya çıktı. Kullanılacak tam miktar, her iki maddeyi ayrı ayrı karıştırdıktan sonra tek bir karışım halinde % 2 hemiselüloz (100 ml saf suya 2 gr) ve % 1 gliserol olmak üzere (100 ml saf suya 1 gr) karıştırılacak.

Hemiselüloz ve gliserolün sağladığı avantajlar, kitosan, selüloz, lignin ve ksilitol gibi diğer maddeler arasından öne çıkmalarını sağlar.

Kullanılacak en iyi ikinci alternatif hemiselüloz, gliserol ve kitosandı. 100 ml saf suya % 2 (2 gr) kitosan ilavesi denenmiş, ancak hemiselüloz ile yeterince karıştırılmaması nedeniyle başarısız olmuştur. Kitosanın hemiselüloz ile karışması için fazladan bir süre gereklidir ve bu sebepten dolayı daha fazla elektrik tüketirken plastik üretiminin verimliliği de azalmıştır.



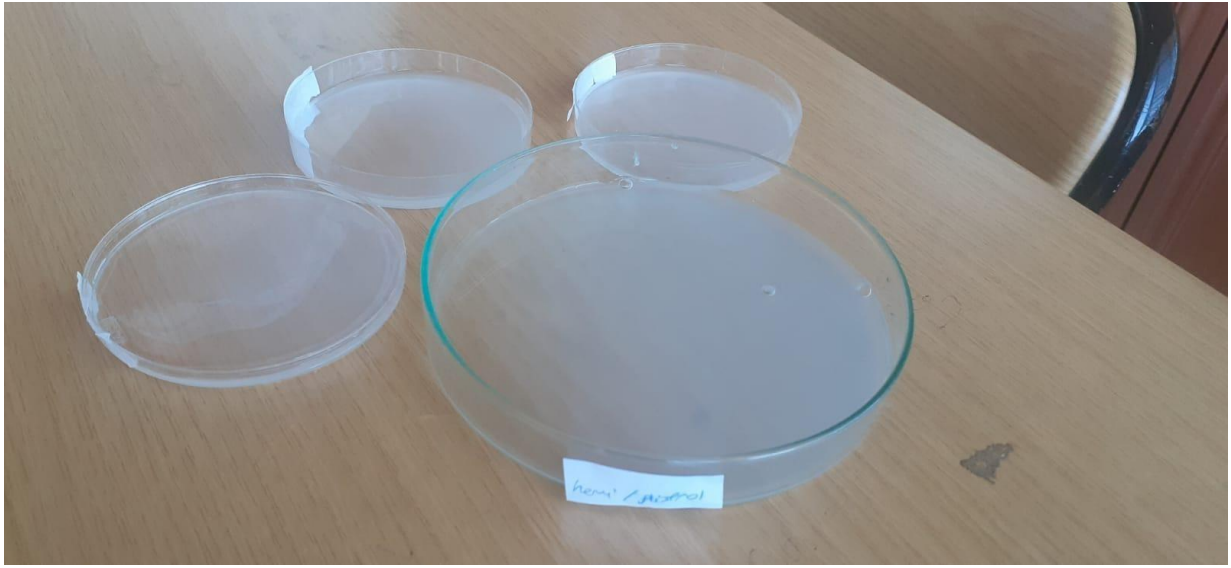
*Karakterizasyondan önce hemiselüloz-gliseroz karışımı*

## Yöntem

Bu proje için polimer bilimi, biyoloji ve biyokimya gibi çeşitli alanlardan profesörlerle çalıştık. Projemi başkalarına daha iyi özetlemek için 3 farklı dilde kitapçıklar yazdık ve iklim değişikliği ve plastik kirliliği üzerine bir web sitesi yayınladık. Ayrıca birlikte çalıştığımız profesörlerle konferanslar düzenledik. Daha sonra her şey hazır olduktan sonra fikrimi somutlaştırmak ve onu umut için gerçeğe dönüştürmek için bir prototip ürettik. Bu arada iklim değişikliği ve plastik kirliliği üzerine akademik yazılar yazdık ve yerel topluluğumuzda insanlara ulaşmak için atölye çalışmaları düzenledik. Tüm bunları yaparken tek amacımız gelecek nesiller için daha iyi bir dünyayı geride bırakmaktır.

## Bulgular

Hemiselüloz karışımına bir plastikleştirici eklenmesi için çeşitli maddeler denenmiştir. Bunlar arasında gliserol en iyi plastikleştirici etkiyi gösterdi. Ksilitol ve sorbitol gibi diğer ön koşucuların aksine, gliserolün nispeten küçük boyutu, hemiselüloz matrisine yerleştirilmesini ve sabitlenmesini kolaylaştırır. Diğer plastikleştiriciler, özellikle ksilitol ve sorbitol, gliserol gibi beklenen sonuçları veremedi. Ayrıca gliserol ilavesi, polimer zincirleri arasındaki hidrojen bağlarını kırarak daha iyi film oluşturma kabiliyeti ve film esnekliği elde edilmesine yardımcı olur, böylece serbest hacim ve zincir akışkanlığı artar.



*Karakterizasyondan önce hemiselüloz-gliserol karışımı*

Bariyer özelliklerini iyileştirdiği bir plastikleştirici ilavesi bildirildi. Profesörler, sorbitolün O-asetil galaktomannan üzerinde plastikleştirilmesini incelediklerinde, sert bir polimer zincir ağının oluşumunun zincirler arasında daha düşük bir serbest hacme yol açtığını ve böylece ıslak koşullar altında bariyer performansını iyileştirdiğini buldular. Ayrıca, polietilen vinil alkol ve poliviniliden klorür gibi geleneksel petrol bazlı malzemelerle aynı seviyede olan  $2.0 \text{ cm}^3 \cdot \mu\text{m} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1}$  oksijen geçirgenliğinin azaltılabileceğini buldular [Hartman, 2006].

Hemiselüloz bazlı filmin üretimi için belirli adımların izlenmesi gerekmektedir. Bu üretim süreci, yaygın olarak kullanılan plastiğin üretim sürecine oldukça benzer. Yine de, hemiselüloz bazlı plastiğin üretim süreci nispeten daha kolaydır ve yaygın olarak kullanılan plastikten daha az adım gerektirir.

## Hemi Change Plastic Manufacturing Process



## **Nihai Ürünün Özellikleri**

Plastik olarak kullanılacak hemiselüloz ve gliserol karışımının ciddi sonuçları şunları içerir:

### 1. Olumlu Sonuçlar

- i. Gliserolün küçük boyutu sayesinde hemiselüloz matrisinin içine sabitlenebilir. Sonuç olarak, nem geçirgenliğinde bir azalma meydana gelmektedir. Plastik uygulamalar için nem geçirgenliğinin düşük olması gerektiği unutulmamalıdır.
- ii. Plastikleştirici konsantrasyonundaki artış, kompozitin kopmasındaki uzamada bir artışa neden olur.
- iii. Hemiselüloz filmin harmanlama yoluyla fiziksel modifikasyonu, mekanik özelliklerin ambalaj malzemesi olarak kullanım için gereken bir seviyeye yükseltilmesinde etkilidir.
- iv. Hemiselüloz / gliserol matrisinin doğada ayrışması için gereken süre sadece haftalardır. Bu maddelerin doğal özellikleri, kısa sürede kendi başlarına ayrışmalarına izin verir.
- v. Hem hemiselüloz hem de gliserol toksik değildir. Bu özellik, kronik hastalık ve hatta ölüm riski olmadan uzun vadede kullanımını son derece güvenli hale getirir.
- vi. Yaygın olarak kullanılan plastik, bir süre sonra oksijenle reaksiyona girer. Bu reaksiyon sadece görsel değişikliklere neden olmakla kalmaz, aynı zamanda mekanik ve fiziksel özellikleri de değiştirir. Hemiselüloz bazlı plastik oksijenle reaksiyona girmez, böylece uzun süreli kullanımı güvende tutar [Additives for polyolefines, (n.d.)].
- vii. Hem hemiselüloz hem de gliserol sindirilebilir maddelerdir ve bu özellik harmanlandıktan sonra değişmez. Bu maddelerin yenilebilirliği, özellikle ellerinden gelen her şeyi tıtmaya çalışan çocuklar için kullanılmasını daha güvenli hale getirir.

### 2. Olumsuz Sonuçlar

- i. Plastikleştirici konsantrasyonundaki artış çekme mukavemetinin düşmesine neden oldu [Zhao, 2020].
- ii. Hemiselüloz bazlı filmin mekanik ve fiziksel özelliklerinde belirli bir gelişme olmasına rağmen, fiziksel özellikler hala yaygın olarak kullanılan plastiğin biraz gerisinde kalmaktadır.

## **Sonuç ve Tartışma**

Rapor boyunca, özellikle 'Amaç' ve ' Giriş'in 6. ve 7. bölümleri' bölümlerinde plastik kullanımının çevre ve insanlık için iyi olmamasının nedenleri konuşuldu. Plastik kullanımının tüm olumsuz sonuçlarından bunların değiştirilmesi gerekiyor. Bu nedenle

çeşitli sorunlara cevap verecek hemiselüloz / gliserol bazlı bir film önerdik. Plastiklerin neden olduğu problemler hemiselüloz / gliserol bazlı filmin avantajları ile karşılaştırıldığında, ürünümüzün sorunların büyük çoğunluğunu çözdüğü sonucuna varılabilir. Sorunları çözerken, ürünümüz yaygın olarak kullanılan plastikle aynı özellikleri de sağlar, böylece yerine geçebilir.

'Özet' ebölümünde bahsedildiği gib geliştirdiğimiz plastik aynı zamanda BM'nin 2030 hedeflerinden olan 'Hedef 3: İyi Sağlık ve Esenlik', 'Hedef 12: Sorumlu Tüketim ve Üretim', 'Hedef 13: İklim Eylemi', 'Hedef 14: Su Altında Yaşam' ve 'Hedef 15: Karada Yaşam' ile de uyumludur. Özellikle dünyanın en ciddi sorunlarından kabul edilebilir ve sorumlu olmak için bu hedeflerle uyumlu olmaya çalıştık. Son olarak, sürdürülebilirliği sağlamak için hedeflerimize ulaştığımız sonucuna varılabilir. Ürünümüz insanlık için hala umut olduğunu kanıtladı, ancak yalnızca onu bulmamız gerekiyor.

## Öneriler

Bu projenin asıl amacı, daha iyi bir dünyayı geride bırakmaktır. Rapor boyunca birçok kez belirtildiği gibi, plastik ürünlerin geride bıraktığı etkiler çevre ve insanlık için yıkıcıdır. Hemi Change, sadece olup bitenleri izlemek değil, insanlığın geleceği için bir yol açmak istedik. Benzer bir zihniyeti paylaşan diğer insanlar için arama yapmanızı öneririz. Uzun vadeli çabaları cevapsız kalsa bile böyle bir projenin yolu okumaktan geçer. Projemizi bu şekilde geliştirdik. Vermek istediğimiz bir diğer öneri ise çevre dostu olmak. Araştırmacıların plastiği alternatif bir ürünle değiştirmeye çalışmasının nedeni, plastiğin neden olduğu olumsuz etkilerdir; Bu nedenle, o alternatif olun. Hemi Change'in vereceği son öneri, toplumunuzu önemsemektir. Hemi Change'in plastik üretiminde hemiselüloz ve gliserol kullanmasının en önemli nedenlerinden biri, her iki maddenin de Hemi Change'in memleketi Diyarbakır'da yaygın olmasıdır. Hemi Change'i için her projenin daha büyük bir aşamada başarılı olabilmesi için önce kendi toplumunu düşünmesi gerekir.

## Referanslar

1. Acarília Eduardo da Silva. (n.d.). Xylan, a Promising Hemicellulose for Pharmaceutical Use. IntechOpen.  
[https://cdn.intechopen.com/pdfs/31734/InTech-Xylan\\_a\\_promising\\_hemicellulose\\_for\\_pharmaceutical\\_use.pdf](https://cdn.intechopen.com/pdfs/31734/InTech-Xylan_a_promising_hemicellulose_for_pharmaceutical_use.pdf)
2. Additives for polyolefines: chemistry involved and innovative effects. (n.d.). Technical Association of the Pulp & Paper Industry Inc.  
<https://www.tappi.org/content/events/07europplace/papers/07europ111.pdf>
3. Adrian P. Mouritz. (2012). 13 - Polymers for aerospace structures. ScienceDirect.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781855739468500133>
4. Anne Gulland. (2019, May 14). Plastics killing up to a million people a year, warns sir David Attenborough. The Telegraph.  
<https://www.telegraph.co.uk/global-health/climate-and-people/plastics-killing-million-people-year-warns-sir-david-attenborough/>

5. Akhlaqul Karomah. (2022, March 10). What raw materials are used to make plastic? AZoM.com. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=21427>
6. BD Editors. (2017, June 23). Glycerol. Biology Dictionary. <https://biologydictionary.net/glycerol/>
7. Edmund H. Immergut, & Herman F. Mark. (1965). Principles of Plasticization. ACS Publications. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ba-1965-0048.ch001>
8. Emma Bryce, & Mary Flora Hart. (2020, June 30). How does plastic pollution affect the ocean? China Dialogue Ocean. <https://chinadialogueocean.net/en/pollution/14200-how-does-plastic-pollution-affect-the-ocean/>
9. Ewa J. Mellerowicz, & Tatyana A. Gorshkova. (2011, November 16). Tensional stress generation in gelatinous fibres: A review and possible mechanism based on cell-wall structure and composition. OUP Academic. <https://academic.oup.com/jxb/article/63/2/551/508966>
10. Fact sheet: Single use plastics. (2022, March 29). Earth Day. <https://www.earthday.org/fact-sheet-single-use-plastics/>
11. Faith Wakefield. (2022, June 22). Top 25 recycling facts and statistics for 2022. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/06/recycling-global-statistics-facts-plastic-paper/>
12. Hemicellulose. (n.d.). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/hemicellulose>
13. Henrik Vibe Scheller, & Peter Ulvskov. 2010. Hemicelluloses. PubMed.gov. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20192742/>
14. How many plastic water bottles are used a minute? (n.d.). basq by LARQ. <https://basq.livelarq.com/sustainability/how-many-plastic-water-bottles-are-used-a-minute/>
15. How plastic affects & threatens human health. (n.d.). Plastic Health Coalition. <https://www.plastichealthcoalition.org/>
16. Jonas Hartman, Ann-Christine Albertsson, Margaretha Söderqvist Lindblad, & John Sjöberg. (2006, February 27). Oxygen barrier materials from renewable sources:

- Material properties of softwood hemicellulose-based films. Wiley Online Library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.22958>
17. Katharina Riedel, Dörte Becher, Daniela Zühlke, & Rubén López-Mondéjar. (2016, April). Cellulose and hemicellulose decomposition by forest soil bacteria proceeds by the action of structurally variable enzymatic systems. ResearchGate. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/cellulose-decomposition>
  18. Kayla Vasarhelyi. (2021, April 15). The hidden damage of landfills. Environmental Center. <https://www.colorado.edu/ecenter/2021/04/15/hidden-damage-landfills>
  19. Kris Sollid. (2020, April 28). What Is Glycerin? Food Insight. <https://foodinsight.org/what-is-glycerin/>
  20. Lakna. (2018, January 15). Difference between cellulose and hemicellulose. Pediaa.Com. <https://pediaa.com/difference-between-cellulose-and-hemicellulose/>
  21. Mechanical Properties. (n.d.). Corrosionpedia. <https://www.corrosionpedia.com/definition/2236/mechanical-properties>
  22. Miguel E. Vega-Sánchez, Yves Verherbruggen, Henrik V. Scheller, & Pamela C. Ronald. (2013, January 8). Abundance of mixed linkage glucan in mature tissues and secondary cell walls of grasses. PubMed Central (PMC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3657012/>
  23. Michelle Whitmer. (2022, March 17). Beta Glucans: Potential cancer benefits & side effects. Mesothelioma Center - Vital Services for Cancer Patients & Families. <https://www.asbestos.com/treatment/alternative/dietary-supplements/beta-glucan/>
  24. Núria Piqué, María del Carmen Gómez-Guillén, & María Pilar Montero. (2018, February 27). Xyloglucan, a plant polymer with barrier protective properties over the mucous membranes: An overview. PubMed Central (PMC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5877534/>
  25. Olga A. Zabolina. (2012, June 25). Xyloglucan and its biosynthesis. PubMed Central (PMC). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3382260/>
  26. Paul Daniels. (n.d.). Plasticizers: Types, uses, classification, selection & regulation. Polymer Additives Database | Online Plastic Raw Materials Search. <https://polymer-additives.specialchem.com/selection-guide/plasticizers>
  27. Plastic Pollution Facts. (n.d.). Plastic Oceans International. <https://plasticoceans.org/the-facts/>
  28. Plastics applications. (n.d.). British Plastics Federation. <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/applications/Default.aspx>
  29. Plastics, mismanaged waste kill up to 1M people annually, report, sir David Attenborough warn. (2019, May 14). KFF. <https://www.kff.org/news-summary/plastics-mismanaged-waste-kill-up-to-1m-people-annually-report-sir-david-attenborough-warn/>
  30. R Jagels. (1985). Health hazards of natural and introduced chemical components of boatbuilding woods. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3901739/>
  31. Saumya Singh, Shailendra Kumar Arya, & Gursharan Singh. (2018). Mannans: An overview of properties and application in food products. International Journal

of Biological Macromolecules. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.07.130>



32. Shocking Ocean Plastic Statistics: The Threat to Marine life, The Ocean & Humanity. (n.d.). Condor Ferries.  
<https://www.condorferries.co.uk/plastic-in-the-ocean-statistics>
33. Sue Chambers. (2020, June 9). Elongation: What is it and why does it matter? Strouse | Flexible Material & Tape Converter I 3M Converter.  
<https://www.strouse.com/blog/what-is-elongation>
34. Takao Ojima. (2013). Polysaccharide-degrading enzymes from herbivorous marine invertebrates. Woodhead Publishing.  
<https://doi.org/10.1533/9781908818355.3.333>
35. Tensile Strength. (2020, September 2). Corrosionpedia.  
<https://www.corrosionpedia.com/definition/1072/tensile-strength>
36. The negative effects of plastic on the environment. (2022, July 25).  
<https://www.vanellagroupmn.com/the-negative-effects-of-plastic-on-the-environment>
37. The properties of plastic: What makes them unique? | Osborne. (2018, March 19). Osborne Industries.  
<https://www.osborneindustries.com/news/plastic-properties/>
38. Tian Li. (2018). Anisotropic, lightweight, strong, and super thermally insulating nanowood with naturally aligned nanocellulose. Science | AAAS.  
<https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.aar3724>
39. Tod Hardin. (2021, February 23). Plastic: It's not all the same. Plastic Oceans International. <https://plasticoceans.org/7-types-of-plastic/>
40. Understanding vapor permeability: Your questions answered. (2018, August 13). Barricade Building Products.  
<https://barricadebp.com/news/understanding-vapor-permeability-your-questions-answered>
41. Vinny R.Sastri. (2010). Chapter 5 - Polymer Additives Used to Enhance Material Properties for Medical Device Applications. ScienceDirect.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780815520276100054>
42. W D Holloway, E Bell, & C Tasman-Jones. (1980). The hemicellulose component of dietary fiber. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7355800/>
43. What is Plastic? (n.d.). PAGEV. <https://pagev.org/what-is-plastic>
44. Wissam Farhat, Richard Venditti, Martin Hubbe, & Mohamed Taha. (2016, December). A Review of Water-Resistant Hemicellulose-Based Materials: Processing and Applications. ResearchGate | Find and share research.  
[https://www.researchgate.net/publication/311949702\\_A\\_Review\\_of\\_Water-Resistant\\_Hemicellulose-Based\\_Materials\\_Processing\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/311949702_A_Review_of_Water-Resistant_Hemicellulose-Based_Materials_Processing_and_Applications)
45. Yuelong Zhao, Hui Sun, Biao Yang, & Yunxuan Weng. (2020, August 7). Hemicellulose-based film: Potential green films for food packaging. MDPI. <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/8/1775/htm>