

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİLER YARIŞMASI
PROJE ÖN DEĞERLENDİRME FORMU

PROJE KATEGORİSİ: Sağlık ve İlk Yardım

PROJE ADI: Doğal Atık Materyallerin Kirli Sulardan Boyar Madde Gideriminde ve Gıdaları Saklamak İçin Hidrojel Film Üretiminde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

TAKIM ADI: Dyestuff

TAKIM ID: T3-14472-150

TAKIM SEVİYESİ: Ortaokul

TAKIM ÜYELERİ: Denizhan Kırgöz, Ömer Efe Mucık

DANIŞMAN ADI: Turgut Kıvanç

İçindekiler

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

1. Proje Özeti

Çalışmanın amacı, doğal atık materyallerin kirli sulardan boyar maddelerin temizlenmesinde kullanılabilirliklerinin incelenmesi ve bu atık materyalleri kullanılarak gıdaları saklamak amacıyla kullanılacak hidrojel film üretilmesidir. Çalışmadaki atık materyaller; limon kabuğu, yonca sapı, çınar yaprağı ve deniz kabuğudur. Bunların kirli sulardaki boyar maddeleri gidermek için biyosorpsiyonda kullanımına ilişkin deneylerde, atık materyaller kurutulup 1-2mm boyutuna kadar parçalandıktan sonra, eşit kütlede tartılmıştır. Dört behere eşit derişimde metilen mavisi içeren eşit hacimdeki çözeltiler konulmuştur. Her bir atık materyalden alınan eşit kütlelerdeki örnekler, ayrı bir beherin içine eklenmiştir. Aynı sürede, aynı sıcaklık ve karıştırma hızında bu örnekler, boyar madde içeren kirli sulara maruz bırakılarak biyosorpsiyon gerçekleştirilmiştir. İşlemin sonunda, UV-spektrofotometre kullanılarak absorbans ölçümü yapılmış ve çözeltilerden boyar madde giderimine ilişkin hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Atık materyallerle gıdaları saklamada kullanılacak hidrojel film üretilmesi kısmında, öncelikle atık materyallerin her biriyle aynı koşullarda ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Sıvı ekstrakt, sodyum aljinat, gliserin, kalsiyum klorür kullanılarak filmler üretilmiştir. Filmler mikroskopta incelenmiş, kumpasla kalınlıkları ölçülmüş, su buharı geçirgenlikleri, suda çözünürlükleri ve su tutma kapasiteleri deneysel olarak incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları, kirli sulardan boyar madde gideriminde en uygun materyalin, çınar ağacı yaprağı olduğunu göstermiştir. Üretilen hidrojel filme atık materyal eklenmesinin filmin daha gözenekli olmasını sağladığı, üretilen filmlerin kalınlıklarının 210-223µm arasında olduğu ortaya çıkmıştır. Filmlere eklenen atık materyallerin su buharı geçirgenliğini azaltması ve suda çözünürlüğü artırması nedeniyle iyi birer gıda saklama materyali oldukları görülmüştür. Su tutma kapasitesi açısından, yonca sapının kontrole göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan atık materyallerin tekstil sektörünün yoğun olduğu bölgelerde kirli sulardan boyar madde gideriminde ve üretilen filmlerin gıda saklama materyali olarak kullanılması önerilebilir.

2. Sorun

Yeryüzü ve yeraltı suları ile ilgili önemli sorunlardan biri, söz konusu suların, boyar maddelerce kirletilmesidir. Yılda 700.000 ton üretilen boyar maddelerin %10-15'inin sulara

birakıldığı düşünülürse, boyar maddeler su kirliliğinin önemli nedenlerinden birini oluşturmaktadır (Kertmen, 2006). Özellikle tekstil boyar maddeleri ile kirlenen atık suların yeterince arıtılmadan doğaya bırakılmaları ve söz konusu suların tarımsal anlamda sulama amacıyla bilinçsiz bir şekilde kullanılması, bu arazilerde yetişen tarım ürünleriyle beslenen insanlarda çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Benzer şekilde içme sularına da karışan boyar maddeler bu suları da kirletmektedir. Kirlenen suları kullanan insanlarda alerji, deri tahrişi, mutasyon ve kanser gibi rahatsızlıklar ortaya çıkabildiğinden, boyar maddeleri bulduran suların temizlenmesi, hem insan sağlığı hem de çevreyi korumak için oldukça önemlidir (İmecik, 2012).

İnsan sağlığı ve çevre açısından ciddi bir sorun da plastiklerdir. Gıdaları saklamak amacıyla kullanılan materyaller genellikle plastikten üretilmektedir. Plastik materyaller üretilirken yıllık yaklaşık 150 milyon ton petrol kullanılması ve 500 milyon ton civarı toksik madde ortaya çıkması, plastik materyallerin insan sağlığı ve çevre için ne derece tehlikeli boyutları olduğunu anlamamıza yardımcı olabilir (Özdemir ve Erkemen, 2013). Plastiklerin üretim aşamasında doğaya verdikleri zararın yanında, doğada çok uzun sürede yok olmaları ve petrolün tükenen bir kaynak olması da ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Bahçegül, 2011). Durum böyle olunca da doğaya zarar vermeyecek ve saklama materyallerinin üretiminde sentetik plastiklere alternatif olabilecek doğal ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır.

3. Çözüm

Çalışmada ele alınan problemlerden biri tekstil boyar maddelerinin yeryüzü ve yeraltı sularına karışması dolayısıyla çevre ve insan sağlığı açısından ciddi bir problem oluşturmaktadır. Tekstil boyar maddeleriyle kirlenen suları temizlemek amacıyla limon kabuğu, yonca sapı, çınar ağacı yaprağı ve deniz kabuğu bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan problemlerden bir diğeri ise, gıdaları saklamada kullanılan petrol türevli plastiklerin doğada uzun sürede yok olmaları ve dolayısıyla toksik madde birikimine dolayısıyla insan sağlığı ve çevre açısından sorun oluşturmaktadır. Bu problemi çözmek için de gıdaları saklamak amacıyla kullanılabilir hidrojel film üretilmiştir. Bu hidrojel filmlerin üretilmesinde limon kabuğu, yonca sapı, çınar ağacı yaprağı ve deniz kabuğu kullanılmıştır. Böylece doğada var olan bu organik atıkların da değerlendirilmesi sağlanmıştır.

4. Yöntem

Çalışmada deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmada atık materyal olarak limon kabuğu, yonca sapı, çınar ağacı yaprağı ve deniz kabuğu kullanılmıştır. Metilen mavisi, kalsiyum klorür, sodyum aljinat ve gliserin çalışmada kullanılan kimyasallardır. Analitik terazi, ısıtıcı manyetik karıştırıcı, etüv, mikro pipet, UV-vis spektrofotometre, ultrasonik su banyosu, mikroskop ve kumpas çalışmada kullanılan cihazlardır.

Öncelikle çalışmamızda kullanılacak atık materyaller seçilmiştir. Bu materyallerin belirlenmesinde çevremizde bolca bulunmasına özen gösterilmiştir. Limon kabuğu, özellikle kış aylarında çok miktarda tüketilen bir meyvenin kabuğu olması dolayısıyla tercih edilmiştir. Yonca sapı, tarım arazilerinde kendiliğinden çıkan ve bölgemizde çok bulunan bir materyal olması dolayısıyla kullanılmıştır. Çınar ağacı yaprağı, sonbahar aylarında dökülen yapraklar arasında özellikle çevremizde rahatlıkla rastlayabileceğimiz bir bitki olduğu için kullanılmıştır. Deniz kabuğu da ilimizin deniz kenarı ilçelerinde deniz kenarında çok bulunan bir materyaldir. Atık materyaller etüvde tamamen kurutulduktan sonra, 1-2mm boyuta kadar

küçültülmüş ve her bir örnekten 0.1 g analitik terazi ile ölçülmüştür.

Atık materyallerin biyosorpsiyon işleminde kullanımına ilişkin deneyler için metilen mavisinin kalibrasyon grafiği çizildikten sonra, boyar madde giderimine ilişkin deneylerde 15 ppm'lik çözelti kullanılmıştır. Bir beherin içine 50 mL 15 ppm'lik çözeltiden konularak, üzerine 0.1 g atık materyal eklenmiş, 30 dakika süreyle 50°C'de 400 rpm hızında ısıtılıp, karıştırılmıştır. Bu süre zarfında, boyar madde, 0.1 g'lık örneklere tutunarak sudan ayrılmıştır. Sonrasında az miktarda metilen mavisi bulduran örneklerin 664 nm'de kuvars küvetlerde UV-VIS Spektrofotometrede absorpsiyon değerleri ölçülmüştür. İlk derişimi bilinen çözeltilerin son durumu, UV-Spektrofotometreden alınan değerlere göre hesaplanmıştır. Böylece her örnek için metilen mavisinin hangi oranda sudan temizlenebildiği belirlenmiştir. Atık materyallerin kirli sulardan metilen mavisi giderimi amacıyla kullanımına ilişkin yapılan deney sonuçları incelendiğinde, en yüksek boyar madde giderimini çınar ağacı yaprağının gerçekleştirdiği, onu sırasıyla; deniz kabuğu, yonca sapı ve limon kabuğunun takip ettiği görülmüştür.

Gıda saklama materyali hidrojel film üretilmesi için öncelikle ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Toz haline getirilen 10g atık madde 200ml saf suyun içine konularak 100°C'de 400 rpm karıştırma hızında 1 saat boyunca ısıtılıp karıştırılarak atık materyallerdeki etken maddelerin saf suya geçmesi sağlanmıştır. 1 saatlik sürenin sonunda katı materyal süzülerek ayrılmış, çalışmada elde edilen sıvı ekstrakt kullanılmıştır. Sıvı ekstraktan 100 mL ölçülüp içerisine 2 g sodyum aljinat eklenmiş ve 600 rpm hızda 60°C sıcaklıkta 60 dakika süreyle karıştırılarak aljinatın ekstraktın içinde tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Elde edilen çözeltinin sıcaklığı 25°C oluncaya kadar soğutulup 0,386 mL gliserin eklenerek 15 dakika ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. Elde edilen materyal, petri plaklarına dökülmüş ve oda sıcaklığında bir hafta kurutulmuştur. Bir haftanın sonunda %5'lik kalsiyum klorüre konulup beş dakika bekletilmiş, ardından saf suda yıkanmıştır. Oda sıcaklığında kurutma işleminin ardından gıda saklama materyali olarak kullanılacak hidrojel filmler elde edilmiştir. Filmler elde edildikten sonra, binoküler mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Sonrasında kumpas kullanılarak filmlerin kalınlıkları ölçülmüştür. Filmlerin su buharı geçirgenliği, suda çözünürlükleri ve su tutma kapasiteleri incelenmiştir. Üretilen hidrojel filme atık materyal eklenmesinin filmin daha gözenekli olmasını sağladığı, üretilen filmlerin kalınlıklarının 210-223µm arasında olduğu ortaya çıkmıştır. Filmlere eklenen atık materyallerin su buharı geçirgenliğini azaltması ve suda çözünürlüğü artırması nedeniyle iyi birer gıda saklama materyali oldukları görülmüştür. Su tutma kapasitesi açısından, yonca sapının kontrole göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Suyu temizlemek amacıyla doğal atık materyallerin kullanılması ve gıda saklamak amacıyla aynı atık materyallerden hidrojel film üretilmesi çalışmanın inovatif yönüdür. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde *Aspergillus flavus* (Kertmen, 2006), *Aspergillus oryzae* (Ataç-Çerçöz, 2006), *Agaricus bisporus* (Halipçi, 2012), *Elaeagnus angustifolia* (Kılıç ve Poyraz, 2012), *Platanus orientalis L.* (İmecik, 2012), *Pyracantha coccinea* (Yılmaz, 2012 ve Sayın, 2013), kemik, ayçekirdeği kabuğu (Özdemir, 2015), *Neurospora sitophila* (Divrikoğlu, 2015), *Mucor plumbeus* (Özçelik, 2016), *Talaromyces aculeatus* (Katar, 2016), yumurta kabuğu, limon kabuğu, yeşil çay atığı, siyah çay atığı, kağıt atığı, kahve telvesi, zeytin çekirdeği, ceviz kabuğu ve kozalak (Uzel, 2018) gibi materyaller kirli sulardan boyarmadde gideriminde

kullanılmıştır. Bu çalışmada diğer çalışmalarda kullanılanlardan farklı olarak atık materyal olarak; yonca sapı, çınar yaprağı ve deniz kabuğu kullanılmıştır. Diğer çalışmalarda kullanılan limon kabuğu, bizim çalışmamızda da kullanılan materyallerden biridir.

Literatürdeki saklama materyali üretimine ilişkin çalışmalarda elma kabukları, palm yağı, pirinç, patates nişastası, mısır, prina, tarımsal atıklar, atık sular, içecek atıkları, atık kıllar, algler ve mikroorganizmalar kullanılmıştır (Başak ve İnce, 2011; Agustin, Ahmmad, Alonzo ve Patriana, 2014; Elçiçek ve Tanyıldızı, 2015; Fazita, Jayaraman, Bhattacharyya, Haafiz, Saurabh, Hussin, Khalil, 2016; Sancar-Uzunoğlu, 2017). Ancak bizim çalışmamızda kullanılan atık materyallerin biyobozunur saklama materyali üretiminde kullanıldığı bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Yine bu çalışmalarda üretilen materyaller hidrojel film olarak sentezlenmemiştir. Bizim çalışmamızda üretilen materyaller hidrojel film olarak üretilmiştir. Literatürde çeşitli kimyasallar kullanılarak hidrojel gıda saklama materyali üretimine ilişkin çalışmalarla da karşılaşılmıştır (Akkaya, 2016; Aksoy, 2017). Ancak bizim çalışmamız atık materyallerin değerlendirilmesi noktasında diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Projemizin uygulanabilirliği yüksektir. Kullandığımız materyaller doğal atıklardır. Doğal atık materyallerin yeniden kullanımı açısından oldukça faydalıdır. Ayrıca, insan ve çevre sağlığı için ciddi bir problem oluşturan boyar maddeler ve plastik sorunu için oldukça önemli bir çözüm üretmektedir. Atık materyallerin kirli sulardan boyar madde gideriminde biyosorban olarak kullanılabilmesi için küçük parçalara ayrılması ve bir karıştırıcı içinde belli bir sıcaklıkta karıştırılması yeterlidir. Dolayısıyla projemizin kirli sulardan boyar madde giderimi için ürüne dönüştürülmesi oldukça kolaydır. Benzer şekilde petrol bazlı kaplama materyali olabilecek plastikler yerine bizim ürettiğimiz hidrojel filmlerin üretilmesi de doğal malzemeler kullanılarak ürün elde etmek anlamında oldukça uygulanabilir bir süreci içermektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin tahmini maliyeti; gliserin: 5 TL, kalsiyum klorür: 5 TL ve sodyum aljinat: 5TL olmak üzere toplam 15 TL şeklindedir. Saklama materyali hidrojel film üretilmesi işleminin maliyeti oldukça düşüktür. Seri üretime geçilmesi durumunda maliyet çok daha fazla düşecektir. Boyar madde giderimi işlemi ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda gerçekleştirilmiştir. Manyetik karıştırıcının kullandığı elektrik biraz maliyetli olmakla birlikte, seri üretime geçilmesi durumunda karıştırma işlemini daha az enerji harcayarak gerçekleştirecek bir sistem kurularak işlem gerçekleştirilebilir.

Proje Zaman Çizelgesi											
AYLAR											
İşin Tanımı	Nisan 2019	Mayıs 2019	Haziran 2019	Temmuz 2019	Ağustos 2019	Eylül 2019	Ekim 2019	Kasım 2019	Aralık 2019	Ocak 2020	Şubat 2020
Çalışma yapılacak konuya karar verilmesi	x	x									
Literatürdeki çalışmaların incelenmesi		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Deneysel çalışmaların yapılması						x	x	x	x		

Verilerin analizi									x	x		
Proje Raporu Yazımı ve başvurunun yapılması									x	x	x	x

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Projemizin hedef kitle suyu kirletenden başlayarak arıtılan suyu kullanan kişiye kadar oldukça geniş bir kitledir. Ayrıca hidrojel ile gıda saklama ihtiyacı olan herkese hitap etmektedir.

9. Riskler

Kullanılan malzemeler doğal olup zararlı kimyasalların oluşturduğu riski ortadan kaldırmak amacıyla yapılmıştır. Ancak projede kullanılan doğal malzemelere alerjisi olan kişiler açısından bu materyallerle çalışmak risk oluşturabilir. Hidrojel filmlerin üretilmesi sürecinde kalınlığın ayarlanması problem olabilmektedir. Saklama materyali olarak kullanılabilir hidrojel filmin ince olması gerekmektedir. Bu da üretilen filmin geniş bir alana dökülmesi ve kabın içine eşit bir şekilde yayılmasının sağlanmasını gerektirmektedir. Buna dikkat edilmediğinde üretilen filmlerin saklama materyali olarak kullanılması oldukça güç olacağından üretimde bu durumun göz önünde bulundurulması önemlidir.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Ömer Efe Mucık

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeye veya problemle ilgili tecrübesi
Ömer Efe Mucık	Takım lideri, planlama, kütle ölçümü, hidrojel sentezleme, literatür taraması.	Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Bilim ve Sanat Merkezi	İki yıldır kirli sulardan boyar madde giderimi ile ilgili olarak çalışmaktadır.
Denizhan Kırgöz	Takım üyesi, absorbans ölçümü, hidrojellerin özelliklerinin incelenmesi, malzeme temini.	Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Bilim ve Sanat Merkezi	İki yıldır kirli sulardan boyar madde giderimi ile ilgili olarak çalışmaktadır.

11. Kaynaklar

- Agustin, M. B., Ahmmad, B., Alonzo, S. M. M. ve Patriana, F. M. (2014). Bioplastic based on strach and cellousenanocrystalsfrom rice straw. *Journal of Reinforced Plastics And Composites*, 33(24), 2205-2213.
- Akkaya, K. (2016). *Biyobozunur ve antimikrobiyel gıda ambalajı uygulamaları için polimerik kompozitler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aksoy, H. (2017). *Nem tutucu ambalaj filmi olarak kitozan ve karboksimetil selüloz bazlı dayanıklı hidrojel film geliştirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Yeditepe Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ataç-Çağ-Erkurt, H. (2006). *Tekstil endüstrisi boyar maddelerinden levafix brilliant blue eb ve cibacron blue cr'nin aktif ve inaktif aspergillus oryzae'ye adsorpsiyonunun araştırılması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Mersin Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Bahçegül, E. (2011). Tarımsal atıkların çevre dostu plastiklere dönüşümü. *Bilim ve Teknik*, 251, 68-74.
- Başak, B. ve İnce, O. (2011). Azot kısıtlı atıksulardan biyoplastik üretimi için yeni bir aktif

- çamur prosesi. *İTÜ Dergi*, 21 (1), 45-54.
- Divrikoğlu, M. (2015). *İmmobilize ve manyetik özellikli neurospora sitophila ile reaktif boyarmadde* (Yayımlanmamış doktora tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Elçiçek, S. ve Tanyıldızı, M. Ş. (2015). İçecek atıklarından biyoyakıt ve biyoplastik sentezi için hidrokümetilfurfural (hmf) üretimi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2, 11-23.
- Fazita, M. R. N., Jayaraman, K., Bhattacharyya, D., Haafiz, M. K. M., Saurabh, C. K., Hussin, M. H. and Khalil H.P.S., A. (2016). Green composites made of bamboo fabric and poly(lactic) acid for packaging applications—A review. *Materials*, 9(6), 435-464.
- Halipçi, H. N. (2012). *Bazı tekstil boyar madde atıklarının agaricus bisporus biyokütlesi kullanılarak giderim*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- İmecik, Z. (2012). *Platanus orientalis L. biyokütlesi kullanılarak safranin ve metilen mavisinin biyosorpsiyonu* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Katar, Ş. (2016). *Asidik maden drenajında izole edilen Talaromyces aculeatus ile bazı boyarmaddelerin biyosorpsiyonu* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kertmen, M. (2006). *Fabrika atıklarının neden olduğu boyar madde kirliliklerinin biyolojik adsorbent kullanılarak sulu ortamdan adsorpsiyon tekniği ile uzaklaştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kılıç, M. ve Poyraz, S. (2012). Elaeagnus angustifolia stone as a low-cost biosorbent precursor for removal of methylene blue from aqueous solution. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi –A Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik*, 13 (1), 13-21.
- Özçelik, G. (2016). *Manyetik mucor plumbeus biyokütlesinin sulu ortamdan renk giderim potansiyeli* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özdemir, N. (2015). *İmmobilize formda kemik ve ayçekirdeği kabuğu biyokütleleri üzerine viktorya mavisini (vmr) biyosorpsiyonu* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hitit Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Özdemir, N. ve Erkemen, J. (2013). Yenilenebilir biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8), 89-104.
- Sancar-Uzunoğlu, E. (2017). *Nişasta esaslı doğal atıklardan biyobozunur plastik eldesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzel, E. (2018). *Remazol brilliant blue r (c.1. Reactive blue 19) boyarmaddesinin tekstil atık sularından fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler ile arıtımı ve yöntemlerin karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, D. (2012). *Dimetilglioksim ile modifiye edilmiş pyracantha coccinea biyokütlesi ile sulu çözeltilerden metilen mavisi boyarmaddesinin giderimi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.



Resim 1. 15 ppm boyar madde çözeltisi



Resim 2. Limon kabuğu ile temizlenen örnek



Resim 3. Yonca sapı ile temizlenen örnek



Resim 4. Deniz kabuğu ile temizlenen örnek



Resim 5. Çınar ağacı yaprağı ile temizlenen örnek



Resim 6. Çınar ağacı yaprağı ile üretilen film



Resim 7. Yonca sapı ile üretilen film



Resim 8. Deniz kabuğu ile üretilen film



Resim 9. Limon kabuğu ile üretilen film



Resim 10. Kontrol grubu olarak özüt kullanılmadan üretilen film



Resim 11. Çalışmada ürettiğimiz hidrojel filmler



Resim 12. Atık materyalleri temizlerken