

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU



TAKIM ADI: Yalova Atatürk Bilsen Malzeme Bilimi Takımı

PROJE ADI: Meşe Ağacı Kabuğu Tozu ve Aktif Karbonla Güçlendirilmiş Agaroz Jeller ile Hava ve Su Arıtımı

BAŞVURU ID: 79697

1. Proje Özeti

İnsanlığın çevreye verdiği zararı onarmak ya da en azından azaltmak günümüz dünyasında en önemli araştırma alanlarından biri olmuştur ve yakın gelecekte de böyle olmaya devam edecek izlenimi vermektedir. Çevresel sorunların başında gelen hava ve su kirliliği ile mücadelede çeşitli araç ve yöntemler geliştirilmektedir. Bizde proje çalışmamızda bu doğrultuda kullanışlı bir ürün ortaya koymaya çalıştık.

Genetik alanında DNA jel elektroforezi yapımında kullanılan *agaroz* ile havaya ve suya karışan kimyasal atıkları temizlemek amacıyla 4 farklı jel hazırladık. *Agaroz+aktif karbon; agaroz+meşe ağacı kabuğu tozu; agaroz+aktif karbon+meşe ağacı kabuğu tozu* ve kontrol grubu olarak da sadece *agaroz* içeren olmak üzere 4 farklı jel hazırladık.

Hazırladığımız jellerin hem asit yağmurlarına neden olan gazların filtre edilmesindeki performanslarını ölçmek, hem de atık suların temizlenmesinde kullanılan bir deneysel model olarak *metilen mavisi* giderimindeki başarısını ölçmek adına deneyler tasarladık ve gerçekleştirdik.

Yaptığımız deneyler sonucunda atık gazların temizlenmesinde en yüksek performansın meşe ağacı kabuğu ve aktif karbonlu agaroz jel olduğunu gözlemledik. Metilen mavisi giderim deneyleri sonuçları atık su temizlemede meşe ağacı kabuğu tozlu agaroz jelin hem asidik hem nötr hem de bazik ortamlarda en başarılı jel olduğunu ortaya koymaktadır. Orman yangınlarına en dayanıklı ağaçlardan biri olan meşe ağacının, kabuğunda bulunan bileşenlerin bu dayanıklılıkta önemli olduğunu okuduk. Bizde hazırladığımız jellerin ısıya karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla meşe ağacı kabuğu tozunu jel yapısına katmayı düşündük. Yaptığımız deneyler meşe ağacı tozunun ısıl dayanıklılığı artırmasının yanında, metilen mavisi gideriminde başarılı bir biyosorbent olduğunu da kanıtlamış oldu.

2. Problem/Sorun:

Artan insan nüfusu ve buna bağlı olarak ortaya çıkan tüketim alışkanlıkları, kontrolsüz ve denetimsiz gelişen sanayi üretimi sonucunda dünya her geçen gün daha fazla atık sorunuyla karşılaşmaktadır. Havaya ve suya karışan atıkların oluşturduğu hava ve su kirliliği, insan sağlığını doğrudan etkilemesinin yanında, asit yağmurları, küresel ısınma ve buna bağlı oluşan iklim değişikliği gibi doğal felaketlere yol açmakta ve ekolojik dengeyi bozulmaktadır.

Fabrika ve ev bacalarıyla egzozdan ortama verilen kükürt, karbon ve azot oksit gibi asidik gazlar inversiyon olayıyla yükselmekte ve rüzgârlarla çeşitli bölgelere taşınmaktadır. Taşınan bu gazlar su veya nem ile birleşerek sülfürik ve nitrik aside dönüşerek doğal yağmur suyunun pH'ının 5,6' dan aşağı düşmesine neden olmaktadır. Bu olaya *asit yağmurları* adı verilmektedir (Akalan, 1984; Ayvaz, 1992). Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan CO₂, SO₂, SO₃, NO_x gibi gazlar yağışla birleşip asit oluşturabilmekte ve bunları yeryüzüne yağması ile asit yağmurlarını oluşturmaktadır (İlhan ve diğ., 2006). Havayı kirleten gazların yaygın olanı SO₂'dir. Tonlarca SO₂ çeşitli kaynaklardan yayılarak atmosfere ulaşmaktadır. Bu emisyonların en önemli bölümü elektrik üretmek amacıyla çok büyük miktarda katı ve sıvı yakıtlar yakan termik santrallerden oluşmaktadır (Eflatun, 1994).

Nüfus artışıyla birlikte su kaynaklarını temiz tutmak konusunda insanlar hassas davranmazsa 2025 yılında dünya nüfusunun yaklaşık yarısının su kirliliğine bağlı rahatsızlıklarla ve su kıtlığıyla karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir (Pandey, 2017). Tekstil sanayisi başta olmak üzere, her yıl üretilen yaklaşık 800 000 ton sentetik boyanın %2-20'si

çevrenin farklı bileşenlerine sulu atık olarak atılmaktadır ve bunların %50'si azo olarak sınıflandırılan toksik etkileri olan boyalardır (Akköz, 2018). Ayrıca bu boyaların çoğu iri boyutları ve karmaşık molekül yapıları nedeniyle biyolojik parçalanmaya karşı oldukça dirençlidir (Akköz, 2018). Son zamanlarda yapılan pek çok çalışmada boya taşıyan atıkların giderilmesi ve işlenmesi süreçlerine daha fazla önem verilmektedir (Albadarin ve diğ., 2017).

3. Çözüm

Bir kırmızı alg türü olan Agar agar' dan izole edilen doğrusal bir polisakkarit olan agaroz, sıcak suda çözünür ve soğutulduğu zaman polimerde karşılıklı hidrojen bağlarının oluşumu ile jel yapısı oluşur. (Topal-Sarıkaya, 2008). Agar çözeltisi donuk ve sarımsı, agaroz çözeltisi renksiz ve berraktır. Agaroz iyonik olmaması ve düşük konsantrasyonlarda jel vermesi nedeniyle agarın kullanıldığı yerlerde kullanılmaktadır (Renn, 1984).

Meşeler jeolojik devirlerde ilk ortaya çıkışlarından bugüne kadar geçmiş olan 80–100 milyon yıl boyunca doğanın her türlü etkilerine karşı koyarak günümüze kadar ulaşan sayılı orman ağaçlarımızdan birisidir (Oruç, 2012). Türkiye' de doğal olarak yetişen 18 tür, 7 alttür ve 2 varyetesi ile gerek yayılış alanı genişliği gerekse tür zenginliği bakımından bugün dünyanın sayılı meşe bulunuş merkezlerinden biridir (Kayacık, 1985).

Akdeniz havzasında bulunan bitkilerin yangından en azından yüzey yangınlarından canlı olarak kurtulabilmesinin yolu, önemli dokularını koruyarak bu dokuların letal sıcaklığa kadar ısınmalarını önlemektir (Whelan, 1995). Quercus suber türünde yüzey yangınlarında dayanıklı kabuk bulunması (Akman ve diğ., 2000)) buna bir örnek olarak verilebilir (Tavşanoğlu ve diğ. 2006). Q. suber, sahip olduğu gövde yumruları sayesinde yangından sonra yeniden filizlenebilmekte ve Akdeniz havzasında yerüstü filizlenme kapasitesi olan tek türdür (Pausas, 1997). Bilindiği gibi türler, yalıtıcı kabuk yoluyla kambiyumu ve meristematik hücrelerini yüksek ısıdan koruyabilmektedir (Whelan, 1995). Yangından sonra Q. suber' deki mortalitenin, oldukça düşük olduğu ve sahip olduğu kabuk kalınlığı ile türün yangından sonra kendini yenileyebilmesi arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Pausas, 1997).

Proje çalışmamızda agaroz, aktif karbon ve meşe ağacı kabuğu tozu ile hazırladığımız jeller ile gaz atıkları filtre etmede ve kimyasal su kirleticilerinin başında gelen boyar maddelerin gideriminde kullanılabilecek yeni ürünler ortaya koymaya çalıştık. Hava ve su arıtımında agaroz jelleri ve bu jeller ile mikroişlemci destekli elektronik ve mekanik sistemler ile birlikte kullanabileceğimizi düşündük. Ayrıca jellerimizin ısıya dayanıklı olmasını hedefledik. Meşe ağaçlarının kabuklarının orman yangınlarında diğer ağaçlara göre daha dayanıklı olduğunu, daha az hasar aldığını öğrendik. Bundan yola çıkarak meşe ağacı kabuğunu toz haline getirerek jellerin ısıya dayanıklılığını arttırmayı düşündük. Jelleri *agaroz grubu*, *agaroz+aktif karbon grubu*, *agaroz+meşe ağacı kabuğu tozu grubu*, *agaroz+aktif karbon+meşe ağacı kabuğu tozu grubu* olmak üzere dört gruba ayırdık. Oluşturduğumuz jellerle hem hava arıtımında hem de hem de atık sulardan boyar madde gideriminde başarılı sonuçlar elde ettik.

4. Yöntem

Agaroz Jel Hazırlanması

Öncelikle 100 ml saf su içerisine 5g toz agaroz ilave edilerek karıştırdık. Hazırladığımız karışım şeffaflaşınca, agaroz çözününceye kadar, mikrodalga fırın içerisinde ısıttık.

Şeffaflaşan bu karışıma 20 ml Asetik asit (beyaz sirke) ilave ettik. Deney gruplarında bulunan farklı katkılı agaroz jellerin üretimi için meşe ağacı kabuğu tozu ve toz aktif karbondan, hazırlanan jellerin yapısına beşer gram ekledik. Son karışımı iki farklı deneyde kullanımımıza uygun olacak şekilde, kalıp görevi yapacak olan kapların içerisine dökerek soğuyup polimerleşme sürecinin tamamlanmasını bekledik.

Gaz filtrasyonu deneylerinde kullandığımız jelleri hazırlamak için jelimizi temiz bir cam yüzeye dökerek istediğimiz kalınlıkta, levha şeklinde bir jel hazırladık. *Metilen mavisi giderimi deneylerinde* kullanacağımız jelleri ise, içinde her birinde altışar pipet bulunan 2 tane 50 ml'lik dereceli silindire döküp soğuyup polimerleşmesini bekledik. Pipetler içerisinde bulunan jelleri düzgünce çıkardık. İsteddiğimiz kütlede olacak şekilde keserek küçük standart jel parçaları (0,25 mg) hazırladık. Hazırladığımız tüm jelleri kullanım anına kadar streç film ile kaplayarak sakladık.

Atık Gazların Filtre Edilmesi Deneyleri

Jellerimizin asit yağmurlarına da neden olan atık gazları filtre edebilme derecelerini tespit edebilmek için beş deney grubu oluşturduk. Deney gruplarımızı *kontrol grubu, agaroz grubu, agaroz+aktif karbon grubu, agaroz+meşe ağacı kabuğu tozu grubu, agaroz+aktif karbon+meşe ağacı kabuğu tozu grubu* şeklinde isimlendirdik. Ardından bir petri kabının bir parçasına Arduino işlemcisine bağlı MQ-135 hava kalitesi ölçüm sensörü bağladık. MQ-135 hava kalitesi sensörüne bağlı petri kabı parçasını cam beherin üzerine yerleştirdik. Gruplarımıza ait her bir jel örneği için ayrı ayrı yapılmak üzere, cam beherin çeperine temas edecek şekilde yerleştirdik. Kontrol grubunda ise cam beher içerisinde herhangi bir jel bulundurmamıştık. Daha sonra bu düzenek içerisinde 4g'lık A4 kağıdı parçasını yaktık ve oluşan dumanın Arduino'ya bağlı MQ-135 gaz sensörü ile hava kalitesi değerleri 10 dakika süresince ölçüp kayıt altına aldık. Ölçüm sonuçlarımızın güvenilirliği için yeterli sayıda tekrar ölçümler yaptık.



Metilen Mavisi Giderimi Deneyleri

Öncelikle metilen mavisi için 10 ppm'lik metilen mavisi stok çözeltisi hazırladık. Daha sonra deney tüplerinin içerisine önceden hazırlamış olduğumuz jellerden 0,25 g'lık örnekler koyduk. Her bir jel örneğimiz için 4, 7 ve 10 olmak üzere 3 farklı pH değerlerinde metilen mavisi çözeltileri hazırladık. Ardından deney tüplerinin içerisine her birine uygun pH değerinde, 10 ppm'lik 10 ml metilen mavisi çözeltilerini ekledik. Hazırladığımız bu düzenekler sayesinde asidik, nötr ve bazik ortamlarda, jellerimizi ayrı ayrı 30 dakika ve 18 saat sürelerinde metilen mavisi çözeltilerine maruz bıraktık. Bu bekleme sürelerini takiben deney tüplerinden aldığımız 3ml'lik örnekleri ultra viyole (uv) spektrofotometre cihazında 663 nm dalga boyunda okutarak uv absorbans değerlerini kaydettik. Elde ettiğimiz uv absorbans değerlerini çizdiğimiz standart grafiğine (Grafik-3) ait denklemden yararlanarak örneklerimize ait çözeltilerin son

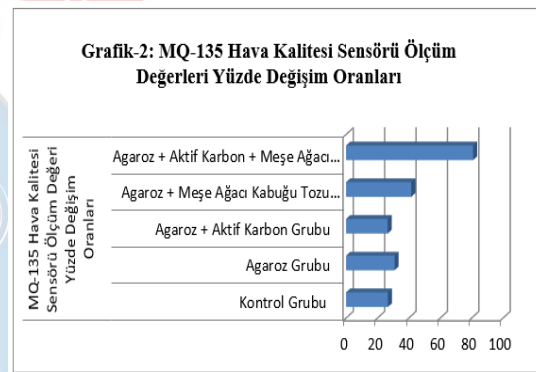
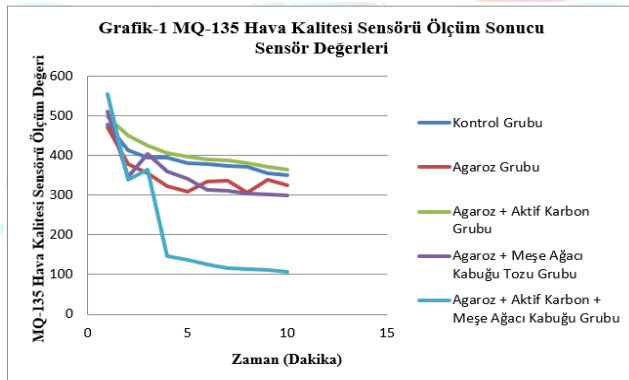
ppm değerlerini hesapladık. Örneklerimize ait son konsantrasyon değerlerini % değişim değerlerini hesapladık.

Hazırlanan Jellerin Isıya Dayanıklılık Testlerinin Yapılması

Hazırladığımız tüm jel örneklerinden eşit kalınlıkta kesmiş olduğumuz parçalarını ve kontrol grubu olarak da bir plastik pipeti, bir pens yardımıyla ispirto ocağında alevli ateşte bir süre beklettik. Bu işlem süresince kamera kaydı aldık ve daha sonra bu kayıtları inceleyerek ısıtılan jellerin ne tür davranışlar sergilediğini tablo ve grafiklerimizi oluşturduk.

Bulgular

Hazırladığımız jellerin gaz filtrasyon deneyleri sonucunda elde ettiğimiz MQ-135 hava kalitesi sensörü, sensör değerleri değişimleri Grafik-1'de ve hazırladığımız jellerin gaz filtrasyon deneyleri sonucunda elde edilen sensör değerine ait yüzde değişim oranları Grafik-2'de gösterilmektedir.



Hazırlanan Jellerin Metilen Mavisi Giderimi Testleri Sonuçları

Hazırlanmış olduğumuz jeller ile yaptığımız metilen mavisi giderimi deneyleri sonucunda farklı süre, pH ve Jellerin ıslak ya da kuru olma durumlarına bağlı olarak elde ettiğimiz çözeltilerin *metilen mavisi yüzde giderim değerleri* Tablo-1' de belirtilmektedir.

Tablo-1: Metilen Mavisi Yüzde Giderim Değerleri Tablosu

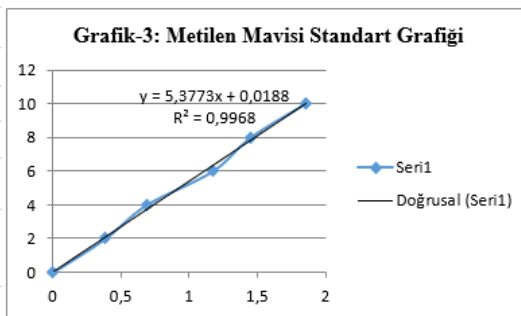
Islak Jel	Agaroz			Agaroz+Aktif Karbon			Agaroz+Meşe Ağacı Kabuğu Tozu			Agaroz+Aktif Karbon+Meşe Ağacı Kabuğu Tozu		
	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g
Biosorbent Miktarı (g)	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g
Çözelti pH Değeri	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10
30 Dakika-Yüzde Giderim Oranı	5,92	11,73	13,51	6,52	15,28	17,32	22,92	24,64	33,03	15,17	28,24	25,12
18 Saat-Yüzde Giderim Oranı	55,07	16,41	19,26	51,09	49,43	51,90	67,49	71,96	80,88	65,07	73,19	74,65
Kuru Jel												
Biosorbent Miktarı (g)	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g	0,25g
Çözelti pH Değeri	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10
30 Dakika-Yüzde Giderim Oranı	5,98	13,02	15,17	9,10	13,02	17,00	50,88	58,78	58,19	16,36	36,04	36,20
18 Saat-Yüzde Giderim Oranı	11,89	21,89	28,83	45,45	41,04	46,25	81,31	83,25	82,50	68,68	76,47	74,75

Hazırlanan Jellerin Isıya Dayanıklılık Testlerinin Sonuçları

Hazırlanmış olduğumuz jellerin ısıya karşı dayanıklılıklarını test ettiğimiz deneyimizde elde ettiğimiz sonuçlar Tablo-3 de belirtildiği gibi olmuştur.

Tablo-2: Jellerin Isıya Dayanıklılık Testleri Sonuçları Tablosu

Jel Türü	Zaman (s)	Açıklama
Agaroz Jel	7	Eridi.
Agaroz+Aktif Karbon	9	Kabarcık çıkışı gözlemlendi.
Agaroz+Meşe Ağacı Kabuğu	8	Kabarcık çıkışı gözlemlendi.
Agaroz+Aktif Karbon+Meşe Ağacı Kabuğu Tozu Grubu	8	Kabarcık çıkışı gözlemlendi.
Plastik Pipet (Kontrol)	1	Alev aldı.



Sonuç ve Tartışma

Çevre sorunlarına çözüm üretmenin en etkili yolu henüz sorun ortaya çıkmadan tedbir almak ve kirleticileri kaynağında kontrol altına almaktır. Bir önceki proje çalışmamızda, hazırladığımız bazik agaroz jeller ile asit yağmurlarına neden olan gazları yakalamayı amaçlayan bir proje çalışması yapmıştık. Projemizi geliştirmek için çalışırken, agaroz jelin ısıya dayanıklılığını artırmak için, meşe ağacının orman yangınlarına daha dayanıklı olmasını sağlayan kabuğunu jel yapısına katmaya karar verdik. Hava ve su arıtımında yüksek adsorpsiyon yeteneği olan aktif karbonu da jel yapısına ilave ettik.

Arduino'ya bağlı MQ-135 hava kalitesi sensörü ile yaptığımız hava filtrasyonu deneylerinde en başarılı grup *agaroz+meşe ağacı kabuğu tozu+aktif karbon* grubu oldu. Ardından sırasıyla *agaroz+meşe ağacı kabuğu tozu* grubu ve *agaroz+aktif karbon* grubu olduğunu gördük. Aktif karbon ve meşe ağacı kabuğu tozunun sinerjistik bir etkiyle birlikte, tek başlarına olduklarından daha başarılı hava arıtımı yaptığını gözlemledik (Grafik-1 ve Grafik-2).

Farklı pH, süre ve jellerin ıslak ya da kuru oluşlarına bağlı olarak metilen mavisi giderim oranlarını tespit ettik. En yüksek metilen mavisi yüzde gideriminin tüm pH değerlerinde %80'leri aşan oranda *meşe ağacı kabuğu tozu* grubunda olduğunu gördük. Ardından sırasıyla *agaroz+aktif karbon+meşe ağacı kabuğu tozu* grubu (%65-75) ve *agaroz+aktif karbon* grubu (%45-50) olduğunu gördük (Tablo-1).

Hazırladığımız jellerin ısıya dayanıklılığını ölçtüğümüz test sonuçları aktif karbon ve meşe ağacı kabuğunun hem tek başına hem de birlikte iken agaroz jelin ısıya dayanıklılığını artırdığını göstermektedir (Tablo-2).

Başlangıçta sadece agaroz jelin ısı dayanıklılığını artırması amacıyla kullanmayı düşündüğümüz, meşe ağacı kabuğu tozunun çok başarılı bir hava ve su temizleme potansiyeli olduğunu görmek bizi oldukça şaşırttı.

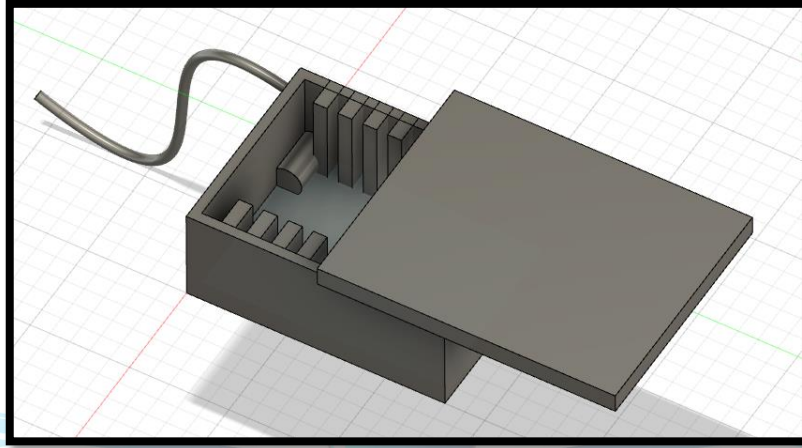
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Ülkemiz ormanlarının en önemli bileşenlerinden olan ve dünyaya Anadolu'dan yayılan meşe ağacının, orman yangınlarına karşı kendilerini koruyan kabuğunun, sadece kendi geleceklerini değil belki de bütün ekosistemin geleceğini kurtarmak adına önemli bir rolere olabileceğini bize göstermektedir. Yaptığımız bu projede agaroz jeller için farklı bir kullanım alanı sunduk. Ayrıca deneylerin sonucunda meşe ağacı kabuğu tozunun hava ve su arıtımında başarılı bir adsorbent olduğunu gördük. Geliştireceğimiz elektronik ve mekanik arıtma sistemi tasarımında ürettiğimiz jelleri kullanarak yeni bir çevre kirliliğiyle mücadele tasarımı ortaya koymuş olacağız. Üretimi oldukça maliyetli olan aktif karbondan daha başarılı hava ve su arıtımı yapan meşe ağacı kabuğu tozu düşük maliyeti ve üretiminde karbon salınımı olmaması nedeniyle daha tercih edilebilir bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Jellerimizin hava ve su arıtımındaki başarısını ölçtük ve uygulanabilir olduğunu gördük. Ekleyeceğimiz elektromekanik sistem ile daha da başarılı bir tasarım olacağına inanıyoruz. Örneğin su ve hava arıtımında jel ile atık ürünün temasını hem yüzey olarak hem de süre olarak artıracak şekilde kullanacağımız mikro işlemci kontrollü mini dalgıç su pompası ve mikro hava pompası ile arıtım verimini artırabileceğimizi düşünüyoruz.

Ayrıca üç boyutlu dijital nesne tasarım programında hazırladığımız ürünün prototipinin 3D yazıcıdan alacağımız baskısıyla hava ve su arıtımı deneylerini yapmayı planlıyoruz. 3D yazıcıyla basacağımız tasarımda ızgara şeklindeki bölümler jellerin sabit durmasını sağlayacak. Tasarıma ekleyeceğimiz kapak yapısı ile jeller gerektiğinde değiştirilebilecek. Mini dalgıç su pompası ve mikro hava pompası yardımıyla arıtımı yapılacak olan hava ve suyun tekrar tekrar jel ile temas etmesi sağlayacağız. Böylece jellerin arıtım verimini artırmayı planlıyoruz.



7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje Tahmini Bütçesi ve Harcama Takvimi									
	FİYAT (TL)	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS
Agaroz 500 g	1400		X	X	X	X		X	X
Asetik Asit 1 L	35		X	X	X	X		X	X
Aktif Karbon 1 kg	75		X	X	X	X		X	X
Arduino Uno Kart	40		X	X	X	X		X	X
MQ135 Gaz Sensör Modülü	25		X	X	X	X		X	X
Metilen Mavisi Toz 100 g	160		X	X	X	X		X	X
Mini Dalgıç Su Pompası	20							X	X
Mikro Hava Pompası	30							X	X
3D Yazıcı Filament	80							X	X
TOPLAM MALİYET	1865								

Proje Zaman Planı								
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X		
Proje Deneysel Tasarımının Yapılması	X	X	X	X	X			
Verilerin Toplanması ve Analizi		X	X	X			X	X
Verilerin Değerlendirilmesi				X	X		X	X
Proje Raporunun Yazılması					X	X	X	X
Hazırlanan farklı katkılı agaroz jeller ile elektromekanik sistem tasarımının yapılması							X	X
Üretilen elektromekanik sistem tasarımıyla hava ve su arıtımı deneylerinin yapılması							X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Proje çalışmamızın ürünü hava ve su arıtımının gerekli olduğu her alanda kullanılabilir. Örneğin tekstil sanayinde oluşan atık sularındaki boyar maddelerin giderilmesinde proje fikrimizin kullanışlı olduğunu düşünüyoruz. Ayrıca termik santrallerde, konutlarda, işyerlerinde ve otomobillerde fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan gazların filtre edilmesinde kullanışlı olabileceğini düşünüyoruz. Proje fikrimizin yukarıda bahsi geçen

alanlarda kullanımı sonucunda toplumun tüm fertlerinin ve yaşanılan ekosistemin canlı ve cansız çevresinin bundan olumlu olarak etkilenecek olduğunu düşünüyoruz.

9. Riskler

Proje çalışmamızın barındırdığı en büyük risk olarak hazırladığımız agaroz jelin ve yapısına kattığımız meşe ağacı tozu kabuğunun organik bileşenler olması nedeniyle küflenebilmesi söz konusudur. Bu nedenle küflenme geciktirici katkıları eklenerek jellerin küflenmesi engellenebilir. Ya da belirli periyotlarla jellerin değiştirilmesi gerekmektedir.

Hazırladığımız jellerin ısı dayanıklılığını yapısına kattığımız aktif karbon ve meşe ağacı kabuğu tozuyla artırmış olduk. Ancak buna rağmen jeller fiziksel olarak kırılabilir bir yapıdadır. Bu nedenle filtre edilme işleminin kapalı bir kutu benzeri yapı içerisinde hareketsiz tutulması gerekmektedir. Bu nedenle 3D yazıcı ile basmayı hedeflediğimiz tasarımın içerisinde jellerin hareketsizce tutulabileceği ve istenildiğinde kutu içerisinden çıkarılabileceği bir tasarım planı yaptık.

Ayrıca ürettiğimiz agaroz jellerin su ve hava arıtım oranını yükseltebilmek için daha uzun süre su ve hava ile temas etmesi gerekmektedir. Bu sorunun yukarıda bahsi geçen üç boyutlu tasarımın ve tasarıma bağlı olarak çalışacak olan mini dalgıç su pompası ve mikro hava pompası kullanımıyla giderilebileceğini düşünüyoruz.

Gaz filtrasyonu süresince jellerin giderek daha asidik olması mümkündür. Bu durumda jel asitleştikçe yapısı bozulabilir ve filtre etme verimi azalabilir. Bu nedenle jellerin pH değeri takip edilip gerektiğinde nötrleşmesi için jellere bazik bir çözelti uygulanabilir.

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

1. Akalan, İ. (1984). Asit Yağmurları, Çevre Koruma, 19, İSTANBUL.
2. Ayvaz, Z. (1992). Global Perspektifte Asit Yağmurları, Çevre Kirliliği Ve Kontrolü, Ege Üniversitesi, 2, İZMİR.
3. İlhan, A.İ., Öz, N., Dündar, C., Kenet, F., Balta, T. (2006). Asit Yağmurları Ve Hava Kirliliği Değerlendirme Raporu, Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Mayıs 2006, Ankara
4. Eflatun, A. (1994). Tarihi Eserler Üzerine Asit Yağmurlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, ELAZIĞ.
5. Pandey, S., (2017). A Comprehensive Review On Recent Developments In Bentonite-Based Materials Used As Adsorbents For Wastewater Treatment, Journal Of Molecular Liquids, 241, 1091-1113, 2017.
6. Akköz, Y., (2018). Aktive Edilmiş Biyosorbanlar İle Sulu Çözeltilerden Boyar Madde Adsorpsiyonu, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat.
7. Albadarın, A., B., Et Al,(2017). Mechanism Analysis Of Tatrazine Biosorption Onto Masau Stones; A Low Cost By Product From Semi-Arid Regions, Journal Of Molecular Liquids, 242, 478-482, 2017.
8. Topal Sarıkaya, A. (2008). Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler: DNA'nın İzolasyonu Ve Analizi:DNA'nın Analizi: Elektroforetik Yöntemler:Agaroz Jel Elektroforezi, Editörler:Güler TEMİZKAN, Nazlı ARDA, Nobel Tıp Kitabevleri, 68-73.
9. Renn, D.W., 1984. Marine Algae And Their Role In Biotechnology. Biotechnology In The Marine Sciences.
10. Oruç, S., (2012). Hatay (Dört Yol) Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Saplı Meşe (Quercus Lobur L.) Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri Ve Kullanım Alanları Üzerine Araştırmalar.
11. Kayacık, H. 1985. Türkiye Ormanlarında Meşenin Yeri Ve Önemi. Orman Mühendisliği Dergisi, Nisan Sayısı, 70-77
12. WHELAN, R.J., (1995). The Ecology Of Fire, Cambridge University Press, UK, 1995.
13. AKMAN, Y., KETENOGLU, O., KURT, L., EVREN, H., DÜZENLİ, S., Çevre Kirliliği Çevre Biyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, 2000.
14. Tavsanoglu, Ç. Ve Gürkan, B. (2004). Akdeniz Havzasında Bitkilerin Kuraklık Ve Yangına Uyumluluğu. OT Sistemik Botanik Dergisi, 11, 1, 119-132, 2004 – ISSN 1300-2953, (Printed Date: December 2006)
15. Pausas, J.G., (1997). Resprouting Of *Quercus Suber* In NE Spain After Fire, Journal Of Vegetation Science, 8, 703-706.