

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI : FMG2

PROJE ADI : Pektin bazlı hidrojeller ile tekstil atık sularının artımı

BAŞVURU ID : 453263

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İçindekiler

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

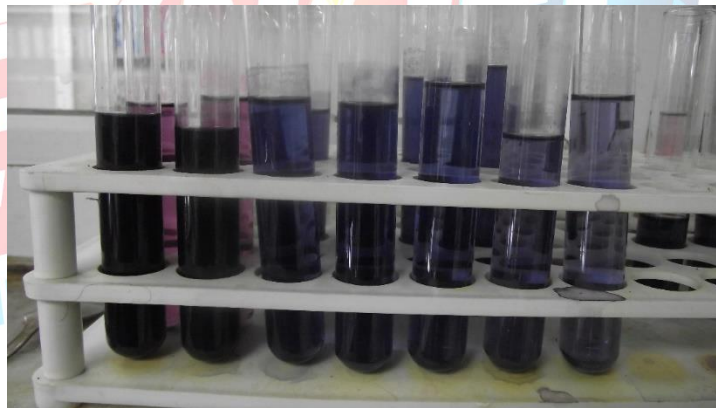


1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Endüstride birçok tekstil ürününün boyanması sırasında su ve boyar maddeler kullanılır. Tekstil ürünü boyandıktan sonra geride kalan suya “boyalı atık su veya tekstil atık suyu” denir. Bu suyun atık olarak kanalizasyona verilmesi için belirlenen yönetmelikler vardır. Bu yönetmelik gereği atık sulardaki boya belirli bir miktardan fazla olmamalıdır. Çünkü atık sulardaki boyar maddeler çevre için büyük tehdit oluşturmaktadır.

Boyalı atık suların arıtılmasında kullanılan yöntemler işletmeye kurulum ve işletim sırasında büyük maliyetler getirmektedir. Bu nedenle işletmeler tekstil atık sularını direk kanalizasyona deşarj etmektedir. Doğal olarak bu boyalı atık sular arıtılmak için kanalizasyon sisteminden o bölgenin arıtma tesislerine gider. Arıtma tesisinde boyalar ışığın su içerisine geçişine engel olmaktadır. Bu nedenle güneş ışığı yardımıyla arıtma işlemini yapan mikroorganizmalar görevlerini tam olarak yerine getirememektedir. Ayrıca boyalı sular aynı mikroorganizmalarda da toksik etkiye de sahip olmakta ve fotosentetik aktiviteyi azaltmaktadır. Boyalı suların biyolojik birikim ile insanlara kadar gelebileceği söz konusudur. Bu durumu engellemek için yapılan bu çalışmada hidrojen ile doyurulmuş hidrojeller yardımıyla boyaların, atık sulardan arındırılarak çevreye vereceği zararın azaltılması amaçlanmıştır.

Ayva çekirdeğinde bulunan pektin, su ile karışınca kıvamlı jöle haline gelmektedir. Bu jöle hidrojen bombardımanıyla katı jöle (hidrojel) haline gelmektedir. Hidrojel, tekstil fabrikalarından alınan atık suların içerisine konularak spektrofotekrik ve lüksmetrik ölçümler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre boyalar %98-99 oranında hidrojel tarafından emilmiştir. Atık sudaki boyanın emilimin belirli zamanlardaki değişimi Şekil 1’dedir. Daha sonra hidrojelin boyayı bırakıp bırakmadığı testi yapılmış ve bırakmadığı görülmüştür. En son ortaya çıkan ve boyayı emen hidrojeller ise kağıt endüstrisinde boyar madde olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada doğanın korunması 2 aşamalı geri dönüşüm modeli kullanılarak sağlanmakta ve doğanın atık yükü hafifletilmektedir.



Şekil 1. Tesislerin birinden alınan tekstil atık suyun ilk ölçümü ve hidrojel ile muamelesi sırasında ilk 6 dakikada bir alınan numunelerin renginin giderek azaldığının görüntüsü

2. Problem/Sorun:

Tekstil ürünlerinin boyanması sırasında soda, ıslatıcı, ağartıcı, tutucu, su ve boyar maddeler kullanılır. Ürünler boyandıktan sonra geride kalan boyalı su tekstil atık suyu olarak nitelendirilir. Tekstil boyar maddelerin 100.000 (Şekil 2) ticari çeşidi bulunmaktadır. Her yıl bu boyalardan 700.000 ton üretim yapılmaktadır. Kullanılan miktarın bu kadar fazla olması kanalizasyona verilen boyalı atık su miktarının da fazla olmasını sağlamakta ve çevre problemlerinin en büyüğünü oluşturmaktadır.

Tekstil atık suyunun atık olarak kanalizasyona verilmesi için belirlenen yönetmelikler vardır (Resmi gazete, 2011). Yönetmeliğe uygun olması için işletmeler çeşitli önlemler almak zorundadırlar. Fakat tekstil atık sularının arıtma işleminin yapılabilmesi için kurulacak olan arıtma sistemi tesis için yüksek maliyet getirir. Bunun yanında sistemin devamlılığı için yenileme ve sarf giderleri de tesise devamlı gider olarak yansımaktadır. Bu nedenle tekstil boyama atölyelerinin hiç birisinde bu tür arıtma üniteleri bulunmamaktadır (Erdem, 2014; Kocaer & Alkan, 2002). Bu nedenle işletmeler tekstil atık sularını direk kanalizasyona deşarj etmektedir (Şekil 3). Doğal olarak bu boyalı atık sular arıtılmak için kanalizasyon sisteminden o bölgenin arıtma tesislerine gider. Arıtma tesisinde boyalar ışığın su içerisine geçişine engel olmaktadır. Bu nedenle güneş ışığı yardımıyla arıtma işlemini yapan mikroorganizmalar görevlerini tam olarak yerine getirememektedir. Ayrıca boyalı sular aynı mikroorganizmalarda da toksik etkiye de sahip olmakta ve fotosentetik aktiviteyi azaltmaktadır. Bu nedenle boyalı suların biyolojik birikim ile insanlara kadar gelebileceği ve kansere kadar ulaşan olumsuzluklara neden olacağı söz konusudur (Çelekli, ve Ark., 2009).



Şekil 2. Tekstil ürünlerini boyamada kullanılan boya madde



Şekil 3. Tekstil Atık suyunun kanalizasyona verilmesi

Gaziantep Organize Sanayi'deki küçük bir tekstil boyama atölyesi (Şekil 4) tekstil ürünlerini boyama için günlük 360 ton suyu kullanmaktadır. Bu suyun %92'sini içerisindeki boya madde ile direkt olarak sadece Şekil 5'teki gibi bir ızgara ile süzerek (kanalizasyon tıkanmasın diye) kanalizasyona vermektedir. Gaziantep'teki bu atölyede yapılan saha incelemesinde elde edilen veriler ile akademik veriler tamamen örtüşmekte ve tekstil atık suları nedeniyle oluşan çevre sorunu gün geçerek büyümektedir.



Şekil 4. Gaziantep organize sanayideki küçük bir tekstil boyama atölyesi



Şekil 5. Tekstil atık sularının kanalizasyona deşarj edildiği yer

3. Çözüm

Ayva çekirdeğinde bulunan pektin, su ile karışınca kıvamlı jöle haline gelmektedir. Bu jöle boyalı suyun elektrolizinden elde edilen hidrojen ile bombardıman edilerek katı jöle (hidrojel) haline getirilmiştir. Hidrojel, tekstil fabrikalarından alınan atık suların içerisine konularak spektrofotekrik ve lüksmetrik ölçümler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre boya %98-99 oranında hidrojel tarafından emilmiştir. Daha sonra hidrojelin boyayı bırakıp bırakmadığı testi yapılmış ve bırakmadığı görülmüştür. En son ortaya çıkan ve boya emen hidrojeller ise kağıt endüstrisinde boya madde olarak kullanılmıştır.

Bu çözüm yöntemi sayesinde doğaya atık olarak verilen ve doğanın dengesinin bozulmasına neden olan boyalar geri kazanılmış ve tekrar kağıt endüstrisinde ham madde olarak kullanılmıştır.

4. Yöntem

Hidrojel yapımı için 1 adet ayvanın çekirdekleri ayıklanmıştır. 100 ml beher içerisine 30 ml saf su konularak üzerine 1 gr ayva çekirdeği eklenmiştir. 4 saat bekletildikten sonra (Şekil 6) ayva çekirdekleri pens yardımıyla çıkarılmıştır. Geriye kalan kısım jölemsi yapıdadır. Jöle yeteri kadar sert olmadığı için atık suyun hareketi (debisi) sebebiyle parçalanmaktadır. Bu nedenle jölenin sertleşmesi için, hidrojenle doyurulması gerekmektedir. Bunun için elektroliz düzeneği kurularak içerisine tekstil atık suyu eklenmiştir (Şekil 7). Atık suyun içerisinde bulunan soda ve diğer iyonlar sayesinde verilen enerji ile su elektroliz olarak hidrojen ve oksijene ayrılmıştır. Jöle 47°C'nin üzerinde ısıtılmış ve elde edilen hidrojen jölenin üzerine pompalanmıştır. Jöle bu işlemten sonra sertleşerek (Şekil 8) bulunduğu kabın şeklini almıştır. Bu yapıya hidrojel ismi verilmektedir.



Şekil 6. Ayva çekirdeği jölesi



Şekil 7. Tekstil atık suyunun elektrolizi ile hidrojen eldesi



Şekil 8. Hidrojel

Tekstil atık suyundan boyanın geri kazanılması ile ilgili yapılan literatür taramasında, genel olarak boyama yapılmadan saf su içerisinde sadece 1 çeşit boya katılarak yani laboratuvar ortamında boya çözeltisi hazırlanarak ve bu çözelti içerisinde herhangi tekstil ürünü boyanmadan ölçümler yapılmaktadır (Sevim, 2013; Erdem, 2014; Mercimek, 2007). Oysa doğaya hiç boyama yapılmamış bu boyalı sular verilmemekte, tekstil ürünlerinin boyanması yapıldıktan sonra geriye kalan atık su verilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada farklı tesislerden atık olarak kanalizasyona verilen boyalı atık sulardan boyanın kazanılması incelenmiştir. Çünkü boyama için kullanılan materyaller (polyester, ipek, pamuk vb.) çok farklı olmakla beraber her bir materyal, farklı miktarlarda boyayı içerisine çekmektedir. Dolayısıyla atık su içerisinde kalan boya miktarı her üretim için farklılık gösterecektir. Bu nedenle bu çalışmada ölçüm yaparken boyama yapılmış ve atık olarak doğrudan doğaya verilen tekstil atık suları kullanılmıştır.

Çalışmanın çok tekrarlı ve birden çok boya ile yapılması için tekstil atık suları 3 farklı tesisten; tekstil boyama atölyesinden (04 Ocak 2021) ve havlu boyama atölyesinden (05 Ocak 2021), iplik boyama atölyesinden (05 Ocak 2021) alınmıştır. Her tesisten alınan atık suyun içerisinde bulunan boyalar öğrenilerek, bu boyaların maksimum absorpsiyon değerleri akademik çalışmalardan araştırılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Tesislerden alınan atık suların içerisinde bulunan boyaların maksimum absorpsiyonları

Havlu boyama tesisi	İplik boyama tesisi	Tekstil boyama tesisi
536 nm	364 nm	536 nm
570 nm	609 nm	660 nm
	660 nm	

Ön çalışmalar için ilk önce lükümetrik ölçüm yapılmıştır. Bunun için Şekil 6.'daki sistem kurulmuştur. Boyalı su bir beher içerisindeki atık suyun alt tarafına lükümetre üstüne ise ışık kaynağı konulmuştur. Beher içerisindeki atık boyalı sudan geçen ışık miktarı hidrojelin konulmasından sonra giderek artmıştır. Bu olumlu sonuçlar neticesinde spektrofotometrik ölçümler yapılmaya karar verilmiştir.

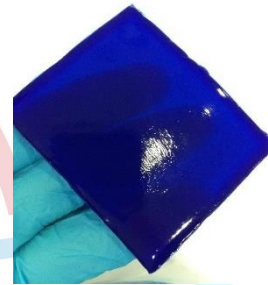
Her tesisten alınan tekstil atık sularının tamamı kaba maddelerden (tekstil materyali tozu gibi) ayırtmak için süzgeç kağıdı ile ayrı ayrı süzümüştür. Her tekstil atık suyundan spektrofotometrenin kuvarz küvetine sırayla ve ayrı ayrı numune alınarak ilgili dalga boylarında spektrofotometrede (Şekil 7) ölçümüştür. Spektrofotometredeki bu ölçüm ilk ölçümdür. Daha sonra her tesisten alınan 500ml tekstil atık suyunun içerisine 1'er adet hazırlanan hidrojel atılıp, tekstil atık sularında 1, 5 ve 10'ar dakika bekledikten sonra aynı tekstil atık suları için aynı dalga boylarında ölçümler tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2'dedir. Hidrojelin tekstil atık suyunda 5 dakika bekledikten sonraki hali Şekil 8'dedir.



Şekil 6. Lükümetrik ölçüm düzeneği



Şekil 7. Spektrofotometre (Shimadzu 1240)



Şekil 8. Tekstil atık suyunda 5 dk. beklemiş hidrojel

Tablo 2'de görüldüğü gibi tüm atık su örneklerinde 1 dk'lık absorbands ölçümünün sonucuna göre atık suların içerisindeki boyanın %60-80 kadarı hidrojel tarafından emilmiştir. Çünkü spektrofotometrede yapılan ölçümler neticesinde absorbands azalmıştır. Absorbansın azalması içerisinde ışığı tutan boya moleküllerinin azaldığını göstermektedir. Emilim 5. dakikadan sonra atık suların tamamında %90'dan fazla olmuştur. Zaman geçtikçe emilim miktarı artmıştır. 10 dakikada hidrojelin atık sudaki boyayı emme miktarı %92-98 arasında ölçümüştür.

Tablo 2. Spektrofotometrik ölçüm sonuçları (Absorbans).

Atık suyun alındığı tesis	Ölçüm yapılan dalga boyu	Absorbans değerleri			
		0 dk	1 dk	5 dk	10 dk
HAVLU TESİSİ ATIK SUYU	536 nm	2,539	0,530	0,027	0,021
	570 nm	3,641	0,820	0,043	0,009
İPLİK BOYAMATESİSİ ATIK SUYU	364 nm	2,172	0,673	0,098	0,027
	609 nm	3,129	0,918	0,122	0,020
	660 nm	4,089	0,990	0,083	0,011
TEKSTİL TESİSİ ATIK SUYU	536 nm	2,483	0,529	0,042	0,020
	660 nm	4,123	0,912	0,069	0,021

Sistemin sürdürülebilirliği için boyaları içerisine çeken hidrojelilerin tekrar boyayı bırakıp bırakmadığını (boyayı sızdırarak tekrar çevreyi kirletmemesi) kontrol edilmiştir. Bunun için hidrojel 10. dakika sonunda tekstil atık sularından çıkarılarak ayrı ayrı oda sıcaklığındaki (25°C) 1 lt saf su içerisine atılmıştır (Şekil 9). Kontrol grubu olarak saf su içerisinden plakalar

atılmadan hemen önce, deney grupları olarak ta plakalar saf suyun içerisine atıldıktan 12 ve 24 saat sonra hidrojellerin içinde buldukları suların numuneler alınıp, aynı dalga boylarında absorbanları ölçülmeleri spektrofotometrede tekrarlanmıştır (Tablo 3).



Şekil 9. Hidrojellerin boyayı bırakıp bırakmadığının denemesi

Tablo 3. Denemelerde kullanılarak boyayı emmiş olan hidrojellerin saf su içerisinde bekleyerek boyayı bırakıp bırakmadıklarının spektrofotometrik ölçüm sonuçları (Absorbans).

Atık suyun alındığı tesis	Ölçüm yapılan dalga boyu	Absorbans değerleri		
		Kontrol	12 saat	24 saat
SANKO HAVLU TESİSİ ATIK SUYU	536 nm	0,012	0,012	0,013
	570 nm	0,070	0,071	0,070
ARGAN KİMYA TESİSİ ATIK SUYU	364 nm	0,017	0,019	0,018
	609 nm	0,053	0,049	0,048
	660 nm	0,071	0,070	0,070
ÇAPAN TEKSTİL TESİSİ ATIK SUYU	536 nm	0,011	0,012	0,012
	660 nm	0,072	0,075	0,074

Şekil 9'da ve Tablo 3'teki verilerden görüldüğü üzere hidrojeller emdiği boyayı bırakmamaktadır. Bu nedenle hidrojeller, boyayı atık sudan emdikten sonra, sudan kolaylıkla ayrılmaktadır. Ayrıca sudan alınan hidrojeller açık havada bekletilince kendiliğinden suyunu kaybederek kurumaktadır (Şekil 10). Bu durum tesis için hidrojelleri bertaraf ederken büyük kolaylık sağlayacaktır.



Şekil 10. Suyunu kaybederek kurumuş hidrojel

Kurutulan hidrojeller Gaziantep Organize Sanayi'de bulunan Karton ve Ambalaj firmasında kağıtların boyanması için boyar madde olarak kullanılmak için test edilmiştir. Burada amaç kağıtların hidrojelleri boyar madde olarak kabul edip etmediğinin belirlenmesidir. Bu nedenle kağıt üretim tesisinin üretim sürecinin dışındaki ARGE bölümünde kısa proses uygulanmıştır. Bu proses kağıtların üretiminde kullanılan temizleme, eleme, pürüzsüzleştirme ve bobin sarma gibi işlemler yapılmadan uygulanan kısa süreç olarak adlandırılmaktadır. Kısa proseste kağıtların öğütülmesi, hidrojellerle ile karıştırılması, presleme/kurutma/levha haline getirme aşamalarından oluşmaktadır.

Kısa proseste içerisinde boyalı atık sular içerisinde boyayı emdikten sonra kurutulmuş hidrojel kullanılmıştır. Her kuru 1 adet hidrojel 100*100 cm boyutuna denk gelen karton hamuru (daha önceden geri dönüşüm için toplanmış ve temizlenmiş karton hamuru) ile karıştırılmıştır. Karton hamuru (485 gram karton + 300 ml su) içerisine hidrojel eklenerek 47°C’de, karıştırıcı (Şekil 11) içerisinde 3 saat kırma denen parçalama ve karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. 3 saat sonra karışımdan 100gr alınarak sıcak pres/kurutma makinesinin (Panel termofogging) tablasına yerleştirilmiştir (Şekil 12). Makine hamurun üzerine 20dk boyunca basınç ve sıcaklık (67°C) uygulayarak kağıdı 0,85mm kalınlığında levhalar haline getirmiştir (Şekil 13).



Şekil 11. Karıştırma makinesi



Şekil 12. Panel Termofogging



Şekil 13. Kağıt levhalar

Şekil 13’de üretilen kağıtlardan görülebileceği üzere atık boyalar kağıt endüstrisinde boyar madde olarak kullanılabilir. Bu sayede tekstil atık sularında bulunan boyalar 2 aşamalı geri dönüştürme işlemi ile önce su ekosisteminden ayrılmış daha sonra elde edilen boyalar kağıt endüstrisinde boyar madde olarak kullanılmıştır. Bu yöntem doğanın korunmasına katkı sağlayan sürdürülebilir bir yöntemdir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Çalışmada atık olarak doğaya verilen ayva çekirdeklerin içerisindeki pektin sayesinde hidrojel yapısı oluşturularak ilk defa tekstil atık sularındaki boyaların arıtılmasında kullanılmıştır. Daha önce yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde tekstil atık sularından boyaların emilerek bertaraf edilmesi için genel olarak kimyasal (çöktürme ve oksidasyon) ve biyolojik (tohum kabukları, yosun ve mantarlar) yöntemler kullanılmış ve bu yöntemlerde başarı oranı %80-90 civarındadır (Erdem, 2014 ve Kocaer, Alkan, 2002). Bu çalışmada kullandığımız yöntemde ise (ayva çekirdekleri) başarı oranı %98-99 civarındadır. Bununla birlikte boyayı emerek içine hapseden hidrojelilerin kağıt sanayide kullanılarak tamamen sürdürülebilir bir geri dönüşüm ortaya konulmuştur. Bu nedenle yöntemimiz ilk defa uygulanan, tamamen yenilikçi ve özgün bir çalışmadır.

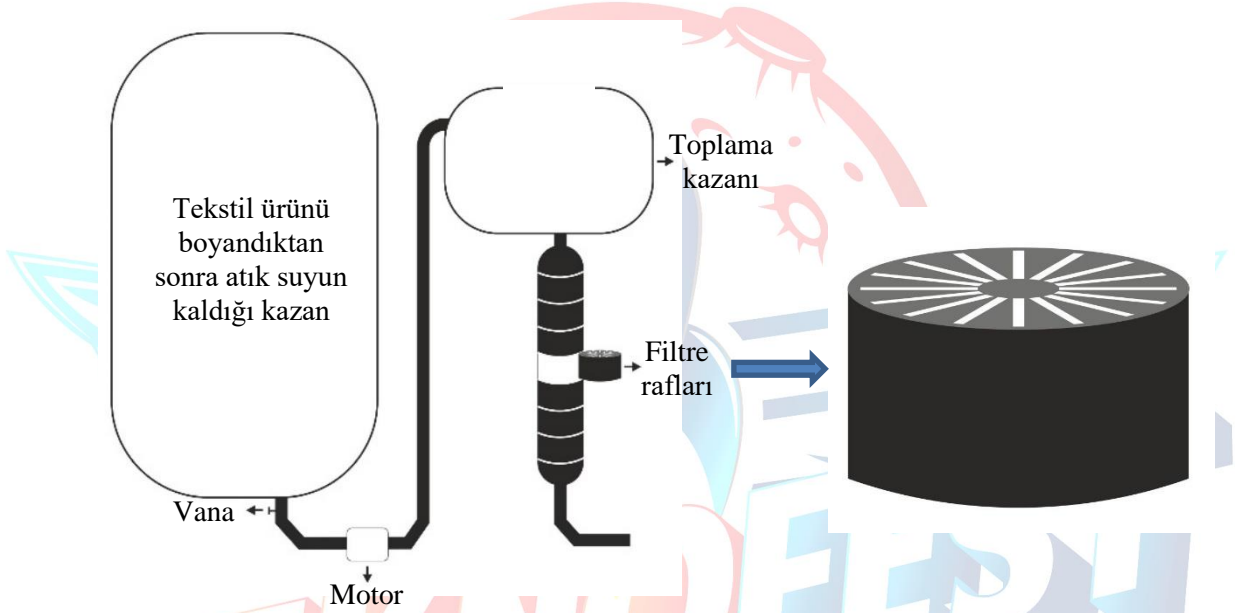
Atık boyaların atık ayva çekirdekleri ile doğadan izole edilmesi ve bu izole edilen boyaların farklı bir endüstri (kağıt) sanayisinde kullanılması; ülkemizdeki son yıllarda benimsenen “Sıfır Atık” bilincine de tam uyum sağlamaktadır. Kullanılan yöntemde doğaya hiç atık yükü oluşturulmamakta ve doğanın korunması 2 aşamalı geri dönüşümle sağlanmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Tekstil atık sularında boyanın ayrılması için kullanılan tüm yöntemler (fiziksel, biyolojik ve kimyasal) biraz zaman almaktadır. Oysa hidrojel ile 10-15 dk. sonra boyanın tamamına yakını emilebilmektedir. Bu emme işlemi endüstriye uygulamak için Şekil 14’deki gibi bir

sistem kurulması düşünülmüştür. Sistem atık olarak kanalizasyona verilecek boyalı suyun bir motor ile toplama kabına boşaltılması ile başlamaktadır. Toplama kabında atık suyun soğuması sağlanarak, suyun alttaki filtre sistemine doğru akmaktadır. Boyalı suyun akışı suyun kendi debisi ile olmalıdır. Herhangi bir motor sayesinde basınç oluşturularak yapılmamalıdır. Suyun kendi akış hızına göre akması hidrojeller arasında suyun daha yavaş akmasına böylece daha çok boyanın emilmesine neden olacaktır.

Filtre sistemi ise Şekil 15'teki gibi üst üste yuvarlak raflardan oluşmaktadır. Bu rafların her birinin içerisine dik şekilde yerleştirilebilen birçok hidrojel olacaktır. Hidrojeller arasında mümkün olduğu kadar az boşluklar bulunmalıdır. Bu sayede suyun akış hızı yavaşlatılmış ve boyanın daha fazla emmesi sağlanmış olacaktır. Raflar hidrojellerin yerleştirilmesi ve çıkarılması için filtre sistemine takılıp çıkarılabilir bir yapıda olmalıdır. Boyayı emen hidrojellerin boyayı sızdırmaması bu bakımdan oldukça iş kolaylığı sağlayacaktır.



Şekil 14. Hidrojeller ile arıtma sistemi

Şekil 15. Filtre rafı ve içindeki hidrojeller

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Çalışmada kullanılan yöntemde 500 ml atık sudaki boyanın tamamına yakınının emilmesi için 1 adet hidrojel, her hidrojel için de 1 gr ayva çekirdeği kullanılmıştır. Öyleyse her 1lt tekstil atık suyu için 2gr ayva çekirdeğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu rakam 1 ton atık su için düşünüldüğünde 2kg ayva çekirdeğine ihtiyaç duyulacaktır.

Ayva çekirdeğinin 1 kilosu 130TL olduğuna göre 1 ton suyu arıtmak için 260TL ayva çekirdeği maliyeti olacaktır. Bununla birlikte kurulacak olan geri kazanım sisteminin verimi (%90-98) düşünüldüğünde, her 1 ton atık sudaki boyanın emilmesi için yaklaşık 285TL maliyeti oluşacaktır. Bu maliyet sadece ayva çekirdeğine aittir.

Saha incelemesinde alınan bilgiye göre boyanan ürünün cinsine bağlı olmak şartıyla her bir ton su için 2700gr ile 6500gr boyar madde kullanılmaktadır. Boyama yapılan tekstil ürününün cinsine (yün, pamuk, akrilik, kumaş, polip vb.) göre, boyar maddelerin %11 ile %40 arasındaki miktarı atık suda kalarak doğaya verilmektedir. Bu rakamlara göre atık su içerisinde en az 297gr (2700gr boyanın %11'i) boya bulunmaktadır. 297gr iplik boyasının fiyatı 480TL'dir.

Yukarıda bahsedilen sayılara göre en az boya kullanılan bir atık sudaki boyanın emilme maliyeti 285TL, geri kazanılacak boyanın maliyeti ise 480TL'dir. Bu durumda kazanç $480-285=195$ TL olacaktır. Her 1 ton atık su başına işyerinin kazancı 195TL'dir. Bu rakam küçük görünse de her bir boyama atölyesi günde tonlarca su kullanıldığı düşünülünce oldukça karlı bir sistem olduğu görülebilmektedir. Hatta Şekil 14'teki geri kazanım geri sisteminin yapım maliyeti bile birkaç yıl içerisinde kolaylıkla karşılanacaktır.

Yapılan çalışmanın tamamen özgün olması ve çalışmanın yapıldığı Gaziantep'te bu şekilde bir arıtma sisteminin olmaması nedeniyle piyasada bulunan diğer sistemler ile karşılaştırılması yapılamamıştır. Çalışmanın zaman tablosu Tablo 4'tedir.

Tablo 4. Çalışma zaman tablosu

	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Ağustos
Proje konusunun belirlenmesi ve sınırlarının araştırılması	✓						
Literatür ve saha incelemesi		✓					
Teknofes'te takım kaydı			✓				
Malzeme temini	✓		✓				
Saha incelemesi ve şehir arıtma tesislerinde inceleme	✓	✓	✓				
Akademik paydaşlar ile görüşme			✓				
İlk (lüksmetre) denemeleri			✓				
Yöntemin uygulanması (Boyanın geri emilmesi ve spektrofotometrik ölçümler)			✓	✓	✓		
Boyama fabrikaları ile görüşmeler		✓		✓	✓		
Ön Değerlendirme Raporunun yazılması ve sisteme yüklenmesi				✓			
Yöntemin uygulanması (Hidrojellerin kağıt fabrikasında kullanılması)			✓	✓	✓		
Sistemlerin test edilmesi					✓		
Geri kazanım sistemi ve maliyet çalışmaları için piyasa araştırması					✓		
Proje Detay Raporunun yazılması ve sisteme yüklenmesi					✓	✓	
Tüm çalışmaların kontrolü						✓	
Teknofest							✓

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projenin hedef kitlesi öncelikli olarak tekstil boyama atölyeleridir. Bununla birlikte şehrin arıtma tesisleri veya boya ile çalışılan ve atıklarında boyar madde olan her türlü üretim tesisi bu çalışmanın hedef kitlesi arasındadır. Doğaya zararlı sıvı atıkları olan tesislerde de bu çalışmadaki sistemin kullanılabileceği düşünülmektedir.

9. Riskler

Risk matrisi Tablo 5'tedir.

Tablo 5. Risk Matrisi

Risk	Risk olma ihtimali	Risk seviyesi	Çözüm	Çözüm sonra riskin olma ihtimali	Risk seviyesi
Hidrojellerin aşırı sıcak sudan erimesi	Olası	Yüksek	Toplama tankında atık suyun soğuması için bekletilmesi	Olma ihtimali çok düşük	Düşük
Ayva çekirdeğinin bulunamaması	Olası	Yüksek	İçeriğinde pektin olan farklı tohumların bulunması veya direkt pektin ile hidrojellerin hazırlanması	Olma ihtimali çok düşük	Düşük
Hidrojellerin konulduğu sistemin katı partiküller (iplik parçaları) nedeniyle tıkanması	Olası	Orta	Toplama tankından önce bir filtre takılması	Olma ihtimali çok düşük	Düşük
Filtre içerisinde suyun hızlı ilerlemesi	Olası	Orta	Suyun akış debisini azaltmak için bir vana takılması	Olasılık dışı	Düşük
Hidrojellerin maksimum emme yaparak boyanın fazlasını yakalayamaması	Olası	Orta	Geri kazanım sisteminin çıkışına bir adet karşıdan yansımali ışık sensörü yerleştirilmesi	Olasılık dışı	Düşük

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

- Çelekli A., Atmaca M.A., Bozkurt H., (2009). "Reaktif Sarı 81 boyasının sulu ortamdan *Spirogyra majuscula* ile uzaklaştırılması; Kinetik ve denge modellemesi", *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 59-69.
- Erdem Ö. (2014). *Trametes versicolor* ile tekstil boyar maddelerinin renginin giderimi. (Yüksek Lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kocaer F. O., Alkan U. (2002). Boyar madde içeren tekstil atık sularının arıtım alternatifleri, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1),47-55.
- Mercimek, H. A., (2007). *Trametes versicolor*'ın tekstil boyalarının gideriminde kullanım olanakları (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Resmi Gazete, (2011). Tekstil sektöründe entegre kirlilik önleme ve kontrol tebliği, Resmi Gazete, Aralık, 2011.
- Sevim, O., (2013). Tekstil atık sularındaki rengin tekstil atık külü ile giderimi (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.