



**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE RAMÖZ BACASINDAN
KAYNAKLANAN KİRLİLİĞİNİN ÇEVRESEL
BOYUTLARI VE PROSES SONUCU OLUŞAN ATIK
YAĞIN GERİ KAZANIMI**

Aslı Cansu ELİTAŞ



T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE RAMÖZ BACASINDAN KAYNAKLANAN
KİRLİLİĞİNİN ÇEVRESEL BOYUTLARI VE PROSES SONUCU OLUŞAN
ATIK YAĞIN GERİ KAZANIMI**

Aslı Cansu ELİTAŞ

Prof. Dr. F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2018

TEZ ONAYI

Aslı Cansu ELİTAŞ tarafından hazırlanan “Tekstil Sektöründe Ramöz Bacasından Kaynaklanan Kirliliğinin Çevresel Boyutları Ve Proses Sonucu Oluşan Atık Yağın Geri Kazanımı” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN

Başkan : Prof. Dr. F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN
U.Ü. Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Selnur UÇAROĞLU
U.Ü. Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Saadet HACISALİHOĞLU
B.T.Ü. Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

İmza

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

29.8.2018

Bursa U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28/08/2018



Ashi Cansu ELİTAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE RAMÖZ BACASINDAN KAYNAKLANAN KİRLİLİĞİNİN ÇEVRESEL BOYUTLARI VE PROSES SONUCU OLUŞAN ATIK YAĞIN GERİ KAZANIMI

Aslı Cansu ELİTAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. F. Olcay Topaç ŞAĞBAN

Tekstil fabrikalarında ramöz prosesi sonucu atık yağlar oluşmaktadır ve buna bağlı olarak koku emisyonu problemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında ram makinası kaynaklı atık yağların toprağa olan etkisinin değerlendirilmesi için bir toprak inkübasyon çalışması yürütülmüştür. Çalışmada, topraklar seçilen oranlarda (%1 ve %10) ramöz atık yağı ile kirletilmiş ve numuneler 28⁰C'de karanlıkta inkübe edilmiştir. Toprak kalitesinin bir ölçümü olan enzim aktivitelerinin zamana bağlı değişimlerini incelemek için; 0.gün, 20.gün, 40.gün ve 60.gün olmak üzere belirlenen 4 periyotluk dönemlerde toprak örnekleri alınmıştır. Bu toprak örneklerinde üreaz ve alkali fosfataz enzim aktivite analizleri yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre üreaz aktivitesinin inkübasyon süresi boyunca kontrol toprağına göre daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu durum kirlenmenin topraktaki üreaz aktivitesini belirgin şekilde inhibe ettiğini göstermektedir. Diğer yandan topraktaki fosfataz aktivitesinde atık yağa bağlı bir inhibisyon etkisi meydana gelmemiş, atık yağ kısa vadede söz konusu enzimi stimüle etmiştir.

Diğer yandan Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifine uygun olarak temiz üretim değerlendirme çalışmaları yürütülmüştür. Bu değerlendirmeler sonucu, önerilen en iyi mevcut teknik olarak ramöz bacasına filtre uygulanmasının ardından filtre sisteminin bir haznesinde atık yağlar toplanarak çevre kirliliğinin önüne geçilmektedir. Ayrıca doğalgaz kullanımından yaklaşık % 15 tasarruf edildiği, koku emisyonlarında ise yaklaşık % 90 azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Önerilen en iyi mevcut tekniklerin geri dönüş sürelerinin yaklaşık 3 yıl olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ramöz, atık yağ, toprak kirliliği, enzim aktiviteleri, elektrostatik filtre, temiz üretim

2018, x + 45 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DIMENSIONS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION ORIGINATED FROM THE STENTER CHIMNEY IN THE TEXTILE INDUSTRY AND PROCESS-INDUCED WASTE OIL RECYCLING

Ashı Cansu ELİTAŞ

Bursa Uludağ University
Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. F. Olcay Topaç ŞAĞBAN

In textile factories, waste oil is produced as a consequence of the ramos process and as a result, odor emission problem arises. In this study a soil incubation study was performed in order to evaluate the effects of waste oil from a textile ram machine. Selected doses of waste oil (1% and 10%) were applied to soil samples and then polluted samples were incubated in dark at 28⁰C. In order to investigate the time depending variations of enzyme activities which are accepted as soil quality indicators, soil samples were collected at the beginning, 20th, 40th and 60th day of incubation period. Urease and alkaline phosphatase activities were determined in these samples. According to the results of the study, urease activity in contaminated soils were all lower than that of control soil throughout the incubation period. This stiuation indicated that urease activity was apparently inhibited by waste oil contamination. No inhibition was occurred for alkaline phosphatase activity, in fact, waste oil appeared to stimulate the activity in short term period.

On the other hand, clean production evaluations were carried out in accordance with the Integrated Pollution Prevention and Control Directive. Thanks to the electrostatic filters installed on the flue of stenter machine, the particles in polluted air are electically charged with high voltage, collected by a collector and thereafter seperated oily particules are accumulated in a receptacle. In the study, technical and environmental performances, potential benefits and savings were determined. By applying the suggested best available technique now and in the future, approximately 15% of natural gas will be saved and approximately 90% of odor emmissions will be reduced. The return time for the suggested best available techniques was calculated as nearly 3 years.

Key Words: Stenter, waste oil, soil pollution, enzyme activity, electrostatic filter, clean production

2018, x + 45 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı yürüten, her türlü konuda yardım, fikir ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN' a teşekkür ederim.

Hayatıma girdiği ilk andan beri sonsuz güven duygusuyla bana güç veren, bilgisini, tecrübe ettiği tüm deneyimlerini bütün samimiyetiyle benimle paylaşan, güler yüzünü hiç esirgemeyen, yeri geldiğinde abla yeri geldiğinde dost olan çok kıymetli hocam Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Arş. Gör. Dr. Efsun DİNDAR 'a teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca benden maddi, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve tüm hayallerimi gerçekleştirmemde bana inanıp, yardımcı olan sevgili aileme ve yol arkadaşım eşim İsmail ELİTAŞ' a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1.Endüstriyel Faaliyetlerin Yol Açtığı Çevre Kirliliği.....	3
2.2. Tekstil Endüstrisi ve Çevre Problemleri	4
2.3. Tekstil Sektörü Üretim Teknolojisi.....	5
2.4.Ramöz Makinesi ve Çalışma Prensibi	6
2.5.Ramöz Makinesinden Kaynaklanan Başlıca Çevresel Sorunlar	7
2.5.1.Ramöz atık havası	7
2.5.2. Koku emisyonu problemi	8
2.5.3. Proses sonucu oluşan atık yağların yapısı ve çevresel etkileri.....	8
2.6. Atık Yağların Geri Kazanım Teknikleri	12
2.7. Koku Giderimi Amacıyla Sanayiye Uygulanabilir Filtrasyon Teknolojisi	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Ramöz Makinası Kaynaklı Atık Yağların Toprağa Olan Etkisinin Değerlendirildiği İnkübasyon Çalışması	15
3.1.1. Ramöz bacası kaynaklı atık yağlar.....	15
3.1.2. Ramöz bacası kaynaklı atık yağların uygulandığı topraklar	16
3.1.3. İnkübasyon çalışması	17
3.1.4. Enzim aktiviteleri analiz yöntemleri	18
3.1.5. İstatiksel analiz.....	18
3.2. Ramöz Bacalarına Takılan Filtre Etkinliği Değerlendirme Çalışmaları.....	19
3.3. Filtrasyon Sistemine Dayandırılan Temiz Üretim Planının Hazırlanması.....	19

4.BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1.Atık Ram Yağının Uygulandığı Toprakta Enzim Aktivitelerinin Zamana Bağlı Değişimi	21
4.1.1 Üreaz aktivitesi.....	21
4.1.2 Alkali fosfataz aktivitesi	24
4.2. Filtre Etkinliğinin Değerlendirilmesi	28
4.3. Temiz Üretim Planı	30
5. SONUÇ	39
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	45



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

APA
AB
NO_x
BDÇA
İMÇK
CO
SO₂
MET
RAM
TVOC
VOC
UA

Açıklama

Alkali fosfataz aktivitesi
Avrupa Birliği
Azot oksitler
Birleşik Devletler Çevre Ajansına
İl Mahalli Çevre Kurulu
Karbonmonoksit
Kükürtdioksit
Mevcut en iyi teknoloji
Ramöz
Toplam Uçucu organik bileşikler
Uçucu organik bileşikler
Üreaz aktivitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Tekstil üretim prosesleri akış diyagramı.....	5
Şekil 2.2. Ramöz makinası	6
Şekil 2.3. Atık yağ geri dönüşüm sistemi	13
Şekil 2.4. Filtre sistemi	14
Şekil 2.5. Elektrostatik filtre	14
Şekil 3.1. Atık ram yağı	15
Şekil 3.2. Toprak örnekleri.....	16
Şekil 3.3. Araştırma modeli	20
Şekil 4.1. %1 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki üreaz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi.....	22
Şekil 4.2. %10 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki üreaz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi.....	23
Şekil 4.3. %1 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki alkali fosfataz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi	25
Şekil 4.4. %10 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki alkali fosfataz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi	27
Şekil 4.5. Üretimde gerçekleşen iş akış diyagramı	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Atık yağ kategorileri	9
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan atık yağın özellikleri.....	15
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri	16
Çizelge 3.3. Çalışmanın deneme deseni.....	17
Çizelge 4.1. %1 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta üreaz aktivitesi değerleri	21
Çizelge 4.2. %10 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta üreaz aktivitesi değerleri	23
Çizelge 4.3. %1 ve %10 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta üreaz aktivitesine etki eden faktörlerin etkisi	24
Çizelge 4.4. %1 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta alkali fosfataz aktivitesi değerleri	25
Çizelge 4.5. %10 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta alkali fosfataz aktivitesi değerleri	26
Çizelge 4.6. Atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta alkali fosfataz aktivitesine etki eden faktörlerin etkisi	27
Çizelge 4.7. Filtresiz ve filtreli sistemde koku konsantrasyon değerleri	28
Çizelge 4.8. Filtresiz ve filtreli sistemde hava emisyon değerleri	29
Çizelge 4.9. Proses girdileri	32
Çizelge 4.10. Proses çıktıları.....	33
Çizelge 4.11. Doğalgaz tüketimi	33
Çizelge 4.12. Su tüketimi	34
Çizelge 4.13. Enerji ve su kullanımının azaltılmasına yönelik önlemler.....	35
Çizelge 4.14. Uygulanacak temiz üretim hedefleri, maliyetleri ve beklenen faydaları ..	36
Çizelge 4.15. Ana performans göstergeleri cinsinden hedefler	37

1.GİRİŞ

2872 sayılı Çevre Kanununun Ek 9 uncu maddesine dayanılarak, 10.09.2014 tarihli ve 29115 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğinin Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer alan faaliyet ve tesislerin; Çevresel Etki Değerlendirilmesi Mevzuatı kapsamında, Çevre denetim mevzuatı kapsamında ve Şikâyetin değerlendirilmesi kapsamında, koku sorunlarının belirlenmesi ve çözümü ile ilgili işlemleri ve yaptırımları kapsayan “19.07.2013 tarih ve 28712 sayılı Resmi Gazete’de Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik” yayımlanmıştır.

Bu Yönetmeliğin 6. maddesine göre; Koku emisyonuna sebep olan faaliyetleri yürütenlerin; bu faaliyetlerin kurulmaları ve işletilmeleri sırasında: işletmenin kamuya ve çevreye olan zararlı etkilerinin mevcut en iyi üretim veya arıtım teknikleri uygulanarak azaltmak suretiyle koku oluşumunu önlemesi, koku önleme tedbirlerini alması, şikâyet olması halinde, koku önleme tedbir/ek tedbirlerini alması, bu yönetmelikte belirtilen koku emisyonu sınır değerlerinin aşılmasını sağlaması, yetkili merciler tarafından istenilmesi halinde; koku emisyonlarını bu yönetmelikte belirtilen usul ve esaslara uygun olarak ölçtürmesi zorunludur. Koku emisyonunu gidermek üzere önlem alındıktan sonra da koku kaynağındaki emisyon yeniden ölçtürülür.

Bursa’da tekstil sektöründe koku giderimine yönelik olarak; İl Mahalli Çevre Kurulu tarafından 18.08.2016 tarih ve 75 karar no’lu yazı ile “Tekstil sektöründe faaliyet gösteren ve özellikle polyester kumaş (ya da polyester içerikli diğer kumaş türlerini) kullanarak ön fikse ve/veya fikse yapan RAM Makinalarından kaynaklı koku emisyonlarının engellenmesi için bu makinalara ait bacalara elektrostatik ve/veya koku giderici, alıcı bir filtre sistemi kurulması için bu işletmelere 01.01.2018 tarihine kadar süre verilmesine” karar verilmiştir. Bu süre, 02.11.2017 tarih ve 20 karar no’lu yazı ile 01.01.2019 tarihine kadar uzatılmıştır.

Tekstil fabrikalarının kumaş boyahanelerinde uygulanan termofikse (özellikle ön fikse) ve kurutma işlemleri sırasında ram makinelerinin bacalarından atmosfere atılan dumanın içinde bol miktarda yağ zerrecikleri ve zararlı tozlar bulunur. Bu işlem sırasında kumaşın cinsine bağlı olarak bacadan atılan yağ miktarı da değişkenlik göstermektedir. Bu yanmış yağ ve tozlardan kaynaklı yoğun bir koku emisyonu

oluşturmaktadır. Yine bu yağlar bacalardan sızarak birikmekte ve kirliliğe sebep olmaktadır.

Yürütülen tez çalışmasında, tekstil sektöründe ramöz bacasından kaynaklanan kirliliğinin çevresel boyutları araştırılmış ve proses sonucu oluşan atık yağın geri kazanımı için geliştirilen teknolojilerin sanayiye uygulanabilirliği ortaya koyulmuştur.

Çalışma kapsamında kumaş boyama faaliyeti gösteren tekstil fabrikası seçilmiştir. Bu tekstil fabrikasının ramöz makinasının bacalarında hava emisyon ve koku emisyon ölçümleri yapılmıştır. Sonrasında ram bacalarına takılan elektrostatik filtre sayesinde, filtreden geçen kirli havanın içindeki partiküller yüksek voltajda elektrikle yüklenip, arkasından gelen toplayıcı kısım ile bu yüklenen partiküller toplanarak yağ ayırıcı ile yağ kirleticileri ayrıştırılıp bir haznede toplanmıştır. Böylelikle ram bacalarından kaynaklı koku giderimi sağlanmıştır.

Tekstil fabrikasında bu filtrasyon sistemine dayandırılan temiz üretim planı hazırlanmış; tesisin uygulamaya karar verdiği mevcut en iyi teknolojiyi, temiz üretim hedefleri ve ayrıca ana performans göstergeleri cinsinden hedefleri belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ram makinesi kaynaklı atık yağların toprak inkübasyon çalışması yürütülerek; toprağın parçalanabilmesi ve toprak kalitesinin bir ölçümü olan enzim aktiviteleri izlenmiştir.

Böylelikle filtrelerin kullanılmasıyla nasıl bir çevre kirliliğinin önüne geçildiği bilimsel verilere dayandırılarak değerlendirilmiştir.

2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Endüstriyel Faaliyetlerin Yol Açtığı Çevre Kirliliği

Sanayi devriminin gelişmesi ve yayılması beraberinde; kentleşmeyi ve nüfus artışını ortaya çıkarmıştır. Artan şehir nüfusu ise, doğal kaynakların kirlenmesine sebep olmuş ve çevre sorunlarının başlamasına yol açmıştır.

Sanayi atıklarıyla kirlenmenin hava, su ve toprak ortamında önemli bir çevresel sıkıntı yarattığı düşünülmektedir.

Hava kirliliğinin ve metallerin doğal ortamlara atmosferik olarak çökmesinin son 10 senedir hızla arttığı belirlenmiştir (Hernandez ve ark. 2003, Walker ve ark. 2003, Zhang ve ark. 2004, Aubert ve ark. 2006). Metallerin ekosisteme ve insan sağlığına önemli bir etkisinin olduğu bilinmesinden dolayı; metallerin birikiminin büyük bir çevresel sorun olduğu düşünülmektedir (Bargagli ve ark. 2002, Agnan ve ark. 2013). Metaller, çevresel kirleticilerin diğer türleri ile karşılaştırıldığında, tehlikelilik özelliği en fazla olanlardan biridir. (Luo ve ark. 2015).

Toprağın mikrobiyal aktivitesi ve çeşitliliği, ağır metaller de dahil olmak üzere organik ve inorganik kirleticiler tarafından oluşan toprak kirlenmesine karşı oldukça duyarlıdır (Zhang ve ark. 2010, Thavamani ve ark. 2012, Subrahmanyam ve ark. 2014). Ağır metallerin, toprağa hem kısa hem de uzun süreli maruziyeti toprağın mikrobiyal aktivitesini ve çeşitliliğini azaltmaktadır (Khan ve ark. 2007, Sheik ve ark. 2012). Topraktaki mikrobiyal aktivite, toprağın çevre kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Winding ve ark. 2005, Igbiosa 2015).

2.2. Tekstil Endüstrisi ve Çevre Problemleri

Çevresel konularla ilgili artan toplumsal bilinç ve sosyal sorumluluk duygusu, tekstil endüstrisinin gelişmiş çevresel profillere sahip ürünler üretmesine neden olmuştur (Chen ve ark. 2006). Tekstil ürünlerine çevresel bir süreç uygulandığında bu ürünün üretimi, kullanımı, bakımı ve nihai bertarafı göz önünde bulundurulur; lif, kumaş ve konfeksiyonun çevreye olan olumsuz etkisine değinilmelidir.

Tekstil endüstrisi Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en büyük endüstrilerden biridir. Bu denli gelişmiş bir sektör olmasının yanı sıra tekstil ürünlerinden ne kadarının aslında "yeşil" ve çevreye duyarlı olduğu sorgulanmaktadır. Tekstillerin algılanmış çevresel etkisinin, tüketicilerin satın aldıkları ürünlerle ilgili tercihlerini etkileyip etkilenmediği araştırılmaktadır. Pek çok tüketiciye, satın alma kararları alırken tekstil ürünlerinin çevre üzerindeki etkisinin önemi belirtilmiş olsa da; algılanan çevresel etkinin, gerçek etkilerle tamamen ilişkili olmadığı ortadadır (Shim 1995).

Tekstil proseslerinde yer alan boyama, baskı ve fikse dahil olmak üzere tekstil ıslak işleme yöntemleri, hemen hemen tüm tekstil ürünlerinde renkleri, desenleri ve özel performans karakterlerini oluşturmak için kullanılır. Bu aşamada kullanılan boyalar ve diğer kimyasallar olumsuz çevresel etkileri nedeniyle eleştirilmektedir. Tekstil endüstrisi, atıklarının geri dönüşümü ve azaltılması üzerinde çalışıyor olmasına rağmen; tekstil ıslak işlemenin net çevresel etkileri hala bir çözüme kavuşmamıştır (Chen ve ark. 2006).

Tekstil sanayii her zaman suyun yoğun olduğu bir sektör olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle, ana çevresel sorun, boşaltılan su miktarı ve taşıdığı kimyasal yük ile ilgilidir. Diğer önemli konular enerji tüketimi, hava emisyonları, katı atıklar ve kokulardır.

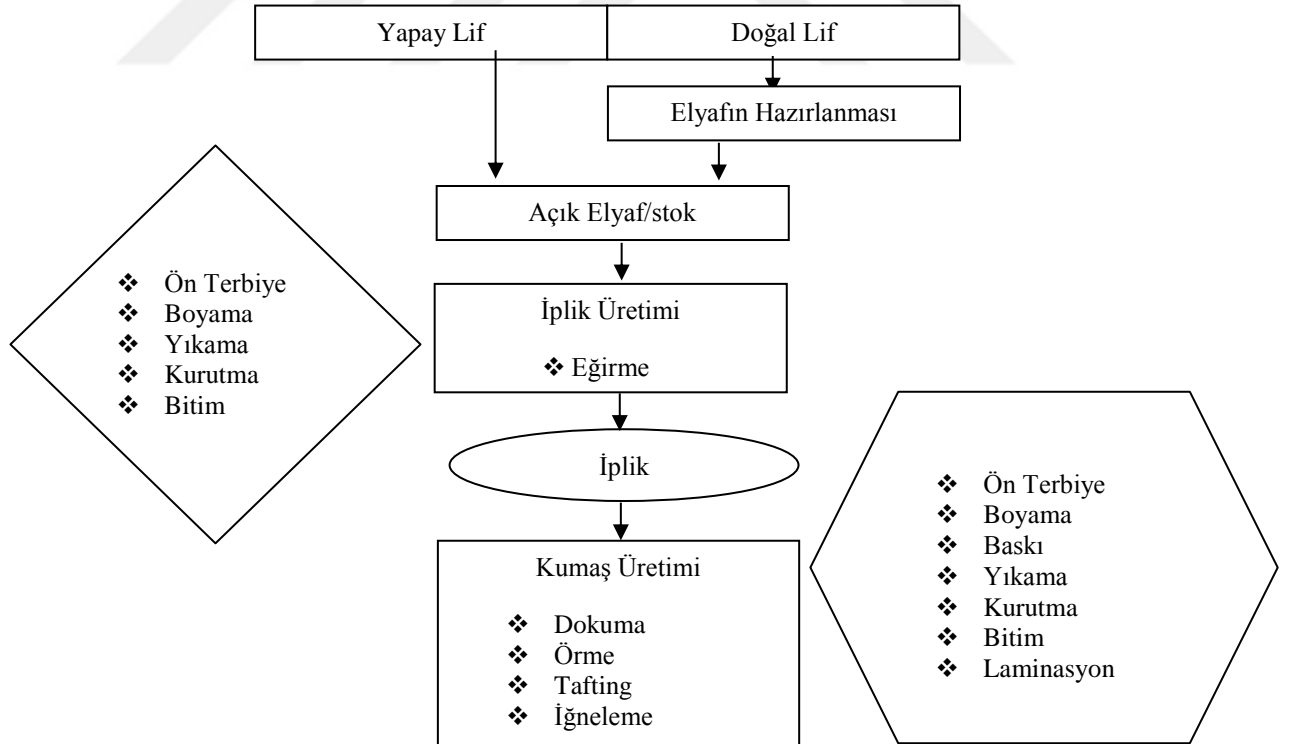
Tekstil sektöründen kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması ve kontrolünün sağlanması amacıyla 14 Aralık 2011 tarihinde "Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği" yayımlanarak bu konuya özel yasal bir düzenleme getirilmiştir.

2.3. Tekstil Sektörü Üretim Teknolojisi

Tekstil endüstrisi, hammadde, proses, ürün ve teçhizat açısından çok çeşitli bir sektördür ve çok karmaşık bir sanayi zincirine sahiptir. Her ne kadar bir tekstil endüstrisinde çok çeşitli prosesler yer alsa da; bu sektör kuru ve ıslak olarak süreçlere ayrılabilir. Kuru işlemede iplik üretimi, kumaş dokuma ve örme; ıslak işlemede ise hazırlama, boyama ve apreleme içerir (Alanya ve ark. 2006).

Üretim, yalnızca bir yıl boyunca mevsimsel değişiklikler ve moda nedeniyle değil, aynı zamanda tek bir günde üretim programına göre de değişebilir. Bu nedenle üretimden kaynaklı ortaya çıkan emisyonların standartlaştırılması ve karşılaştırılması daha da zordur. İdeal yaklaşım spesifik süreçlerin sistematik bir analizi olabilir, ancak yasal gerekliliklerin spesifik süreçlerden çok nihai atık üzerinde yoğunlaştığı gerçeği de dahil olmak üzere birçok nedenden ötürü verilerin bulunması çok zayıftır (Alanya ve ark. 2006).

Tekstilde gerçekleşen üretim proseslerine ve tekniklerine Şekil 2.1’de yer verilmiştir.



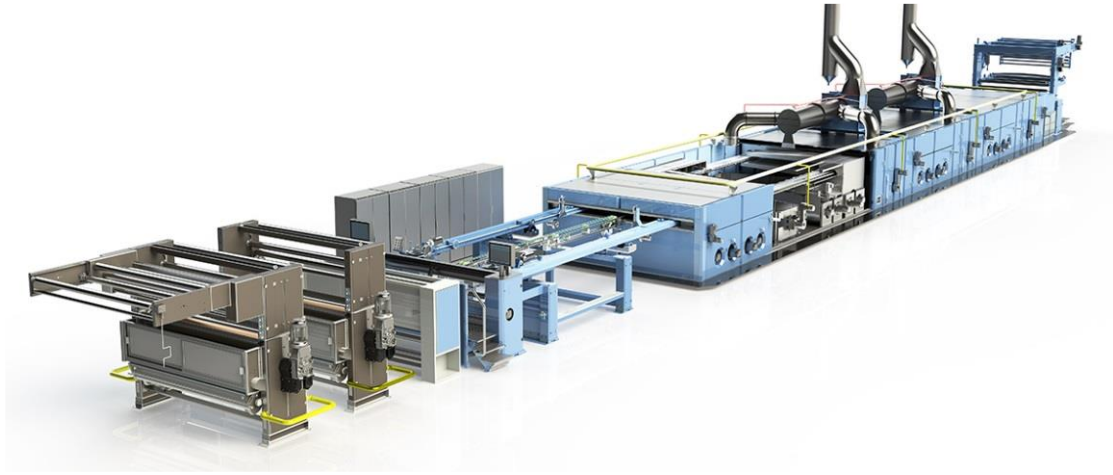
Şekil 2.1. Tekstil üretim prosesleri akış diyagramı

2.4.Ramöz Makinesi ve Çalışma Prensibi

Ramöz makinalarının ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek olması, en çok tercih edilen kurutma makinesi olmasının önüne geçememiştir. Bunun nedeni ramözlerde apre sonrası fikse işlemi, sentetik kumaşların termofiksesi, boyama-baskı sonrası kumaşların kurutulması ve diğer terbiye işlemleri sonrası kurutma işleminin gerçekleştirilebiliyor olmasıdır.

Ramözler (Gergili Kurutma Makinaları), kumaşların kenarlarına çapraz olarak iğnelenmiş paletlerle tutturulduğu kurutma makinalarıdır. Kumaşların hareket ettirilmesi için bir çift yürüme zinciri bulunur ve bu arada kumaşa sıcak hava verilir. Ramözlerde kumaşa arzu edilen genişlik ve uzunluk sağlanabilmekte, istenmeyen kırışıklıklar giderilebilmekte ve kumaş kenarlara değmeden geçirilebilmektedir (Tarakçioğlu 1996).

Şekil 2.2’de ramöz makinanın görseli yer almaktadır. Makinanın üst yüzeyinde kumaş enine bir doğrultuda ve kenarlara tutturulmuş şekilde nakledilmektedir. Kumaşın her iki yüzeyine basınçlı sıcak hava püskürtülmekte ve özel bir emme cihazı yardımıyla da kumaş kurutulmuş halini almaktadır. Ramöz çıkışında ise kurutma işlemi görmüş kumaşın daha fazla kurummasını engelleyen soğutma ve sarma ekipmanı bulunmaktadır (Oğulata ve ark. 1999).



Şekil 2.2. Ramöz makinası

Ramöz makinaları ürünün türüne bağlı olarak değişebilen, 1,5 ile 3 metre uzunluğunda bölümlere sahiptir. Burada kumaş ilk, orta ve son kısım olmak üzere sırasıyla; yüksek, sabit ve düşük sıcaklıkta ısıtılarak kurutulur. Kurutma esnasında, havlar-tozlar ve sentetik yağlar kumaştan ayrılarak atmosfere atılır (Yakartepe 1991).

2.5.Ramöz Makinesinden Kaynaklanan Başlıca Çevresel Sorunlar

Türkiye'de sentetik ipliğin toplam üretim kapasitesinin % 75' i Bursa tekstil sektörü tarafından karşılanmaktadır ve Türkiye' de boyama sanayinin en az % 25' i Bursa'da bulunmaktadır (Pulat 2009). Bunların arasında kurutma işlemi çoğu zaman enerjinin yoğun operasyonlardan biridir. Ayrıca bu işlem, büyük miktarda sıcak ve nemli havayı tahliye eder. Dolayısıyla enerji verimliliği; yalnızca maliyeti düşürmekle kalmaz aynı zamanda çevresel sorunlar, hava emisyonları ve katı atıklar gibi diğer önemli konularda da etkide bulunur (Cay ve ark. 2009).

Ramözlerde kurutma işlemi gerçekleşirken 3 temel çevresel problemle karşılaşmaktadır. Bunlar; atmosfere salınan atık hava, kumaşın üzerinde bulunan hava yağ zerreciklerinden kaynaklanan koku emisyonları ve atık yağlardır.

2.5.1.Ramöz atık havası

Ramözlerde ihtiyaç duyulan hava, doğalgaz yakıcılarında (brülörler) ile ısıtılır. Doğalgazın yakılması ile ısıtılan ramözler günümüzde çok sık kullanılmaktadır. Doğalgazın tercih edilmesinin nedeni kolay yapısı ve ısı verimliliğinin yüksek olmasıdır (Oğulata ve ark. 1999).

Ramözde kurutma sırasında, sıcak kuru hava ile nemli kumaş sürekli temas halindedir. Bunun sonucunda sıcak kurutma havasından nemli kumaşa ısı geçişi, nemli kumaştan kurutma havasına ise su buharı geçişi olmaktadır (Karaaslan 2006).

Ramöz makinasında kurutma işlemi bitiminde, kumaşın nem içeriği yaklaşık olarak %5 seviyesine inmektedir. Kurutma bölümü çıkışında atık havanın sıcaklığı ortalama 120-200⁰C arasında değişmektedir. Fikse sırasında ise bu sıcaklık 180 ⁰C'dir. Ramöz içerisindeki ısının ortalama %15'i, kumaş tarafından taşınan ve etrafa verilen ısı iken; yaklaşık %85'i kumaştaki suyu buharlaştırmak ve kurutma havasını ısıtmak için

harcanan ısıdır. Bu atık hava yani ısı enerjisi ramöz bacasından kontrolsüz bir şekilde atmosfere salınmaktadır. Sıcak havanın enerjisinin geri kazanımı ile çevresel etkilerin en aza indirgenmesi sağlanabilmektedir (Şekkeli 2009).

Kurutma prosesi sonucu atık hava içerisinde bulunan karbonmonoksit (CO), azot oksitler (NO_x), kükürtdioksit (SO₂), toz ve uçucu organik bileşikler (VOC) gibi kirletici parametreleri hava emisyonu oluşturmaktadır (Anonim 2012).

2.5.2. Koku emisyonu problemi

Avrupa Birliği düzeyinde kokuya yönelik yasal bir düzenleme bulunmamakla birlikte, AB' ye üye ülkeler kendi yasal düzenlemelerini oluşturmakta ve uygulamaktadır (Anonim 2012).

Ülkemizde koku sorunlarının belirlenmesi ve çözümü ile ilgili işlemleri ve yaptırımları kapsayan '19.07.2016 tarih ve 28712 sayılı Resmi Gazete' de Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik'' yayımlanmıştır.

Bu yönetmelik çerçevesinde tekstil faaliyetini gerçekleştiren işletmelerde, ramöz makinasının çalışması esnasında ortaya çıkan rahatsız edici olan koku emisyonları incelenmektedir. Proses sırasında ortaya çıkan kötü kokuların ana sebebi, kumaşın elyafına ve kalınlığına bağlı olarak bacadan atılan büyük miktarda sentetik yağ ve tozlardır. Koku emisyonunun temel kirletici parametresi ise VOC' dir (Anonim 2012).

2.5.3. Proses sonucu oluşan atık yağların yapısı ve çevresel etkileri

Birleşik Devletler Çevre Ajansına (BDÇA) göre kullanılmış yağlar ile atık yağlar farklı iki terim olarak değerlendirilmektedir. BDÇA' ya göre atık yağ, bulaşma ve/veya sızma nedeniyle yağın kullanılmaz hal almasıdır. BDÇA' ya göre kullanılmış yağ ise fiziksel veya kimyasal işlemler için kullanılmış atıl durumdaki yağlardır. Bu yağlar, polimer temelli sentetik yağlar, motor yağları, kompresör yağları, endüstriyel hidrolik çözücüler, endüstriyel proses yağları olarak sıralanabilir (USEPA 1996).

Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği'nde ise atık yağ terimi, BDÇA' nın belirlediği kullanılmış yağ tarifini karşılamaktadır (Gürbüz 2015). Atık yağ uluslararası alanda

daha genel bir kavram olup, bu çalışmada atık yağlarla ilgili verilecek olan bilgiler, yönetmelikte belirtilen endüstriyel nitelikli atık yağ terimini yansıtmaktadır.

Endüstriyel nitelikli atık yağlar, rafine edilmemiş yağlar ile kıyaslandığında; bazı metal ve kimyasal maddelerin kullanım sırasında yağın bünyesine geçmesinden dolayı çevreye pek çok açıdan daha fazla zarar verir. Kullanılmış atık yağların etkileri hem insan sağlığına hem de toprak ve su ekosistemlerine etki etmektedir.

30.07.2008 tarihinde atık yağların çevresel etkilerini en aza indirmek amacıyla yayınlanan, Atık Yağ Kontrol Yönetmeliği' nde, atık yağlar ekotoksik içeriği parametrelere göre kategorilendirilmiştir. Bu kategoriler; arsenik, kadmiyum, krom, klorür, kurşun PCB oranları ve toplam halojenler gibi ağır metallerdir. Çizelge 2.1, kirleticilerin minimum değerlerine göre atık yağ kategorilerini göstermektedir. Kullanılan proseslere göre farklı kirleticiler atık yağların bünyelerine geçebilir. Bu sebepten dolayı saflık oranları azdır (Nixon ve ark. 2015).

Çizelge 2.1. Atık yağ kategorileri

Kirleticiler	Müsaade Edilen Sınır Değerleri (I. Kategori Atık Yağ)	Müsaade Edilen Sınır Değerleri (II. Kategori Atık Yağ)	Müsaade Edilen Sınır Değerleri (III. Kategori Atık Yağ)
Arsenik	< 5 ppm	Max 5 ppm	> 5 ppm
Kadmiyum	< 2 ppm	Max 2 ppm	> 2 ppm
Krom	< 10 ppm	Max 10 ppm	> 10 ppm
Klorür	Max 200 ppm	Max 2000 ppm	> 2000
Kurşun	< 100 ppm	Max 100 ppm	> 100 ppm
Toplam Halojenler	Max 200 ppm	Max 2000 ppm	> 2000 ppm
Poliklorlufeniller (PCB)	Max 10 ppm	Max 50 ppm	> 50 ppm

I. kategori atık yağ, II. kategori atık yağla karıştırılırsa II. kategori; I. veya II. kategori atık yağlar, III. kategori atık yağla karıştırılırsa III. kategori atık yağ olarak kabul edilmektedir (Anonim 2008).

Ramöz makinasından kaynaklanan atık yağlar da endüstriyel nitelikli atık yağ olarak değerlendirilmektedir. Bu proseste atık yağ oluşmasının temel nedeni, sentetik elyaf ipliklerinin dokunması ile oluşan kumaşın yüksek sıcaklıkta kurutma işlemine tabi tutulmasıdır. Ramözde kurutma işlemi gerçekleştiği sırada; kumaşın bünyesinde bulunan yağın %80 kadarı ram bacasından atık hava içerisinde atılırken, %20 kadarı makinanın son kurutma bölümünün haznesinde birikmektedir. Yine bu atık yağlar makinadan ve bacalardan sızarak birikmekte ve toprak kirliliğine sebep olmaktadır.

Tesadüfi yayılımın kontrol edilmemesi durumunda atık yağın doğal ekosistemde büyük kayıplara neden olduğu gözlemlenmiştir. Fiziksel ve biyolojik süreçlerin gerçekleşmesine rağmen, hidrokarbonlar uzun süre toprakta kalabilmektedir (Chaîneau ve ark. 2005).

Atık Yağın Toprağa Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar

Dindar ve ark. (2017) %0,5 ve %5 oranlarında ham petrol ve atık mineral dizel yağ ile kirlenmiş topraklarda çalışmalar yapmıştır. 18°C ve 28°C sıcaklıkta 12 aylık bir inkübasyon sonucunda elde edilen üreaz aktiviteleri değerlendirildiğinde 28°C'de üreaz aktivitesinin kirlenmeden dolayı daha fazla miktarda etkilendiği tespit edilmiştir.

Bazı araştırmacılara göre mikroorganizmalar ortamda canlılığını sürdürmek için organik azotu besin kaynağı olarak kullanarak mineral azot formuna dönüştürmektedir. Bu durum yüksek azot içeriğinin hidrokarbon parçalayan mikroorganizmaların yüksek miktarda var olması ile olabileceği açıklanmaktadır (Mohn ve ark. 2000, Caravaca ve ark. 2003).

Caravaca ve ark. (2003) çalışmalarında petrol ile kirlenmiş topraklarda üreaz enzim aktivitesinin pozitif etkilendiğini bildirmişlerdir. Wyskowska ve ark. (2004) yaptıkları araştırmalarda organik materyal ile zenginleştirilmiş dizel yağı ile kirlenmiş topraklarda toprak enzim aktiviteleri üzerine pozitif etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Margesin ve ark. (2000) araştırmalarında üreaz ve fosfataz enzim aktivitelerinin petrol ile kirlenen topraklarda önemli derecede artış gösterdiği; öte yandan üre ilave edilmiş topraklarda organik karbon artarken üreaz aktivitesinin etkilenmediği tespit edilmiştir.

Dindar ve ark. (2017) 18°C ve 28°C sıcaklıkta, 12 aylık bir inkübasyon periyodunda, %0,5 ve %5 oranlarında ham petrol ve atık mineral dizel yağ ile kirlenmiş topraklarda alkali fosfataz aktivitelerini inceledikleri çalışmalarda; yüksek sıcaklıkta organik madde parçalanmasının daha kolay olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte ortaya çıkan ara ürünlerin enzim aktivitesini inhibe etmesiyle APA seviyesinin düşmüş olabileceği göz önüne serilmektedir.

Dick ve ark. (2000) yaptığı çalışmada toprağa özellikle organik materyal ilave edildiğinde kimyasal yaklaşımlardan ziyade enzimatik yaklaşımların daha hassas sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Alkali fosfataz aktivitesi, organik fosforu düşük molekül ağırlıklı organik ve inorganik fosfor bileşiklerine mineralize etmektedir. Alkali fosfataz, hidrokarbon kirlenmesi görülen ve toprakta C:P oranının yüksek olduğu durumlarda önemlidir. Bu sebeple alkali fosfataz aktivitesi hidrokarbonla kirlenmiş topraklarda indikatör olarak kullanılmaktadır. Araştırmacılara göre; toprakta hidrokarbon bulaşması fosfataz aktivitesini olumlu etkilemektedir, çünkü hidrokarbon fosfataz aktivitesinin ve miktarının üzerinde etkili olan mikrobiyal biyokütleyi ve bitki köklerini etkilemektedir.

Bir takım araştırmacılar, üreaz ve fosfataz enzim aktivitelerinin azot ve fosfor döngüsü ile ilişkilendirilebilir olduğunu ve toprakta hidrokarbon prosesi ile direkt olarak ilişkili olmayabileceğini ifade etmişlerdir. Diğer yandan bu enzim aktivitelerinin kirli koşullar altında toprak kalitesinin bir belirteci olduğunu da vurgulamışlardır (Margesin ve ark. 2000, Markkola ve ark.. 2002, Sannino ve ark. 2001).

Kaya (2015) yaptığı çalışmada ham petrol ve atık mineral dizel yağ ile kirlenmiş topraklar incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre üreaz aktivitesinde; hem ham petrol hem de mineral yağda zamanla enzim aktivitesinde azalma izlenmiştir. Yalnız farklı bir durum mineral yağda, % 5 kirlenme ve 28°C inkübasyonda rastlanmıştır. Bu değişkende ise enzim aktivitesi zamanla artış göstermiştir. Üreaz aktivitesindeki bu eğilimin görülmesinin sebebi, toksik etkinin zamanla belirginleşmesi ve substrat azalması olabileceği şeklinde açıklanmıştır. Alkali fosfataz aktivitesi sonuçları değerlendirildiğinde ise; hem ham petrol hem de mineral yağ kirliliğinde zamanla enzim

aktivitesinde artış tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise, zamanla bu aktiviteyi etkileyen toksisitenin azalarak etkinliğini kaybetmesi olarak belirtilmiştir (Kaya 2015).

Yapılan başka bir çalışmada, atık mineral yağların yarattığı kirliliğin topraktaki azot dönüşüm proseslerini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. Kirliliğe bağlı olarak topraklardaki azot formlarında çeşitli farklılıklar gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, atık yağ ile kirlenmiş topraklarda gerçekleşen nitrifikasyon prosesi olumsuz yönde etkilenmiştir (Dindar ve ark. 2017).

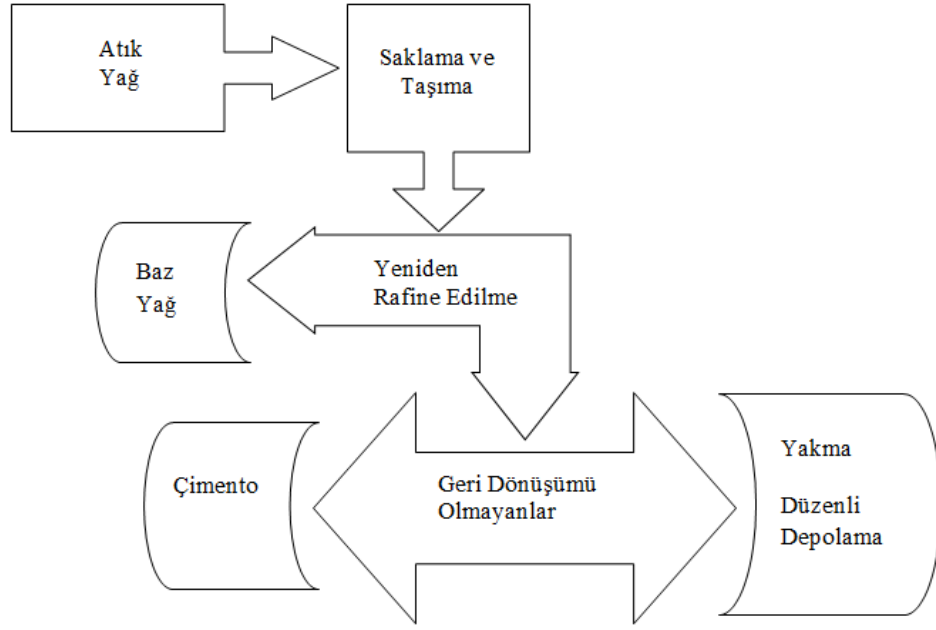
Kirk ve ark. (2005) araştırmalarında hem ham petrol ile hem de atık motor yağı ile kirlenmiş topraklarda alkali fosfataz aktivitesine yer vermiştir. Çalışma sonuçlarına göre ham petrol ile kirlenmiş topraklarda, atık motor yağı ile kirlenmiş topraklara göre daha yüksek alkali fosfataz aktivitesi gerçekleştiği görülmüştür. Bu durumun nedeni atık motor yağı içerisinde yanmadan kaynaklı ortaya çıkan toksik bileşenlerin inhibisyon etkisi olarak açıklanmıştır.

2.6. Atık Yağların Geri Kazanım Teknikleri

Atık yağlar teknik ve idari standartlarla çerçevesinde, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden; üretiminden bertarafına kadar olan süreçte geçici depolanması ve taşınması da dahil olmak üzere kontrollü bir şekilde yönetilmelidir (Özbey ve ark. 2011).

Endüstriyel nitelikli atık yağların geri kazanım teknikleri kategorilerine göre belirlenmektedir (Şekil 2.3).

I. kategori atık yağlar için en uygun yöntem rejenerasyon ve rafinasyon yolu ile geri kazanımdır. Çünkü bu tür atık yağlarda PCB, toplam halojen ve ağır metal gibi kirletici parametreleri yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altındadır. II. kategori atık yağların bir kısmı enerji geri kazanımı amacıyla kullanılabilirken, bir kısmı ise klorür, toplam halojen ve PCB parametreleri aşılmıyorsa rejenerasyon ve rafinasyon yoluyla geri kazanım amacıyla kullanılabilir. III. kategori atık yağlarda ise durum biraz farklıdır. Bu tür atık yağların kirletici parametreleri, sınır değerlerin üzerinde olması sebebiyle; tehlikeli atık yakma tesislerinde yakılarak zararlı formdan çıkarılır (United Nations Environment Programme 2012).



Şekil 2.3. Atık yağ geri dönüşüm sistemi

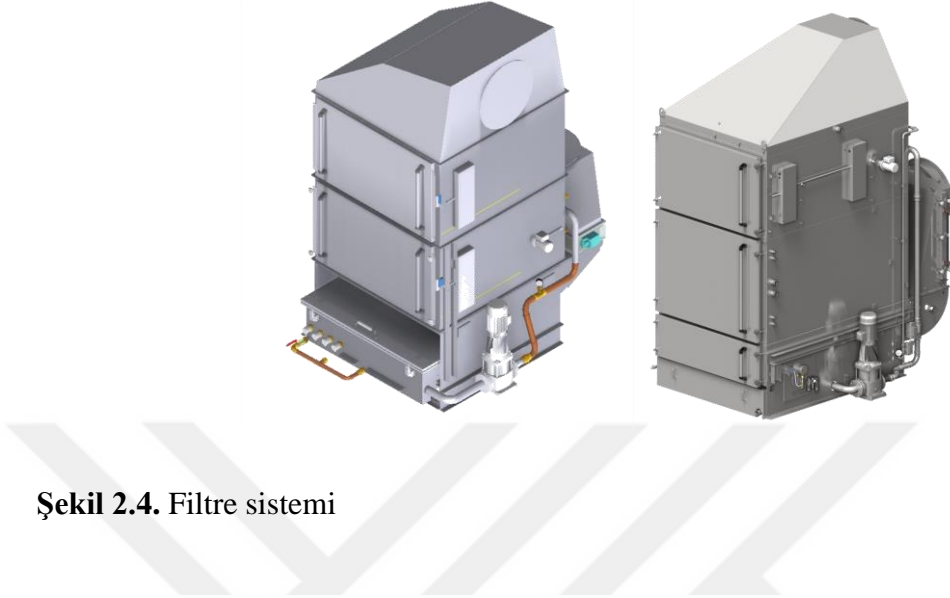
2.7. Koku Giderimi Amacıyla Sanayiye Uygulanabilir Filtrasyon Teknolojisi

Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmeliği' nin 6. maddesine göre; koku emisyonlarına neden olan faaliyetleri yürütenler; bu faaliyetlerin kurulması ve işletilmesi sırasında mevcut en iyi üretim veya işletme tekniklerini uygulayarak, işletmenin çevreye zararlı etkilerini azaltma yükümlülüğüne sahiptir (Anonim 2013).

Bursa'da tekstil sektöründen kaynaklı koku probleminin önüne geçilmesi amacıyla; İl Mahalli Çevre Kurulu kararı ile tekstil sektöründe faaliyet gösteren RAM Makinalarından kaynaklı koku emisyonlarının engellenmesi için bu makinalara ait bacalara elektrostatik filtre sistemi kurulması zorunluluğu getirilmiştir (Anonim 2016).

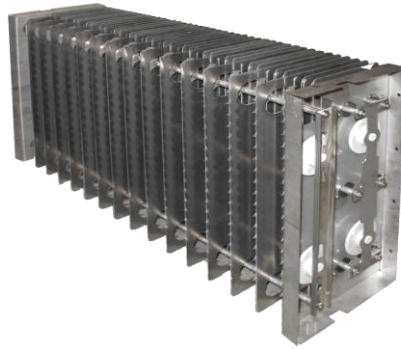
Ram makinalarının bacalarına kirlilik önleme amacıyla takılan elektrostatik filtreler Şekil 2.4'de gösterildiği gibidir. Filtre sistemleri, bacalardan atılan gazın debisine göre 10.000 m³/sa, 15.000 m³/sa, 20.000 m³/sa ve 30.000 m³/sa kapasitede imal edilmektedir. Aynı zamanda filtre sistemine entegre edilmiş ısı geri kazanım sistemi ile elde edilen sıcak su veya sıcak havanın işletmede tekrar kullanımı sağlanarak enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Yani bacanın atık gazlarından elde edilen ısılar, "havadan/havaya" eşanjörü ile elde edilen sıcak hava Ram makinasına geri verilerek havanın ön ısıtılmasında kullanılabilir. "Havadan/suya" olan eşanjörlü sistemiyle ise

boyahane veya tesisin herhangi ihtiyaç duyulan alanları için sabit ısıda ve debide sıcak su sağlanabilmektedir (Anonim 2017).



Şekil 2.4. Filtre sistemi

Şekil 2.5’de görölen elektostatik filtre, 0,3 mikron partiköl boyutuna kadar yüksek verimlerde filtreleme yapabilmektedir. Elektostatik filtreler, filtreden geçen kirli havanın içinde yer alan partiköllerin yüksek voltajlı elektrikle yüklenmesini sağlamakta ve bu yüklü partiköller toplayıcı bir sistem ile toplanarak, havayı yağ, koku, duman gibi kirleticilerden ayrıştırmaktadır. Sıvı ve akışkan zerreciklerden meydana gelen tüm maddelerin yakalanması için özel olarak tasarlanan filtreler, ağır şartlara dayanıklı olacak şekilde paslanmaz elik ve alüminyumdan üretilmektedirler. Elektostatik filtreler yağı ve dumanı yok etmemekte havadan ayrılan atık yağ sistem içerisinde alt haznede yer alan bir tavada toplanmaktadır. Kullanılan iyonizerin ve toplayıcının yapısı, malzemesi ve kalitesi sistem verimliliği açısından son derece önemlidir (Anonim 2017).



Şekil 2.5. Elektostatik filtre

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Ramöz Makinası Kaynaklı Atık Yağların Toprağa Olan Etkisinin Değerlendirildiği İnkübasyon Çalışması

3.1.1. Ramöz bacası kaynaklı atık yağlar

Çalışmada kirletici olarak, Şekil 3.1’de yer alan ram makinası kaynaklı atık yağlar kullanılmıştır. Atık yağlar, kumaş boyama faaliyeti gösteren tekstil fabrikasının Ramöz makinasından alınmıştır.



Şekil 3.1. Atık ram yağı

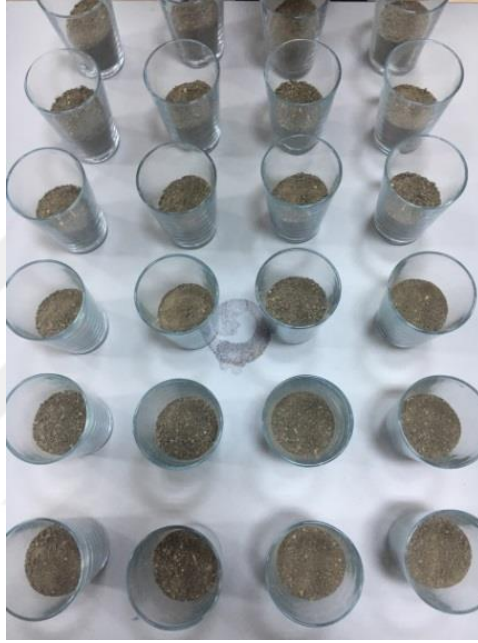
Çalışmada kullanılan ramöz makinasından kaynaklanan atık yağlar, I. kategori atık yağ olarak değerlendirilmektedir. Kirletici parametreleri ve değerleri Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan atık yağın özellikleri

Kirleticiler	Müsaade Edilen Sınır Değerleri
Arsenik	< 5 ppm
Kadmiyum	< 2 ppm
Krom	< 10 ppm
Klorür	Max 200 ppm
Kurşun	< 100 ppm
Toplam Halojenler	Max 200 ppm
Poliklorlufeniller (PCB)	Max 10 ppm

3.1.2. Ramöz bacası kaynaklı atık yağların uygulandığı topraklar

Şekil 3.2’de yer alan toprak örnekleri Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi çiftliğinden alınmıştır. Toprak tekstürü killi tın olup; % 29,65 kum, % 42,21 kil ve % 28,14 silt içeriğine sahip olarak tespit edilmiştir. 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri bez çuvallar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Hava kuru durumuna gelinceye kadar laboratuvar ortamında kurutulup, toprak örneklerindeki taşlar ayıklanarak ve örnekler ezilerek 4 mm’ lik eleklerden elenmiştir.



Şekil 3.2. Toprak örnekleri

Çalışmada kullanılan toprak örneğinin karakterizasyon özelliklerine Çizelge 3.2’de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri

Parametre	Değer
pH	7,94
EC (İletkenlik)	1690 ms
N (Azot)	532 mg/kg
NH ₄ -N (Amonyum Azotu)	10,6 mg/kg
NO ₃ -N (Nitrat Azotu)	8,5 mg/kg

3.1.3. İnkübasyon çalışması

Toprak örnekleri 100' er gr tartılarak cam yapılı inkübasyon kaplarına alınmıştır. Kaplara alınan topraklara ağırlıkça % 1 ve % 10 oranında atık yağ uygulanmıştır. Böylelikle kirlenmiş toprak numuneleri 28⁰C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca buharlaşma ile yoluyla su kaybına engel olmak adına distile su kullanılarak günlük periyotlarda sulama yapılmıştır. İnkübasyon çalışması ile topraklarda ki enzim aktivitelerinin zamana bağlı değişimleri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın deneme deseni Çizelge 3.3'de yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Çalışmanın deneme deseni

Uygulama No	Uygulama	Zaman
1	Kontrol	0.gün
2	%1 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
3	%10 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
4	Kontrol	20.gün
5	%1 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
6	%10 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
7	Kontrol	40.gün
8	%1 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
9	%10 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
10	Kontrol	60.gün
11	%1 atık yağ ile kirlenmiş toprak	
12	%10 atık yağ ile kirlenmiş toprak	

28⁰C'de yürütülen inkübasyon çalışmalarındaki enzim aktivitelerinin zamana bağlı olarak değişimlerini incelemek için; 0.gün, 20.gün, 40.gün ve 60.gün olmak üzere

belirlenen 4 periyotluk dönemlerde toprak örnekleri alınmıştır. 1. uygulama, kontrol toprak örneğinden oluşmaktadır. 2. uygulama, toprağa % 1 atık yağ ilavesi, 3. uygulama ise toprağa % 10 atık yağ ilavesi ile oluşturulmuştur. Her bir uygulama 2 paralelli olarak yürütülmüştür. Oluşturulan örnek gruplarında üreaz ve alkali fosfataz olmak üzere 2 farklı toprak enziminin zamana bağlı değişimi Tabatabai (1994) tarafından bildirildiği gibi aşağıda verilmiştir.

3.1.4. Enzim aktiviteleri analiz yöntemleri

Üreaz Aktivitesi

İnkübasyon süresi tamamlanan karışım numunesinden 5 gr örnek tartılır. Her bir karışımdan 3 paralel örnek bir de kontrol örneği olmak üzere 4 örnekle çalışılmaktadır. Toprak örneklerine 9 ml 0,5 M THAM tampon çözeltisi, 0,2 ml toluen ve 1 ml 0,2 M üre çözeltisi ilave edilmiştir. Bu örnekler 37°C'de 2 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonrasında örneklere 35 ml 2,5 M KCl-Ag₂SO₄ eklenmesi ile birlikte aktivite durdurulmuş olup, toprağın içeriğindeki amonyum azotu miktarı buhar destilasyonu yöntemiyle belirlenmiştir. Sonuçlar mg NH₄⁺-N /kg kuru toprak.sa cinsinden hesaplanmıştır.

Alkali Fosfataz Aktivitesi

İnkübasyon süresi tamamlanan numunelerden; 3 paralel bir de kontrol olmak üzere 4 tane örnekle çalışılma yapılacaktır. Toprak örnekleri 1' er gr olacak şekilde tartılır. Toprak örneklerine 0,2 ml toluen, 4 ml MUB tampon çözeltisi (pH=11) ve 1 ml 0,025 M p-nitrofenil fosfat çözeltisi eklenmiştir. Toprak örnekleri 37°C'de 1 saat inkübe edilmiştir, inkübasyon sonrasında örneklere 1 ml 0,5 M CaCl₂ ve 4 ml 0,5M NaOH eklenerek aktivite durdurulmuştur. Karışımlar filtreden süzülerek oluşan sarı renk hassasiyeti UV Spektrofotometresi ile 410 nm' de ölçülmüştür. Sonuçlar µg PNP/gr kuru toprak.sa olarak hesaplanmıştır.

3.1.5. İstatiksel analiz

Topraklara yapılan çeşitli dozlardaki kirletici uygulamalarının 28⁰C sıcaklıkta, farklı inkübasyon sürelerinde belirlenen parametreler üzerine etkileri, ANOVA testi ile

kıyaslanarak F-değerleri bulunmuştur. Parametreler arasındaki farklılıklar Tukey HSD çoklu kıyaslama yöntemiyle yapılmıştır.

3.2. Ramöz Bacalarına Takılan Filtre Etkinliği Değerlendirme Çalışmaları

Çalışma kapsamında koku örnekleme ve ölçümleri, uluslararası TS EN 13725:2004 Hava Kalitesi- Dinamik Olfaktometre ile Koku Derişiminin Tayin Metodu ile gerçekleştirilmektedir.

Hava emisyon ölçümlerinde ise; toz yükünün gravimetrik olarak belirlenmesinde VDI 2066 BALTT 1, uçucu organik bileşiklerin (VOC) belirlenmesinde TS 13649:2015, yanma gazlarından CO, NO_x, SO₂' nin belirlenmesinde TS ISO 12039:2005 – TS ISO 7935:1999, EPACTM-022 yöntemleri kullanılmıştır. Bu ölçümlerin tamamı akredite olmuş laboratuvarlar tarafından yapılmıştır.

3.3. Filtrasyon Sistemine Dayandırılan Temiz Üretim Planının Hazırlanması

Tekstil sanayinde kullanılan enerjinin bir hayli fazla olması ve bu enerjinin geri kazanılabilir nitelikte olmasıyla birlikte, çevresel ve ekonomik fayda sağlanabilmesi adına; bu çalışmada ramöz makinalarının bacalarına takılacak olan filtrelerin değerlendirildiği bir temiz üretim planı oluşturulmaktadır.

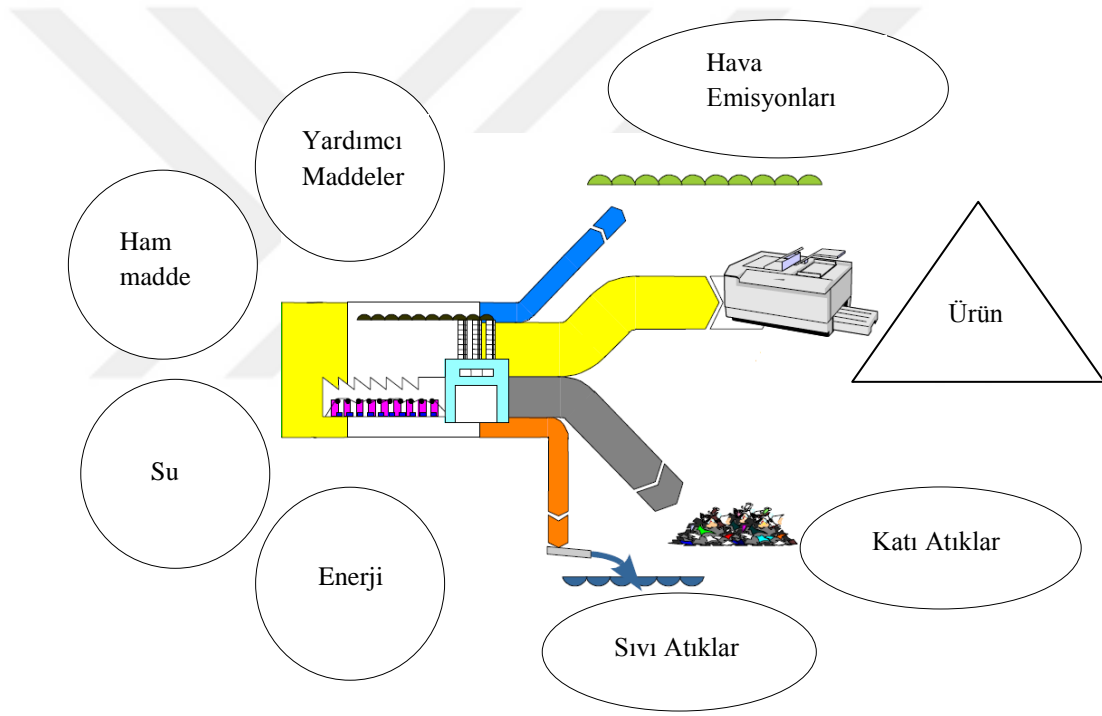
Uygulanacak olan metodolojik yaklaşım, prosesten kaynaklı çevresel etkiyi en aza indirmek ve sistemin ekonomik performansını en üst düzeye çıkararak ekoverimliliğini artırmak için yenilikçi teknolojilerin alımını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

Atık ve kirliliğin azaltılması ile operasyonel verimliliğin artırılması için fırsatlar hakkında bilgi vermeyi amaçlayan bir tesisin süreçlerinin ve operasyonlarının sistematik olarak gözden geçirilmesi için temiz üretim denetim basamakları şu şekilde belirlenmiştir:

- Proses işlemleri, hammaddeler, ürünler, su ve enerji kullanımı hakkında mevcut tüm bilgilerin sunulması,
- Üretilen atığın kaynakları, miktarları ve çeşitlerinin tanımlanması,

- Süreç verimsizliklerinin ve kötü yönetim alanlarının nerede olduğunun açıkça belirtilmesi,
- Çevreye zarar veren faaliyetlerin tanımlanması ve mevzuata göre değerlendirilmesi,
- Daha temiz üretim fırsatlarının belirlenmesi ve bu temiz üretim uygulamalarının maliyet analizinin yapılması,
- Düşük maliyet ve geri ödeme süresi düşünülerek; belirlenen temiz üretim fırsatlarının uygulanmaya alınması.

Şekil 3.3’de yer alan araştırma modeli, çalışma kapsamında gerçekleştirilen temiz üretim planına uygulanmıştır.



Şekil 3.3. Araştırma modeli

Seçilen tekstil fabrikasında gerçekleşen üretim proseslerinde yer alan girdiler baz alınarak sistem çıktıları değerlendirilmektedir. Bu aşamada Ramöz makinasının çalışması elektrik, su, doğalgaz ve kimyasalların tüketimiyle gerçekleşmektedir. Ürünün elde edilmesiyle birlikte kontamine ambalaj atıkları, atık yağ, kumaş kırpıntı atıkları, hava emisyonu, koku emisyonu ve gürültü oluşumu söz konusudur.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Atık Ram Yağının Uygulandığı Toprakta Enzim Aktivitelerinin Zamana Bağlı Değişimi

4.1.1 Üreaz aktivitesi

Yapılan analizler sonucu % 1 ve % 10 oranlarında atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda elde edilen üreaz aktivitesi değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de görülmektedir. Atık ram yağı ile %1 (düşük doz) ve % 10 (yüksek doz) oranında kirlenmiş topraklarda 28°C sıcaklıkta üreaz aktivitesinin zamana bağlı gösterdiği değişimler sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

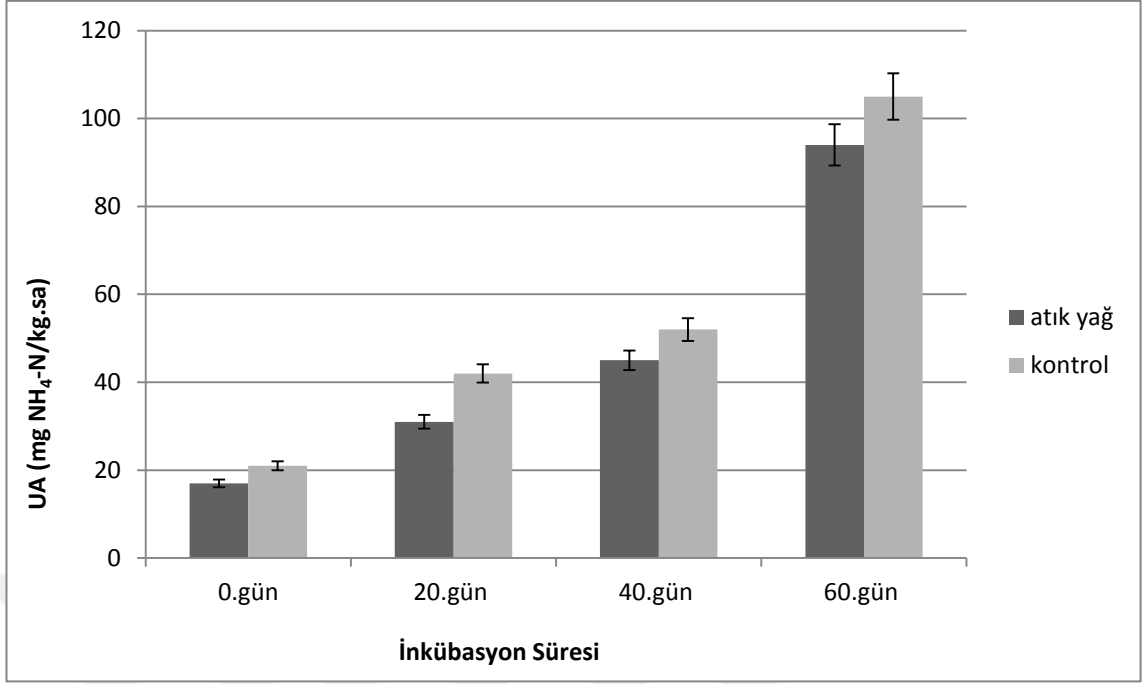
60 günlük inkübasyon süresi boyunca temiz ve atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda üreaz aktiviteleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. % 1 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta üreaz aktivitesi değerleri

%1	Atık Yağ (mg NH ₄ -N/kg.sa)	Kontrol Toprak (mg NH ₄ -N/kg.sa)
0.gün	17	21
20.gün	31	42
40.gün	45	52
60.gün	94	105

28°C’de düşük doz (% 1) atık ram yağı ile kirlenmiş toprakların üreaz aktivitesi incelendiğinde, en yüksek üreaz aktivitesi 60. günde 94 mg NH₄/100 gr toprak, en düşük aktivite ise 0. günde 17 mg NH₄/100 gr toprak olarak gözlenmiştir.

Bir diğer yandan inkübasyon boyunca temiz ve kirli uygulamaları birlikte değerlendirecek olursak, üreaz aktivitesinin en yüksek değerinin 60. günde temiz topraklarda bulunduğu görülmektedir.



Şekil 4.1. %1 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki üreaz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi

Grafikte de görüldüğü gibi 0. günden 60. güne kadar yapılan 4 farklı üreaz deneyi sonucu her 20 günde bir hem atık yağ numunelerinde hem de kontrol numunelerinde artış gözlemlenmiştir. Kontrol numuneleri atık yağ numunelerinden her seferinde fazla çıkmıştır.

0.gün, 20.gün ve 40.günlerde atık yağlı numuneler yaklaşık 15 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış gösterirken, kontrol numuneleri yaklaşık 20 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış göstermektedir. 60.günlere gelindiğinde ise her iki parametre içinde yaklaşık 50 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış göstermektedir.

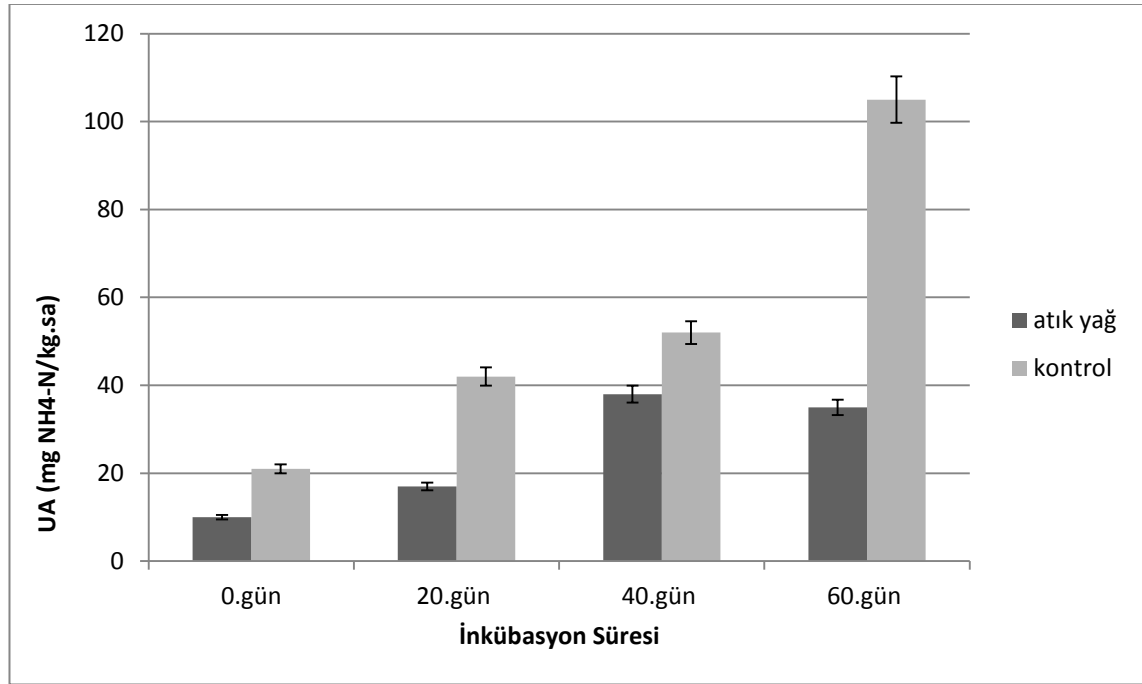
Sonuç olarak atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda üreaz aktivitesinin inkübasyon süresi boyunca kontrol toprağına göre daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu durum düşük dozda kirlenmenin topraktaki üreaz aktivitesini inhibe ettiğini göstermektedir.

28°C'de yüksek doz (% 10) atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda ve temiz topraklarda üreaz aktivitesi değerlerinin 0.gün- 40.gün aralığında arttığı, 40.gün- 60.gün aralığında ise azaldığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2. % 10 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta üreaz aktivitesi değerleri

%10	Atık Yağ (mg NH ₄ -N/kg.sa)	Kontrol Toprak (mg NH ₄ -N/kg.sa)
0.gün	10	21
20.gün	17	42
40.gün	38	52
60.gün	35	105

0. gün ve 20. günde atık yağ numuneleri yaklaşık 10 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış gösterirken, kontrol numuneleri yaklaşık 20 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış göstermektedir. 40. güne gelindiğinde atık yağ numuneleri yaklaşık 20 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış gösterirken, kontrol numuneleri yaklaşık 10 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış göstermektedir. 60.günlere gelindiğinde ise atık yağ numunelerinde yaklaşık 5 mg NH₄/kg.sa' lik bir azalış gösterirken, kontrol numunelerinde yaklaşık 50 mg NH₄/kg.sa' lik bir artış göstermektedir.



Şekil 4.2. %10 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki üreaz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi

%10 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28 °C'deki üreaz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi grafikte de görüldüğü gibi 0. günden 60. güne kadar yapılan 4 farklı üreaz deneyi sonucu her 20 günde bir kontrol numunelerinde artış gözlemlenmiştir. Kontrol numuneleri atık yağ numunelerinden her seferinde daha fazla çıkmıştır. Bunun sonucunda amonyum miktarının yağ konulmayan kontrol numunelerinde özellikle 60.günde oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

Yüksek dozda (%10) atık ram yağı ile kirlenmiş toprakların üreaz aktivitesi incelendiğinde, inkübasyon süresi boyunca kontrol toprağına kıyasla daha düşük üreaz aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum atık ram yağı kirliliğinin üreaz aktivitesini inhibe ettiği, yüksek dozlu kirlenmede bu durumun daha belirgin olduğu görülmektedir.

İstatiksel açıdan 28°C'de düşük ve yüksek dozda atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda; inkübasyon süresi ve atık yağ dozu önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. %1 ve %10 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta üreaz aktivitesine etki eden faktörlerin etkisi

Varyasyon Kaynağı	SS	Serbestlik Derecesi	F _{istatistik}
İnkübasyon Süresi	32390,8	3	32,1073*
Atık Yağ Dozu	9454,2	2	14,0572*
Atık Yağ Dozu x İnkübasyon Süresi	8629,9	6	4,2772*
Hata			

*p<0,05 düzeyinde önemli

4.1.2 Alkali fosfataz aktivitesi

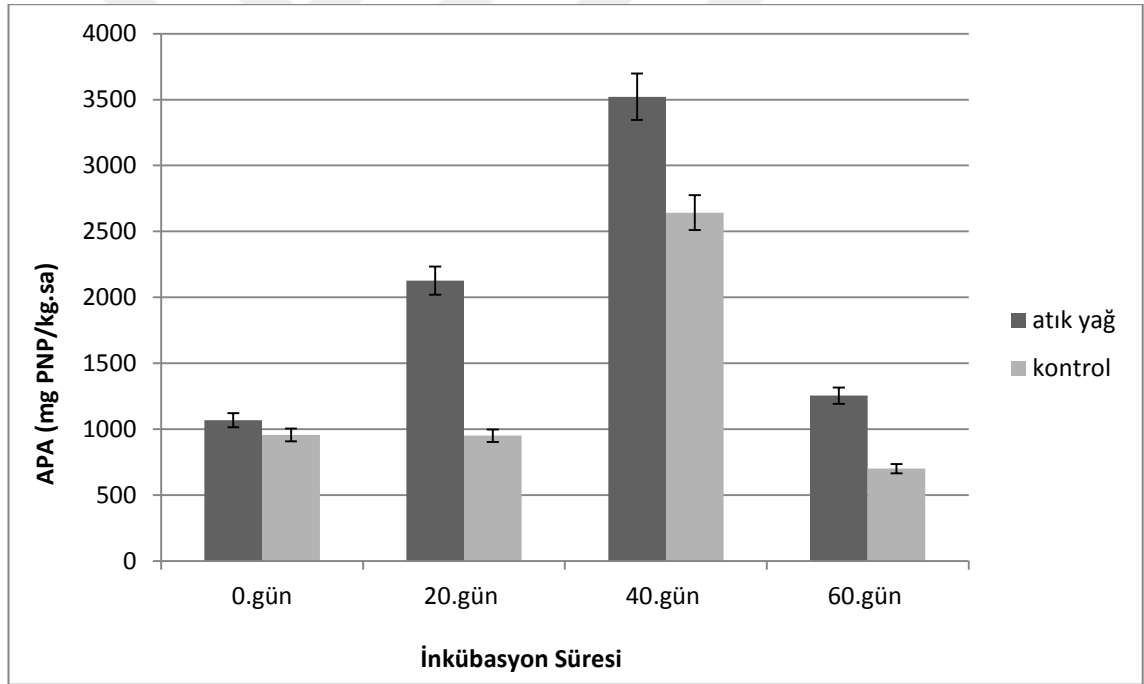
Yapılan analizler sonucu % 1 ve % 10 oranlarında atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda elde edilen alkali fosfataz aktivitesi değerleri Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'de görülmektedir. Atık ram yağı ile %1 (düşük doz) ve % 10 (yüksek doz) oranında kirlenmiş topraklarda 28°C sıcaklıkta alkali fosfataz aktivitesinin zamana bağlı gösterdiği değişimler sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

60 günlük inkübasyon süresi boyunca temiz ve atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda alkali fosfataz aktiviteleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4. % 1 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta alkali fosfataz aktivitesi değerleri

%1	Atık Yağ (mg PNP//kg.sa)	Kontrol Toprak (mg PNP//kg.sa)
0.gün	1070	957
20.gün	2127	952
40.gün	3521	2643
60.gün	1255	702

0.gün ve 20.günde atık yağ numuneleri yaklaşık 1000 mg PNP/kg.sa' lik bir artış gösterirken, kontrol numuneleri eşit çıkmıştır. 40.güne gelindiğinde atık yağ ve kontrol numuneleri yaklaşık 1500 mg PNP/kg.sa' lik bir artış göstermektedir. 60.günlere gelindiğinde ise atık yağ ve kontrol numunelerinde yaklaşık 2000 mg PNP/kg.sa' lik bir azalış göstermektedir.



Şekil 4.3. %1 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki alkali fosfataz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi

% 1 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28 °C'deki alkali fosfataz aktivitelerinin 0. günden 40. güne kadar yapılan 4 farklı alkali fosfataz deneyi sonucu her 20 günde bir atık yağ numunelerinde artış gözlenirken 60. günlerde ani düşüş gözlemlenmiştir.

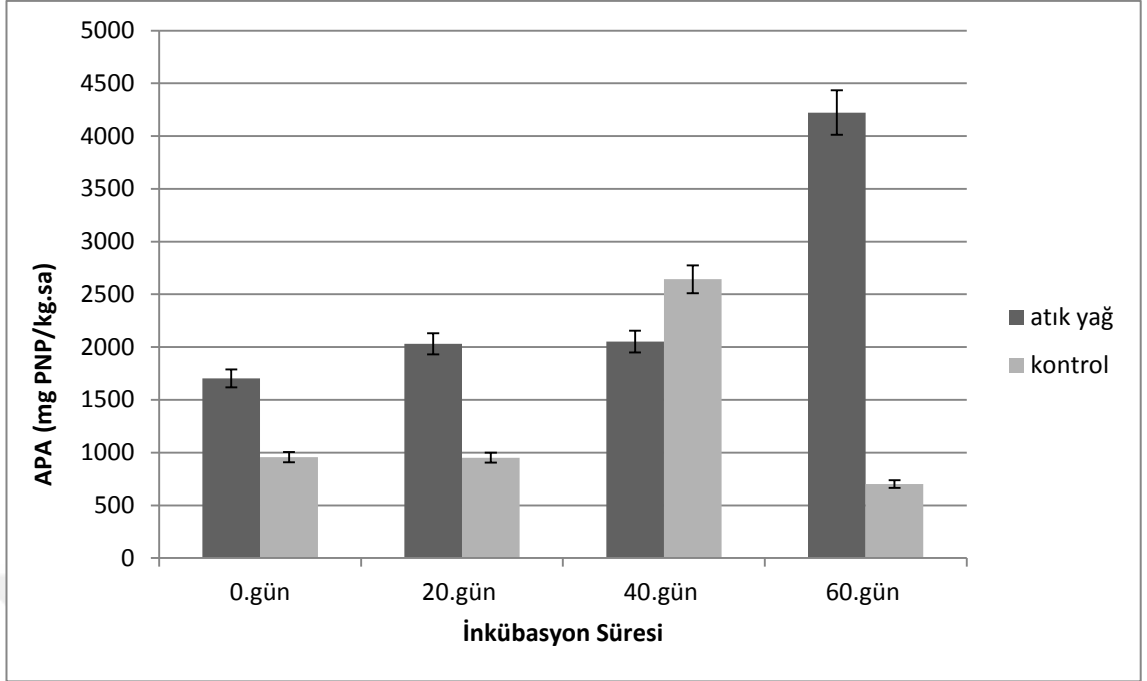
Kontrol numuneleri atık yağ numunelerinden her seferinde az çıkmıştır. Bu da kg başına düşen mg cinsinden PNP miktarının yağ konulan numunelerde özellikle 40.günde oldukça fazla olduğunu göstermektedir. Bunun sonucunda atık yağın alkali fosfataz enzim aktivitesinde substrat görevi gördüğü söylenebilmektedir.

28°C'de yüksek doz (% 10) atık ram yağı ile kirlenmiş toprakların alkali fosfataz aktivitesi incelendiğinde, bu enzim aktivitesinin 0. gün ve 20. günde atık yağ numuneleri yaklaşık 500 mg PNP/kg.sa' lik bir artış gösterirken, kontrol numuneleri eşit çıkmıştır. 40. güne gelindiğinde atık yağ numuneleri eşit çıkarken, kontrol numuneleri yaklaşık 1500 mg PNP/kg.sa' lik bir artış göstermektedir. 60. günlere gelindiğinde ise atık yağ numuneleri yaklaşık 2000 mg PNP/kg.sa' lik bir artış gösterirken, kontrol numuneleri yaklaşık 2000 mg PNP/kg.sa' lik bir azalış göstermektedir.

Çizelge 4.5. % 10 oranında atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta alkali fosfataz aktivitesi değerleri

%10	Atık Yağ (mg PNP/kg.sa)	Kontrol Toprak (mg PNP/kg.sa)
0.gün	1702	957
20.gün	2031	952
40.gün	2053	2643
60.gün	4223	702

% 10 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28 °C'deki alkali fosfataz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi grafikte de görüldüğü gibi 0. günden 60. güne kadar yapılan 4 farklı alkali fosfataz deneyi sonucu her 20 günde bir kontrol numunelerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Atık yağ numuneleri kontrol numunelerinden 40.gün hariç her seferinde fazla çıkmıştır. Bu da kg başına düşen mg cinsinden PNP miktarının 40.gün hariç yağ konulan numunelerde özellikle 60.günde oldukça fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.4. %10 oranında atık yağ ile kirlenmiş toprakta 28°C 'deki alkali fosfataz aktivitelerinin zamana bağlı değişimi

İstatiksel açıdan 28°C'de düşük ve yüksek dozda atık ram yağı ile kirlenmiş topraklarda; inkübasyon süresi ve atık yağ dozu önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Atık ram yağı ile kirlenmiş toprakta alkali fosfataz aktivitesine etki eden faktörlerin etkisi

Varyasyon Kaynağı	SS	Serbestlik Derecesi	F _{istatistik}
İnkübasyon Süresi	25585312	3	10,7396*
Atık yağ dozu	74638585	2	46,9950*
Atık yağ dozu x İnkübasyon Süresi	63719089	6	13,3732*
Hata			

*p<0,05 düzeyinde önemli

4.2. Filtre Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Filtre etkinliğinin değerlendirilebilmesi adına ram bacasında filtre takılı iken ve takılı değilken olmak üzere iki durumda tesisin koku emisyonunu temsil eden en az üç kokulu gaz örneğinin olfaktometrik olarak ölçülmüştür.

Ram makinasında fikse işlemi yapıldığı sırada bacasında herhangi bir filtre takılı olmayan tesiste ve filtre takılı olan tesiste koku emisyonlarının belirlenebilmesi için yapılan koku ölçümlerinin konsantrasyon değerleri Çizelge 4.7’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.7. Filtresiz ve filtreli sistemde koku konsantrasyon değerleri

Ölçümler	Filtresiz Ram Bacası	Filtreli Ram Bacası	Yönetmelik Sınır Değeri
Koku Kons. 1.Ölçüm (KB/m ³)	3444	359	< 1000 KB/m ³
Koku Kons. 2.Ölçüm (KB/m ³)	3792	367	
Koku Kons. 3.Ölçüm (KB/m ³)	3649	384	
Koku Kons. Geometrik Ortalama (KB/m ³)	3626	369	

Filtresiz işletmedeki koku konsantrasyon sonucunun 1000-10.000 KB/m³ aralığında olması sebebiyle, tesiste koku kontrol tedbiri alınması ve alınan tedbirin etkinliğinin belirlenmesi için kaynaklarda yeniden ölçüm yapılması gerekmektedir.

Filtreli işletmedeki koku konsantrasyon değerinin 1000 KB/m³’ den daha az çıkması tesisin kaynaktaki koku gideriminin filtre sistemiyle mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik’ de yer alan sınır değerleri de sağlamaktadır.

Filtre etkinliğinin değerlendirilebilmesi için yapılan bir diğer çalışma ise filtreli ve filtresiz ram bacalarında yapılan hava emisyon ölçümleridir.

Filtresiz ve filtreli ram bacalarında yapılan hava emisyon değerleri Çizelge 4.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Filtresiz ve filtreli sistemde hava emisyon değerleri

Parametreler	Filtresiz Sistem		Filtreli Sistem		Yönetmelik Sınır Değeri
	RAM-1	RAM-2	RAM-1	RAM-2	
Sıcaklık (°C)	174	168	174,43	107,13	-
Baca Gazı Hızı (m/sn)	6,4	7,6	9,56	8,32	4
Baca Gazı Debisi (m ³ /sa)	7677	9122	9734,29	8464,32	-
Isıl Gücü (MW)	0,975	0,975	1,30	1,30	-
CO (kg/sa)	0,02	0,04	0,0196	0,0330	50
NO (kg/sa)	0,04	0,03	0,0419	0,0331	20
NO ₂ (kg/sa)	0,03	-	0,0642	0,0508	40
SO ₂ (kg/sa)	0,01	-	0,0149	0,0141	60
Toz (kg/sa)	0,02	0,04	0,0051	0,0049	10
VOC (kg/sa)	0,0041	0,0026	0,0012	0,0008	30
TVOC (kg/sa)	151,7	138,87	0,0011	0,0007	10

Kumaş boyama faaliyeti gösteren işletmelerin Ram makinalarında koku oluşumuna sebep olan ana emisyon parametresi (VOC) Uçucu Organik Bileşiklerdir. Çalışma kapsamındaki filte sistemi olmayan ram makinasında fikse işlemi yapıldığı esnada oluşan VOC değerleri Ram-1 bacası ve Ram-2 bacası olmak üzere sırasıyla; 0,0041 kg/sa ve 0,0026 kg/sa’ dir. TVOC değerleri ise sırasıyla 151,7 kg/sa ve 138,87 kg/sa’ dir.

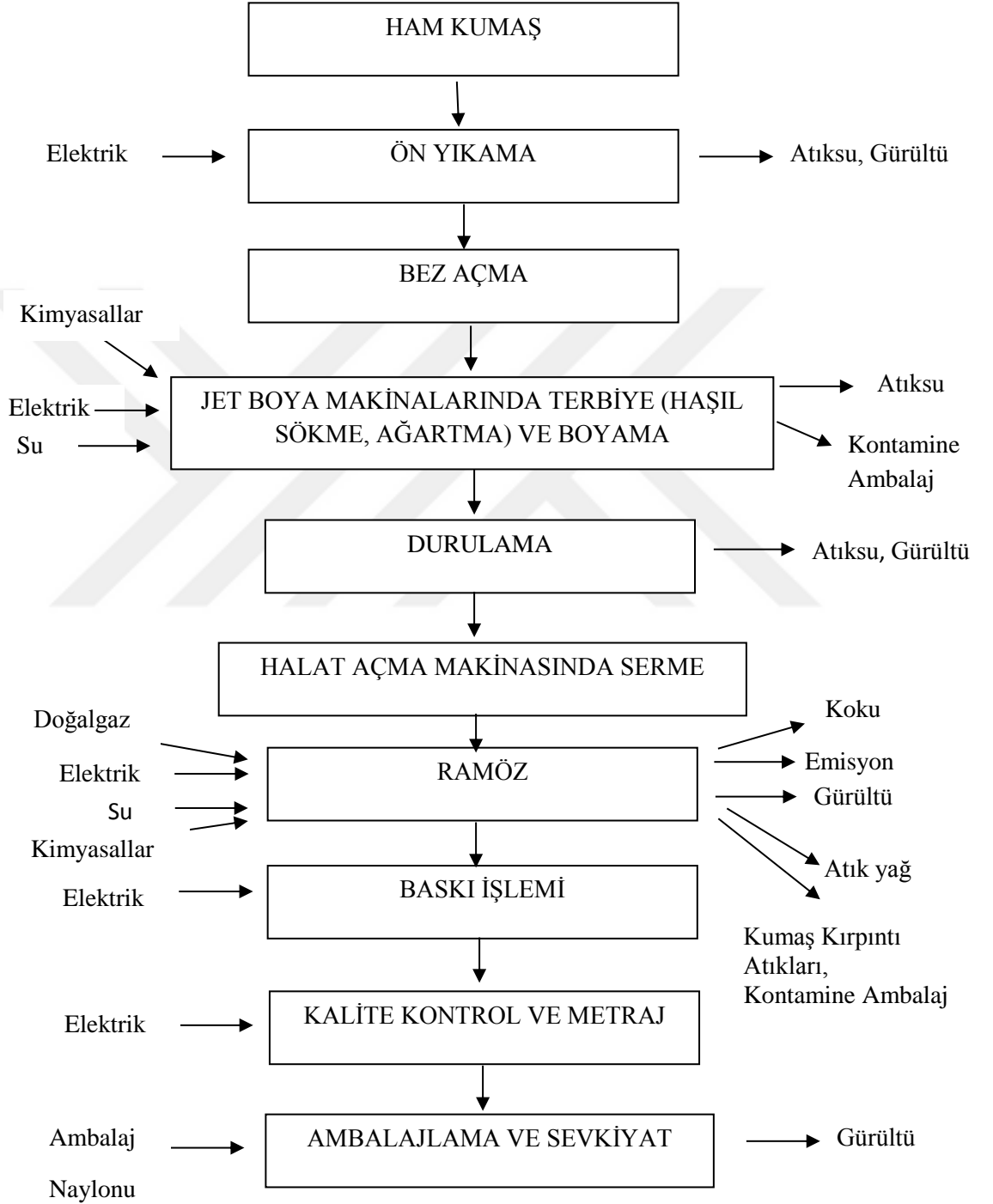
Filtreli sistemin bulunduğu ram makinasında fikse işlemi esnasında bacalarda emisyon ölçümü yaptırılmıştır. Yapılan emisyon ölçüm sonuçlarında VOC değerleri Ram-1 bacası ve Ram-2 bacası olmak üzere sırasıyla; 0,0012 kg/sa ve 0,0008 kg/sa’ dir. Ölçümlerdeki TVOC değerleri ise sırasıyla 0,0011 kg/sa ve 0,0007 kg/sa’ dir.

Ram makinası kaynaklı baca gazında VOC ve TVOC değerlerinde yüksek miktarda azalma olması, filtre varlığında tesisteki hava ve koku emisyonlarında giderim gerçekleşebileceğini göstermektedir.

Ayrıca Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde yer alan sınır değerleri de sağlamaktadır.

4.3. Temiz Üretim Planı

Çalışma kapsamında seçilen tekstil fabrikasında gerçekleşen tüm üretim proseslerine ve bu proseslerin girdi-çıktılarına Şekil 4.5’de yer verilmiştir.



Şekil 4.5. Üretimde gerçekleşen iş akış diyagramı

Tesiste viskon ve pamuklu kumaşlar üzerinde çalışıldığında ön yıkama ve haşıl sökme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Ön yıkama işlemi boyama işleminin bir parçasıdır ve boyamanın sağlıklı yapılabilmesi için ön koşuldur.

Ön yıkamadan geçirilen kumaş topları jet boyama makinelerine gönderilmek üzere plastik araba ile ham bez açma makinesinden geçirilip, kumaş topları birbirine eklenerek jet makinelerine aktarılır. Jet boyama makinelerinde dispers ve reaktif boyama olmak üzere iki şekilde boyanmaktadır: Reaktif boyama sadece selülozik karakterdeki kumaşların boyanmasında kullanılır. Dispers boyama ise selülozik karakterde olmayan kumaşlar için kullanılır. Tesiste boyanacak olan polyester kumaşlar üzerine ise haşıl sökme işlemi uygulanır. Kumaşın boyanmasının ardından durulama gerçekleştirilir ve halat açma makinasında serilmektedir.

Kumaşın kurutulması amacıyla; kumaş enine bir doğrultuda kenarlarından tutturulmuş şekilde Ramöz makinasına nakledilmektedir. Kumaşın her iki yüzeyine basınçlı sıcak hava püskürtülmekte ve özel bir emme cihazı yardımıyla da kumaş kurutulmuş halini almaktadır. Sonrasında baskı prosesine alınır ve çıkan kumaşlar kalite kontrol makinelerinde kontrol edilerek paketlenerek sevkiyata hazır hale getirilmektedir.

Tesisin temiz üretim proses girdileri olarak hammaddeler, proste kullanılan ikincil/yardımcı maddeler, elektrik, doğalgaz ve su kullanımları belirlenmiştir. Bu proses girdi verilerinin yıllık tüketim miktarları baz alınmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Proses girdileri

Malzeme	Yıllık miktar	Kullanım alanları
Hammaddeler		
Reaktif Boya	14.571 kg	Baskı Düz Boya
Dispers boya	31.275 kg	Baskı Düz Boya
Naylon Ambalaj	2.500 kg/yıl	Paketleme
Kağıt Rulo	67.171 adet/yıl	Paketleme
Proseste kullanılan ikincil/yardımcı maddeler		
Soda(Sodyum Karbonat)	9.714 kg	Baskı ve Düz Boya
Sud Kostik	42.212 kg	Düz Boya
Tuz	122.340 kg	Düz Boya ve Kazan Dairesi
Asetik Asit %80'lik	20.850 kg	Düz Boya
Carrier	10.425 kg	Düz Boya
Hidrosülfıt	10.425 kg	Düz Boya
Islatma maddesi	1.189 kg	Düz Boya
Haşıl Sökme Maddesi	224 kg	Düz Boya
Hidrojen Peroksit %35'lik	2.691 kg	Düz Boya
Sodyum Silikat 30 Be'	2.691 kg	Düz Boya
Sülfirik Asit	1.346 kg	Baskı
Optik Beyazlatma Maddesi	25.267 kg	Düz Boya
Suni ve Sentetik İplikler	465.839 kg	Dokuma
Pamuk İpliği	77.640 kg	Dokuma
Viskon İplik	232.919 kg	Dokuma
Transfer Baskı Kağıdı	80.640 m	Dokuma
Diğerleri (elektrik, doğal gaz, su vs.)		
Doğalgaz	7.096.849 kWh/yıl	Üretim – Isınma
Su 1. Kalite	2.651 ton/yıl	Üretim –İşletme
Su 2. Kalite	88.237 ton/yıl	Üretim
Elektrik	3.110.050 kWh/yıl	Üretim – İşletme

Tesisin proses çıktıları olarak da atıklar, atık sular ve hava emisyonları belirlenmiş olup; oluşan yıllık miktarları değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Proses çıktıları

Atık	Yıllık miktar
Atıklar	
Tehlikeli Atık-Kontamine Ambalaj	5.752 kg/yıl
Tehlikeli Atık Flüoresan Atıkları	49 kg/yıl
Atık Yağ	350 kg/yıl
Naylon Ambalaj Atıkları	75.600 kg/yıl
Karton Ambalaj Atıkları	43.200 kg/yıl
Tekstil Ürünleri Atıkları	14.400 kg/yıl
Atıksular	
Atıksu	90.888 ton/yıl
Hava emisyonları	
CO	0,3678 kg/saat
NO ₂	0,4108 kg/saat
NO	0,2569 kg/saat
SO ₂	0,0533 kg/saat
TOZ	0,0340 kg/saat
VOC	0,0065 kg/saat
TVOC(karbon cinsinden)	0,0059 kg/saat

Tesiste harcanan yıllık doğalgaz miktarının, tesisin doğalgaz tüketen sistemlerine göre dağılımı düşünüldüğünde; ram makinasının doğalgaz kullanım miktarının %15'e denk geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Doğalgaz tüketimi

Enerji tüketen sistemler	Yakıt türü	Yıllık tüketim miktarı
Üretim prosesleri		
İşletme (%80)	Doğalgaz	5.677.479 kWh/yıl
Ram (% 15)	Doğalgaz	1.064.528 kWh/yıl
İdari Bina (%5)	Doğalgaz	354.842 kWh/yıl
Toplam		7.096.849 kWh/yıl

Tesiste kullanılan suyun cinsi 1. kalite ve 2. kalite olarak ayrılmaktadır. İdari bina ve ram makinasında 1. kalite su kullanımı mevcuttur. Boyahane 2. Kalite su osmos ve filtrasyon sisteminden geçtikten sonra kullanılmaktadır. Kazan dairesinde ise 2. Kalite su osmos ve filtrasyon sistemlerine ilave olarak tuzlama yapıldıktan sonra kullanılmaktadır.

Böylece yıllık tüketilen 1. kalite su miktarının, su kullanılan diğer proseslere oranı incelendiğinde; ram makinasında harcanan su kullanım miktarının %80' e denk geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Su tüketimi

Su kullanan prosesler	Kullanılan suyun tipi	Yıllık kullanım miktarı
İşletme (Boyahane, Kazan Dairesi) (%100)	2. Kalite	88.237 ton/yıl
Ram (%80)	1. Kalite	2.121,088 ton/yıl
İdari Bina (%20)	1. Kalite	530,272 ton/yıl

Seçilen tekstil fabrikasındaki sistem girdi ve çıktı elemanları düşünüldüğünde; uygulanan ve uygulanabilirliği öngörülen temiz üretim önleme politikaları belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Bunların yanı sıra mevcut diğer önlemler ise şu şekildedir. Buhar kazanında ekonomizer olması, buhar kazanındaki oransal su besleme ile besi pompasının invertörlü çalışması, ısı geri kazanım sisteminin bulunması, fikse makinasında doğalgaz kullanılması, boyahane bölümünde otomatik kimyasal dozlama ve dağıtım sistemi kullanılması, yıkama makinasında su sayacı bulunması ve atık su debimetresinin bulunmasıdır.

Çizelge 4.13. Enerji ve su kullanımının azaltılmasına yönelik önlemler

Önlemler	Firmanızda uygulanmış mı?	Firmada uygulanabilir mi?
Enerji ve su politikası geliştirilmesi	H	E
İlgili kişilere enerji ve su yönetimi ile ilgili sorumlulukların paylaşılması	H	E
Enerji ve su tasarrufu hedeflerinin belirlenmesi	H	E
Enerji ve su kullanımının alt kullanımlarda detaylı sayaçlandırılması için gerekli ekipmanın kurulması	E	
Enerji ve su tüketiminin daha önceki dönemlerle (yıllar/aylar vb) karşılaştırılabilmesi için sürekli izleme sisteminin kurulması	E	
Enerji ve su tüketimini ölçen aletlerle ölçüm sonuçlarının sürekli olarak kaydedilmesi	E	
Enerji ve su tüketimindeki artışların belirlenmesi için sistem kurulması	E	
Enerji ve su tüketiminin üretime bağlı olarak karşılaştırılması için performans indikatörlerinin geliştirilmesi	H	E
Enerji ve su verilerinin mevcut raporlama sistemi içerisine adapte edilmesi	H	E
Enerji ve su tasarrufunun ilgili personel ile tartışılması	E	
Personelin enerji ve su tasarrufu konusundaki bilinçlenmesi	E	
Personelin enerji ve su tasarrufu konusundaki görüşlerinin alınması için bir mekanizma oluşturulması	E	
Verimli enerji ve su satın alma politikasının geliştirilmesi	E	
Satın almadan sorumlu personelin satın alınacak alternatiflerin uzun süreli işletme maliyetlerinin değerlendirilebilmesi için eğitilmesi	E	
Bütün ekipman/binalardaki tarifnamelerde enerji ve su verimliliğinin ilave edilmesi	H	E

Mevcut en iyi teknoloji olarak uygulanacak filtrasyon sisteminin hedefleri, maliyetleri ve beklenen faydalarına ilişkin değerlendirme Çizelge 4.14’de verilmiş olup; toplam yatırım maliyeti hesabında 1€=4,00 TL olarak alınmıştır. Filtrenin verimli çalışması halinde beklenen toplam yıllık enerji tasarrufu hesabında ise, 2017 yılı doğalgaz fiyatları baz alınmıştır. Koku emisyonlarının azaltılması ve atık yağların geri kazanımı ile ilgili olarak beklenen toplam yıllık tasarruf, 2872 Sayılı Çevre Kanunu uyarınca verilecek idari para cezaları olarak belirlenmiştir.

Bir temiz üretim seçeneği olarak değerlendirilen filtre sistemi doğalgazdan yaklaşık % 15 tasarruf sağlanacağı öngörülerek imal edilmiştir. Bu filtre sistemi, uçucu organik bileşikleri (VOC) % 90 oranında tutacak şekilde tasarlandığından, koku emisyonlarında da yaklaşık % 90 oranında azalmanın olması beklenmektedir. (Anonim 2017).

Tesisteki doğalgaz tüketiminin % 15'ini oluşturan ramöz makinasından yıllık 75.791 TL enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Koku emisyonlarının azaltılması ile birlikte beklenen toplam yıllık tasarrufun ise, Çevre Kanunu uyarınca ödenmesi gereken idari para cezası miktarı baz alınarak 48.000 TL olacağı kabul edilmiştir. Ramöz bacasına filtre takılmasının ilk yatırım maliyeti 400.000TL olup, doğalgazın birim fiyatındaki yıllık artışlar da göz önüne alındığında sistemin yaklaşık 3 yılda ($400.000/(75.791+48.000)$) kendini amorti edebileceği öngörülmektedir.

Çizelge 4.14. Uygulanacak temiz üretim hedefleri, maliyetleri ve beklenen faydaları

Temiz Üretim Seçenekleri	Amaç	Bir Sonraki Gelişme Döneminde Beklenen İyileşme	Beklenen Toplam Yatırım Maliyeti	Beklenen Toplam Yıllık Tasarruf	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	Öncelik
Ram Bacasına filtre takılması	Enerji tasarrufu (Doğalgaz)	Doğalgazdan yaklaşık % 15 tasarruf sağlanacaktır.	400.000 TL	0.07119755 TL/kwh 1.064.527 = 75.791 TL/yıl	3YIL	Yüksek
	Koku emisyonlarının azalması	Koku emisyonlarında yaklaşık % 90 azalma sağlanacaktır.		48.000 TL	3 YIL	Yüksek
	Atık yağ geri kazanımı	Atık yağlar kaynağında ayrı toplanarak geri kazanım tesislerine gönderilecektir ve yasalara aykırı olarak toprağa karışması engellenmiş olacaktır.		24.000 TL	-	Yüksek

Elektrostatik filtre sayesinde atık yağların kaynağında ayrı toplanması sağlanacak ve mali değeri olan bu atık yağlar geri kazanım tesislerine gönderilebilecektir. Filtre haznesinde toplanan atık yağların miktarı ram makinasına gelen kumaşın cinsine ve tesis üretim kapasitesine göre değişkenlik gösterdiğinden atık yağlar için yatırımın geri dönüş süresi net olarak belirlenmemektedir.

Tesisteki ortalama su tüketimi, enerji tüketimi ve atıksu kirlilik yükü tesisteki ana performans göstergeleri olarak değerlendirilmiştir. Mevcut durumda enerji tüketimi 4.821,228 kwh/ton, su tüketimi 61.452 m³ su/ton ve atıksu kirlilik yükü 74,093 kg/ton'dur. Ramöz bacasına takılacak olan filtrasyon sistemiyle birlikte doğalgazdan yaklaşık %15 azalma sağlanacaktır. Dolayısıyla bir sonraki gelişme döneminde enerji tüketiminde belirgin bir iyileşme beklenmekte olup enerji tüketim değerinin 4.098,0438 kwh/ton olması öngörülmektedir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Ana performans göstergeleri cinsinden hedefler

Ana Performans Göstergeleri	Mevcut Durum	Hedef	Bir sonraki gelişme döneminde beklenen iyileşme
Ortalama su tüketimi (m ³ /ton kumaş ya da m ³ /m kumaş)	61.452 m ³ su/ton	-	-
Ortalama enerji tüketimi (kWh/ton kumaş ya da kWh/m kumaş)	4.821,228 kwh/ton	Doğalgazdan yaklaşık % 15 azalma	4.098,0438 kwh/ton enerji tüketimi
Ortalama atıksu kirlilik yükü * (kg KOİ/ton kumaş ya da kg KOİ/m kumaş)	74,093 kg/ton	-	-

Tekstil sektöründeki boyahanelerin süregelen problemi kaynakların gereksiz kullanımı, istenmeyen kokuların ve atıkların oluşmasıdır. Çalışmada yer verilen filtrasyon sisteminin uygulanması ile özellikle enerji tüketimi ve koku emisyonları açısından fayda sağlanacağı tespit edilmiştir. Tekstil işletmelerinde uygulanacak filtrasyon sistemi ve diğer en iyi mevcut teknikler sayesinde enerji ve su kullanımının önemli derecede

azalabileceği ve meydana gelen atıklarda da kayda değer bir azalma görüleceği düşünülmektedir. Yürütülen bir çalışmada bir tekstil fabrikasındaki temiz üretim çalışmaları irdelenmiş ve uygulanacak olan en iyi mevcut teknikler sayesinde; su tüketiminde %43-51, enerji tüketiminde %11-26, kimyasal madde tüketiminde %16-39, atık su oluşumunda %42-52, kimyasal oksijen ihtiyacı yükünde % 26-48, atık baca gazı emisyonlarında %12-32 ve katı atık oluşumunda %8-18 azalma olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada mevcut tekniklerin kendini amorti etme sürelerinin 1-26 ay arasında değiştiği de ifade edilmiştir (ztrk ve ark. 2016).



5. SONUÇ

Son dönemlerde artan endüstriyel gelişmeler neticesinde çevreyi olumsuz etkileyen yeni kirlilik kaynakları ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri de bu çalışmada da yer alan tekstil sektörü faaliyetlerinin bir kolu olan ramöz prosesidir. Ramöz prosesinde boyanmış kumaşlara yüksek sıcaklıkta kurutma ve sabitleme işlemi uygulanmaktadır.

Ramöz makinasının çalışması sırasında istenmeyen emisyonlar ortaya çıkmaktadır ve atık yağlar oluşmaktadır. Bu çalışmada ramöz bacasından çevre topraklara karışabilen atık ramöz yağlarının toprak ortamında yarattığı etkilerin değerlendirilmesi için bir toprak inkübasyon çalışması yürütülmüştür. Ayrıca ramöz bacasından kaynaklanan hava-koku emisyonları için uygulanabilir filtre teknolojisinin verimliliği de değerlendirilmiştir.

İnkübasyon çalışması kapsamında farklı miktarlarda atık ramöz yağı uygulanmış topraklardaki enzim aktivitelerinin (ürez ve alkali fosfataz) zamana karşı değişimleri değerlendirilmiştir. Ürez ürenin hidrolizinde rol oynayan bir enzimken, alkali fosfataz fosfor döngüsünde rol oynayan bir enzimdir ve bu enzim aktiviteleri toprak kirliliği çalışmalarında sıklıkla kirlilik indikatörleri olarak değerlendirilmektedir.

Atık ramöz yağının toprak ortamına etkilerinin değerlendirildiği inkübasyon çalışması sonuçlarına göre ürez aktivitesinin inkübasyon süresi boyunca kontrol toprağına göre daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu durum kirlenmenin topraktaki ürez aktivitesini belirgin şekilde inhibe ettiğini göstermektedir. %1 oranında atık yağ içeren topraklarda ürez aktivitesinin hafifçe inhibe olduğu (% 10-25), %10 atık yağ içeren topraklarda ise inhibisyon oranının %65'e ulaştığı tespit edilmiştir. Elde edilen inkübasyon çalışması sonuçları, ramöz bacası kaynaklı atık yağların topraktaki azot döngüsünü olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

Atık yağ uygulanmış topraklardaki alkali fosfataz aktivitesi ise inkübasyon süresi boyunca kontrol toprağı seviyesinden yüksek bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, topraktaki fosfataz aktivitesinde atık yağa bağlı bir inhibisyon etkisi meydana gelmemiş, atık yağ kısa vadede söz konusu enzimi stimüle etmiştir. Ancak atık ramöz

yağının topraktaki uzun vadeli etkilerini ortaya koymak için yeni çalışmaların yapılması katkı sağlayacaktır.

Filtre etkinliğinin değerlendirildiği çalışma sonuçlarına göre ramöz bacalarına takılan filtre sistemlerinin, ramöz atık havasında yer alan uçucu organik bileşiklerinin (VOC) değerlerini %90 oranında azalttığı; bunun sonucunda da koku emisyonlarının giderimini sağladığı belirlenmiştir. Ram bacalarına filtre takılması ile atık ram yağları kontrollü bir şekilde biriktirilebilmektedir ve lisanslı geri kazanım tesislerine gönderilerek özellikle çevresel açıdan büyük fayda sağlamaktadır. Filtre sistemlerinin proseste kullanılan enerji maliyetlerini düşüreceği, 3 yılda kendini amorti edebileceği ve ısı geri kazanımı sağlayarak sürdürülebilir bir eko-verimlilik oluşturacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Agnan, Y., Sejalon Delmas, N., Probst, A. 2013. Comparing early twentieth century and present-day atmospheric pollution in SW France: a story of lichens. *Environ. Pollut.* 172, 139-148.

Alanya, S., Öztürk, E., Morova, F., Yetis, U., Dilek, F.B., Demirer, G.N. 2006. Environmental Performance Evaluation of Textile Wet Processing Sector in Turkey. *Dept. of Environmental Engineering*, Middle East Technical University.

Anonim, 2008. Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yayın no: 26952, Ankara.

Anonim, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yayın no: 27277, Ankara.

Anonim, 2012. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Eşleştirme Projesi. Tekstil Sanayi İçin MET Kılavuzu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Anonim, 2013. Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yayın no:28712, Ankara.

Anonim, 2016. İl Mahalli Çevre Kurulu Kararı. Bursa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, yayın no:75, Bursa.

Anonim, 2017. Çevre Kanunu Uyarınca Verilecek İdari Para Cezaları. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yayın no:30284, Ankara.

Anonim, 2017. Elektrostatik Filtreler. <http://www.kma-filter.de/en/applications/textile-industry/> (Erişim tarihi: 07.06.2017).

Aubert, D., Le Roux, G., Krachler, M., Cheburkin, A., Kober, B., Shotyk, W., Stille, P. 2006. Origin and fluxes of atmospheric REE entering an ombrotrophic peat bog in Black Forest (SW Germany): evidence from snow, lichens and mosses. *Geochim. Cosmochim. Acta* 70, 2815-2826.

Bargagli, R., Monaci, F.F., Borghini, F., Bravi, F.F., Agnorelli, C. 2002. Mosses and lichens as biomonitors of trace metals. A comparison study on *Hypnum cupressiforme* and *Parmelia caperata* in a former mining district in Italy. *Environ. Pollut.* 116, 279-287.

Caravaca, F., Roldan, A. 2003. Assessing changes in physical and biological properties in a soil contaminated by oil sludges under semiarid Mediterranean condition. *Geoderma.* 117;53-61.

Cay, A., Tarakçıoğlu, I., Hepbaslı, A. 2009. Assessment of finishing processes by exhaustion principle for textile fabrics: An exergetic approach", *Applied Thermal Engineering*, 29, pp:2554-2561.

Chaineau, C. H., Rougeux, G., Yepremian, C., Oudot, J. 2005. Effects of nutrient concentration on the biodegradation of crude oil and associated microbial populations in the soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 37, 8, pp. 1490-1497.

Dick, W.A., Cheng, L., Wang, P. 2000. Soil acid and alkaline phosphatase activity as pH adjustment indicators. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 32 (13): 1915-1919.

Dindar, E., Cihan, N., Topaç Şağban, F.O., Başkaya, H.S. 2017. Atık mineral yağ ile kirlenmiş topraklarda organik azot fraksiyonlarının belirlenmesi, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 32:3 767-775.

Dindar, E., Topaç Şağban, F.O., Başkaya, H.S. 2017. Ham Petrol ve Atık Yağ İle Kirlenmiş Topraklarda Arıtma Çamuru Uygulamasının Enzim Aktivitelerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, Sayı 1, 81-94.

Gürbüz, O. A. 2015. Endüstriyel Atık Yağların Geri Dönüşüm Yöntemleri, Aksaray Üniversitesi.

Hernandez, L., Probst, A., Probst, J.L., Ulrich, E. 2003. Heavy metal distribution in some French forest soils: evidence for atmospheric contamination. *Sci. Total Environ.* 312, 195-219.

Chen, H. L., Burns, L. D. 2006. Environmental Analysis of Textile Products. *Clothing & Textiles Research Journal*, 248-261.

Igbinosa, E. O. 2015. Effect of cassava mill effluent on biological activity of soil microbial community. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, 418.

Kaya, T. 2015. Ham Petrol ve Petrol Ürünleriyle Kirlenmiş Bir Topraktaki Bazı Enzim Aktivitelerinin Zamana Bağlı Değişimi, *Yüksek Lisans Tezi*, U.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Karaaslan, M.A. 2006. Ramöz Atık Havaından Isı Geri Kazanımı, Ege Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Khan, S., Cao, Q., Hesham, A. E. L., Xia, Y., He, J. Z. 2007. Soil enzymatic activities and microbial community structure with different application rates of Cd and Pb. *Journal of Environmental Sciences*, 19, 834-840.

Kirk, J.L., Montoglis, P., Klironomos, J., Lee, H., Trevors, J.T. 2005. Toxicity of diesel fuel to germination, growth and colonization of *Glomus intraradices* in soil and in vitro transformed carrot root cultures. *Plant Soil*, 270, 23-30.

Luo, X.-S., Xue, Y., Wang, Y.-L., Cang, L., Xu, B., Ding, J. 2015. Source identification and apportionment of heavy metals in urban soil profiles. *Chemosphere* 127, 152-157.

Margesin, R., Zimmerbauer, A., Schinner, F. 2000. Monitoring of bioremediation by soil biological activities. *Chemosphere*. Vol.40, Issue 4, p. 339-346.

Markkola, A.M., Tarvainen, O., Ahonen-Jonnarth, U. and Strommer, R. 2002. Urban polluted forest soils induce elevated root peroxidase activity in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Environ Pollut*, 116, 273–278.

Mohn, W.W., Stewart, G.R. 2000. Limiting factors for hydrocarbon biodegradation at low temperature in Arctic soils. *Soil Biol Biochem*, 32(8):1161–1172.

Nixon, H., Saphores, J.D. 2015. Used Oil Policies to Protect the Environment: An Overview of Canadian Experiences. *University of California Transportation*.

Oğulata, R.T., Doba Kadem, F., Koç, E. 1999. Tekstilde Kurutma Yöntem ve Makinaları. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 4-7 Kasım 1999, İzmir.

Özbey, A., Metin, E. 2011. Madeni Yağlar. Bursa: Ekin Yayınevi.

Öztürk, E., Köseoğlu, H., Karaboyacı, M., Yiğit, N.O., Yetiş, Ü., Kitis, M. 2016. Sustainable textile production: cleaner production assessment/eco-efficiency analysis study in a textile mill, *Journal of Cleaner Production*, 138, 248-263.

Pulat, E., Etemoglu, A.B., Can, M. 2009. Waste-Heat Recovery Potential In Turkish Textile Industry: Case Study For City Of Bursa, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 663-672.

Sannino, F., Gianfreda, L. 2001. Pesticide influence on soil enzymatic activities. *Chemosphere*, 45, 417-425.

Sheik, C. S., Mitchell, T. W., Rizvi, F. Z., Rehman, Y., Faisal, M. 2012. Exposure of soil microbial communities to chromium and arsenic alters their diversity and structure. *PLoS One*, 7, e40059.

Shim, S. 1995. Environmentalism and consumers' clothing disposal patterns: An exploratory study. *Clothing and Textile Research Journal*, 13(1), 38-48.

Subrahmanyam, G., Hu, H.W., Zheng, Y. M., Archana, G., He, J. Z., Liu, Y. R. 2014. Response of ammonia oxidizing microbes to the stresses of arsenic and copper in two acidic alfisols. *Applied Soil Ecology*, 77, 59-67.

Şekkelli, M., İmal, M., Kılıç, E., Dinçer, F. 2009. Tekstil Fabrikası Boya Tesisinde Scada Yazılımlı Isı Geri Kazanım Otomasyonu Ve Uygulaması.

Tabatabai, M.A. 1994. Soil Enzymes, Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No:9 (2nd ed.) ASA-SSSA. Madison, Wisconsin. USA, p. 903-943.

Thavamani, P., Malik, S., Beer, M., Megharaj, M., Naidu, R. 2012. Microbial activity and diversity in long-term mixed contaminated soils with respect to polyaromatic hydrocarbons and heavy metals. *Journal of Environmental Management*, 99, 10-17.

Tarakçıoğlu, I. 1996. Tekstil Terbiyesi ve Makineleri, Ege Üniversitesi, İzmir.

USEPA. 1996. Managing Used Oil Advice for Small Businesses.

United Nations Environment Programme. 2012. Compendium of Recycling and Destruction Technologies for Waste Oils.

Walker, T.R., Crittenden, P.D., Young, S.D. 2003. Regional variation in the chemical composition of winter snow pack and terricolous lichens in relation to sources of acid emissions in the USA river basin, northeast European Russia. *Environ. Pollut.* 125, 401e412.

Winding, A., Hund-Rinke, K., Rutgers, M. 2005. The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 62, 230–248.

Wyszkowska, J., Kucharski, J. 2004. The biochemical properties of soil contaminated by diesel oil and the yield of yellow lupin. *Roetz. Glebozn.* 50, 299.

Yakartepe, M. 1995. Tekstil Terbiye Teknolojisi-Kasardan Apreye, T.K.A.M.

Zhang, J., Liu, C.Q. 2004. Major and rare earth elements in rainwaters from Japan and East China Sea: natural and anthropogenic sources. *Chem. Geol.* 209, 315e326.

Zhang, F. P., Li, C. F., Tong, L.G., Yue, L. X., Li, P., Ciren, Y. J.,&Cao, C. G. 2010. Response of microbial characteristics to heavy metal pollution of mining soils in central Tibet, China. *Applied Soil Ecology*, 45, 144–151.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Aslı Cansu ELİTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Erzurum / 27.04.1991

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Ankara Mehmetçik Lisesi (2009)

Lisans: Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü (2014)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Bileşke Çevre Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. (11.05.2015 - 22.09.2017)

Gökçelik Çelik Eşya San. ve Tic A.Ş. (16.10.2017 - Devam ediyor)

İletişim (e-posta) : aslcansuozgen@gmail.com