

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSUYUNDA VE İÇ
ORTAM HAVASINDA MİKROPLASTİKLER'İN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuba BAŞARAN

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Meral YURTSEVER

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL ENDÜSTRİSİ ATIKSUYUNDA VE İÇ
ORTAM HAVASINDA MİKROPLASTİKLER'İN
İNCELENMESİ

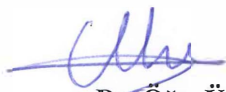
YÜKSEK LİSANS TEZİ

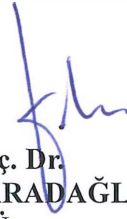
Tuba BAŞARAN

Enstitü Anabilim Dalı

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 30/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Dr. Öğr. Üyesi
Meral YURTSEVER
Jüri Başkanı


Doç. Dr.
Fatih KARADAĞLI
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Nursel KIRATLI YILMAZÇOBAN
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Tuba BAŞARAN

25.05.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, hiçbir konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Meral YURTSEVER' e, hayatımın her alanında olduğu gibi tez çalışmamda da hiçbir desteğini esirgemeyen canım arkadaşım Zehra TOPAL' a, tesis ortamından numune almakta bana her daim yardımcı olan meslektaşım Kamil İNCİ' ve bu süreçte manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 115Y303 nolu proje desteği kapsamında gerçekleştirilmiştir.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	8
2.1. Mikroplastikler	8
2.2. Tekstil Endüstrisi.....	11
2.2.1. Tesisin tanıtımı ve iplik üretim akışı.....	11
2.2.2. İplik üretiminde kullanılan makineler ve yöntemler.....	13
2.2.2.1. Elyaf ön hazırlık-hazırlama (finisör makinesi).....	13
2.2.2.2. Mispa makinesi	13
2.2.2.3. Lezzeni makinesi	14
2.2.2.4. Şardon işlemi	14
2.2.2.5. Şişirme işlemi	15
2.2.2.6. Aktarma işlemi.....	15
2.2.2.7. Fikse işlemi	16
2.2.2.8. Son ürün iplik ve paketlenme	16
2.2.3. Tekstil atıkları	17

2.3. OHSAS.....	18
2.3.1. OHSAS 18001 nedir ?.....	18
2.3.2. Tekstil sektöründe iş sağlığı ve güvenliği problemleri nelerdir?	19
2.3.2.1. Gürültü.....	20
2.3.2.2. Kimyasal riskler.....	20
2.3.2.3. Yangın.....	21
2.3.2.4. Tozlar.....	22
2.4. Çalışmanın Amacı	26
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOD	27
3.1. Numune Alımı ve Yeri.....	27
3.2. Metod	29
3.2.1. Atmosferik döküntü için metod.....	29
3.2.2. Su numuneleri için yöntem	30
BÖLÜM 4.	
BULGULAR VE TARTIŞMA	31
BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	48

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ANOVA	: Analysis of Variance
BTC	: Bromilow's Time Cost Model (Bromilow Süre Maliyet Modeli)
DHSS	: Department of Health and Social Services
EN	: Elman Network (Elman Ağı)
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HDI	: Human Development Index (İnsani Gelişmişlik Endeksi)
ISO	: International Organization for Standardisation
İGE	: İnsani Gelişmişlik Endeksi
LTF	: Love's Time Floor Model
NOF	: Number of Floor (Kat Sayısı)
RMSE	: Root Mean Square Error
SPSS	: Statistical Package For Social Sciences
TOKİ	: Toplu Konut İdaresi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Eriyik polimerin delik düzelerden geçirilerek şekillendirilmesi.....	2
Şekil 1.2. Deniz atlası 2017 verilerine göre atık yönetimi kötü olan 20 ülke	4
Şekil 1.3. Avrupa ve Dünya’da Yıllara göre plastik üretimi (milyon ton)	5
Şekil 1.4. Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu verilerine göre 2017 Mart ayı sonu itibariyle sektör bazlı üretilen plastik miktarı (1000 ton)	5
Şekil 2.1. İplik Üretimi Akış Şeması	12
Şekil 2.2. Elyaf Ön Hazırlık Bölümü-Hazırlama (Finisör Makinesi) Makinesi	13
Şekil 2.3. Mispa Makinesi.....	14
Şekil 2.4. Lezzini Makinesi.....	14
Şekil 2.5. Şardon Makinesi	15
Şekil 2.6. Şişirme Makinesi	15
Şekil 2.7. Aktarma İşlemi Bölümü.....	16
Şekil 2.8. Fikse Makinesi	16
Şekil 3.1. Fabrika iplik bölümünde hava ve yerdeki döküntü ve birikintiler.....	27
Şekil 3.2. Numune kaplarının fabrika ortamına yerleştirilme düzeni	28
Şekil 3.3. Fabrika paket arıtma tesisi akım şeması	29
Şekil 4.1. 18.11.2016-16.12.2016 tarihleri arasında fabrikada üretilen günlük iplik miktarı (kg).....	31
Şekil 4.2. 09.02.2017-09.03.2017 tarihleri arasında fabrikada üretilen günlük iplik miktarı (kg).....	31
Şekil 4.3. 18 Kasım-16 Aralık 2016 tarihleri arasında haftalık olarak tespit edilen MP miktarı.....	32
Şekil 4.4. 18 Kasım-16 Aralık 2016 tarihleri arasında haftalık-iki haftalık-üç haftalık-dört haftalık olarak tespit edilen MP miktarı	32
Şekil 4.5. 09 Şubat-09 Mart 2017 tarihleri arasında haftalık olarak tespit edilen MP miktarı.....	33

Şekil 4.6. 09 Şubat-09 Mart 2017 tarihleri arasında haftalık-iki haftalık-üç haftalık-dört haftalık olarak tespit edilen MP miktarı	33
Şekil 4.7. 11-18 Haziran 2017 tarihleri arasında tespit edilen MP miktarı.....	34

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. 8 saatlik genel maruziyet değerleri	25
Tablo 2.2. 2 saatlik kişisel maruziyet değerleri.....	25
Tablo 4.1. 18.11.2016-02.12.2016 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler	35
Tablo 4.2. 18.11.2016-16.12.2016 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler	35
Tablo 4.3. 09.02.2017-23.02.2017 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler	36
Tablo 4.4. 09.02.2017-09.02.2017 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler	36
Tablo 4.5. Paket arıtma giriş ve çıkış numunelerinde tespit edilen mikroplastik miktarı	37

ÖZET

Anahtar kelimeler: Tekstil endüstrisi, OHSAS, mikroplastik, kirletici, iç ortam havası, atmosferik döküntü

Bu çalışmada, ham maddesi sentetik elyaf olan bir tekstil firmasının belirli bölümlerinden farklı periyotlarda alınan numuneler mikroplastik kirliliği açısından incelenmiştir. İncelenen numuneler iç ortamdaki atmosferik döküntü örneklerinden ve arıtma tesisinin giriş-çıkışından alınan su örneklerinden oluşmaktadır. Alınan numunelerdeki mikroplastikler bir ışık mikroskobu ve ATR-FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) cihazı ile incelenerek karakterize edilmiştir. İncelenen tekstil işletmesinde gün boyu yoğun miktarda tekstil döküntüsü olduğundan dolayı, çalışmalarda optimum inceleme aralığı oluşturabilmek amacıyla örnekleme süresi ve örnekleme yerlerine başlangıçta yapılan ön denemelerle karar verilmiştir. İncelenen örnekleme sonuçlarına göre; 1.8 m yükseklikteki raflarda rastlanan mikroplastik lif sayısının (~100 adet) yerde rastlananların (~183 adet) en az yarısı kadar olduğu ve bulunan mikroplastik miktarlarının zamana göre değişkenlik gösterdiği anlaşılmıştır. Yapılan örnekleme yerlerinde tesis iç ortam havasına ek olarak işletme binasının 10 metre uzağında da örnekleme yapıldı ve mikroplastiklere rastlandı. Alınan atıksu numuneleri incelendiğinde; Paket atıksu arıtma tesisi giriş numunelerinde 5 mm' den uzun liflerin kayda değer oranda olduğu, ortalama ise 1.8 mm civarındaki liflere rastlandığı görülmüştür. İncelenen atıksu çıkış numunelerinde ise, ortalama 0.4 mm ve max. 2.2 mm civarındaki sentetik liflere rastlanmış ve ortalama 5 adet MP/L' nin kanalizasyona deşarj edildiği tespit edilmiştir.

İşçi sağlığı ve güvenliği açısından havadaki bu tip kirleticilere gün boyunca maruziyetin zamanla kronik sağlık sorunlarına yol açacağı öngörülmektedir. Sentetik mikroliflerin, ortamda bulunması muhtemel toksik bileşikleri adsorbe ederek solunması sonucu, alerjik hastalıklara sebep olma ve kanserojen etki gösterme gibi riskleri de mevcuttur. Bu sebeple çalışma ortamlarında bu tip kirleticilere maruziyeti minimum seviyeye indirebilecek ve sorunu kaynağında yok edecek emiş sistemlerinin yapılması, ortamın yeterince havalandırılmasını sağlayacak sistemlerin tesis edilmesi ve kişisel maruziyeti en aza indirebilmek için çalışma süresi boyunca çalışanların maske kullanmasının sağlanması gibi tedbirlerin alınması esastır.

THE INVESTIGATION OF MICROPLASTICS IN WASTE WATER AND INSIDE AIR IN THE TEXTILE INDUSTRY

SUMMARY

Keywords: Textile industry, OHSAS, microplastic, pollutant, inside air condition, atmospheric fallout

The samples which have been gathered from the specific departments of a textile firm which has synthetic fiber as raw material in different periods have been analyzed in this study. These samples are composed of inside atmospheric fallouts and water examples from the entrances and exits of the waste water treatment plants. The microplastics in the samples have been characterized by a light microscope and a Fourier Transform Infrared Spectroscopy instrument (ATR-FT-IR). As a great deal of textile fallouts emerged daily for the given plant, an optimum study range has been determined. Therefore the time period and place of samples have been determined by ex-ante trials. The altitude of the samples has been decided for two points which are ground level and 1,8m. According to the results of the analysis of the samples from different dates, the number of microplastic fiber on the 1,8 m shelves (~100) proved to be at least half of the number of the ones on the ground level (~183) and it has been found that the quantities of microplastics vary due to time. As a result of our investigations, in addition to the microplastic fibers in the internal atmosphere, some experiments have been carried out outside the building of the plant and microplastics have been found there as well. As for the findings from waste water the number of the fibers which are higher than 5 mm in the entrance samples of packet waste water treatment plants has emerged to be significantly high, and on the average there emerged approximately 1,8 mm fibers. As for the exit samples, on the average the altitude of the synthetic fibers is 0,4 mm and the maximum level proved to be 2.2 mm. In the samples it has been found that in the exit of the waste water treatment plant there are 5 microplastics per liter on the average which are discharged into the sewage.

In the framework of health and safety of the workers, the daily exposure to this kind of pollutants in the atmosphere has been found to lead to chronic health problems. There are some risks emerging as a result of intaking of synthetic microfibers absorbing the possible toxic organic components and carriage of them to the lungs and causes to allergy, cancer and similar diseases. Therefore it is essential to construct absorbing systems which makes the exposure to this kind of pollutants minimum and eliminate the problem on its source to the air-conditioning systems which make the inside atmosphere clean, and to take some cautions for the workers to use masks when working in order to minimize the personal exposure.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Geçmişten bugüne, ipek ve yün ile başlayan doğal lif-insan ilişkisine keten ve pamuğun katılımı ile çeşitlilik artmış zaman içerisinde keten ve pamuğun kullanımı yün ve ipek seviyesine ulaşmıştır. Son yüzyılda artan nüfus nedeniyle yetersiz kalan doğal lifler insanoğlunu yapay olan sentetik liflerin keşfine yönlendirmiştir.

Lif; hayvansal, bitkisel, mineral gibi doğal maddelerden veya çeşitli sentetik polimerler içeren yapay maddelerden oluşan ince ve uzun iplikçiktir.

Keşfedilen doğal ve yapay liflerin iplik haline dönüşümü ile eski çağlarda bir el sanatı olarak doğan tekstil, eğirme ve dokuma makinelerinin icadı ile önemli bir sanayi dalı haline gelmiştir.

Doğal lifler elde edildikleri kaynaklara göre üç kategoride incelenir:

Hayvansal Lifler: İpek, Yün, Tiftik, Kaşmir, Angora

Bitkisel Lifler: Keten, Pamuk, Kenevir, Tiftik

Mineral lifler: Asbest veya diğer adıyla Amyant

Sentetik lifler ise elde edildikleri kimyasal maddelere göre naylon, orlon, terilen gibi ticari isimleriyle bilinen yüzlerce çeşide sahiptir.

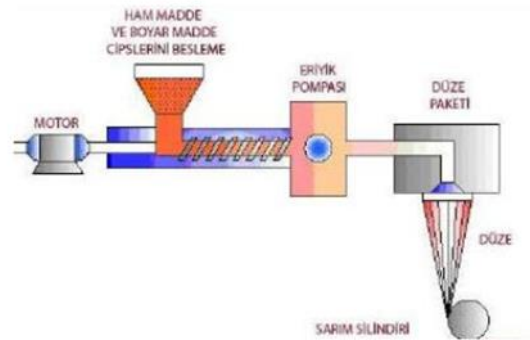
Elyaf; birçok lifin bir araya gelerek oluşturduğu esneyebilme, bükülebilme, birbiri üzerine tutunma özelliği ile kolayca şekillendirilebilen boyu enine oranla daha uzun olan lif demetidir.

Elyaf bu özelliklerinden ve ucuzluklarından dolayı tekstilde kullanımı oldukça yayılmış durumdadır. Çoğu sektörde üretimde kullanılacak hammadde içeriğinin

insana ve doğaya zararı sorgulanmadan ucuzluğu hammaddeyi seçmede en önemli kriter haline gelmiştir.

Sentetik liflerle ilgili yapılan ilk araştırma ve üretim faaliyeti Almanya’ da 1883 yılında akrilonitril konusunda yapılmıştır (Endüstriyel Ürünler Ansiklopedisi). Fakat yapılan çalışmalar sadece başlangıç seviyesinde kalarak üretim gerçekleştirilememiştir. Doğal lif yetersizliğinin gittikçe kendini göstermesi karşısında sentetik lif üretimi üzerinde ciddi çalışmalar yapılmaya başlamıştır. İlk sentetik lif üretimi 1927’ de gerçekleşmiştir. Sentetik liflerin ticari olarak yoğun üretimi ise 1940’ lı yıllarda naylonun keşfi ile başladığı görülmektedir. İlk ticari akrilik elyaf ve polyester üretimi 1950 yılında, polipropilen üretimi ise 1958 yılında başlamıştır. Sentetik elyafın Türkiye'deki üretimi ise ilk kez 1964 yılında Bursa Sifaş’da başlamıştır (Sentetik Elyaf ve İplik, Tekstil Dershanesi).

Sentetik liflerin üretim aşaması granül halindeki polimerin ekstruderde eritilmesi ile başlamaktadır. Eriyik polimer ekstruder’den üretim manifoldlarına yollanarak, polimer delikli gözeneklerden (düze) püskürtülmektedir. Üretilmek istenen lif kalınlığına göre değişen çaplardaki gözeneklerden akan eriyik polimer arkasından üflenen klimatize edilmiş hava ile dondurulur. Devamlı püskürtülen polimer hava sayesinde soğutulup Şekil 1.1.’deki gibi bobin makinelerinde sarılarak uzun iplikler haline getirilmektedir.



Şekil 1.1. Eriyik polimerin delik düzelerden geçirilerek şekillendirilmesi

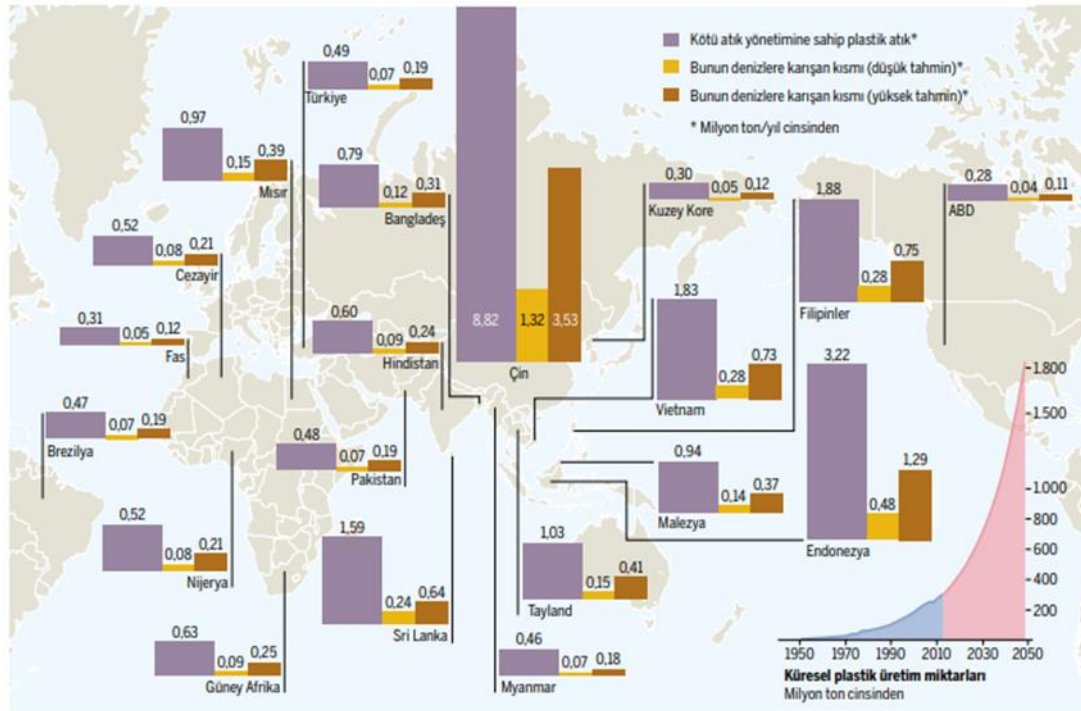
Sentetik elyaf olarak en çok kullanım payına sahip olan polyamid elyafın yanında zamanla akrilik ve polyester elyafın payı artmıştır. Polyamid elyaflar için ‘nylon’ genel bir ad olarak kabul edilmektedir. Nylon düşünüldüğünde tekstil endüstrisinden uzak gibi gelebilir, fakat zamanla mekanik dayanım gücünün fazla olması sebebiyle giyim sanayisinde geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Tekstil Dershanesi).

Tekstil ürünlerinin hayatımızın her alanında yer alması, hammadde içeriğinin gün geçtikçe plastiğe dayanarak tüketim oranının artmasına rağmen, geri kazanım çalışmaları veya temelde kirlilik önleme çalışmaları yeterli seviyelerde değildir. Her gün yüzlerce üretilen ve aynı oranda doğaya atılan, çöpe giden kıyafet, havlu, çarşaf, halı vb. ürünler düşünüldüğünde tekstil endüstrisinin içeriğinin plastik esaslı olması insan ve doğa için gün geçtikçe artan bir tehlikedir. Doğaya bırakılan tek bir plastik içerikli malzeme, yok olmadan parçalanıp milyonlarca mikroplastik parçacık haline gelerek daha çok alana yayılmaktadır. Sentetik elyaflar da, mikroplastığın içinde bulunduğu formlardan biri olarak düşünülebilir.

5 mm altındaki plastik parçacıkları, mikroplastik olarak bilinir (Arthur vd., 2008). Her deniz ekosisteminde ve plankton'dan avcılara kadar deniz besin zincirinin farklı kademelerinde plastik parçalarına ve dolayısıyla da mikroplastiklere rastlanabilmektedir (Thompson vd., 2004; Law vd., 2014).

Denizlere ulaşan plastik atıkların %80’lik kısmı karada oluşup, bilhassa atık yönetimi son derece zayıf olan hatta atık yönetimi bulunmayan yerlerden denizlere ulaşmaktadır. Ancak denizlere ulaşan plastik atıkların büyük kısmı akıntılar ile birçok kıyıya ulaştığı için bu sorun sadece atık yönetimi olmayan ülkeler için değil küresel bir sorun teşkil etmektedir (Andrady vd., 2011; Allsopp vd., 2006).

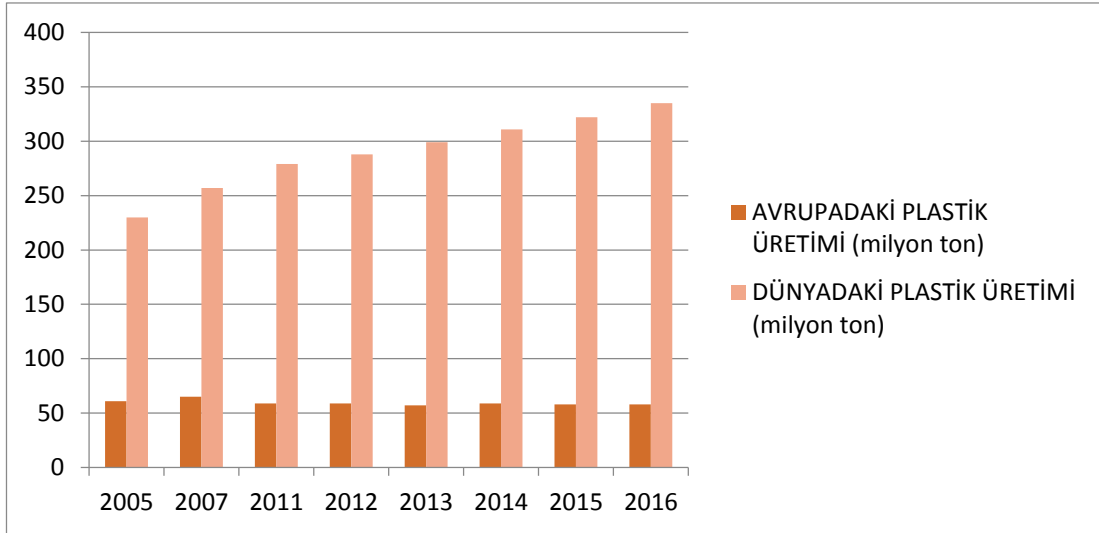
Almanca olarak yayınlanan ‘Meeres Atlas 2017’ (Türkiyede ‘Deniz Atlası2017’ Denizlerle ilişikimize dair veriler ve olgular olarak yayınlanmıştır.) verilerine göre Dünya’da en kötü plastik atık yönetimine sahip 20 ülke Şekil 1.2.’de yer almaktadır.



Şekil 1.2. Deniz atlası 2017 verilerine göre atık yönetimi kötü olan 20 ülke

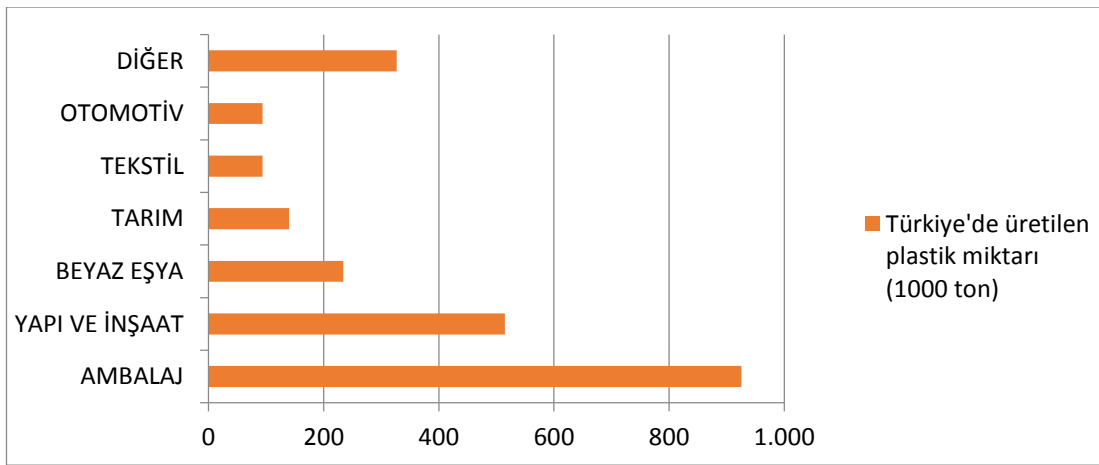
Yukarıdaki şekilde yer alan en kötü plastik atık yönetimine sahip 20 ülke, dünya çapındaki kötü plastik atık yönetiminin %83'ünden sorumlu tutulmaktadır. Türkiye yılda 0,49 milyon ton plastik atık ile 20 ülke arasında 14. sırada yer almaktadır. Denize kıyısı bulunan 23 AB üyesi ülkenin tamamı, bu listede 18. sırada yer almakta ve Avrupa, Kuzey Amerika, Çin ile birlikte dünya çapında üretilen plastiğin yaklaşık olarak üçte ikisini üretmektedir.

Plastics – the Facts 2017 verilerine göre Dünya'da ve Avrupa'da plastik üretimi karşılaştırılarak Şekil 1.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Avrupa ve Dünya'da Yıllara göre plastik üretimi (milyon ton)

Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu verilerine göre 2016 yılında 8,9 milyon ton olarak belirlenen plastik üretimi 2017 mart itibariyle Şekil 1.4.'te verilmiş olup sektörler arasında 94 bin ton ile tekstil endüstrisi de yer almaktadır.



Şekil 1.4. Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu verilerine göre 2017 Mart ayı sonu itibariyle sektör bazlı üretilen plastik miktarı (1000 ton)

Dünyada okyanuslarda 150 milyon tondan fazla plastiğin biriktiği, bu kirliliğe heryıl yaklaşık 8 milyon tona yakın (4.8-12.7) plastiğin eklendiği tahmin edilmektedir (Jambeck vd., 2015).

En basit örneğiyle balıkçı ağıları, misinalar, pet şişeler, naylon poşetler, ayakkabı vb. bir çok plastik hammaddeli atıklar yüzyıllarca denizlerde, doğada çözünmeden

kalmakta ve ciddi bir atık birikimine sebep olmaktadır. Bir poşetin doğada çözünmesi 20 yıl plastik şişelerin ise 450 yılı bulmaktadır. Misina 600 yıl, çocuk bezi 450 yıl, lastik ayakkabı tabanı 50-80 yıl, naylon kumaş 30-40 yıl çözünmeden denizlerde ve doğada kalabilmektedir. Bu süreç denizin derinliklerindeki güneş ışığı, oksijen eksikliğinden ve su hareketliliğinin çok az olmasından dolayı daha da uzayabilir (Deniz Atlası, 2017).

Plastik atık denilince akla yalnızca PET şişeler, mutfak gereçleri veya ambalajlar gibi iri plastik malzemeler gelmemelidir. Uzun ve büyük plastik parçaları deniz ortamında veya karasal ortamda kaldığı sürece kimyasal ve mekanik bozulmaya bağlı olarak daha küçük parçalara bölünerek mikroplastik haline gelmektedir. Çok küçük olan ve insan gözüyle görülmeyen boyutlardaki mikroplastikler (<5mm) de gün geçtikçe çevre için ciddi bir kirlilik kaynağı haline gelmektedir (Cole vd., 2013).

Karasal alanların ve okyanusların plastik atıklarda temizlenememesi ve her geçen gün atık miktarının artması insan faaliyetlerinden kaynaklanan küresel bir zorluk haline gelmiştir. Kasıtlı veya kazayla olsun, plastik atıklar uygun şekilde atılmadığında, çevre, nehirler, denizler ve dünya okyanusları zarar görecek ve buna bağlı olarak insan yaşamı ciddi tehlikelerle karşı karşıya kalacaktır. Dolayısıyla uygun atık toplama yöntemleri geliştirmek, geri dönüşüm çalışmalarına yoğunluk vermek ve en önemlisi de insan davranışlarıyla birlikte kaynakta kirliliği önlemek karasal alanları ve okyanusları korumak, kaynaklarımızı kurtarmak için bir anahtardır.

Çin'in Dongguan şehrinde yapılan bir çalışmada atmosferik serpintideki mikroplastığı gözler önünde sermek için 3 farklı nüfus yoğunluğuna sahip noktada yerden 15 metre yüksekliğe yerleştirilen kaplarda 3 ay boyunca birikim olması beklenmiş ve atmosferik döküntünün nüfus yoğunluğu ile doğru orantılı şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın bir diğer dikkat çeken sonucu ise mikroplastiklerin havada asılı kalabilmelerinin mümkün olduğunu ve hava hareketleri (rüzga, yağış vb.) ile yer değiştirebileceğini göstermiştir. (Liqi Cai Vd. 2017)

Paris'te yapılan bir çalışmada rutin olarak insanın gününü geçirdiği iki ayrı daire ve bir ofis olmak üzere 3 ayrı kapalı ortam belirlenip bu noktalarda zemine çökelen kirliliğin içeriğini belirlemek adına, torbalı elektrik süpürgesi ile zeminler süpürüldü ve torbada biriken kirlilik incelendi. İncelenen birikinti konsantrasyonları 0.4 ile 59.4 lif / m³ arasında belirlendi. Liflerin yapısı incelendiğinde doğal liflerin yanısıra poliamid, naylon, polipropilen gibi plastik polimerlerden meydana gelen liflerde tespit edildi. Plastik polimerlerin kıyafet, perde, kanepeler vb. tekstil ürünlerinden koparak mikroplastikler olarak günlük hayatımızda yeri olduğu saptandı. Bu çalışma dört ayrı mevsimde tekrarlanarak kış mevsimindeki zemin birikiminin yazın oranla daha fazla olduğu belirlendi. Bunun yazın ve kışın giyilen kıyafetlerin kalınlık, hammadde vb. farklılığından kaynaklandığı yorumlandı (Dris vd., 2017).

Bu çalışmada tekstil üretimi yapan bir fabrikanın sentetik elyaf olan ham maddeyi işleyerek iplik elde etmesi ve üretilen ipliklerden bir triko ürün oluşturana dek geçen süreçte çökelen mikroplastik liflerin miktarı, iç ortam havasında esas üretim noktasından 10 m uzakta ve işçilerin de bulunduğu noktalardaki döküntülerde, dış ortam havası döküntülerinde, hem de fabrika atık suyunda incelenmiştir. Tekstil firmasının arıtma tesisinin giriş ve çıkış suyundan farklı periyotlarda numune alınarak arıtma işleminden önceki ve sonraki mikroplastik miktarının laboratuvar ortamında incelenerek belirlenmesi ve elyafın işleme aşamasında parçalanarak havaya karışan lif şeklindeki mikroplastik sayısının ve kimyasal yapısının incelenmesi amaçlanmıştır. Haftalık periyotlarda atıksu paket arıtma tesisinin giriş ve çıkışında alınan numunelerdeki mikroplastikler mikroFT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) 'da incelenerek hammaddenin içeriği hakkında bilgi edinilmiştir. Haftalık periyotlarda atmosferik döküntüleri incelemek için 9 cm çaplı petri kapları fabrikanın iplik üretim katında önceden belirlenmiş zeminde optimum noktalara ve yerden 1,8 m yüksekliğe yerleştirilerek dört hafta boyunca takip edilmiştir. Petri kapları koyuldukları noktadan kapakları kapatılıp alındıktan sonra laboratuvar ortamına taşınmış ve optik mikroskopta incelenip aynı tarihlerde fabrikanın günlük ürettiği iplik miktarı ile kıyaslanmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Mikroplastikler

Plastiklerin kimyasal ve mekanik bozulmaya bağlı olarak parçalanması sonucunda oluşan mikroplastiklerin (<5mm) adının “kirletici” olarak bilinmesi yaygınlaşmamıştır. Mikro boyutlara ulaşmış plastikler karasal ortamda ve su kaynaklarında ciddi bir görünmez tehlike haline gelmektedir. Genellikle karasal ortamda oluşan plastik çöpler ve döküntüleri sürüklenerek okyanuslara ulaşmakta küçük parçacıklar halinde pasif olarak yüzmektedir. Bu parçacıkların çoğu su yüzeyinde yüzerken bir kısımda çeşitli yollarla sedimentlere kadar ulaşabilir (Arthur vd., 2008).

Mikroplastiklerin artış hızı dünyadaki plastik üretimi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Aslında bunlar, küçük boyutları nedeniyle zararsız algısı yaratabilir ancak diş macunu, peeling gibi ürünleri günde bir defa kullandığımızda bile içeriğinde bulunan 100 bin civarındaki mikroplastik lavabodan geçerek, su kaynaklarına, denizlere ve besin zincirine girmektedir. Yapılan bir çalışmada peeling olarak kullandığımız bir üründe 360 bine yakın mikroplastik tanecik (microbeads) bulunduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak bir günlük bakımımızda dahi binlerce mikroplastik ile istemeden de olsa çevreye zarar verdiğimiz kanıtlanmıştır (Fendall vd., 2009).

Mikroplastiklerin oluşmasında önemli bir diğer kaynak da, çamaşırlarımızın yıkanması esnasında tekstil ürünlerinden koparak durulama suyuna karışan yüzlerce sentetik lif parçacığının direk atık su kaynaklarına ulaşmasıdır. Yıkama sonrası oluşan sentetik tekstil liflerinin doğal tekstil liflerine oranla % 170 daha fazla olduğu görülmüştür. Çamaşır makinelerinden kanalizasyona deşarj yapılmadan önce

mikroplastik parçacıkları tutma özelliğine sahip filtre sistemlerinin yapılması su kaynaklarındaki mikroplastik kirliliğini önleme de önemli bir adım olabilir (Browne MA vd., 2011).

Çevrede en yaygın bulunan mikroplastik türü liflerdir. Bu lifler ya direk giysilerden atmosfere (Browne vd, 2011; Napper vd., 2016; Pirc vd, 2016) ya da giysilerin yıkanmasıyla suya geçer. Giysiler, bileşimine bakılmaksızın: eskime ve aşınmaya maruz kalarak çamaşır makinesinde bozulur, parçalanır (Hartline vd., 2016). Bu aşınma mikro elyaflar oluşturur: Giysiler sentetik ise plastik mikrolif üretecektir; eğer giyim sentetik değilse, plastik olmayan mikrolif üretecektir. Çamaşır makineleri, bu tür küçük parçaları yakalayabilecek filtrelerle sahip değildir. Bu nedenle, yıkanma esnasında kıyafetlerden kopan sentetik mikrolifler suya geçer ve kanalizasyon şebekesi ve arıtma tesisleri vasıtasıyla halka açık su kaynaklarına ulaşırlar. Rastlanan malzemenin plastik olup olmadığını anlamak için FT-IR veya Raman spektrometresi ile analizlerin yapılması gerekir (Dris vd., 2016; Carr, 2017).

Mikroplastikler şekillerine göre beş farklı kategoride sınıflandırılabilir:

- Büyük parçacıklar halindeyken parçalanarak daha küçük parçacıklara dönüşenler,
- Genleşen polistiren köpükler (storofor),
- Plastik torbalardan, ambalaj malzemelerinden vb. malzemelerden parçalanarak kopan ince parçalar halinde filmler,
- Kişisel bakım ürünlerinden ve üretim öncesi plastikten türetilmiş küresel plastik olarak tanımlanan pelletler ve
- Sentetik polimerlerden kopan mikroplastik lifler, uzunluğu 100 µm ile 5mm arasında olan genişlikleri de uzunluğundan en az 1.5 kat kısa olan lifler olarak tanımlanmaktadır (Baldwin vd., 2016; Barrows vd., 2017).

İsveç Långeviksverket' te ve Helsinki'deki Viikinmäki Atık Su Arıtma Tesislerinde yapılan çalışmalarda, son çıkış suyunda dahi mikroplastik gözlemlendiği rapor edildi. Bugüne kadar yapılan en kapsamlı çalışmada, 17 ayrı Atıksu Arıtma Tesisi'nin çıkış suyu değerlendirildi ve her biri tesis başına günde 4 milyon mikroplastikten daha

fazla bir miktar mikroplastığı serbest bırakarak deşarjını onayladı. Bu çalışmalar, mevcut klasik arıtma tesislerinin mikroplastikleri atıksulardan giderilmesi için yeterli olmadığını göstermektedir. Mikroplastiklerin alıcı ortama geçişinin önüne geçebilmek amacıyla arıtma teknikleri tekrar gözden geçirilerek giderim verimini artırabilecek ilave ünitelerin eklenmesi ve yeni çalışmalarla mevcut arıtma yöntemlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir (S. A. Mason Vd. 2016).

Atıksu arıtma tesislerinde kullanılan teknoloji henüz mikroboyuttaki parçacıkları tutabilecek kapasiteye sahip değildir. Bu sebeple arıtıldığını düşündüğümüz atıksu içerisindeki birçok mikroparçacık arıtılmadan tekrardan su kaynaklarına ulaşmaktadır. Su kaynaklarından uzaklaştırılmayan bu mikroparçacıklar zehirli kirleticileri adsorplayıp besin zincirindeki, zooplankton, makro omurgasızlar, balıklar vb. canlıların doku veya organlarında birikmesine sebep olabilmektedir (Van Cauwenberghe ve Janssen, 2014). Yapılan çalışmaların çoğunda da bunu kanıtlayan örnekler mevcuttur (Rainieri vd., 2018).

Bir çalışmada, tatlısu kabuklularından *Daphnia magna*' da ve tatlı su amfipodu *Hyalalella Azteca*' da mikroplastik alımına bağlı biyolojik etkiler meydana geldiği bildirilmektedir (Jemec vd., 2016). Mikroplastikleri besin zannederek yiyen deniz ürünlerinin insanlar tarafından tüketimi de oldukça yoğundur. Mikroplastiklerin besin zincirine dahil olması ile insanlara kadar ulaşmasının tehlikeli olduğunu bilinmekle beraber, insan sağlığına olumsuz etkileri henüz tam olarak ortaya konulamamıştır.

Yapılan bir çalışmada 267 deniz canlısı tarafından (kaplumbağalar, deniz kuşları, deniz memelileri vb.) plastiklerin (mikro ve makro) yuttuğu rapor edilmiştir (Laist vd., 1997). Deniz canlılarının plastik yutması bağırsak tıkanıklığı gibi sorunlara neden olmakla beraber, tokluk hissi vererek uzun vadede canlı sağlığı için oldukça riskli olabileceği de ifade edilmektedir (Derraik vd., 2002; Carpenter vd., 1972).

İskoçya, Clyde Deniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada toplanan Norveç istakozlarının (*Nephrops norvegicus*) % 62'sinde plastik (polipropilen halat parçaları)

bulunduğu tespit edilmiştir (Murray vd., 2011). Bir diğer araştırmada liflerin kıyılarıdaki yengeçler tarafından yutulduğu bildirilmiştir (Watts vd., (2015). Bir diğer bilimsel çalışmada incelenen kuşların %90' ının midesinde plastik parçacıklara rastlanmıştır (Au vd., 2015).

2.2. Tekstil Endüstrisi

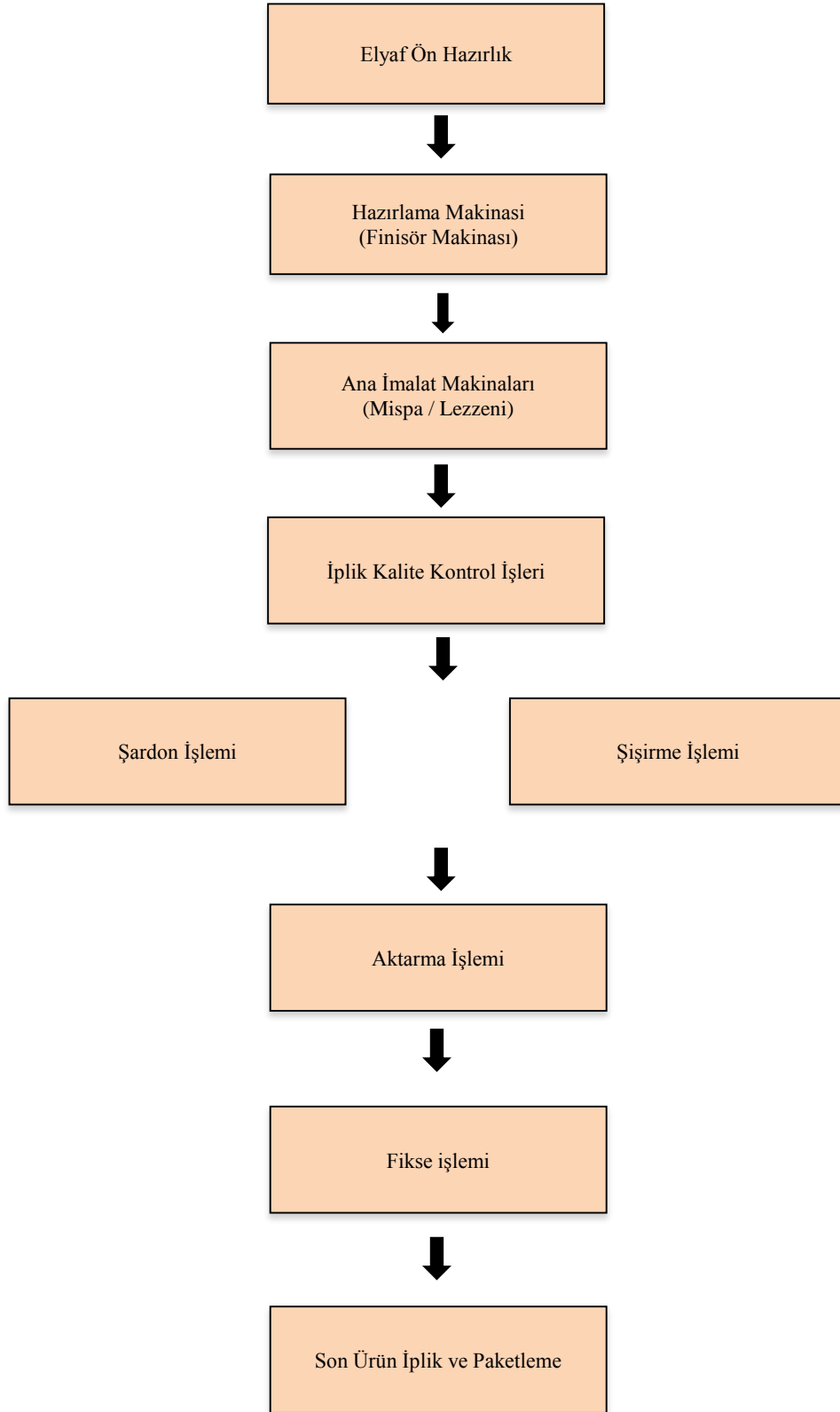
2.2.1. Tesisin tanıtımı ve iplik üretim akışı

1980 yılında kurularak triko sektörüne giriş yapan tesis Sakarya il sınırları içinde bulunmakta ve günümüzde 20000 m² lik kapalı alanı ile üretim faaliyetini sürdürmektedir. Tesis, 3 vardiya kesintisiz çalışan yaklaşık 500 personeli ile yıllık 5.500.000 adet üretim kapasitesine sahiptir. Ürünlerin, hem iç piyasaya hem de dış piyasaya satışı gerçekleştirilmektedir.

Çalışan popülasyonunun çoğunluğunu kadınların oluşturduğu tesiste iş güvenliği ve iş sağlığı konusunda danışmanlık hizmeti veren İş Güvenliği Uzmanı ve İşyeri Hekimi bulunmaktadır.

Genel olarak %90 oranında polyamid %10 oranında akrilik içeren sentetik elyaf ham maddenin kullanımıyla iplik üretimi yapılan tesiste % 100 pamuktan oluşan ipliklerde üretilmektedir. Tesise gelen hammadde çeşitli işlemlerden geçerek önce ipliğe ardından triko ürünlere dönüşerek yurtiçi ve yurtdışı pazarlara satılmaktadır.

Sentetik elyafın tesise girişiyle geçirdiği işlem aşamaları; ipliğe dönüşümü, ipliğin ise son ürün olan trikoya dönüşmesine kadar geçirdiği işlemler ve tez için çalışma alanı olarak belirlenen iplik üretim bölümü akış şeması aşağıda ifade edilmiştir.



Şekil 2.1. İplik Üretimi Akış Şeması

2.2.2. İplik üretiminde kullanılan makineler ve yöntemler

2.2.2.1. Elyaf ön hazırlık-hazırlama (finisör makinesi)

İşlenmemiş halde tesise gelen boyalı elyaf istenilen naylon, yün, akrilik oranlarına göre ve istenilen renk tonuna göre çekme makinesinde birbirine karıştırılmaktadır. Çekme makinesinden özel kovalara toplanan karışımlar daha sonra finisör makinesinde bobinlere sarılarak fitil haline getirilmektedir.



Şekil 2.2. Elyaf Ön Hazırlık Bölümü-Hazırlama (Finisör Makinesi) Makinesi

2.2.2.2. Mispa makinesi

Finisör makinesinde fitil haline gelen hammadde mispa makinelerinde istenilen iplik kalınlığı ve inceliğini elde etmek için işlem görmektedir.



Şekil 2.3. Mispa Makinesi

2.2.2.3. Lezzeni makinesi

Hazırlanması istenilen iplik ince ise mispa makinesinin ardından hammadde lezzini makinelerinde geçirilerek ipliğe dayanıklılık katılmaktadır.



Şekil 2.4. Lezzini Makinesi

2.2.2.4. Şardon işlemi

Bu işlem sırasında iplik şardon makinesinden geçirilerek tüyendirilmektedir. İplik tozunun en yoğun bulunduğu bölümdür.



Şekil 2.5. Şardon Makinesi

2.2.2.5. Şişirme işlemi

Bu bölümde iplik buhardan geçirilerek çekme özelliği ortadan kaldırılmakta ve iplik kabarak hacim kazanmaktadır.



Şekil 2.6. Şişirme Makinesi

2.2.2.6. Aktarma işlemi

Aktarma işleminde bobin üzerinde sarılı şekilde makineye bağlanan iplik boş başka bir bobine aktarılarak hata var ise ipliğin hatalı bölümleri kesilerek giderilmektedir.



Şekil 2.7. Aktarma İşlemi Bölümü

2.2.2.7. Fikse işlemi

Son işlem olarak hazırlanan iplik fikse makinesine yerleştirilerek yüksek sıcaklıkta bir saat bekletilmekte ve dayanım gücü artırılmaktadır.



Şekil 2.8. Fikse Makinesi

2.2.2.8. Son ürün iplik ve paketleme

Aktarma ve fikse işleminin ardından son şeklini ve rengini alan iplik bobinleri paketlenmektedir. Hazırlanan son ürün ya örme katına alınarak triko üretimine başlanmakta veya direk satışa sunulmaktadır.

2.2.3. Tekstil atıkları

Tüketim potansiyeli olarak dünyanın en büyük sektörlerinden biri olan tekstil endüstrisinde, üretimden tüketime geri kazanılabilen veya kazanılamayan birçok katı ve sıvı atık meydana gelmektedir. Atık yönetimi yapılmadığında, tekstil atıklarının hacmi kullanımına bağlı olarak her geçen gün artmakta ve çoğu tekstil ürününün hammaddesinin sentetik elyafa dayanmasından dolayı bunların doğada yok olma sürecinin uzun olacağı da dikkate alındığında bu atıklar ciddi çevre kirliliğine yol açmaktadır. Üretim birimleri tekstil katı atıklarının bir kısmının geri dönüşümünü sağlamakta, bir kısmını da çöpe atmakta veya yakmaktadır.

Tekstil ürünleri kullanılmadığı zaman doğrudan çöpe atılmak ya da yakılmak yerine, iyi durumda olanlar ikinci el giysi olarak değerlendirilebilir veya ihtiyaç sahibi kişilere ulaştırılabilir. Ömrünü tamamlamış tekstil ürünleri ise mekanik yöntemlerle geri kazanılabilir. Yapılan çalışmalar neticesinde mekanik olarak geri kazanılan tekstil atıklarından elde edilen lifler; keçe, inşaat tekstilleri, izolasyon malzemesi, tarım tekstilleri, dolgu maddesi ve jeotekstil olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Geri kazanım amaçlı yapılan bu tür çalışmalar desteklenmeli ve geliştirilmelidir.(Altun, Ş., (2011); Kozak, M., (2010)).

Tekstil sektörünün çevreye olumsuz etkilerini azaltmak, üretim sırasında havaya, suya, toprağa karışacak her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımı ve temiz üretim teknolojilerinin yaygınlaşmasını sağlayabilmek amacıyla, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği" 14 Aralık 2011 tarih ve 28142 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.

2.3. OHSAS

2.3.1. OHSAS 18001 nedir?

Çalışma ortamları, kişisel ve toplumsal sağlık ile güvenlik riskleri oluşturan birçok faktörle doludur. Bu risk faktörlerini ve tehlike ortamını en az seviyede zararlı hale getirebilmek için alınan ya da alınması gereken tedbirler hem yöneticilerin hem de çalışanların sorumluluğu altındadır. OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sistemi olup, iş ortamında çalışanların sağlık ve güvenliğini korumayı hedefleyen ve iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi konusundaki gereklilikleri belirleyen uluslararası bir standarttır.

OHSAS 18001'in temel amacı; iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasal mevzuatlar ile beraber, işletmedeki riskleri ortadan kaldırarak veya en az seviyeye indirerek, güvenli, sağlıklı bir çalışma ortamının oluşmasını sağlamak ve bu ortamı yönetmektir. OHSAS 18001'in üç temel amacı şunlardır:

- 1) Çalışanları korumak
- 2) Üretim güvenliğini sağlamak
- 3) İşletme güvenliğini sağlamak

Bu bilinçle atılacak her adım iş ortamındaki riskleri ortadan kaldırarak veya en aza indirerek sağlıklı ve güvenli bir iş ortamının oluşmasına zemin hazırlayacaktır. Ülkemizde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yayımlanana kadar iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili mevzuat, değişik kanunlara, uluslararası sözleşmelere (1590 sayılı Hıfzıssıhha Kanun'u, 1475 sayılı İş Kanunu / 4857 sayılı İş Kanunu, ILO sözleşmeleri vb.) dayanılarak yürütülmekteydi. 2003 yılında 4857 sayılı İş Kanunu'nun kabul edilmesinden, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun yayımlandığı 2012 yılına kadar ülkemizdeki İş Sağlığı ve Güvenliği mevzuatındaki belirsizlikler nedeniyle çalışma hayatında sıkıntılı günler yaşanmıştır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, bağımsız bir kanun olmasından öte kapsamı itibarıyla işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, mevcut sağlık ve güvenlik

şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenleyerek çalışma hayatı için önemli bir adım olmuştur (Ocaktan, M. C. 2013).

Tez çalışmasının yapıldığı fabrika yasa gereği ‘‘tehlikeli’’ sınıfta olup 2012 yılından itibaren iş sağlığı ve güvenliği hizmeti almaktadır. Kanun kapsamında iş sağlığı ve güvenliği hakkında eğitimler verilmekte ve yasal zorunluluk olan 3 yılda bir tüm çalışanlar periyodik sağlık taramasından geçirilerek akciğer filmi çekilmekte, işitme (ODİO) ve solunum fonksiyon testleri (SFT) yapılarak sonuçlar işyeri hekimi tarafından değerlendirilmektedir. Kanun kapsamında yapılan tüm bu çalışmalar ile işletmelerde yaşanacak iş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçmek hedeflenmektedir.

2.3.2. Tekstil sektöründe iş sağlığı ve güvenliği problemleri nelerdir?

Tekstil sektörünün de diğer birçok sektörde olduğu gibi kendine özgü iş sağlığı ve güvenliği açısından riskli çalışma koşulları mevcuttur. Hammaddeden ürün eldesine kadar kullanılan her malzeme ve her makinenin çalışma ortamına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkilere sebep olan başlıca etkenler; makinelerden kaynaklanan gürültü, tekstil ürünlerine uygulanan boyar madde işlemleri sırasında maruz kalınan kimyasallar, hammaddenin kolay tutuşabilirliği sebebiyle yangın riskinin fazlalığı ve hava ortamındaki uçucu toz partikülleri olarak değerlendirilmektedir.

Tekstil Sektöründeki İş Sağlığı ve Güvenliği açısından tehlike oluşturacak riskler aşağıdaki başlıklar altında incelenecektir. Yapılan çalışmada gürültü, kimyasal riskler ve yangın üzerinde herhangi bir inceleme yapılmamış olup kısaca değinilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği açısından toz bazlı ortam ölçümleri yapılarak 2.3.2.4. Tozlar kısmında yer verilmiştir.

Bu çalışmada hem gözenekli yapısı hemde geniş yüzey alanı özellikleri nedeniyle sentetik liflerin adsorplama özelliği ile yüzeyinde bulundurduğu kirleticilerin solunduğunda insan sağlığına negatif etkileri olabileceğine değinilmek istenmiştir.

2.3.2.1. Gürültü

Gürültü insanlar üzerinde olumsuz etkilere sebep olan hoşça giymeyen düzensiz sesler olarak tanımlanabilir. Gürültü, insanlarda, kısa süreli çalışmalarda geçici sağırlığa; uzun süreli çalışmalarda ise sürekli sağırlığa neden olabilir.

Gürültünün insanların işitme sağlığını olumsuz yönde etkilemesinin yanında fizyolojik ve psikolojik dengesini bozarak iş performansını ve verimini de düşürdüğü saptanmıştır. Tekstil endüstrisi proseslerinde (dokuma, konfeksiyon, iplik vb.) kullanılan makineler genellikle yüksek gürültüye neden olmaktadır. Bu proseslerin meydana getirdiği gürültü sebebiyle, tekstil endüstrisi çalışanlarının günde ortalama 8 saat gürültüye maruz kalarak stres, davranış bozuklukları, işitme kayıpları ve kulak çınlaması gibi sorunlar yaşadığı gözlenmiştir (Tezcan vd., 2008).

İşverenler, risklerin kaynağında kontrol edilebilirliğini ve teknik gelişmeleri dikkate alarak, gürültüye maruziyetten doğacak risklerin kaynağında yok edilmesini veya en aza indirilmesini sağlamakla yükümlüdür. Gürültülü çalışma ortamları mühendislik tedbirleri ile kaynakta değerlendirilerek ses emici perde, duvar vb. tecrit etme yöntemleri kullanılarak gürültü seviyesi kaynakta azaltılarak yasal sınır olan 85 dB A' nın altına çekilmelidir (S. Yavuz, 2014).

2.3.2.2. Kimyasal riskler

Tekstil sektörünün iplik, dokuma ve konfeksiyon bölümlerinde kimyasal maddelerin kullanımı yaygın olmasada, kumaşa renk vermek amacıyla genel olarak terbiye diye adlandırılan yıkama, yakma, beyazlatma, boyama, baskı ve apre işlemlerinin yapıldığı aşamada yoğun olarak kimyasal boyar madde kullanımı mevcuttur.

Yapılan çalışmalarda terbiye aşamalarında kullanılan boyar maddeye maruz kalan çalışanların burun, gırtlak ve mesane kanserine yakanlanma riskinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca tekstil ürününde meydana gelen lekeleri çıkarmak için çalışanlar etilen ve türevlerinden oluşan sprey leke çıkarıcılara kullanmaktadır. Bu leke çıkarıcıların buharlaşarak zehirli gaza dönüşüp çalışanların solunum fonksiyonlarını zarara uğrattığı da görülmüştür.

Dikkat edilmesi gereken hususlar, çalışanların kimyasal maruziyetlerini mümkünse ikame yöntemi ile ortadan kaldırmak veya uygun havalandırma tertibatları ile çalışanın boyar madde solunumunu minimum seviyeye indirmektir.

2.3.2.3. Yangın

Tekstil sektörü, pamuk, elyaf vb. hammaddelerinin kolayca tutuşabilir özelliği dolayısıyla yangın çıkma riskinin yüksek olduğu sektörlerdendir. Özellikle elektrik panolarının etrafına-yakınına yapılan elyaf, pamuk vb. malzeme depolama, elektrik şebekesinde meydana gelebilecek dalgalanmalar, elektrik panolarına giren tekstil tozlarının kısa devreye yol açması vb. sebepler kıvılcım oluşumuna neden olup yakında depolanan yanıcı maddenin tutuşması ile yangın riskini doğurur.

Çoğu tekstil işletmesinin çok katlı binalarda faaliyet göstermesi, işletmelerin yeterli acil çıkış kapı ve merdivenlerinin olmamasından kaynaklı kaçış zorlukları ve bunların yanında istihdam oranı yüksek olan sektör oluşu ile oluşacak bir yangın riskinden birçok kişinin olumsuz etkilenmesi anlamına gelmektedir.

Tekstil malzemelerinin depolandığı alanlar üretim alanından bağımsız olmalıdır. Depolarda yakıcı özelliği olan herhangi bir kimyasal bulunmamalıdır. Giriş çıkış katları depo olarak kullanılmamalıdır.

Olası bir yangını erken algılayabilmek ve yangına anında müdahale edebilmek için işletme geneline yangın algılama sistemi kurulmalı, işyerleri için yeterli sayıda ve kullanılan hammaddeyi söndürmede etkili yangın söndürücüler temin edilerek kolay

görülebilecek yerlere asılmalıdır. Bu önlemlerin yanında tüm çalışanlara acil durumlar hakkında yılda en az bir kez eğitim verilerek yangın tatbikatları yapılarak farkındalık oluşturulmalıdır.

2.3.2.4. Tozlar

Tozlar çeşitli organik ve inorganik maddelerin aşınma, parçalanma, bozunma vb. faaliyetleri sonucunda oluşan büyüklükleri 1 µm ile 100 µm arasında değişen kimyasal özellikleri kendini oluşturan maddenin yapısına benzeyen maddelerdir.(Tekstil Sektöründe Tozla Mücadele Rehberi). Genel olarak ‘toz’ kavramı belirli bir süre havada asılı kalabilen çeşitli büyüklüklerdeki taneler için kullanılmaktadır. Uluslararası Standartlar Örgütüne (ISO 4225 - ISO, 1994) göre toz; 75 mikrondan daha küçük, havada asılı kalabilen ancak kendi ağırlığı ile zamanla çöken küçük katı parçalar olarak tanımlanmıştır (World Health Organization, 1999).

Tozlar, kimyasal içeriklerine ve biyolojik etkilerine göre sınıflandırılmaktadır. Kimyasal kökenli tozlar; organik ve inorganik tozlar olarak iki sınıfta değerlendirilir. Organik tozlara bitkisel ve hayvansal kaynaklı doğal içerikli, inorganik tozlara ise demir tozu, asbest tozu gibi akciğerde birikme eğilimi göstererek fibroz (akciğer dokusunun sertleşmesi) etkisi yapabilen tozlar örnek verilebilir. Biyolojik kökenli tozlar ise fibrojenik, toksik, kanserojen, alerjik, inert tozlar olarak çeşitli sınıflarda değerlendirilir. Tüm bu özellikleri ile beraber tozun insan sağlığı üzerinde etki edebilmesi için öncelikle solunabilir özellikte olması gerekmektedir.

05.11.2013 Tarihli ve 28812 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği göre solunabilir toz; Aerodinamik eşdeğer çapı 0,1–5,0 mikron büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı 3 mikrondan küçük, uzunluğu çapının en az üç katı olan lifsi tozları ifade etmektedir.

Büyüklükleri bakımından mikroplastiklerde solunabilir toz olarak değerlendirilmektedir. Aerodinamik çapı 5 mikron ve daha küçük olan mikroplastikler bronşiyol düzeyini geçerek alveollere ulaşabilmektedir. İnsan

sağlığına etki etmesi bakımından, kimyasal bileşimi, yüzey şekli, çökme hızı gibi özelliklerinin yanı sıra tozun biyolojik etkisi de büyük önem arz etmektedir (Yasun B., 2008).

Tekstil işletmeleri çalışma ortamı havasında mevcut olan tozlar, çalışan üzerinde kısa süreli dikkatsizlik, performans düşüklüğü gibi olumsuz etkilere sebep olmakla beraber bu tozlara uzun süreler maruz kalındığında ise akciğerde toz birikiminin sebep olduğu pnömokonyoz adı verilen meslek hastalığına neden olabilir. Tozla Mücadele Yönetmeliği ise pnömokonyozu ‘akciğerde toz birikmesi ve buna karşı dokusal tepkime sonucu oluşan akciğer hastalığı’ olarak tanımlamıştır (Tozla Mücadele Yönetmeliği Tanımlar Madde.4).

Kişisel maruziyetin önüne geçmek adına alınacak en önemli tedbir, işlemler sırasında tozun havaya yayılmasını önleyecek emme tertibatları ile kaynakta önlem almak olmalıdır. Tozun oluşumu kaynakta önlenemiyor ise tecrit yöntemi ile toz çıkaran işlemler kapalı bir ortamda en az çalışan ile yapılmalı ve çalışanların maske kullanmaları sağlanmalıdır. Her türlü tedbire ilaveten temiz hava, çalışanın performansını ve sağlık durumu korumak adına gerekli koşulların başında gelir. Çalışma ortamına doğal havalandırma veya hava akış hızının sınır değerlerini sağladığı havalandırma sistemleri kurularak temiz hava sağlanmalıdır (Mezarcıöz vd. 2014).

Tekstil fabrikasında çalışan işçiler üzerinde yapılan çeşitli çalışmalarda alt solunum yollarında astım, kronik bronşit benzeri sendromların sık rastlandığı, çalışanların solunum kapasitelerinde zamanla azalma yaşandığı, tekstil iplikhanesinde çalışanların daha yüksek oranda akciğer kanserine ve bağırsak kanserine yakalanmalarında artış yaşandığı gözlenmiştir (Pimentel ve ark., 1975 ; Valic and Zuskin 1977 ; Vobecky ve ark., 1978 ; Hours ve ark., 2007).

Tekstil malzemelerinin kirleticileri sorpsiyonuna yönelik ilk çalışma Gregory tarafından 1968 yılında yapılmıştır. Gregory, yün, rayon, pamuk ve naylon liflerinin SO₂ sorpsiyonu üzerinde çalışmıştır (Gregory, 1968). Tekstil tozunun en yaygın

görülen sağlık etkileri; konjuktival tahriş, burun ve boğazda tahriş, deride alerjik reaksiyonlar, nefes darlığı, koordinasyon kaybı, bulantı, burun kanaması, yorgunluk, halsizlik, akciğer hasarlarıdır (Zhang vd. 2011).

Bir diğer çalışma tekstil endüstrisi çalışanlarında görülen kanser hastalıklarında sindirim sistemi ve burun boşluğu kanseri türlerinin de artış gösterdiğini vurgulamıştır (Mastrangelo ve ark., 2002).

Yapılan çalışmalarda mide ve özofagus kanseri vakalarının mesleki maruziyetle ilişkili olabileceğine değinilerek, sentetik elyaf tozuna maruziyetteki artışla mide kanseri riskinde arttığı gözlemlendi.(Gallagher ve ark., 2015).

Yine benzer bir çalışmada yetersiz havalandırma koşullarına sahip bir işletmede işçiler tarafından poliakrilat nanopartiküllerin kronik olarak solunması sonucunda, solunum yetmezliği nedeniyle ölümlerle sonuçlanan iki mesleki hastalık görülmüştür (Song ve ark., 2009).

Pauly ve diğ. (1998) yaptığı bir çalışmada mikroskop ile insan akciğerlerini gözlemledi. İncelenen akciğerlerin % 87'sinde liflere rastlandı. Akciğer yüzeyine tutunan liflerin hem selülozik hem de plastik yapıda olduğu gözlemlendi. Bu çalışmalarda gözlenen liflerin genelde tekstil kaynaklı lifler olduğu vurgulandı.

Tozla ilgili yasal düzenlemeler 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Tozla Mücadele Yönetmeliği”nde belirtilmiştir. “Tozla Mücadele Yönetmeliği”nin 8. Maddesinde “İşveren, her türlü tozun meydana geldiği işyerlerinde 20/8/2013 tarihli ve 28741 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik hükümleri saklı kalmak kaydıyla; risk değerlendirmesi sonucuna göre belirlenen periyodik aralıklarla toz ölçümlerinin yapılmasını, işyerinde çalışanların toz maruziyetinin bulunduğu koşullarda herhangi bir değişiklik olduğunda bu ölçümlerin tekrarlanmasını, ölçüm sonuçlarının, Ek1’de belirtilen mesleki maruziyet sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirilmesini, işyerinde yapılacak denetimler için toz ölçümlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü’nce ön yeterlik veya yeterlik

belgesi verilen laboratuvarlarca yapılmasını sağlar” ibaresi yer almaktadır. İşverenler ve yöneticiler daima toz ölçüm sonuçlarının Tozla Mücadele Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerlerin (1 mg/m^3) altında olmasını amaçlamalıdır.

Tez çalışmasının yapıldığı Tekstil fabrikasında Şubat 2017 de İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından yeterlik belgesi verilen laboratuvarca yapılan ortam ölçümü doğrultusunda, 8 saatlik ortama yönelik ölçüm değerlerinin çoğu noktada yönetmelikte belirtilen sınır değerini (1 mg/m^3) aştığı gözlenmiştir. 2 saat boyunca üzerinde ölçüm cihazı ile çalışma yapan mispa ve şişirme bölümü çalışanlarından üç kişiye ait ölçüm değerlerinin bir kişi üzerinde sınır değeri aştığı görülmüştür.

Tablo 2.1. 8 saatlik genel maruziyet değerleri

No	Ölçüm Noktası	Ölçülen Toz Miktarı mg/m^3	Sınır Değer $L_{ex(8h)}$ mg/m^3
1	MİSPA 2	1,25 mg/m^3	1 mg/m^3
2	MİSPA 5	0,94 mg/m^3	1 mg/m^3
3	MİSPA 8	1,23 mg/m^3	1 mg/m^3
4	MİSPA 10	1,15 mg/m^3	1 mg/m^3
5	MİSPA 12	1,19 mg/m^3	1 mg/m^3
6	MİSPA 15	1,72 mg/m^3	1 mg/m^3
7	LEZZİNİ 1	0,94 mg/m^3	1 mg/m^3
8	LASE 4	1,36 mg/m^3	1 mg/m^3
9	LASE 1	1,42 mg/m^3	1 mg/m^3
10	AKTARMA MAK. 1	2,01 mg/m^3	1 mg/m^3
11	HAZIRLAMA PASAJ 1	2,16 mg/m^3	1 mg/m^3
12	HAZIRLAMA PASAJ 2	1,94 mg/m^3	1 mg/m^3
13	ARGE	0,45 mg/m^3	1 mg/m^3

Tablo 2.2. 2 saatlik kişisel maruziyet değerleri

No	Ölçüm Noktası	Kişisel Toz Maruziyeti mg/m^3	Sınır Değer $L_{ex(8h)}$ mg/m^3
1	MİSPA Kişi 1	1,26 mg/m^3	1 mg/m^3
2	MİSPA Kişi 2	0,76 mg/m^3	1 mg/m^3
3	ŞİŞİRME Kişi 3	1,81 mg/m^3	1 mg/m^3

2.4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı hayatımızın her alanında yer alan sentetik tekstil ürünlerinin plastik polimer içeriğini, tekstil ürünlerinin üretim aşamasından başlayıp atık oluşumu, değerlendirilmesine ve bertarafı aşamalarına kadar çeşitli deformasyonlara uğraması sonucu oluşturduğu mikroplastik lif sayısını gözler önüne sererek, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ile ilgili sağlık çalışmalarının yoğunlaştırılmasına dikkat çekmektir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1. Numune Alımı ve Yeri

Bu çalışmada örneklemenin yapıldığı yer; bir tekstil fabrikasının, 3 vardiya çalışma sistemiyle devamlı faaliyette olan 15 adet iplik makinesinin bulunduğu 3000 m² lik iplik sarma bölümüdür. Bu bölümde elyafın işlenmesinden başlayıp istenilen özellikte iplik oluşarak bobinlere sarılmasına dek havaya oldukça fazla iplik döküntüleri geçmektedir. Hatta havada ve yerler de iplik döküntülerinin ve birikintilerinin oluşturduğu yumaklar göze çarpmaktadır. Şekil 3.1.'de buna ait görüntüler verilmiştir.



Şekil 3.1. Fabrika iplik bölümünde hava ve yerdeki döküntü ve birikintiler

Örnekleme 18 Kasım - 16 Aralık 2016, 09 Şubat - 09 Mart 2017 ve 11-18 Haziran 2017 tarihlerinde olmak üzere 3 farklı zamanda yapılarak belirtilen aralıklarda fabrika üretim kapasitesi de baz alınarak kıyaslanmıştır. Örnekleme süresi açısından başta ön denemeler yapılmış ve bir haftalık örneklemenin inceleme açısından optimum süre olacağına karar verilmiştir. İplik makinalarının çevresinde sürekli yere

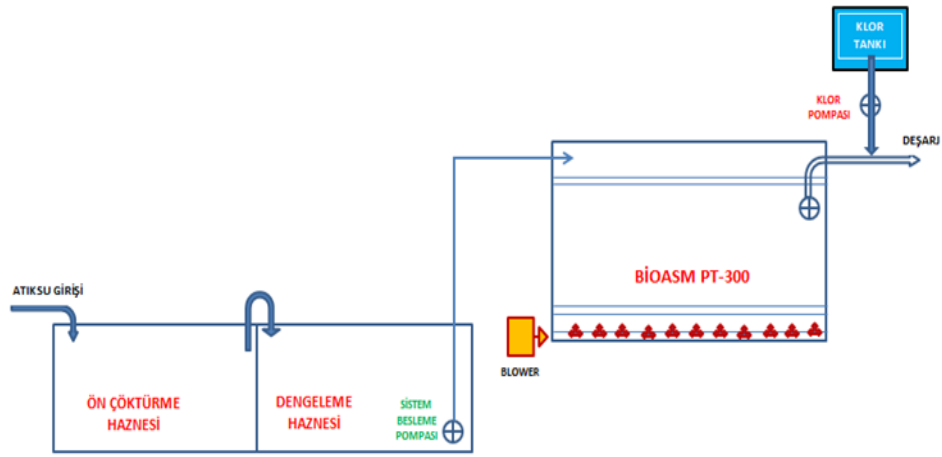
düşen liflerden oluşan “iplik yığınları”, fiberlerin sayımı değil tartılıp ağırlığının bildirilmesine imkân verecek miktardaki yığınlardır. Bu yüzden örneklemeler; Şekil 3.2.’deki gibi bir düzende, iplik makinelerinden 10 metre uzaklıktaki zemine ve yine makinelerden 10 metre uzaklıkta yerden 1,8 metre yükseklikteki bir rafa yerleştirilerek 2 farklı noktada yapılmıştır. Örneklemenin 1,8 metre yükseklikte yapılmasındaki amaçlardan biride insan sağlığına zararlı olabileceği düşünülen askıda tozların sayısının belirlenmek istenmesidir. Çalışmalarda, örnekler, atmosferik kirleticilerin herhangi bir hidrometeor (sis, yağmur, kar gibi) etkisi olmadan sadece yerçekimi kuvveti etkisiyle atmosferden ayrılma prosesi olan “kuru çökme” ile toplanmıştır.



Şekil 3.2. Numune kaplarının fabrika ortamına yerleştirilme düzeni

Örneklemeler Şekil 3.2.’de görünen petri kaplarının fabrika ortamına getirilerek kapaklarını açılmasıyla başlamış olup 1 haftalık, 2 haftalık, 3 haftalık ve 4 haftalık birikimlerin olması beklenmiştir. Bekleme süresi tamamlanan petri kapları kapaklarını kapatılarak fabrika ortamından alınarak laboratuvar ortamına taşınmış ve değerlendirme yapılmıştır. Dış ortam incelemeleri için konulan kaplar; fabrikanın bahçesinde, direk fabrika duvar dibi ve fabrikadan 10 metre uzaklıkta olmak üzere iki farklı noktaya konulmuştur. Burada yapılan örneklemeler de tıpkı iç atmosferindeki döküntü örnekleme çalışması gibi yapılmıştır. Ağzı kapatılarak laboratuvara getirilen kaplardaki rastgele 7 farklı noktada (1cm^2) incelenen MPLer sayılarak kaydedilmiştir.

Ayrıca şekil'deki gibi bir paket arıtma sistemine sahip olan işletmede WWTP influent ve effluent kısımlarından alınan su numuneleri de incelenmiştir. Bu işletmedeki evsel ve üretilen tekstil ürünlerinin (kazak, hırka vb. triko ürünler) yıkandığı sanayi tipi makinelerden gelen çıkış suları aynı havuzda toplanmaktadır. Bu havuzdan çekilen atıksu, paket arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra kanalizasyona deşarj edilmektedir.



Şekil 3.3. Fabrika paket arıtma tesisi akım şeması

Su numuneleri alınırken giriş numunesi saat 10:30 da ön çöktürme havuzundan çıkış numunesi 16:30 da deşarj noktasından olmak üzere haftada bir gün alınmış ve laboratuvar ortamına taşınarak filtre edildikten sonra mikroskop yardımıyla sayım gerçekleştirilmiştir ve kimyasal yapısını incelemek için ATR-FT-IR 'da işlem görmüştür.

3.2. Metod

3.2.1. Atmosferik döküntü için metod

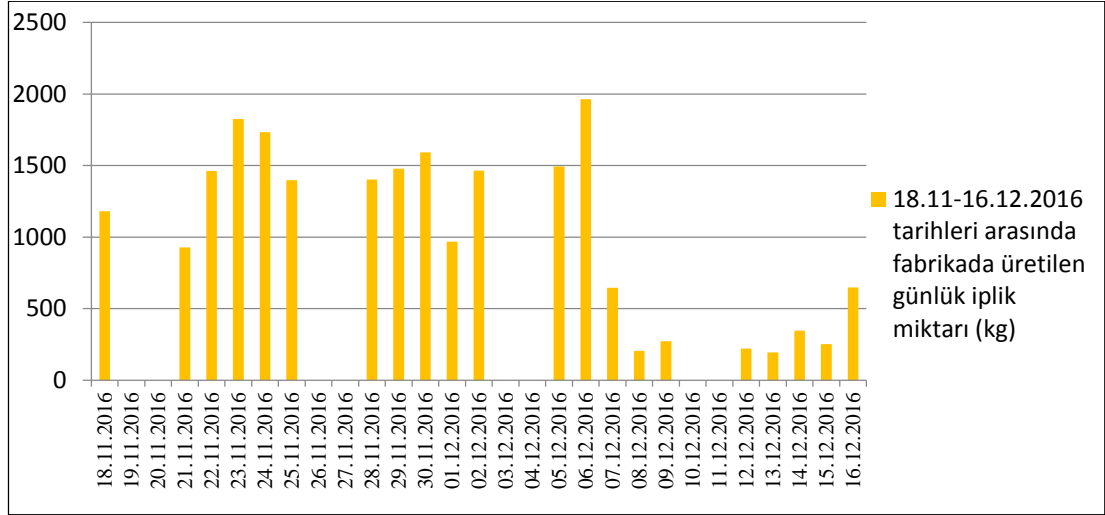
Fabrika ortamında zeminde ve 1,8 metre yükseklikte bekletilen 9 cm çapa sahip petri kapları her hafta belli bir gün ve saatte kapakları buldukları noktada örtülerek laboratuvar ortamına taşındı. Petri kabı alt yüzeyine 47 mm disk çapına sahip 0,45 µm lik selüloz nitrat filtre yerleştirildikten sonra ışık mikroskobu kullanılarak (Olympus, BX51, Tokyo, Japan) detaylıca incelenmiştir.

3.2.2. Su numuneleri için yöntem

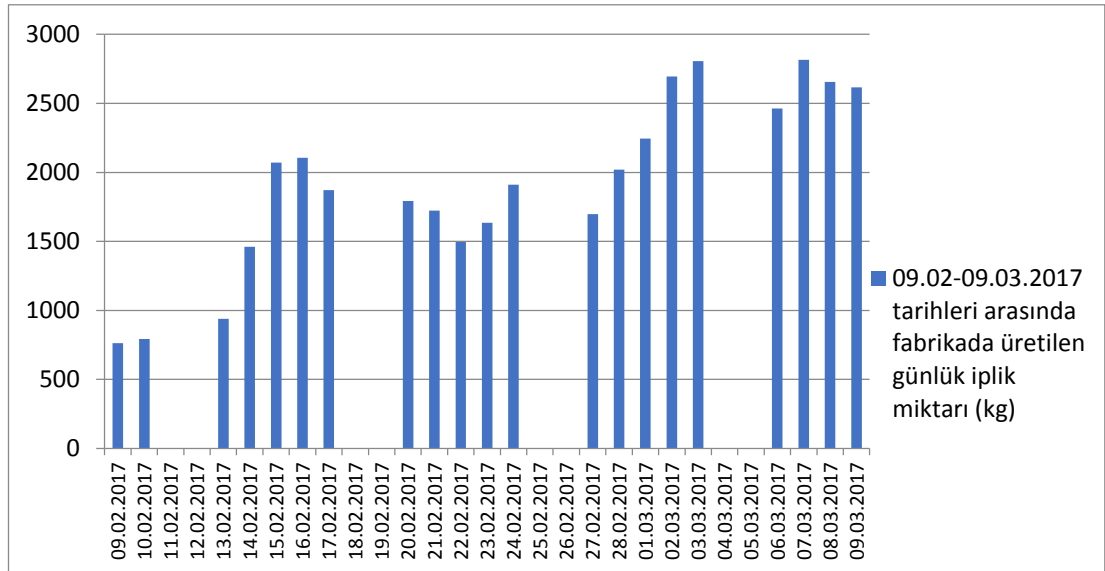
Su numuneleri her hafta belli bir gün ve saatte paket arıtma sisteminin girişinde bulunan ön çöktürme havuzundan numune kapları yardımıyla giriş numunesi alındı. Paket arıtma sisteminde işlem gördükten sonra arıtma çıkışından yine numune yardımıyla çıkış numunesi alındı. Bu işlem tekrarlanarak farklı farklı giriş ve çıkış numuneleri toplandı. Toplanan numuneler laboratuvar ortamında çalkalanarak 1 litrelik mezüre homojen şekilde alındı. Filtreler filtrasyon sisteminde kabadan inceye doğru 5000 mikronluk çelik filtre (en üstte), 1000 mikronluk çelik filtrelerden, 500 mikron plankton neti ve en son da 20 mikronluk plankton neti (en altta) olacak şekilde üst üste yerleştirilerek filtre edildi. Filtrelerin üzerinde kalıp kalmama durumuna göre sayım işlemi yapmak üzere petri kabına alındı. Mikroplastikler genellikle 5000 mikronluk çelik filtre, 1000 mikronluk çelik filtrelerden ve 500 mikron plankton netten direk süzülerek 20 mikronluk filtre üzerinde toplandı. Gözlem sırasında parçacıkların boyutları, renkleri ve sayıları belirlendi. Mikroskop altında incelemeden sonra tespit edilen parçacıkların kimyasal yapısını anlamak amacıyla ATR-FT-IR (Opus 7,5, Lumos, Bruker, Germany) cihazı kullanılmıştır.

Tüm atmosferik döküntü ve su numuneleri üzerinde mikroskopla yapılan incelemeler 4X magnification 0 faz ile yapılmıştır.

BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA



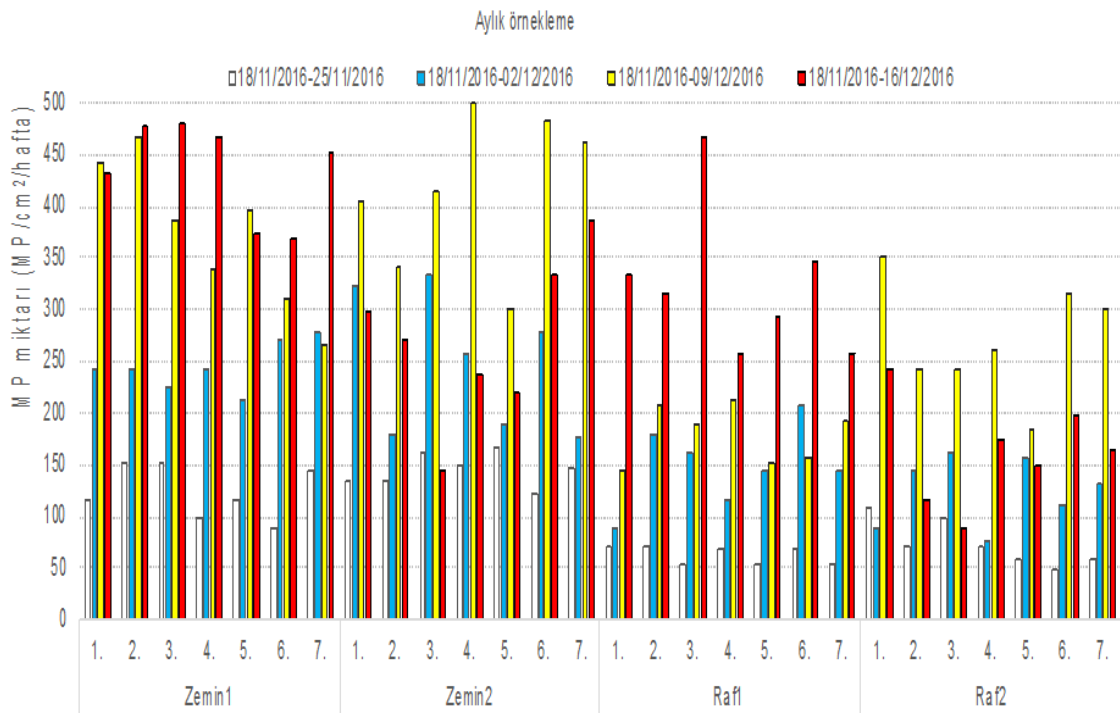
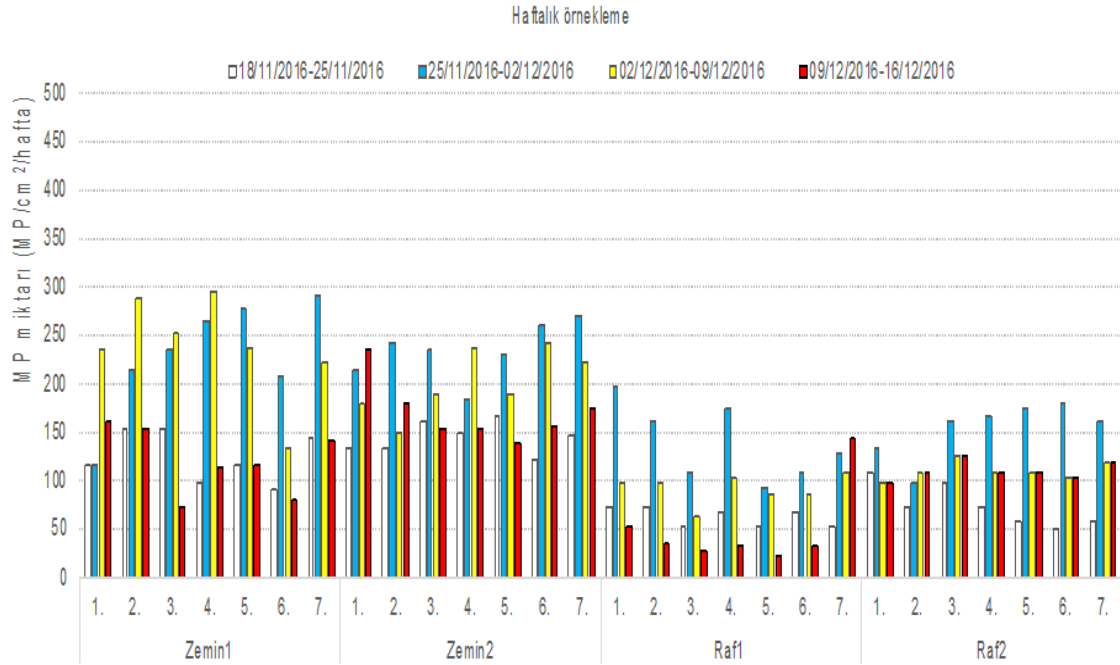
Şekil 4.1. 18.11.2016-16.12.2016 tarihleri arasında fabrikada üretilen günlük iplik miktarı (kg)

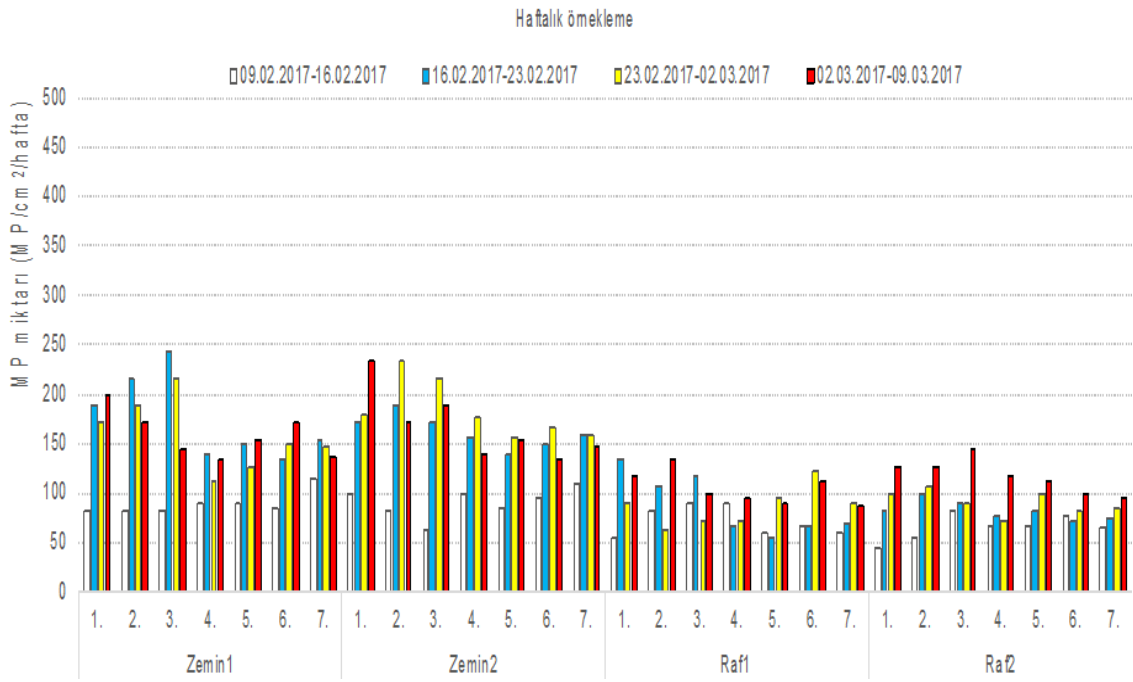


Şekil 4.2. 09.02.2017-09.03.2017 tarihleri arasında fabrikada üretilen günlük iplik miktarı (kg)

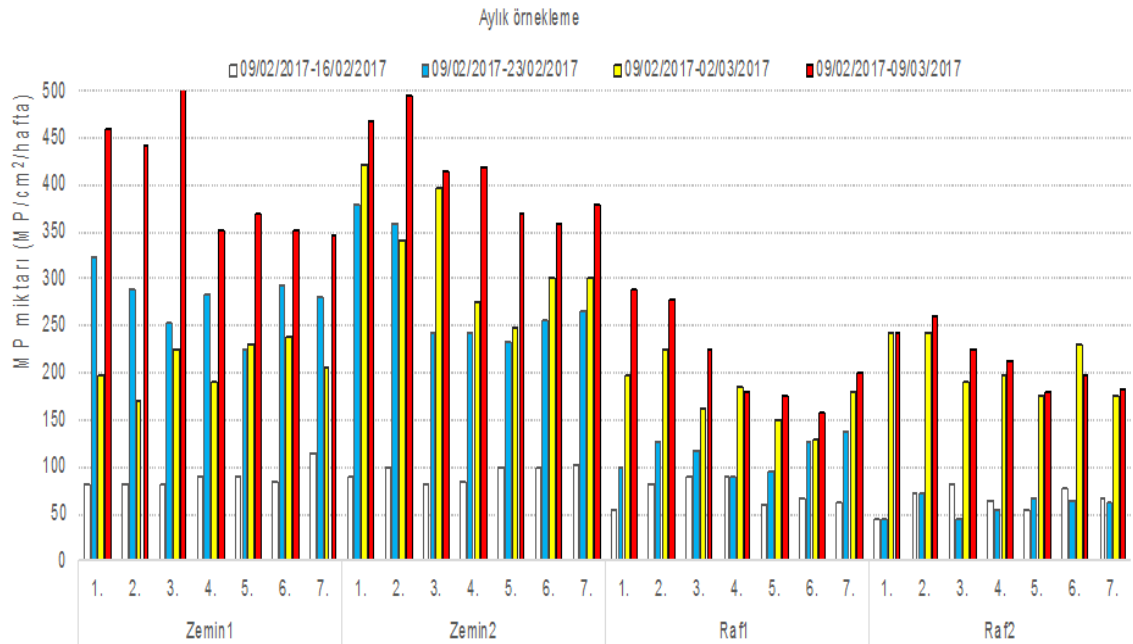
Tesiste farklı tarihlere yapılan örnekleme sonuçları elde edilen MP sayısı (her bir 1cm² yüzeye düşen) sonuçları ve grafikler Şekil 4.1.-4.6.'de gösterilmiştir. Asıl ve yedek

numune kaplarının içindeki rastgele seçilip sayılan 7' şer farklı bölgedeki sonuçlara bu grafiklerde yer verilmiştir.

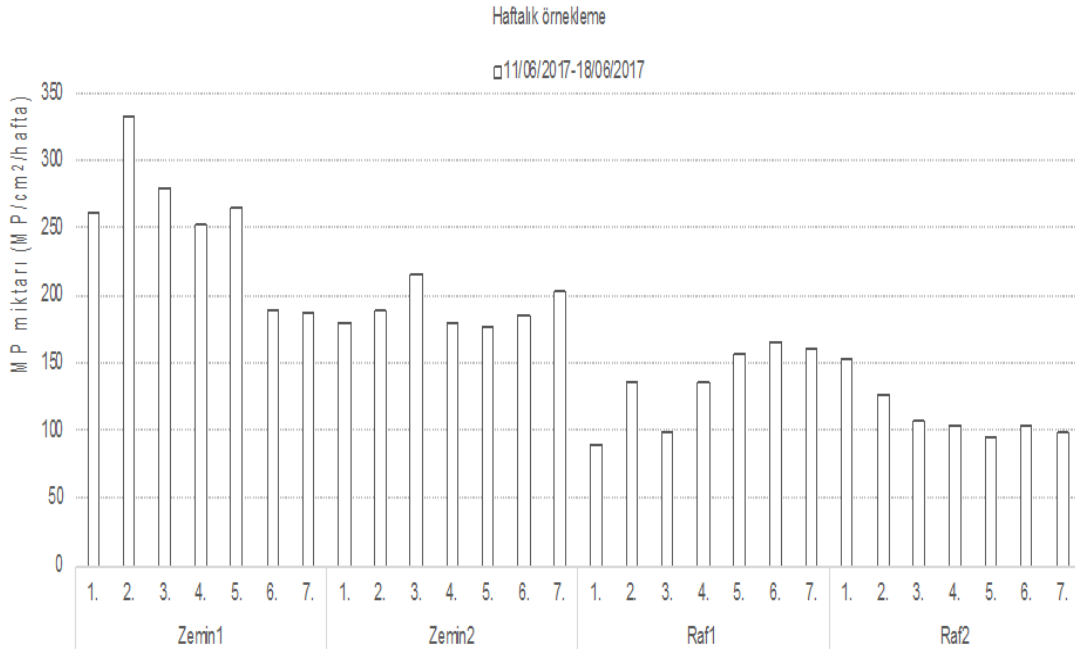




Şekil 4.5. 09 Şubat-09 Mart 2017 tarihleri arasında haftalık olarak tespit edilen MP miktarı



Şekil 4.6. 09 Şubat-09 Mart 2017 tarihleri arasında haftalık-iki haftalık-üç haftalık-dört haftalık olarak tespit edilen MP miktarı






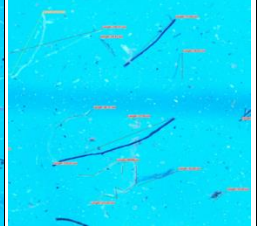


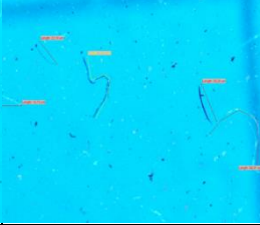

Şekil 4.7. 11-18 Haziran 2017 tarihleri arasında tespit edilen MP miktarı

Fabrikada Haziran ayında da bir hafta boyunca iç ve dış ortam numuneleri alınarak inceleme yapılmıştır. Haziran ayına ait iç ortam sonuçları da Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.


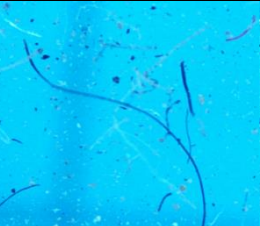
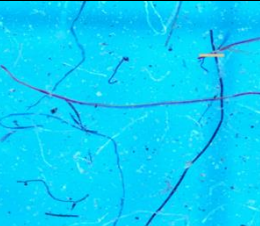
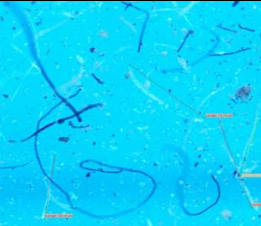
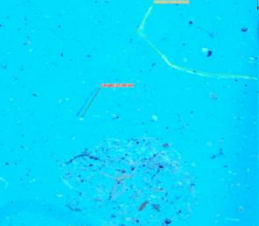
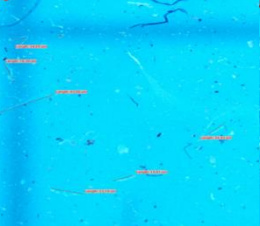
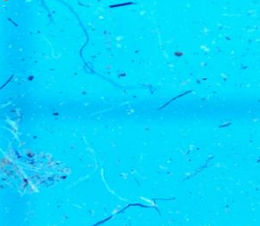
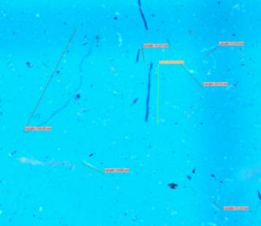
Farklı tarihlerde yapılan örnekleme sonuçlarına göre yerde rastlanan mikroplastik lif miktarı haftada ortalama 183 adet/cm² olup, zamana göre değişkenlik göstermektedir. Ayrıca yerden 1.8 m yüksekteki rafa yerleştirilen numunelerde ortalama 100 adet/cm² bulunmuş olup; raftaki numunelerde rastlanan MP sayısı yerde rastlananların yaklaşık olarak yarısı kadardır.

İncelenen numunelerde rastlanan mikroplastiklere ait bazı mikroskop görüntüleri örnek olarak aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir (Tablo 4.1.-Tablo 4.4.).

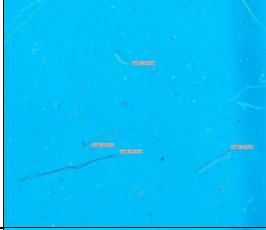





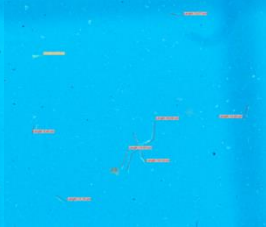
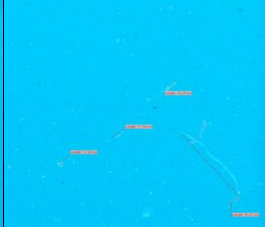
Tablo 4.1. 18.11.2016-02.12.2016 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler

Hafta	Numune kaplarının bekletildiği aralık		Numune kaplarının bekletildiği aralık	
	1.hafta		2.hafta	
	18.11.2016-25.11.2016		18.11.2016-02.12.2016	
	Asıl numune	Yedek numune	Asıl numune	Yedek numune
Zemin numunesi				
Hava numunesi				

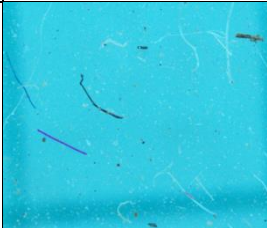

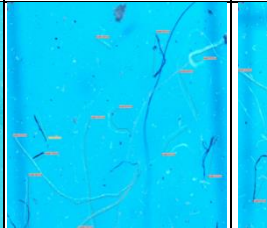
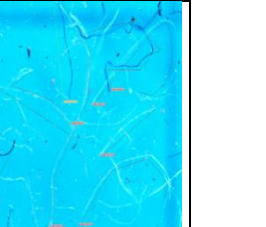



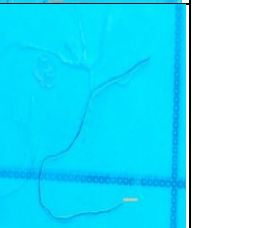
Tablo 4.2. 18.11.2016-16.12.2016 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler

Hafta	Numune kaplarının bekletildiği aralık		Numune kaplarının bekletildiği aralık	
	3.hafta		4.hafta	
	18.11.2016-09.12.2016		18.11.2016-16.12.2016	
	Asıl numune	Yedek numune	Asıl numune	Yedek numune
Zemin numunesi				
Hava numunesi				

Tablo 4.3. 09.02.2017-23.02.2017 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler

	Numune kaplarının bekletildiği aralık		Numune kaplarının bekletildiği aralık	
	1.hafta		2.hafta	
	09.02.2017-16.02.2017		09.02.2017-23.02.2017	
	Asıl numune	Yedek numune	Asıl numune	Yedek numune
Zemin numunesi				
Hava numunesi				

Tablo 4.4. 09.02.2017-09.02.2017 aralığındaki numunelerde rastlanan mikroplastiklere örnekler

Hafta	Numune kaplarının bekletildiği aralık		Numune kaplarının bekletildiği aralık	
	1.hafta		2.hafta	
	09.02.2017-02.03.2017		09.02.2017-09.03.2017	
	Asıl numune	Yedek numune	Asıl numune	Yedek numune
Zemin numunesi				
Hava numunesi				

Esas olarak fabrika içinde dolaşan mikroplastiklerin sayısının, fabrikanın sentetik ipliklerle üretim kapasitesine ve kullanılan malzemenin fiziksel-kimyasal özelliklerine, yani mikroplastiklerin kaynağına bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Genelde tüm setlerde rastlanan mavi sentetik liflerin beyaz liflere oranla ağırlıklı olarak daha kısa olduğu görülmüştür. Bu da, üretimde kullanılan malzemelerin kendi fizikokimyasal özelliklerine göre spesifik olarak parçalara ayrıldığına işaret

etmektedir. Tabi buradaki hava sirkülasyonu, insan trafiği, yükseklik vb. gibi özelliklerin de, mikroplastiklerin taşınım mekanizmasında etkili olduğu görülmektedir.

Fabrikanın kapısının hemen dışına bırakılan numunelerde rastlanan ortalama mikroplastik sayısının haftada elliden fazla (>50 adet/cm²) olduğu görülmüştür. Fabrikanın dış kısmında 7 m ve 10 m uzaklıktaki noktalarda da önemli miktarda tekstil lifleri bulunmuştur. Bu lifler incelendiğinde üretimde kullanılan ipliklerle aynı renklerde ve aynı yapıda olduğu belirlenmiştir. Raflarda rastlanan sentetik mikroliflerin yerdekilere oranla nispeten daha küçük boyutta olduğu söylenebilir. Ayrıca dışarıda rastlanan lif uzunluğu da genelde küçük boyutlulardan oluşmaktadır.

Tablo 4.5. Paket arıtma giriş ve çıkış numunelerinde tespit edilen mikroplastik miktarı

Tekstil AAT	MP/L	
	Giriş	Çıkış
22.09.2016	37	4
04.11.2016	62	5
11.11.2016	14	6
18.11.2016	9	5
25.11.2016	43	10
02.12.2016	9	4
01.06.2017	89	6
08.06.2017	188	6

Atıksu incelemelerinde havadaki sentetik liflerden farklı olarak arıtma giriş numunelerinde 5 mm' den büyük liflerin (max.13,25 mm) kayda değer oranda fazla bulunduğu, ortalama 1.8 mm civarındaki liflerin yoğun olduğu görülmüştür. Çıkış numunelerinde ise, ağırlıklı olarak ortalama 0.4 mm ve en büyük 2.2 mm civarındaki liflere rastlanmıştır. Farklı tarihlerde alınan örneklerde arıtma çıkışında ortalama 5 adet MP/L'nin kanalizasyona deşarj edildiği anlaşılmıştır (Tablo 4.5.).

Yapılan ATR (Attenuated Total Reflectance) FTIR inclemeleri sonucunda rastlanan fiberlerin neredeyse tamamına yakın bir kısmının işletmede üretimde kullanılan polyamide66 ve akrilikten oluştuğu doğrulanmıştır. Bunun yanısıra numunelerde az da olsa üretimdeki polyamid'den farklı renklerde polyamid6, Rayon fiber, Polyester, doğal fiber, yün gibi malzemelerin bulunduğu da belirlenmiştir.

ATR-FT-IR analizlerinde; küçük boyutlu liflerin incelenememesi, numunenin kayması gibi zorluklardan dolayı ne yazık ki numunelerdeki tüm mikrofiberlerin türü tanımlanamamıştır.

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekstil ürünleri hammaddeleri ve geçirdiği işlemler açısından değerlendirildiğinde sentetik lifler kullanılarak elde edilen bir tekstil ürünü ile doğal lifler kullanılarak elde edilen tekstil ürünü veya üzeri renkli baskılı bir tekstil ürünü ile üzerinde işleme bulunan bir dokuma kumaşın doğada yok olma süreçleri birbirinden oldukça farklılık gösterebilir. İşletmeler üretim faaliyetlerine başlamadan önce doğal veya insan sağlığına ve çevreye zarar vermeden bertarafı mümkün olan tekstil hammaddelerini tercihine önem vermelidirler. Üretim proseslerinde ucuzluğu sebebiyle tercih edilen elyafın daha önce geçirdiği işlemlerde düşünülerek, son ürün haline gelene kadar ortaya çıkan çevresel etkilerinin de dikkate alınması ve en az çevresel etkiye sahip olan ham maddenin seçilmesi, atıklar konusunda toplumsal duyarlılık sağlanması, ilgili sektörlerin atık yönetimi konusunda eğitilmesi ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi hem çevre kirliliğini önlemede hem de insan sağlığını korumada öncelikli adımlar olmalıdır.

Tekstil ürünlerinde kopan, toz olarak değerlendirilen hatta çoğu gözle görülemeyecek kadar küçük boyutlarda olan mikroplastik lifler insanlar tarafından soluma, yutma vb. aktiviteler sonucu vücut ile direk temas haline geçmekte ve zaman içerisinde olumsuz etkiler için potansiyel taşımaktadır. Yapılan birçok çalışmada sadece giyilen kıyafetlerden maruz kaldığımız veya plastik atıkların parçalanması sonucu doğaya karışarak dolaylı olarak maruz kaldığımız mikroplastiklere değinilmiştir. Hayatımızın her alanına girmiş olan plastik polimerlerden tamamıyla vazgeçilmesi tabi ki mümkün olmayabilir. Fakat aşırı kullanımı kanun ve düzenlemeler ile kontrol altına alınabilir.

Mikroplastiklerin sadece günlük yaşamda karşı karşıya kalınan bir problem olarak değerlendirilmesinin yanısıra, çalışmanın yapıldığı tesisteki gibi günlük hayatın

dışında günde en az 8 saatini, çoğunluğunu sentetik elyafın oluşturduğu tekstil tozlarına maruz kalarak geçiren çalışanlar düşünüldüğünde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında devlet tarafından 3 yıl olarak belirlenmiş sağlık tetkiklerinin tekrarlanma süresinin, yılda bir veya altı ayda bir olarak değiştirilmesine karar verilebilir. Sağlık değerlendirme parametrelerinin sayısı artırılabilir. Yine başka bir yöntem olarak tehlikeyi kaynağında önleme çalışmaları kapsamında iplik işleyen tüm makinelerde toz emme tertibatının yasal zorunluluk haline getirilmesi kararlaştırılabilir. Bu tarz tekstil işletmelerinde havalandırma koşulları devamlı iyileştirilerek, en son başvurulacak yöntem olan kişisel korunma yöntemi kapsamında kapalı alan iç ortam ölçüm sonuçlarına bakılmaksızın, makine başında çalışan tüm personeller için maske kullanımı zorunluluk haline getirilebilir.

Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik' in 5. maddesi birinci fıkrasına göre işveren, toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermelidir. Kişisel koruyucu donanımlar, risklerin, mühendislik uygulamaları, teknik iyileştirmeler ve çalışma yöntemi değişiklikleri uygulandığı halde toplu korunmanın tam olarak sağlanamadığı durumlarda tercih edilmelidir. Toz maskeleri, çalışanın toz maruziyetini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için en son kullanılacak yöntem olmalıdır. Ancak, mühendislik önlemlerinin uygulanabilir olmadığı ve ortama toz yayılımının engellenemediği durumlarda TS EN 149+A1 standardına göre filtreleyici toz maskeleri kullanılabilir.

İşletmeler, mümkün olduğu ölçüde üretim teknolojilerini, havalandırma sistemlerini yenileyerek toz yoğunluğunun azalmasını sağlamalı ve çalışma ortamına toz yayılımına neden olacak yanlış havalandırma yöntemlerinden uzak durulmalıdır. Havalandırmanın genel prensibi; ortaya çıkan tozun çalışanların solunum seviyesine ulaşmadan tahliye edilmesi olmalıdır. Üretim alanındaki makinelerin ve yüzeylerin temizliği esnasında basınçlı hava yerine vakumlama yöntemi ile temizlik yapılması havadaki lif sayısının artmasını önleyebilir.

Bütün bu önleme çalışmalarının yanında tekstil işletmelerinde çalışanlar, toz maruziyetine neden olacak prosesler ile ilgili devamlı bilgilendirilmeli ve İş

Güvenliği Uzmanı ve İşyeri Hekimi tarafından düzenli olarak İSG eğitimleri verilip çalışanlarda farkındalık yaratılarak korunmaları amaçlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Sonrası Çalışma Hayatına Bakış, İşveren Dergisi, sayı 76-77.
- A. L. Andrady, Microplastics in the marine environment. Mar. Pollut. Bull.2011, 62, 1596).
- Akkurt İ., Mesleki Akciğer Hastalıkları, Türk Toraks Derneği.
- Altun, Ş. ve Ulcay, Y., (1999), Klasik Tekstil Üretimi Sırasında Ortaya Çıkan Atıklar, Nedenleri Ve Geri Kazanım Yöntemlerine Genel Bir Bakış ,Tekstil Maraton Dergisi, Syf: 48-64.
- Altun, Ş., (1993), Bazı Sentetik Liflerin Atıkları, Nedenleri Ve Yeniden Değerlendirilmeleri Üzerine Bir İnceleme” Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Altun, Ş., (1999), Poliester Lif Üretim Atıklarından Granül Eldesi İçin Ekstruder Dizaynı Ve Elde Edilen Granül Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Bursa.
- Altun, Ş., (2011), Tekstil Üretim Süreçlerinde Çevresel Etkiler ve Atık Geri Kazanımı, Lisansüstü Ders Notları, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa.
- Au, S.Y., Bruce, T.F., Bridges, W.C., Klaine, S.J., 2015. Responses of Hyalella azteca to acute and chronic microplastic exposures. Environ. Toxicol. Chem. 34 (11), 2564–2572.
- Baldwin, A.K., Corsi, S.R., Mason, S.A., 2016. Plastic debris in 29 Great Lakes tributaries: relations to watershed attributes and hydrology. Environ.Sci.Technol. 50, 10377–10385.).
- Barrows, A.P.W., Neumann, C.A., Berger, M.L., Shaw, S.D., 2017. Grab vs. neuston tow net: a microplastic sampling performance comparison and possible advances in the field. Anal. Methods 9, 1446–1453.

- Browne, MA, Crump, P., Niven, SJ, Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011 Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Envi-Ron. Sci. Teknol.* 45, 9175-9179.
- C. Arthur, J. Baker, H. Bamford, Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris, 9–11 September 2008, Tacoma, WA, USA, Technical Memorandum NOS-OR&R-30 2008 (National Oceanic and Atmospheric Administration).
- Cole M, Lindeque P, Fileman E, Halsband C, Goodhead R, Moger J, Galloway TS. Microplastic Ingestion by Zooplankton, *Environmental Science&Technology*, Cilt. 47, No. 12, 2013, s.6646-6655.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, “Tozla Mücadele Yönetmeliği”, 28812 sayılı Resmî Gazete, 05.11.2013.
- D. W. Laist, Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, in *Marine Debris, Sources, Impacts, and Solutions*.
- E.J.Carpenter, S.J.Anderson, G.R.Harvey, H.P.Miklas, B.B.Peck, Polystyrene spherules in coastal waters. *Science* 1972, 178, 749. doi:10.1126/SCIENCE.178.4062.749.
- Eds J. M. Coe and D. B. Rogers) 1997, pp. 99–139 (Springer-Verlag: New York).
- Ertem M., İlçin E., Kelle M., Topçu F., Diyarbakır Sümerbank Halı ve İplik Fabrikalarında Çalışan İşçilerin Solunum Fonksiyonlarının İncelenmesi, *Solunum Hastalıkları*, 2000.
- Gallagher, L.G., Li, W., Ray, R.M., Romano, M.E., Wernli, K.J., Gao, D.L., Thomas, D.B., Checkoway, H., 2015. Occupational exposures and risk of stomach and esophageal cancers: update of a cohort of female textile workers in shanghai, China. *Am. J. Ind. Med.* 58, 267e275. <https://doi.org/10.1002/ajim.22412>.
- Goldberg, M.S., Therault, G., 1994. Retrospective cohort study of workers of a synthetic textiles plant in quebec: I. General mortality. *Am. J. Ind. Med.* 25, 889e907. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700250612>.
- Gregory, C. J., (1968), Adsorption of Atmospheric Sulfur Dioxide by Natural and Synthetic Textile Fibers, Rutgers University, New Brunswick.

- Güngör, A., Palamutcu, S., İkiz, Y., (2009), Pamuklu Tekstiller Ve Çevre: Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi, *Tekstil Ve Konfeksiyon* , 197-205.
- Hartline, N.L., Bruce, N.J., Karba, S.N., Ruff, E.O., Sonar, S.U., Holden, P.A., 2016. Microfiber masses recovered from conventional machine washing of new or aged garments. *Environ. Sci. Technol.* 50, 11532–11538.
- Hours, M., Fevotte, J., Lafont, S., Bergeret, A., 2007. Cancer mortality in a synthetic spinning plant in Besançon, France. *Occup. Environ. Med.* 64, 575e581. [https:// doi.org/10.1136/oem.2006.028282](https://doi.org/10.1136/oem.2006.028282).
- <http://www.hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=akrlk-plk-kullanimi-endustryel-ueruenler-ansklopedis> Erişim Tarihi: 05.11.2017.
- <http://www.tekstildershanesi.com.tr/bilgi-deposu/sentetik-elyaf-ve-iplik.html> Erişimi Tarihi:11.11.2017.
- <https://tekstilsayfasi.blogspot.com.tr/2015/10/polyamid-nedir-naylon-pa.html> tekstil sayfası *Tekstil Dershanesi*.
- ILO Uluslararası Pnömkonyoz Sınıflandırması Rehberi (2000), Çeviri, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2009.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Resmi Gazete Sayısı: 28339, T.C. Resmi Gazete, Ankara, 30.06.2012.
- J. G. B. Derraik, The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 2002, Cilt 44, Sayfa 842-852).
- Jemec, A., Horvat, P., Kunej, U., Bele, M., Krzan, A., 2016. Uptake and effects of microplastic textile fibers on freshwater crustacean *Daphnia magna*. *Environ. Pollut.* 219, 201–209.
- Jenna R. Jambeck, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, Kara Lavender Law, Plastic wasteinputs from land into the ocean, *Marine Pollution Cilt* 347. Sayfa 768, 2015.
- Joana Correia Prata, 2017. Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environmental Pollution* 234 (2018) 115e126.
- Kozak, M., (2010), *Tekstil Atıkların Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Alanlarının 148 Arastırılması, Yapı Teknolojiler*.

- Köle, D., 2016 Pamuklu Dokuma Endüstrisinde Çalışanların Toz Maruziyetinin Değerlendirilmesi.
- L. S. Fendall, M. A. Sewell, Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics infacial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*. 2009, 58, 1225.
- M. Allsopp, A. Walters, D. Santillo, P. Johnston, *Plastic Debris in the World's Oceans 2006* (Greenpeace International: Amsterdam, Netherlands).
- Mastrangelo, G., Fedeli, U., Fadda, E., Milan, G., Turato, A., Pavanello, S., 2003. Lung cancer risk in workers exposed to poly(vinyl chloride) dust: a nested casereferent study. *Occup. Environ. Med.* 60, 423e428. <https://doi.org/10.1136/oem.60.6.423>.
- Mezarcıöz, S. 2014. "İş Sağlığı ve Güvenliği Dersi, Ders Notları," Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Murray, F., Cowie P.R., 2011. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin* Cilt 52 Sayfa 1207-1217.
- Napper, I.E., Thompson, R.C., 2016. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: effects of fabric type and washing conditions. *Mar. Pollut. Bull.* 112 (1–2), 39–45. Pirc, U., Vidmar, M., Mozer, A., Krzan, A., 2016. Emissions of microplastic fibers from microfiber fleece during domestic washing. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23 (21), 22206–22211.
- Pimentel, J.C., Avila, R., Lourenço, A.G., 1975. Respiratory disease caused by synthetic fibers: a new occupational disease. *Thorax* 30, 204e219.
- R. C. Thompson, Y. Olsen, R. P. Mitchell, A. Davis, S. J. Rowland, A. W. G. John, D. McGonigle, A. E. Russel, Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 2004, 304, 838.) (Law KL, Thompson RC (2014) Microplastics in the seas. *Science* Cilt 345: Sayfa 144-145.
- Rainieri, S., Conlledo, N., Larsen, B. K., Granby, K., Barranco, A. (2018). Combined effects of microplastics and chemical contaminants on the organ toxicity of zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental research*, 162, 135-143.
- S. A. Carr, J. Liu and A. G. Tesoro, Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants, *Water Res.*, 2016, 91, 174–182.

- S. A. Mason, D. Garneau, R. Sutton, Y. Chu, K. Ehmann, J. Barnes, P. Fink, D. Papazissimos and D. L. Rogers, Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent, *Environ. Pollut.*, 2016, 218, 1045–1054.
- Song, Y., Li, X., Du, X., 2009. Exposure to nanoparticles is related to pleural effusion, pulmonary fibrosis and granuloma. *Eur. Respir. J.* 34, 559e587. <https://doi.org/10.1183/09031936.00178308>.
- Tezcan, E. 2008. “Hazır Giyim Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Tehlikeleri,” *Mühendis ve Makine*, cilt 49, sayı 584, s. 25-27.
- TS EN 689 “İşyeri Havası-Solunumla Maruz Kalınan Kimyasal Maddelerin Sınır Değerler ile Karşılaştırılması ve Ölçme Stratejisinin Değerlendirilmesi İçin Kılavuz”.
- Uğurlu F., *Tekstil Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği, İş Müfettişliği Yardımcılığı Etüdü*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Adana, 2011.
- Valic, F., Zuskin, E., 1977. Respiratory-function changes in textile workers exposed to synthetic fibers. *Archives Environ. Hea.*
- Van Cauwenberghe, L., Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65-70.
- Vobecky, J., Devroede, G., Caro, J., 1984. Risk of large-bowel cancer in synthetic fiber manufacture. *Cancer* 54, 2537e2542. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(19841201\)54,113.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1097-0142(19841201)54,113.0.CO;2-Q).
- Watts, A.J.R., Urbina, M.A., Corr, S., Lewis, C., Galloway, T.S., 2015. Ingestion plastic microfibers by the crab *Carcinus maenas* and its effect on food consumption and energy balance. *Environ. Sci. Technol.* 49, 14597–14604.
- World Health Organization, *Hazard Prevention and Control in the Work Environment: Airborne Dust*, Chapter 1-Dust: Definitions and Concepts, 1999.
- Yasun B., *Tozlardan Kaynaklanan Problemler Koruma Önleme Yöntemleri, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2008.
- Yavaşcaoğlu, A., (2012) *Tekstil Katı Atıkları, Katı Atık Oluşumunun Azaltılması Ve Geri Kazanımı*, *Mesleki Bilimler Dergisi*, Syf: 137-148.

- Yavuz, S. 2014. "Türkiye'de Tekstil Sektöründe İş Çalışma Koşulları, Sorunlar ve Çözüm Önerileri.
- Zhang, Y., Moa, J., Li, Y., Sundell, J., Wargocki, P., Zhang, J., Little, J., Corsi, R., Deng, Q., Leung, M., Fang, L., Chen, W., Li, J., Sun, Y., (2011), Can Commonly-Used Fan-Driven Air Cleaning Technologies Improve Indoor Air Quality? A Literature Review, *Atmospheric Environment*, 45, 26, 4329-4343.
- Zuskin, E., Mustajbegovic, J., Schachter, E.N., Kern, J., Budak, A., Godnic-Cvar, J., 1998. Respiratory findings in synthetic textile workers. *Am. J. Ind. Med.* 22, 263e273. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199803\)33:33.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199803)33:33.0.CO;2-X).

ÖZGEÇMİŞ

Tuba Başaran 09.08.1989'da Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı.2006 yılında Şehit Üsteğmen Selçuk Esedoğlu Lisesi'nden mezun oldu. 2008 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü 2013 yılında bitirdi.2011-2012 eğitim öğretim yılında Erasmus Öğrenci Değişim Programı'na katılarak Eötvös Jozsef Foiskola (Macaristan)' da eğitim gördü. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisansa başladı. 2014 yılında özel sektörde İş Güvenliği Uzmanlığı görevine başladı ve halen özel sektörde iş güvenliği uzmanlığı görevini yapmaktadır.