KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI SEKTÖRLERDEKİ BOYAHANE ÜNİTELERİNİN HAVA KİRLİLİĞİ POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

BEGÜM SOYDAŞ

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI SEKTÖRLERDEKİ BOYAHANE ÜNİTELERİNİN HAVA KİRLİLİĞİ POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

BEGÜM SOYDAŞ

Doç. Dr. Bilge ÖZBAY
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Prof. Dr. Aykan KARADEMİR
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Dr. Öğr. Üyesi Aliye Suna ERSES YAY
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 15.01.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması ile farklı sektördeki boyahanelerde oluşabilecek uçucu organik bileşiklerin türlerinin ve seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda seçilen farklı boyahanelerde önceden belirlenen ölçüm noktalarında iç ortam ve baca gazı örneklemeleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları ulusal ve uluslararası sınır değerlerle mukayese edilerek farklı boyahanelerin hava kirliliği potansiyelleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçların ve gerçekleştirilen önerilerin boyahane ünitesi olan tesisler için yol gösterici olması hedeflenmektedir.

Tez çalışmamda, destekleri ve ilgisi ile her daim yanımda olan bana her konuda yol göstermeyi esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Bilge ÖZBAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Seminer çalışmamda desteklerini ve fikirlerini benden esirgemeyen saygı değer hocam Doç. Dr. İsmail ÖZBAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Beni bu yaşıma getiren, hayatımın tüm bölümlerinde bana destek olan, maddi manevi yardımlarını esirgemeyen ve bana çalışmam boyunca sabır gösterip güvenen aileme teşekkür ederim.

Aralık - 2019 Begüm SOYDAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iii
TABLOLAR DİZİNİ iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 3
1.1. Çalışmanın Gerçekleştirildiği Boyahanelerin Genel Özellikleri 3
1.1.1. Tekstil sektörü 3
1.1.2. Deri sektörü 6
1.1.3. Bakım onarım sektörü 13
1.1.4. Kimya sektörü 14
1.2. UOB Genel Özellikleri ve Sağlık Etkileri 15
1.2.1. Tez çalışmasında ölçülen UOB'ler ve genel özellikleri 17
2. MATERYAL VE METOT 20
2.1. Gaz Kromatografisi Yöntemi ile UOB Tayini Deneyi 20
2.1.1. Ölçümün yapılışına ilişkin genel prensip 20
2.1.2. Gaz kromatografi analizinin kalibrasyonu 22
2.2. Risk Hesaplaması 24
3. BULGULAR VE TARTIŞMA 26
3.1. Tekstil Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları 26
3.2. Bakım-Onarım Tesisi Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları 27
3.3. Deri Sektörü Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları 29
3.4. Kimya Sektörü Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları 32
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 34
KAYNAKLAR 36
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 39
ÖZGEÇMİŞ 40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Tekstil sektörüne ait iş akım şeması.....5
Şekil 1.2. Deri sektörüne ait iş akım şeması.....12
Şekil 1.3. Bakım onarım sektörüne ait iş akım şeması 13
Şekil 1.4. Kimya sektörüne ait iş akım şeması 15

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Bazı organik bileşiklerin buhar basınçları ve kaynama noktaları 16
Tablo 2.1. Seçilmiş bazı organik bileşiklerin aktif karbon üzerindeki tipik desorpsiyon verimleri.....22
Tablo 3.1. Tekstil tesisi boyahane bölümü emisyon ölçüm sonuçları.....26
Tablo 3.2. Tekstil tesisi boyahane bölümü iç ortam havası ölçüm sonuçları 27
Tablo 3.3. Bakım-onarım tesisi boyahane bölümü emisyon ölçüm sonuçları.....28
Tablo 3.4. Bakım-onarım tesisi boyahane bölümü iç ortam havası ölçüm sonuçları.....28
Tablo 3.5. Deri tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için emisyon ölçüm sonuçları 29
Tablo 3.6. Deri tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için iç ortam havası ölçüm sonuçları.....30
Tablo 3.7. Deri tesisi boyahane bölümünde 2 numaralı ölçüm noktası için emisyon ölçüm sonuçları 31
Tablo 3.8. Deri tesisi boyahane bölümünde 2 numaralı ölçüm noktası için iç ortam havası ölçüm sonuçları.....32
Tablo 3.9. Kimya tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için emisyon ölçüm sonuçları 32
Tablo 3.10. Kimya tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için iç ortam UOB ölçüm sonuçları.....33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A_i	:	Organik bileşik i için ölçülen alan
b_i	:	Organik bileşik i'nin kalibrasyon çizgisinin düşey ekseni kestiği noktadır.
C_i	:	Gaz numunesindeki belirli bir i bileşiğinin derişimi,(mg /m^3)
f_i	:	Organik bileşik i için kalibrasyon çizgisinin eğimi
m_i	:	Enjekte edilen numune özütü içindeki organik bileşik i'nin kütlesi
V	:	Kuru baca gazı numunesinin ölçülen hacmi,(L)
$V_{düz}$	:	Alınan numunenin standart şartlarda kuru bazda ifade edilen hacmi,(L)
P	:	Hava numunesinin gerçek basıncı,(hPa)

Kısaltmalar

ACGIH	:	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Amerika Ulusal Hijyenistler Birliği)
GC	:	Gaz Kromotografisi
KİMMAD	:	Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
NIOSH	:	National Institute for Occupational Safety and Health (Amerika Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
OSHA	:	Occpational Safety and Health Administration (Amerika İş Sağlığı ve Güvenliği İdari Kurumu)
SKHKKY	:	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TSE	:	Türk Standartları Enstitüsü
UOB	:	Uçucu Organik Bileşikler
US EPA	:	United States Environmental Protection Agency (ABD Çevre Koruma Kurumu)

FARKLI SEKTÖRLERDEKİ BOYAHANE ÜNİTELERİNİN HAVA KİRLİLİĞİ POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Boyahanelerde kullanılmakta olan kimyasallar, türlerine ve konsantrasyonlarına göre hava kalitesini bozmaktadır. Yapılan bu çalışma kapsamında farklı alanlarda (tekstil, deri, kimya ve bakım onarım-imalatı) faaliyet göstermekte olan dört farklı boyahanede iç ortam ve emisyon ölçümleri gerçekleştirilerek hava kalitesi bakımından değerlendirme yapılmıştır.

Bilindiği üzere boyalar, alifatik hidrokarbonlar (n-hekzan, n-heptan), aromatik hidrokarbonlar, halojenlenmiş hidrokarbonlar (metil klorür, propilen diklorür), (toluen), alkoller, ketonlar (metil etil keton), esterler (etil asetat) ve eterlerin (metil eter, etil eter, butileter) ana kaynağı olan kimyasal malzemelerdir. Bu sebeple boyahane ünitelerinde iç ortam ve bacada uçucu organik bileşiklerin izlenmesi son derece önemlidir. Yapılan çalışmada iç ortam ve bacalarda uçucu organik bileşikler (1,2dikolorobenzen, mpksilen, tetrahidrofuran, toluen, etilmetilketon, hekzan, metilsiklohekzan, n-heptan, klorobenzen, anilin, 1,2 dikloroetan, karbontetraklorür,1,3 dikloropropan, bromobenzen, p-izopropil toluen, trikloroetilen, izobütilmetilkeron, n-bütilasetat, 1,4 dioksan, etilasetat, izopropilasetat, kloroform, benzen, siklohekzan) ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde en yüksek UOB konsantrasyonlarına deri sanayi sektöründeki boyahane ünitesinin iç ortamında rastlanırken, emisyon bakımından en yüksek konsantrasyonlar bakım onarım imalathanesinin boyahane ünitesinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonunda tüm boyahane ünitelerinde çıkan ölçüm sonuçları sınır değerler ile karşılaştırılmış ve ilgili boyahane ünitelerinde hava kalitesini iyileştirmek amacıyla çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Boyahane, Emisyon, İç Ortam, Sınır Değer, Uçucu Organik Bileşikler.

INVESTIGATION OF AIR POLLUTION PATENTIALS OF DYEHOUSES İN DIFFERENT SECTORS

ABSTRACT

The chemicals used in dyeing houses destroy air quality according to their types and isolates. Within the scope of this study, indoor and emission measurements were carried out in four different dyehouses operating in different fields (textile, leather, chemical and maintenance repair-manufacturing) and an assessment was made in terms of air quality.

As is known, the dyes include aliphatic hydrocarbons (n-hexane, n-heptane), aromatic hydrocarbons, halogenated hydrocarbons (methyl chloride, propylene dichloride), (toluene), alcohols, ketones (methyl ethyl ketone), esters (ethyl acetate) and ethers (methyl ether, ethyl ether, butylether). For this reason, it is extremely important to monitor volatile organic compounds in the indoor environment and chimney in dyeing units. In this study, volatile organic compounds in indoor environment and chimneys (1,2diclorobenzene, mpxylene, tetrahydrofuran, toluene, ethylmethylketone, hexane, methylcyclohexane, n-heptane, chlorobenzene, aniline, 1.2 dichloroethane, carbontetrachloride, 1.3 dichloropropane, bromobenzene, p-isopropyl toluene, trichlorethylene, isobutylmethylkerone, n- butylacetate, 1.4 dioxane, ethylacetate, isopropylacetate, chloroform, benzene, cyclohexane, n-heptane) were measured. When the measurement results were evaluated, the highest UOB concentrations were found in indoor air of the dyeing unit in the leather industry sector, while the highest emission concentrations were found in the dyeing unit of the maintenance and repair shop.

At the end of the study, the measurement results obtained from all dye house units were compared with the limit values and solutions were proposed to improve the air quality in the respective dye house units.

Keywords: Dyehouse, Emission, Indoor, Limit Value, Volatile Organic Compounds.

GİRİŞ

Tüm dünyada devamlı gelişmekte olan sanayi, bünyesinde bulundurduğu toplulukları yukarıya taşımakla beraber yanında çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Hava kirliliği, gaz, koku, duman ve toz halindeki kirleticilerin havanın yapısına katılarak yaşam boyunca önemli olan hava kalitesinin bozulması durumu olarak tanımlanır [1]. Endüstriyel sanayi kuruluşları ve kapalı mekânlar için özellikle İç ortam hava kirliliği insan sağlığı açısından önemli riskler oluşturmaktadır. İç ortamda rastlanabilen ve İnsan sağlığını olumsuz yönde etkileyen başlıca kirletici türleri kükürt dioksit, karbon monoksit, nitrojen oksitler, formaldehit, sigara dumanı, asbest, kurşun ve uçucu organik bileşiklerdir.

İç ortam hava kalitesi çevre ve insan sağlığı üzerinde oldukça etkilidir. İyi ve kaliteli ortam havası insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinin yanı sıra üretimi ve üretkenliği de olumlu etkilemektedir.

Sanayi kuruluşlarında oluşan gaz ve toz kirleticilerin türü ve konsantrasyonları uygulanan prosese bağlı olarak büyük değişim göstermektedir. Organik solventlerin ve diğer kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı boyahane üniteleri özellikle oluşan gaz kirleticiler bakımından ciddi riskler oluşturmaktadır.

Boyahanelerin iç ve dış ortamın sıklıkla rastlanan kimyasal kirletici Uçucu Organik Bileşiklerdir. Boyahanelerde kullanılan kimyasalların türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak hava kalitesinin bozulması farklılık gösterebilir. Bilindiği gibi boyalar, alifatik hidrokarbonlar (n-hekzan, n-heptan), aromatik hidrokarbonlar (toluen), halojenlenmiş hidrokarbonlar (metil klorür, propilen diklorür), alkoller, ketonlar (metil etil keton), esterler (etil asetat) ve eterlerin (metil eter, etil eter, butil eter) ana kaynağı olan kimyasal malzemelerdir. Özel bir boyama tekniği olan Serigrafi baskı işleminde tehlikeli iç ortam kirleticileri için kaynak olarak nitelendirilen malzemeler ise baskı mürekkepleri, kaplamalar, yapıştırıcılar ve temizleme çözücüleridir. Ayrıca, ciltleme ve bitirme işlemleri sırasında bazı tehlikeli kimyasal gazların oluştuğu bilinmektedir [2].

Boyahane ünitelerinde kimyasal kirliliğinin etkileri kimyasal maddenin miktarı, türü ve ünitede bulunan havalandırma sisteminin etkinliğine bağlı olarak değişiklik

göstermektedir. Tehlikeli hava kirleticileri olarak sınıflandırılan kirleticilerin yaklaşık % 70'i uçucu organik bileşiklerdir. Bu nedenle boyahane ünitelerinin İç ortamında bulunan uçucu Organik Bileşiklerin etkilerini değerlendirmek son derece önemlidir.

Yapılan çalışma kapsamında 4 farklı sektörde (tekstil, bakım-onarım, deri ve kimya) faaliyet gösteren boyahanelerin iç ortam ve emisyon ölçümleri gerçekleştirilerek hava kalitesi bakımından değerlendirilmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çalışmanın Gerçekleştirildiği Boyahanelerin Genel Özellikleri

Çalışmada tekstil, deri, bakım onarım, kimya sektörlerinin boyahane ünitelerinde iç ve dış ortam hava ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Aşağıda ilgili sektörlere ait açıklayıcı bilgiler (prosesin tanıtılması, iş akım şeması vs.) sunulmaktadır.

1.1.1. Tekstil sektörü

Tesiste giyim eşyalarına kuru ve yaş işlemler olmak üzere iki farklı işlem yapılmaktadır. Gelen siparişler doğrultusunda yalnız yaş işlemleri veya hem yaş hem de kuru işlemler yapılabilmektedir. Kuru işlemler denim giysiye, istenen kullanılmış görüntüyü vermek için yapılan ve genellikle makinesel olarak giysiye uygulanan işlemlerdir. Zamanla değişen moda doğrultusunda, eskimiş ve yıpranmış görüntüler takip edilmeye başlanmış ve bu sayede denim giysisi için yapılan kuru işlemler daha da önem kazanmıştır. Bunlardan en önemlisi zımpara, reçine, bıyık ve eskitme (destroy) olarak sıralayabiliriz. Yaş işlem ise kuru işlemlerden sonra yapılmaktadır. Bunlardan ön yıkama (haşıl sökme) en önemli işlemlerin başında gelmektedir. Haşıl malzemesi, kumaş üretim aşamasında, yapıya sentetik boya verildikten sonra dokuma sırasındaki oluşabilecek iplik kırılma ve kopmalarını engelleyen bir malzemedir. Çoğunlukla Haşıl malzemesi, nişasta veya modifiye nişasta esaslıdır ve beraberinde bir miktar ıslatıcı kimyasal ve yumuşatıcı da haşıl reçinesinde bulunur. Bu kimyasallar, giysiye yapılacak yıkama işlemlerinde kullanılacak kimyasalların etkilerini düşürdüğü için kumaştan uzaklaştırılmalıdır. Sektörde diğer önemli işlemler raş enzim yıkama, ağartma ve yıkama sonrasında denim kumaşlara belirli bir görsellik vermek için uygulanan kimyasal spreyleme işlemidir.

Partileme: Tedarikçiden gelen giyim eşyaları partilenerek kabulü yapılır.

Mal Açma: Kontrolü sağlanarak uygun olup olmadığı testten geçirilir.

İlik Açma: Tedarikçiden talep varsa kot pantolonlara ilik açma işlemi yapılır.

Ön Yıkama: Ürünler sipariş doğrultusunda reçine işleminden geçmemesi halinde ön yıkama işlemine yapılır. Birçok değişik kimyasal kullanılarak ürün sökme işlemleri gerçekleştirilir.

Reçine: Yıkama öncesinde zımpara yapılan bölgelerinde daha iyi bir sonuca varmak veya yıkamada daha koyu renkler istendiğinde uygulanan yöntemdir. Reçine kimyasalları istenen bölgelere sprey tabancası işlem yapılır. Yüksek sıcaklıktaki fırında belirli bir süre bekletilip reçine sıvısının kumaşa geçmesi sağlanır.

Fırınlama: Reçine işlemine tabi tutulan mallar üzerindeki reçine kimyasallarının tutması amacıyla fırınlarda belli bir sıcaklıkta ve sürede tutulur.

Zımpara: Yıkama öncesi siparişin durumuna göre zımpara yapılacak ürün, seçilen modele göre zımpara ile aşındırma yapılır.

Bıyık: Uzun süre kullanılmış giysilerdeki katlanma ve kırışıklıklar sonucunda oluşan eskimiş görüntülü çizgiler, hazırlanan şablonlar ile ürün üzerinde önceden yaratılması işlemidir.

Yıpratma: Ürünlerinde yapılması istenilen alana özel aparatlar sayesinde uygulanan çok az yıpratma ve yırtma işlemidir.

Kimyasal Spreyleme: Yıkama işlerimden sonra kumaş ürünlerine uygulanan yöntemdir. Üründe, eskitilmiş görüntü verilmesi planlanan permanganat, ürüne zarar vermeyecek bir tabancayla püskürtme işlemi yapılır veya fırça yardımı ile sürülür. Böylelikle eskitilmiş görünüm daha belirgin ve ürün rengi ile daha fazla tezat oluşturacak şekilde ortaya çıkar. Permanganat kimyasalları doğrudan baca sistemine verilmemekte olup devir daim yapan su perdesi ile absorbe edilmektedir.

Yıkama: Kimyasal spreyleme sonrası veya mallara uygulanan kuru işlemler ardından yıkama işlemi için mallar yıkama makinelerine alınır. Taş yıkamada ponza taşları kullanılmakta olup yıkanan ürüne tüylenmiş, eskimiş görüntüsü kazandırılarak çok yıpratılmış görüntü verilir.

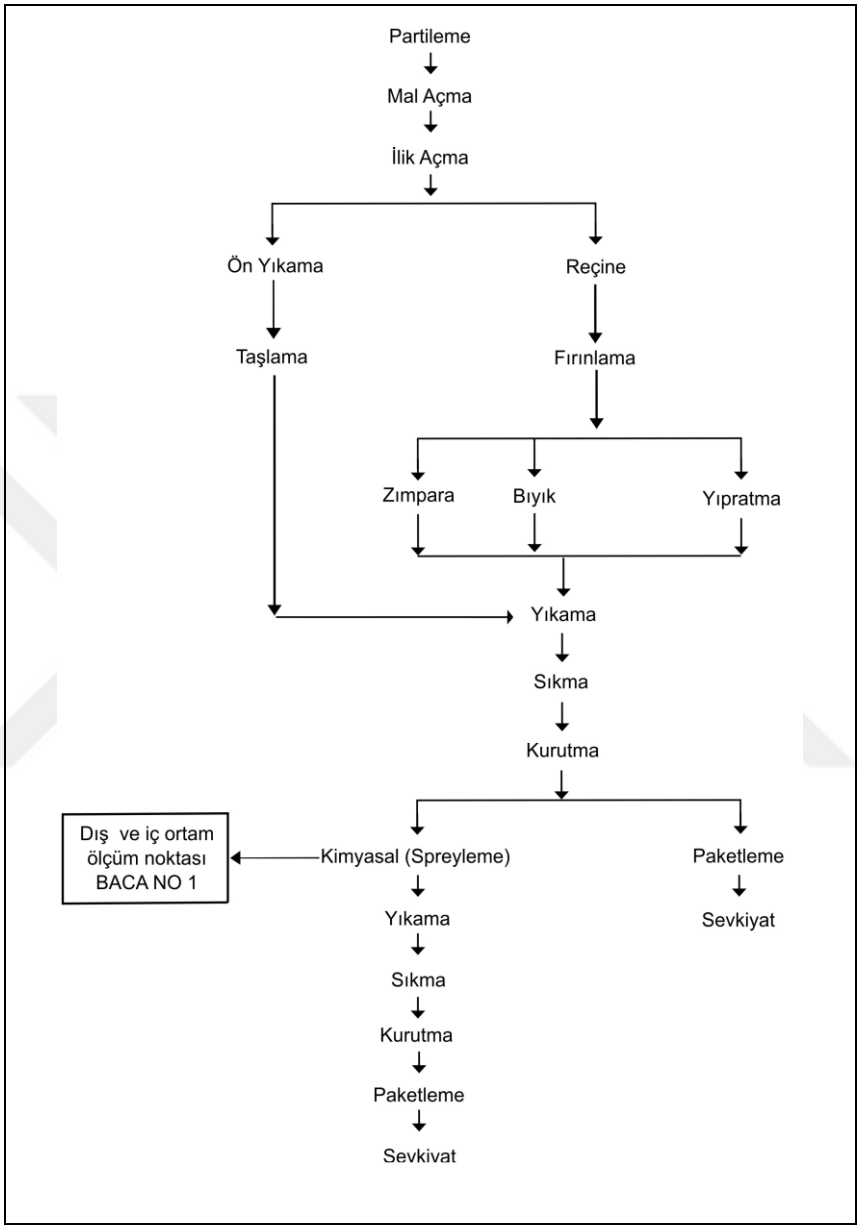
Sıkma: Yıkanan mallar santrifüj makinelerinde belli oranlarda su uzaklaştırılır.

Kurutma: Mallar kurutma makinelerinde tamamen kurutulur.

Paketleme: Kurutulan malzemeler paketlemeye alınır.

Sevkiyat: Paketlenen mallar sevkiyata hazır hale gelir.

Tekstil sektörüne ait iş akım şeması aşağıda Şekil 1.1'de belirtilmiştir.



Şekil 1.1. Tekstil sektörüne ait iş akım şeması

Şekilde de görüldüğü gibi sıkma ve kurutma prosesinden sonra boyama işlemleri başlamaktadır. Boyahane ünitesinde Sprey hattında reçine kimyasalları ile permangant kimyasallarının uygulandığı işlemler yapılabilmektedir.

Tekstil sektöründe kullanılan boya türleri, Reaktif Boyarmaddeler, Dispers Boyarmaddeler, Küp Boyarmaddeler Metal-Kompleks Boyarmaddeler şeklindedir [3].

Reaktif Boyarmaddeler: Tekstil sektöründe selüloz esaslı ürünlerin boyanabilmesi için geliştirilen ve çok güçlü kimyasal bağ kuran boyarmaddelerdir.

Dispers Boyarmaddeler: Molekülleri diğer tekstil hammaddelerine oranla çok daha yoğun olup nem çekme oranı çok azdır. Dispers olmayan boyarmaddeler Sentetik liflerin içinde emilmedikleri için kullanılmaz. Bu lifler için suda çözülmeyen ve lifin yüzüne hafif olarak serilen dispers boyarmaddeler kullanılır.

Küp Boyarmaddeler: Suda çözünmeleri için oksijenden indirgenmeleri gerekmektedir. Tekstil ürünü olarak pamuk, yün ve sentetik hammaddelerin boyanmasında kullanılır.

Metal-Kompleks Boyarmaddeler: Kobalt, nikel veya krom gibi birden fazla atomu bünyesine olan büyük moleküllerden oluşmaktadır. Akrilik liflerin boyanmasına yardımcı olmaktadır.

Boyama işlemlerinde kullanılan kimyasallar sert tutum kazandıran kimyasal maddeleri, yumuşak tutum kazandıran kimyasal maddeler ve su ve yağ iticilik özelliği kazandıran kimyasal maddeler gibi kimyasal ürünlerde farklılık göstermektedir.

Reçine kimyasalları yıkama öncesinde kumaşın zımpara yapılan bölgelerinde daha iyi bir sonuca varmak veya yıkamada daha koyu renkler istendiğinde uygulanan yöntemdir. Reçine kimyasalları istenen bölgelere sprey tabancası ile işlem yapılmaktadır. Permanganat ise ön yıkaması yapılmış veya yıkama sürecinden geçip kurutulmuş ürünlere uygulanan yöntemlerdir. İşlem sırasında permanganat kimyasalları doğrudan baca sistemine verilmemekte olup devir daim yapan su perdesi ile absorbe edilmektedir. Sistemde tutunmayan kimyasallar baca ile atmosfere verilmektedir. Boyahane ünitesinde emisyon ölçümün gerçekleştirildiği bacanın bulunduğu kısım şemada kırmızı ile işaretlenmiştir (baca no:1). Ayrıca ilgili boyahanede iç ortamda Hegzan, Tetrahidrofuran, N-Heptan, toluen, klorobenzen, anilin ölçümleri yapılmaktadır.

1.1.2. Deri sektörü

Çalışılan deri işleme tesisine ait genel özellikler ve proses aşamaları aşağıda sıralanmaktadır.

Hammadde Depolama: Tesise, kesimhanelerden ve mezbahalardan kesim yan ürünü deriler araçlarla getirilmektedir. Deriler 1x1 m boyutundaki paletlerle depoya taşınmaktadır. Deriler tahta paletler üzerinde yaklaşık olarak 40 cm yüksekliğinde depolanırlar. Depolan derinin hacmi 150 m^3 tür. Derilerin hiçbir bölümü atılmamaktadır. Depoda deriler ağır, hafif, erkek, dişi, ince, kalın olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Sınıflara ayrılmış olan deri paletlerle üretim alanına alınmaktadır. Tesise getirilen kimyasallar paletler yardımı ile kimyasal depolama alanına taşınmaktadır. Kimyasallar buradan yine paletler yardımı ile üretim alanına alınmaktadır.

Islatma-Yumuşatma-Kıl Giderme: Tartılan deriler ıslatma-yumuşatma-kıl giderme ünitesine alınır. Derilere konserveleme ve depolama sırasında kaybettikleri suyu tekrardan geri kazandırılır ve ham deri üzerindeki mikroorganizmaları kan, kir, tuz, çamur ve idrar gibi pisliklerden temizlemek amacıyla ıslatma yapılır. Bu prosesin amacı epidermal yapıya etki ederek epidermis tabakasını, fibriler, yapısı olmayan, deriden, kıl ve kıl köklerini yok etmek, proteinlerinin şişmesini sağlayarak deri strüktürünü açmaktır. Daha sonraki işlem basamaklarında kullanılması muhtemel kimyasal maddelerin bağ yapacağı amino gruplarının ve aktif karboksilin ortaya çıkmasını sağlamak, derideki sefalin gibi erime noktası çok düşük olan yağları sabunlaştırarak deriden uzaklaştırmak için kıl giderme işlemi yapılır. Tesiste 20 ton deri kapasiteli 4 adet ıslatma-yumuşatma-kıl ünitesi bulunmaktadır. Makineye konulan deri miktarı sipariş miktarına göre 15-20 ton arası değişir. Makine içine konulan deri miktarına göre kullanılan sıvı miktarı da değişmektedir. Deri miktarına göre %100–200 oranında su kullanılır. Deri miktarının %1-5'i kadar kimyasal kullanılır (kireç, zırnık, ıslatıcılar). Bu proseste ısıtma işlemi uygulanmamaktadır. İşlem 1 gün ıslatma ve 1 gün kireçleme olmak üzere 2 gün sürer. Makineye konulan kimyasal kılları eritir. Oluşan atık suda çok az miktarda kıl bulunur. Bu atık sular arıtma tesisine gönderilmeden önce tesisin bünyesindeki kıl tutucuya gönderilir. Kıl tutucu 2 havuzdan oluşur. 1. havuz 4m x 2m 2m boyutlarındadır. Havuz tabanında delikli birim mevcuttur. Burada sular deliklerden geçerken kıllar delikli zemin üzerinde kalırlar. Zemin üzerinde uçlarında süpürgesi pervane mevcuttur. Pervane döndükçe kıllar delikli zemin üzerinden süpürülerek bağlantı ile 2. havuza gönderilir. 2. havuzun boyutları 2m x 2m x1m dir. 2. havuzda biriken kıllar çöp konteynırına atılır ve OSB tarafından çöp konteynırlarından toplanır.

Et Alma: Deriler, paletler ve forkliftler vasıtasıyla ıslatma-kum giderme dolabından et alma makinesine (kavaleto) gönderilir. Et alma makinesindeki bıçaklar deri

üzerindeki yağı ve az miktardaki eti alır. Bu işlem her bir deri için 15–20 saniye sürer. Günde ortalama 1000 deri et alma makinesinden geçirilmektedir.

İlk Yarma: Et alma makinesinden çıkan deri paletler ve forkliftler ile yarma makinesine gönderilir. Yarma işlemi deriyi ikiye ayıran bir işlemdir. Bu işlem yaklaşık 20–25 sn sürmektedir. Günde ortalama 1000 adet deri yarma makinesinden geçirilmektedir. Deri yatay olarak ikiye ayrılır. Derinin ticari olarak daha değerli olan kısmı ve değeri daha az olan kısmı birbirinden ayrılır. Değerli olan tabaka cilt kısmı olarak adlandırılır. Bu kısım ayakkabı, çanta, kemer vb. gibi ürünlerde kullanılır. Diğer kısım süet olarak kullanılır. Yarma makinesi çok hassas kesim yapabilen bir makinedir. Deri makineye verilir ve müşterinin talebine göre kesilir. Çok ince gelen deriler yarma makinesine girmez. Cilt ve süet ayrı ayrı kasalara alınır. Paletler ve forkliftler vasıtasıyla tartıma gönderilir.

Tabaklama: Tabaklama dolabına getirilen deriler dolabın içine alınır. Tabaklama işlemi deriyi bozulmaz hale getirmek için yapılır. 2 adet 12 ton deri kapasiteli tabaklama dolabı mevcuttur. Tabaklama dolabına konulan deri ile eşit miktarda su konulur. Deriler yıkanır. Yıkama suyu boşaltılır. Daha sonra toplam deri miktarının %1-2 si kadar kimyasal ve deri miktarı kadar su eklenerek kireç giderme ve sama işlemleri yapılır. Kireç giderme için kireç gidericiler ve zayıf organik asitler, sama işlemi için ise enzimler ilave edilir. Tüm kimyasallar dolap içerisine aynı anda atılmaktadır. Kireç giderme ve sama işlemleri aynı anda yapılmaktadır. Kireç giderme ve sama işlemlerinden sonra dolap içerisindeki su boşaltılır. Pikle ve krom tabaklama işlemleri geçilir. Deri miktarının %1-2 si kadar kimyasal ve deri miktarı kadar su eklenir. Pikle işlemi için formik asit ve sülfürik asit, krom tabaklama işlemi için krom ilave edilir. Tüm kimyasallar dolap içerisine aynı anda konulmaktadır. Pikle ve krom tabaklama işlemleri aynı anda yapılmaktadır. Dolaplar en fazla $37C^0$ ye kadar ısıtılmaktadır. Isıtma işlemi mekanik hareket sonucu oluşan ısı enerjisi ile yapılmaktadır.

Kalite Kontrol: Tabaklama dolabından çıkan deri istiflenir. Beyaz ışık altında tek tek kalite kontrol yapılır.

Sıkma: Kalite kontrolden geçen deriler paletler ve forkliftler yardımı ile krom sıkma makinesine gönderilir. Sıkma makinesi iki silindirden oluşur. Silindirler keçe ile kaplıdır. Deriler makineye tek tek verilir ve sıkma işlemi gerçekleşir. Bir derinin sıkılması yaklaşık olarak 15-20 saniye zaman alır. Günde yaklaşık 1000 deri sıkma

makinesinden geçer. Deri iki silindirin arasından geçerek suyu sıkılır. Her bir derinin bünyesinde yaklaşık olarak 0,250-0,300 L su bulunmaktadır. Sıkma işlemi sonucu her bir deri bünyesinden yaklaşık olarak 0,250 L su çıkar. Çıkan sular makinenin altında bulunan su toplama haznesine akar. Buradan da OSB'nin arıtmasına gönderilir.

Son Yarma: Sıkma makinesinden çıkan derilerden kalınlığı istenilen ölçüden fazla olanlar krom yarma makinesinden geçirilerek inceltilirler. Bu işlem her bir deri için ortalama 15-20 sn sürmektedir.

Tıraşlama: Sıkılan veya yarılan deriler tıraşlama makinesine gönderilir. Derinin üst yüzeyinin daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olması ve nihai kalınlığı elde etmek için tıraşlama işlemi yapılır. Tıraşlama makinesi bir silindir ve üzerinde kesici bıçakların bulunduğu diğer bir silindirden oluşur. Tıraşlama makinesi üzerindeki havalandırma çıkan tozu çekmektedir. Deri iki silindirin arasından geçerken üst yüzey bıçaklar tarafından tıraşlanır. Tıraşlama işlemi müşterinin istediği kalınlığa göre yapılır. Bu bölümde tıraşlama sonucunda yün kıvamında parça deriler (talaş) oluşmaktadır. Oluşan deri talaşları makinenin alt tarafında bulunan bölüme dökülüp bant sistemi ile toplanır. Tıraşlamadan çıkan derinin kenarları kesilip düzeltilir. Kesilen deri kenarları ve deri talaşları salpa işlemi için bu işi yapan firmalara bedelsiz verilir.

Boyama ve Yağlama (Retenaj ve yağlama): Tıraşlamadan çıkan deri tartılarak boyama ve yağlama (retenaj ve yağlama) dolabına atılır. 1 adet 1,2 ton deri kapasiteli, 2 adet 0,7 ton deri kapasiteli, 2 adet 2,5 ton deri kapasiteli ve 2 adet 1,5 ton deri kapasiteli olmak üzere toplam 7 adet boyama ve yağlama dolabı mevcuttur. Dolaba %50 deri, %50 su ve derinin %2–3'ü kadar boya, %6–15'i kadar dolgu maddesi, %8–10'u kadar yağ konularak boyama ve yağlama işlemi gerçekleştirilir. İşlem 1 gün sürmektedir. Retenaj $25C^0$'de, yağlama 55–60°C'de yapılmaktadır. Dolaba sıcak su alınmakta ve ısıtma işlemi buhar marifetiyle yapılmaktadır.

Açkı Sıkma: Boyama ve yağlama dolabından çıkan deriler paletler ve forkliftler yardımı ile açkı sıkma makinesine gönderilir. Burada iki silindir arasından geçen derinin suyunun bir kısmı alınır ve deriler açılır. Bu işlem 15–20 sn sürer. Günde ortalama 1000 adet deri açkı sıkmada sıkılmaktadır. Her bir derinin bünyesinde yaklaşık olarak 0,250-0,300 L su bulunmaktadır. Sıkma işlemi sonucu her bir deri bünyesinden yaklaşık olarak 0,250 L su çıkar. Çıkan sular makinenin altında bulunan su toplama haznesine akar. Buradan da OSB'nin arıtmasına gönderilir.

Çivileme: Açkı sıkma makinesinden çıkan derilerden yumuşak ve gerdirilebilir olanlar çivi makinesine, diğerleri ise vakumlama makinesine gönderilir. Çivi makinesi buharla ısıtılmaktadır. Deriler tel örgü üzerine mandallarla sabitlenir ve gerilirler. Bu işlemin amacı derinin yüzey alanını genişletmek ve yüzeyi düzleştirmektir. Deriler çivi makinesinde 3–4 saat ısıtma işlemine tabi tutulur. Bu işlem yaklaşık 50°C de gerçekleşir.

Vakumlama: Yumuşak olmayan ve gerdirilemeyen deriler vakumlama makinesine alınır. Vakumlama makinesinde deriler ısıtılıp gerdirilir. 2 adet vakumlama makinesi mevcuttur. Makineler buhar marifetiyle ısıtılır. Makinenin 2 oynar 1 sabit katı vardır. Her kata deriler düzgün bir şekilde yerleştirilir. Üzerine diğer kat kapatılarak derinin sıkışması sağlanır. Makine sıkıştırıldıktan sonra vakum uygulanarak derinin düzleşmesi ve genişlemesi sağlanır. Bu işlem yaklaşık 35–50°C'lik sıcaklıktaki yüzey üzerinde yapılır. Vakumlama süresi deriye göre 2-5 dakika arası değişmektedir.

Kurutma: Vakum makinesinden ve çivi makinesinden alınan deriler semerlerle getirilerek askılara asılır. Askılardaki deriler kurutma kabinlerine gönderilir. Isıtma serpentinlerle sağlanmaktadır. Askılar 15 dakikada 1 tur atmaktadır. Kurutma süresi deri kalınlığına göre 1-3 saat arası değişmektedir.

İlk Budama (Seleksiyon): Kurtulmuş deri paletlerle üst kata getirilir. Burada ilk budama (seleksiyon)dan geçer. İlk budamada deri kırpıntıları jiletle alınır. Bunları kullanan firmalara satılır.

Zımparalama: İlk Budamadan geçen deri işlenti durumuna göre zımpara ya da boyamaya gönderilir. Zımparada derinin kullanma amacına göre bozuk olan cilt düzeltilir. Zımpara makinesine gelen derinin 1. makinede cildi alınır 2. makinede inceltilir. Bu işlem yaklaşık 20 saniye sürmektedir. Günde siparişe göre maksimum 1000 adet deri zımparalanmaktadır. 1 deriden ortalama 15–30 gr deri tozu çıkmaktadır. Tozlar toplanarak dışarıdaki torbada biriktirilmekte ve salpa tesislerine satılmaktadır. Deriler buradan boyama makinesine gönderilir.

Boyama: Budamadan zımparaya girmeyen deriler direk zımparaya girenler ise zımparalama işleminden sonra boyama makinesine gönderilir. Boyama makinesinde deri üzerine boya püskürtülerek boyama işlemi gerçekleştirilir. Hareketli tel üzerine de makineye giren deri makine içerisinde boyanarak dışarı çıkar. Boyama işlemi 0,5–1 saat arası sürmektedir. Isıtma yapılmamaktadır. Laboratuvarda müşteri

isteğine göre ayarlanan renk burada deriye uygulanır. 7 ana renk boya vardır. Boyama makinesi ile cilalama da yapılmaktadır. Renk değişimlerinde ve makinenin temizliği için gün içerisinde ortalama 10 kez yıkama yapılmaktadır.

Boyar maddeler aracılığıyla derinin kesiti ve yüzeyi boyanarak modaya uygun renk oluşumu amaçlanır [4]. Deri sektöründe boyamada kullanılan başlıca kimyasal madde grupları, asit boyalar, Azo boyalar ve katyonik boyalardır [5].

Rolikot: Zımparalanmış derinin bir kısmı rotikotta boyanır. Makinede pompa yardımı ile silindirler boyanmakta ve silindirler arasından geçen derinin boyanması sağlanmaktadır. Bu bölümde deride boyama işlemi yapılması sırasında ısıtma yapılmamaktadır.

Parlatma: Müşteri isteğine göre boyamadan çıkan deriler parlatma makinesinde deri yüzeyi parlatılır. Makine içerisindeki hızla dönen sıcak fırça ile deri parlatılır. Parlatma bölümünde sıcaklık sürtünme ile oluşur.

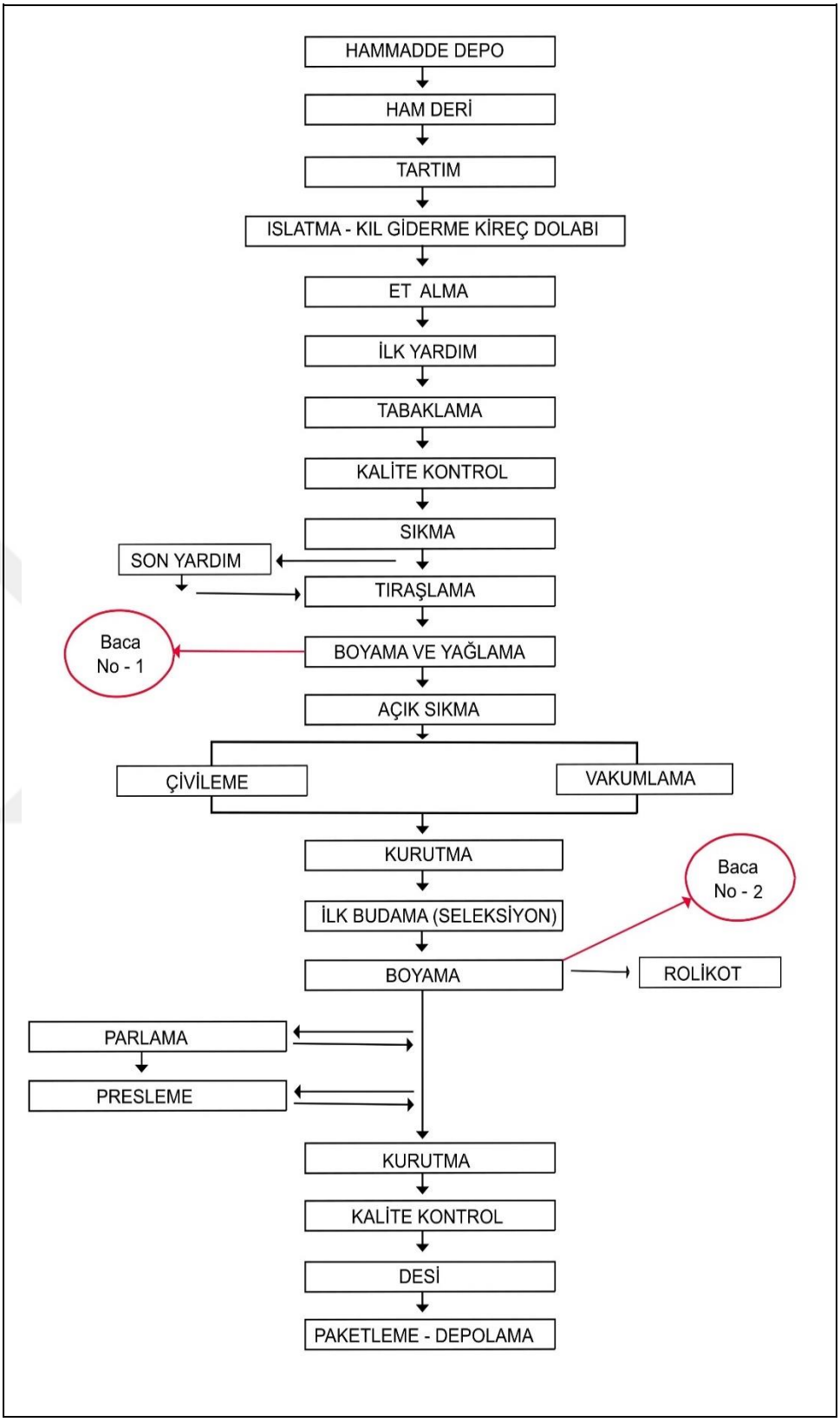
Presleme: Müşteri isteğine göre boyamadan ve parlatmadan çıkan deriler hidrolik prese gönderilir. Burada deri 80-100°C'de 80-100 bar basınçta preslenir. Presleme bölümünde ısıtma işlemi elektrik ile sağlanmaktadır. Bu bölümde yapılan işlem deri üzerine isteğe göre desen verme işlemidir.

Kurutma ve Kalite Kontrol: Boyanan deriler askılarla tekrar kurutma dolaplarına alınarak kurutulur. Kuruyan deriler tekrar kalite kontrolden geçer. Kalite kontrolde uygun bunmayan deriler üretime tekrardan katılmazlar ve uygun bulunmayan derilen herhangi bir işlem yapılmaksızın kilo hesabı satılmaktadır.

Desi Ölçüm: Kurutma ve kalite kontrolden uygun bulunup geçen deriler desi ölçüm makinasına getirilerek ölçüm yapılmaktadır. Desi ölçüm işlemi sırasında derinin yüzeyi ölçülmektedir.

Paketleme ve Depolama: Desi ölçüm işlemi sonrasında desi ölçüm makinesinden çıkan deri paketlenir ve paket üzerine ürün bilgileri yazılır. Paketlenen ürünler ve bilgileri üzerinde yazılı olan ürünler depolama bölümünde depolanır.

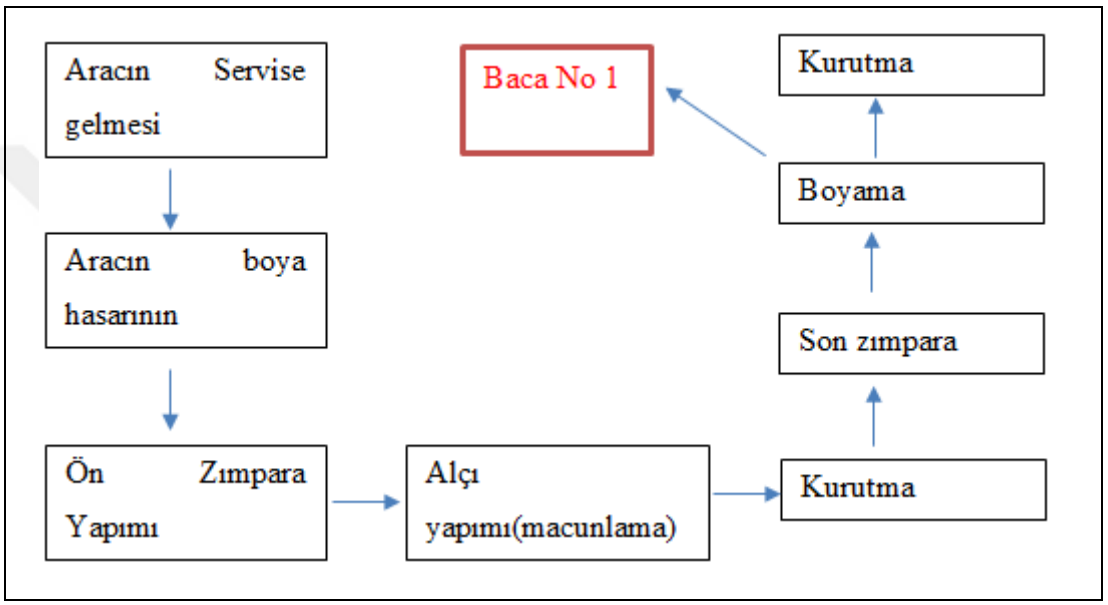
Yukarıda açıklamaları bulunan süreçler aşağıda bulunan Şekil 1.2'de şemazite edilmiştir.



Şekil 1.2. Deri sektörüne ait iş akım şeması

1.1.3. Bakım onarım sektörü

Tesise arızalı gelen ve bakım-onarıma ihtiyacı olan araçların renklerine göre boya çeşitleri kullanılmaktadır. Ünitede, servise gelen araçların tamiri, şasi düzeltme, cam, koltuk montajları ve onarımları yapılmaktadır. Boya bölümünde komple boya işlemleri yapılmaktadır. Elektrik bölümünde elektrik ve tesisat işlemleri yapılmaktadır. Ön düzen ve fren amortisör testleri yapılmaktadır. Motor test ve ölçümleri yapılmaktadır. Yıkama, yağlama ve temizlik yapılmaktadır.



Şekil 1.3. Bakım onarım sektörüne ait iş akım şeması

Otomotiv sektöründe kullanılmakta olan kimyasallar tesisten tesise ve üründen ürüne değişim göstermektedir.

Otomotiv sektöründe kullanılan boyalar aktivatör ve dolgu (silika vb.) kimyasallar organik ve inorganik pigmentler polimerler (melamin, epoksi, akrilik, alkid ve poliüretan vb.) adı verilen malzemelerin türevleridir

Bu maddelerin yanında var olan üründe boyanın sprey tabanca yardımı ile kolayca uygulanabilmesi için boyanın akışkanlık özelliğinin arttırılması gerekmektedir. Bundan dolayı çok yoğun bir şekilde ksilen, tolüen, benzen ve etil benzen kullanılmaktadır. Boyama esnasında boyanın içeriğine katılmayan solventler büyük orada buharlaşmaktadır [6].

1.1.4. Kimya sektörü

Bu çalışmada pvc masa örtüsü üzerine baskı yapan bir boyahane ünitesi incelenmiştir.

Üretim bölümünde önce belirlenmiş reçeteye göre plastik hammaddesi hazırlanır. PVC zeminler için kullanılan yapıştırıcı baskı mürekkepleri 50 ile 120 arasında değişen asit sayısı olan reçineler ile formülüze edilir [7].

Gelen hammaddeler mikser ünitesine belirlenmiş oranlarda yerleştirilir. Bu malzemelerin bir kısmı toz diğer bir kısmı likit haldedir. Önce toz malzeme konulur. Daha sonra mikser 55°C'ye kadar ısıtılır ve ardından likit malzemeler ilave edilir. Karıştırmayla beraber mikserin ısısı 110°C'ye çıkarılır. Bu işlem yaklaşık 10 dk. sürer. Karışım bittikten sonra aynı mikserde 1-2 dk. Vakumlama işlemi yapılır. Vakum işleminin amacı ürünü homojen hale getirmektir. Daha sonra bu homojen karışım soğutucu miksere aktarılır. Mikserden gelen toz karışımın bir bölümü direkt ekstruder 2 makinesine gönderilir, bir bölümü de granül makinesine giderek granül haline geldikten sonra ekstruder 1 makinesine gönderilir. Ekstruder makineleri gelen malzemeyi tabaka haline dönüştürür. 2. makine toz malzemeyi direkt film tabakaya dönüştürebilmektedir. 1. makine toz haldeki malzeme granül hale dönüştükten sonra malzemeyi film tabaka haline dönüştürebilmektedir. Granül malzeme ekstruder 1. de 170°C'de film haline getirilir. Sonra polyester dokunmamış malzeme ile lamine edilir. Daha sonra soğutularak rulo halinde sarılır.

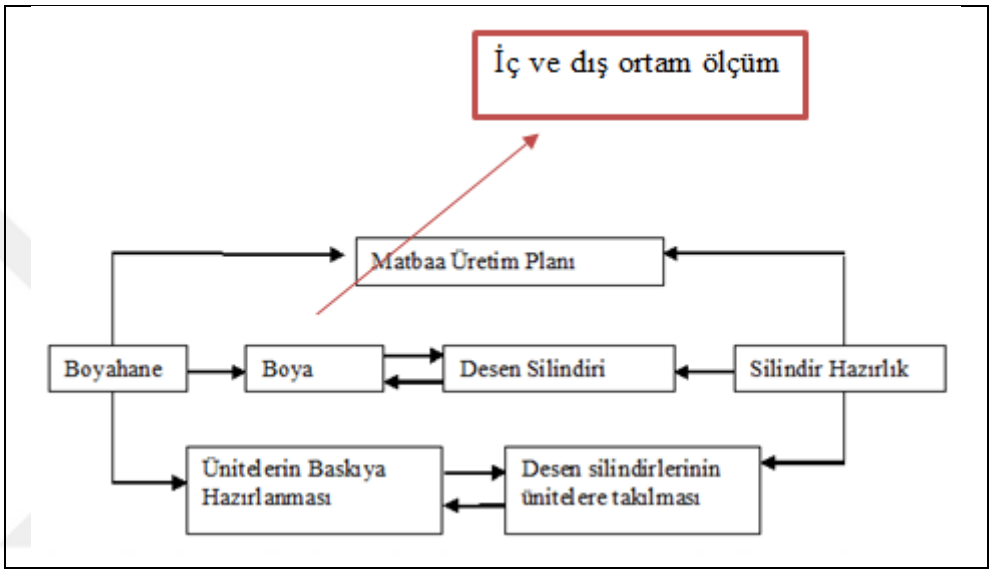
Bu işlemler aynı sıraya göre ekstruder 2 makinesinde de gerçekleşir. Farkı bu makinede direkt olarak toz malzeme işlenebilmektedir.

Ekstruder 1 ve 2 den sonra ara ürünler rulo halinde sarılır. Ruloların uzunluğu 1500 metredir. Rulolar baskı için baskı makinesine verilir. Ruloların üzerindeki deformasyonu gidermek için, 60–70°C'ye kadar ısıtılır. Daha sonra 5 renkli baskı makinesine girerek boyama yapılır. Boyamada kurutma bölümü vardır. Bu kurutma bölümünden kaynaklanan emisyonları uzaklaştırmak için proses bacaları mevcuttur.

Boyadan çıkan ürün gofraj makinesine verilir. Burada ısıtılarak ve silindirden geçirilerek kabartma yapılır. Malzeme 170°C'ye ısıtılır. Isıtmadan dolayı bu bölümde de emisyon oluşmaktadır. Oluşan emisyonlar baca ile ortamdan uzaklaştırılır.

Bu bölümden gelen ürünler sarma makinesinde 20 metre uzunluğunda kesildikten sonra rulo halinde sarılır. Daha sonra şiling makinesinde streç film ile sarılarak sevk

için depoya nakledilir. Matbaa bölümünde kullanılan boyaların ana renkleri dışarıdan satın alınır. İstenilen renk ve kıvamı elde etmek için karışım tesis içerisindeki boya hazırlama bölümünde hazırlanır. Reçeteye göre solvent, vernik ve hazır alınmış olan boyar maddeler mikserde karıştırılarak istenilen ürün elde edilir. İşlem sırasında ısıtma uygulanmaz. Karışıma 20 kg pigment, 50 kg vernik ve 30 kg solvent konularak toplamda 100 kg boyama malzemesi elde edilir. Kullanmadan önce solventle inceltilir ve istenilen renkle viskozite elde edilir.



Şekil 1.4. Kimya sektörüne ait iş akım şeması

1.2. UOB Genel Özellikleri ve Sağlık Etkileri

UOB'ler, az veya çok miktarda neredeyse her ortamda bulunmakta olup ve iç ortamdaki konstantrasyonları değişiklik gösterir [8]. Deodarant, deterjan, parjüm, şampuan, koku giderici spreyler gibi kullanım malzemeleri, boya/vernik gibi endüstriyel malzemeleri ve baskı, fotokopi gibi makineler iç ortamdaki başlıca UOB kaynaklarıdır [9,10].

Çevre Koruma Örgütü tarafından da belirtildiği gibi, iç ortam hava kalitesini bozan kirleticiler arasında yer alan başlıca kirletici olan UOB ve formaldehit'dir [11]. UOB'lerin kimyasal yapılarında hidrojen atomu ve en az bir karbon atomu içeren kimyasallara organik bileşik adı verilmektedir. Bu bileşiklerin Kaynama noktaları 50-260°C arasıdır [12].

Uçucu Organik bileşiklerin İç ortam havasında buhar halinde bulunmasının özelliği düşük kaynama noktalarına sahip olmasıdır.

Tablo 1.1. Bazı organik bileşiklerin buhar basınçları ve kaynama noktaları[13]

UOB	Buhar Basıncı (mm Hg)	Kaynama Noktası Sıcaklığı(°C)
Benzen	95,2 (25°C)	80,1
Toluen	22 (20°C)	111
Kloroform	160 (20°C)	62
Karbon tetra klorür	91,3 (20°C)	76,8
Diklorobenzen	10 (55°C)	174

Gerçekleşen çalışmalar sonucunda bu kimyasal ürünlerin kullanıldığı iç ortamda uçucu organik karbon bileşiklerine çokça rastlanıldığı ortaya konmuştur [14].

İç ortamda bulunan UOB' konsantrasyonları koku ile algılanabilmesi oldukça zordur ve dış ortamda bulunan UOB'den beş kat fazlalık gösterir [15].

İç ortamda kullanılan baskı makineleri UOB'lerin ana kaynağıdır [16].

UOB'lere maruziyet sonucu, sinir sistemi bozulmasına, astım ve kanser gibi çokça sağlık sorunlarına yol açabilir. İç ortam hava kalitesi için yapılmış incelemeler neticesinde, UOB konsantrasyonların 350'den fazlası 1 ppm'ın çok üstünde bulunmuştur [17].

UOB'ler kronik sağlık hastalıklarına ve akuta yol açmaktadır. Az miktarlarda UOB'ler solunum yolunun oluşturacağı hastalıklara etken olmaktadır. Yapılan bir araştırmada 88 astım hastasının 20-45 yaş skalasında UOB'lere maruz kaldığında nefes almakta zorluk çektikleri görülmüştür [18].

UOB'lerin bazıları yüksek konsantrasyonlara geldiklerinde sinir sistemine ait olan foksiyonlarda hasara sebep olurlar [19]. Gerçekleşen bir çalışmada UOB'lerin olduğu 25 μg m^{-3} konsantrasyonunda havayı soluyan 22 farklı kişi, yorgunluk, uyuşukluk ve baş ağrısı şikâyetleri tespit edilmiştir [20]. 188 μg m^{-3} seviyelerinde olan toluen gibi bazı UOB'ler baş dönmesine, zihinsel karışıklığa ve uyuşmaya neden olurlar. Oluşan bu hastalıklar komaya ve kasılmaya kadar ilerlediği gibi 35000 μg m^{-3}'ü geçen değerlerde ölüm olaylarına rastlanır [21].

Deney hayvanları üzerinde gerçekleştirilen çalışmalara göre, UOB'lerin bazıları yüksek konsantrasyonlarda olduğu zaman kanser riskini gözle görünür şekilde artırmaktadırlar.

Vinil klorür, benzen, p-dikolore-benzen, metilklorür, kloroform ve karbontetrakolorürün konsantrasyonları, kanser riskini en az 10 kata kadar arttırmaktadır [22].

1.2.1. Tez çalışmasında ölçülen UOB'ler ve genel özellikleri

Toluen: Çoğunlukla çözücü olarak kullanılmakla beraber boya ve petrokimya endüstrilerinde sıkça rastlanan renksiz kirletici bir parametredir. Toluenin insan sağlığı üzerinde etkileri çok büyüktür. Solunan hava ile alınan ve akciğerlerden hızlı bir şekilde emilerek dolaşım sistemine geçen bir aromatik hidrokarbondur. Sistemsel etkileri kandaki konsantrasyonu ile ilişkilidir [23].

Hekzan: Renksiz uçucu ve kolay yanabilen bir kirletici olan hekzan göz, cilt ve solunum yollarına zarar verir. Nörotoksit bir yapıya sahiptir. Bazı yapıştırıcılarda kullanılmaktadır.

Mp-ksilen: Leke çıkartıcı, temizleyici malzemelerde, boyalarda kullanılmakla beraber maruz kalındığında göz ve cildi tahriş eder.

Karbontetraklorür: Eski zamanlarda soğutucu gazların üretiminde ve temizlik maddesine içerik olarak kullanılmakla beraber yangın söndürme maddesi olarak kullanılmıştır. US EPA'da B2 (Kanserojen olma olasılığı yüksek) sınıfına girmektedir [24].

Benzen: Renksiz ve alevlenebilen organik bileşiklerin en basit kirletici parametresidir. US EPA'ya göre A sınıfı kanserojen etkiye sahiptir [25].

Anilin: Sentetik boya yapımında, patlayıcı madde yapımında kullanılmakta olan anilin solunduğu zaman solunum yollarını tahriş eder.

Etilasetat: sanayi endüstrisinde boyalarda ve sertleştirici olarak kullanılan Etil asetatın çözünürlüğü çok iyidir. Alevlenebilir bir sıvı olmakla beraber göz tahrişine ve merkezi sinir sistemine zarar verir.

Kloroform: İlaç sektöründe, boya sanayisinde ve pestisitlerde çözücü olarak kullanılır. Kloroform vücutla teması ve yutulması halinde zararlı bir bileşiktir. İnsan sağlığı açısında toksik etkisi yüksektir.

1,2 diklorobenzen: Benzen türevi olan 1,2 diklorobenzen iki klor atomundan oluşmaktadır. Renksiz ve suda çok az çözünmekle birlikte birçok organik çözücü ile karışabilir [26].

Tetrahidrofuran: Sentetik reçinelerin üretiminde kullanılmakta olup Pvc için edüstriyel solventtir [27].

Etilmetilketon: Organik bir solvent olan etilmetilketon yapıştırıcı olarak ve boya sökücü olarak endüstride kullanılmaktadır. Su da çözünebilir ve organik solventlerle karışma özelliğine sahiptir.

Metilsiklohekzan: Kolay alevlenebilir bir sıvı olan metilsiklohekzan solunum yolu ile vücuda alınması ve yutulması durumunda öldürücü etkiye sahiptir [28].

n-heptan : Boya endüstrisinde kullanılan alifatik bir hidrokarbondur [29].

Klorobenzen: Endüstride kullnılan kimyasalların üretiminde çokça yer olan klorobenzen aromatik bir organik bileşiktir. Kimyasall özellikleri renksiz olup yanıcı özelliğe sahiptir.

1,2 dikloroetan: Genel olarak adı etilendiklorür olarak bilinmekte olup pvc üretiminde boya sektöründe, ilaçlama sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

1,3 dikloropropan: Renksiz bir sıvı olup yüksek derecelerde parlayıcı ve yanıcıdır.

Bromobenzen: 51°C derecenin üzerinde patlayıcı özelliğe sahiptir. Ciltle teması sonucu tahrişe neden olmaktadır.

p-izopropil: aseton üretiminde ham madde olarak bilinmektedir. Tekstil ve kimya sektörü başta olmak üzere, birçok endüstriyel sanayide hammadde olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcı madde ve etken madde için çözücüdür [30].

Trikloroetilen: Renksiz ve kararlı bir sıvıdır. Metal sektöründe çeşitli yağların temizlenmesine ek olarak boya çözücü olarak kullanılmaktadır.

İzobütilmetilketon: endüstiride yapıştırıcı ve boya çözücü olarak kullanılmakla beraber renksiz bir sıvıdır.

n-bütilasetat: boya üretiminde kullanılan önemli bir solvent olmakla birlikte kozmatik sektöründe önemli bir esanstır. Meyve aroması olarakta birçok yerde kullanılmaktadır.

1,4 dioksan: kolay alevlenebilir bir sıvı olarak bilinmekte olup çok fazla maruz kalındığında kansere yol açtığı bilinmektedir [31].

İzopropilasetat: baskı mürekkepleri ve boyalar için çözücü olarak kullanılmakla beraber kimyasal ve biyolojik ilaçlarda ve endüstri de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Siklohekzan: renksiz ve yanıcı olan sıvı başta naylon endüstrisi üretiminde kullanılmaktadır. Sağlık etkisi bakımında ciltte tahrişlere neden olmaktadır. Yutulması halinde ise ölümcüldür [32].

2. MATERYAL VE METOT

Yapılan tez çalışmasında dört farklı sektörün boyahane ünitelerinde iç ortam ve baca gazı ölçümleri gerçekleşmiştir.

Baca gazında UOB ölçümleri TSE CEN/TS 13649 metoduna göre, TCR Tecora DDS UOB ölçümleme cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm esnasında baca içindeki UOB'ler 50 mg/100 mg aktif karbon tüpüne absorbe yapılmıştır. Kullanılmakta olan aktif karbon tüpleri +4°C soğuk taşıma zinciri metodu ile analizin yapılacağı laboratuvara taşınmıştır. Analizlerin gerçekleşmesi için GC-FID cihazı kullanılmakta olup çıkan ölçüm değerleri hacme oranlanarak konstantrasyon değerleri bulunmuştur.

İç ortamda hava kalitesini belirlemek için ortamda UOB ölçümleri TS ISO 16200-1 standartı ile yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde Gillian gilair plus-2 cihazı kullanılmakta olup UOB'ler aktif karbon üzerinde tutularak +4°C soğuk taşıma zinciri ile analizin yapılacağı laboratuvara taşınmıştır. Yapılacak ölçüm analizleri için GC-FID cihazı kullanılmakta olup bulunan ölçüm değerleri hacme oranlanarak konstantrasyon değerleri bulunmuştur.

Boyahane Ünitelerinde ölçümleri yapılacak bacaların çatından 1,5 m yüksekliktedir. Ölçümün gerçekleşeceği bacalarda zorunlu kontrollerin yapılmasının ardından ve ölçümü yapılacak bacalarda örnek numune almaya elverişli görülen boşluklar açıldıktan sonra ölçümler yapılmıştır.

2.1. Gaz Kromatografisi Yöntemi ile UOB Tayini Deneyi

2.1.1. Ölçümün yapılışına ilişkin genel prensip

Gaz örnekleme sistemi ile bir pompa kullanılarak katı sorbent boru üzerine atık gaz adsorbe edilir. Katı haldeki sorbent tüpü daha sonra uygun bir çözücüde çözülerek, gaz kromatografisi ile atık gaz içeriği tespit edilir.

Numune alma yöntemleri ise seyreltme yapmadan, dinamik seyreltmeli, statik seyreltme yaparak numune alma olarak ayrılabilir. Bunlar;

Seyreltme yapmadan numune alma: Örnek bir sistem sırasıyla ön filtre/numune alma prob birimi, numune hattı, Sorbent borusu, kurutma birimi, ayar vanası, pompa, akış ölçer, gazometre gaz akış ölçeri ünitelerinden oluşacak şekilde tasarlanmış bir sistemdir.

Dinamik seyreltmeli numune alma: bu yöntemde seyreltme ayarlanabilir olmalıdır ve işlem süresince % 5'lik bir aralık içinde sabit olmalıdır. Örnek bir sistem sırasıyla, ön filtre/numune alma prop ünitesi, numune hattı, sorbent borusu, kurutma ünitesi, ayar vanası, pompa, akış ölçer, gaz akış ölçeri (toplam hacim), karbon, gazometre (seyreltme hacmi)'den oluşmaktadır.

Statik seyreltme yaparak numune alma birimi: Statik seyreltme yaparak numune almak için inert bir malzemeden yapılmış olan numune torbası, önce belli bir hacimdeki kuru seyreltme gazı ile kısmen doldurulur, sonra bilinen hacimdeki baca gazı eklenir. Numunenin torbaya girmesinden önce yoğuşmadığından emin olunmasını sağlamak amacıyla ısıtılmış bir numune alma probu kullanılabilir. Numune alımını takiben torba sorbent borusundan boşaltılır.

Burada kullamılan sorbent borusu adsorblayıcı olarak aktif karbon ile doldurulmuş olmalı ve aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

İçinde en az 100 mg aktif karbon bulunan bir ana adsorplayıcı madde tabakası

Sızıntıyı tespit etmek amacıyla bir emniyet adsorplayıcı tabakası sorbent boruları inert bir malzemeden imal edilmiş olmalıdır ve sorbent boruları kirlilikten arındırılmış olmalıdır.Açılmış veya kullanılmış sorbent boruları tekrar kullanılmamalıdır. Sorbent boruları, sızıntı ve numune kaybından kaçınmak amacıyla imalatçının talimatlarına uygun olarak kullanılmalıdır.

Ayrıca kullanılan seyreltme gazı da azot veya kuru hava olabilir, üzerinde çalışılan başlıca bileşiklerden herhangi birini, bileşiğinin emisyon sınır değerinin % 0,1'inden daha az miktarda ihtiva etmelidir. %99,99 saflıktaki azot veya aktif karbondan geçirilerek saflaştırılmış ortam havası normal olarak bu şartları karşılar.

Numune desorpsiyonu: Toplanan numunenin desorpsiyonu için uygun işlemler aşağıdaki gibidir.

Uygunsa bir cam kesici kullanılarak sorbent boruları açılır. Ana adsorplayıcı tabakası ve emniyet adsorplayıcı tabakası ayrı cam şişelere konulur. Şişeler vidalı

veya geçmeli bir tabak kullanılarak septumla kapatılır ve tartılır. Bir şırınga yardımıyla belli hacimdeki methanol veya başka uygun birz özütleme çözücüsü septumdan enjekte edilerek, organik madde adsorplayıcıdan özütlenir. Her bir 100 mg karbon için 1 ml methanol pek çok durumda yeterli miktardır. Desorpsiyon verimi aşağıda şekilde gösterildiği gibi tayin edilebilir. Şişeler ultrasonik banyoda 10 dk süreyle 283 K'i geçmeyen bir sıcaklıkta karıştırılır. Karbon, 10 dakikalık bir santrifüj ile ayrılır. Şişeler tekrar tartılıp ağırlıktaki fark, analiz için elverişli numune miktarını belirler.

Tablo 2.1. Seçilmiş bazı organik bileşiklerin aktif karbon üzerindeki tipik desorpsiyon verimleri

Çözücü	**Desorpsiyon verimliliği (%)**
Toluen	82-99
Beyaz ispirto	~95
o-ksilen	90-97
m-ksilen	90-98
p-ksilen	90-100
Hekzan	98
Etil asetat	90-100
Butil asetat	70-100

2.1.2. Gaz kromatografi analizinin kalibrasyonu

Kalibrasyon çözeltileri, numune tüplerinde kullanılan aynı özütleme çözücüsü kullanılarak hazırlanmaktadır. Kalibrasyon çözeltilerinin derişim aralığı,analiz edilecek numune özütünün derişimlerini kapsamaktadır. Kalibrasyon için en az üç farklı derişim seviyesi kullanılmalıdır.

Düşük derişimli organik bileşiklerden oluşan kalibrasyon çözeltileri,önce bir stok çözeltisi hazırlayarak ve daha sonra bu stok çözeltiyi değişik derişimlere seyrelterek hazırlanır. Bununla birlikte, özütleme çözücüleri yüksek uçuculukta olduğu için buharlaşma kayıpları bir zarla kapanmış kaplar kullanarak en aza indirilmektedir. Buharlaşma kayıplarının miktarını kaplar , ilk organik bileşiğin özütleme maddesine eklenmesinden önce ve son organik bileşiğin desorpsiyon maddesine eklenmesinden sonra tartılırak tespit edilir. Ucuculuğu en az olan organik bileşik özütleme çözüsüne ilk olarak, uçuculuğu en çok olan organik bileşik de son olarak eklenmektedir. Buharlaşma kayıpları, teorik son ağırlık ile gerçek son ağırlık arasındaki fark olup,teorik son ağırlığın %1'inden daha küçük olmalıdır.

Tipik olarak her kalibrasyon çözeltisinden 1 µl, numune analiziyle aynı şartlar altında çalışan GC'ne üç defa enjekte edilmektedir. Her organik bileşik için bir kalibrasyon grafiği, özütleme çözücüsünün tanık seviyelerine göre düzeltilmiş deneye tabi tutulan madde piklerinin alanının, mikrogram cinsinden ifade edilen kalibrasyon çözeltilerinin içerisindeki derişimine karşılık gelen, deneye tabi tutulan madde kütlesine karşı düşey eksende çizilmesi suretiyle hazırlanır.

Kalibrasyon eşitliği (1), doğrusal regresyon analizi kullanılarak Denklem 3.1'de belirtilen formül ile tespit edilmelidir.

$$A_i = f_i \times m_i + b_i \qquad (3.1)$$

Burada;

A_i :Organik bileşik i için ölçülen alan

f_i : Organik bileşik i için kalibrasyon çizgisinin eğimi

m_i : Enjekte edilen numune özütü içindeki organik bileşik i'nin kütlesi

b_i : Organik bileşik i'nin kalibrasyon çizgisinin düşey ekseni kestiği noktadır.

Numune alınan havadaki belli bir bileşiğin miligram/metreküp cinsinden derişimi Denklem 3.2'de belirtilen formülle hesaplanır:

$$C_i = \frac{m_i}{V_{düz}} \times 1000 \qquad (3.2)$$

Burada;

C_i : Gaz numunesindeki belirli bir i bileşiğinin derişimi mg /m^3

m_i : gerçek numunede ki belirli bir i bileşiğinin kütlesi, mg,

$V_{düz}$: Alınan numunenin standart şartlarda kuru bazda ifade edilen hacmi L'dir.

$V_{düz}$ Denklem (3.3) de belirtilen formül ile bulunur.

$$V_{düz} = V \times \frac{P_o}{P} \times \frac{T}{T_o} \qquad (3.3)$$

Burada;

V: Kuru baca gazı numunesinin ölçülen hacmi, (L)

P: Hava numunesinin gerçek basıncı, (hPa)

P_o: 1030 hPa

T: Numune baca gazının gerçek sıcaklığı, (Kelvin)

T_o: 273 K'dir.

2.2. Risk Hesaplaması

Tez kapsamında iç ortam havasında sınır değeri aşan UOB türleri için risk hesaplaması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Denklem (3.4) de belirtilen formülden faydalanılmıştır.

$$CDI = \frac{CA \times IR \times ED \times EF \times L}{BW \times ATL \times NY} \quad (3.4)$$

Burada;

CA: Kirleticinin konsantrasyonu

IR: Solunum oranı, (m^3/gün)

ED: Maruziyet süresi, (sa/hafta)

EF: Maruziyet frekansı, (hafta/yıl)

L: Maruziyetin zaman uzunluğu, (yıl)

BW: Vücut ağırlığı, (kg)

ATL: Ortalama yaşam ömrü

NY: 1 yıldaki gün sayısı, (365 gün)

Çalışmada günlük solunan hava miktarı 20 m^3, ortalama vücut ağırlığı 70 kg olduğu varsayılmıştır.

Solunan UOB türü için adsorbsiyon faktörü %90 kabul edilmiştir.

Risk hesaplaması yapılırken (3.5)'de bulunan formülden yararlanılmıştır.

$$Risk = CDI \times PF \quad (3.5)$$

Çalışmada sınır değerin üzerinde tespit edilen kloroform için potansiyel faktör 0,081 $(mg/kg/gün)^{-1}$ alınmıştır [33].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında farklı sanayi kuruluşlarındaki boyahane bölümlerinde iç ortam havasında ve baca gazındaki UOB ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen ölçümlere ait tüm sonuçlar ve ilgili sınır değerler aşağıda tablolar halinde sunulmaktadır.

3.1. Tekstil Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları

Tekstil boyahanesinde şekil (tekstil şeması) görüldüğü gibi kimyasal spreyleme ünitesinde iç ortam ve baca gazı ölçümleri için örnekleme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları detaylı olarak Tablo 3.1 ve 3.2'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1. Tekstil tesisi boyahane bölümü emisyon ölçüm sonuçları

Kaynak Adı		**BACA NO 1**				
Baca Çapı (m)		1,0				
Baca Yüksekliği (m)		Yerden	9,00	Çatıdan	2,30	SKHKKY Sınır Değerleri
Parametreler		**1.Ölçüm**	**2.Ölçüm**	**3.Ölçüm**	**Ortalama**	**-**
Gaz sıcaklığı (°C)		24,00	24,10	24,10	24,07	-
Baca Gazı Hızı (m/sn)		12,30	12,20	12,30	12,27	4 (Ek-4 a. Madde 2.)
Basınç (mbar)		994,4	994,4	994,4	994,4	-
Nem (%)		1,0	1,0	1,0	1,0	-
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)		34759,80	34477,20	34759,80	34665,60	-
Normal Şartlarda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		31364,27	31098,80	31353,71	31272,26	-
Normal Şartlarda Kuru Bazda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		31050,62	30787,81	31040,17	30959,54	-
KONSANTRASYONLAR						
1,2-diklorobenzen	mg/Nm^3	0,25	*	0,24	0,16	*
mp-ksilen	mg/Nm^3	0,22	0,23	0,23	0,23	**
Tetrahidrofuran	mg/Nm^3	0,07	0,07	0,08	0,07	**
Toluen	mg/Nm^3	0,17	0,17	0,18	0,17	**
Etilmetilketon	mg/Nm^3	0,36	0,31	0,39	0,35	***
Hegzan	mg/Nm^3	0,26	0,26	0,26	0,26	***
Metilsiklohegzan	mg/Nm^3	0,20	0,18	0,19	0,19	***

***** : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince I. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 0,1 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1.2.2, gereğince II. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 2 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır,
*** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1.2.2, gereğince III. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 3 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.

Tekstil tesisi boyahane bölümü iç ortam havası ölçüm sonuçları Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2. Tekstil tesisi boyahane bölümü iç ortam havası ölçüm sonuçları

Ölçümler						**Sınır Değer**			
No	Ölçüm Yeri	Yapılan İş	Ölçülen Parametre	Ölçüm Değeri (mg/m^3)	Ölçüm Belir. ($\pm mg/m^3$)	KİMMAD* (mg/m^3)	OSHA[1] (mg/m^3)	NIOSH[2] (mg/m^3)	ACGIH[3] (mg/m^3)
1	Sprey Bölümü	Spreyleme	Hegzan	0,18	-	72	-	-	-
			Tetrahidrofuran	0,05	-	150	-	-	-
			N-Heptan	0,15	-	-	-	350	-
			Toluen	0,13	-	192	-	-	-
			Klorobenzen	0,15	-	-	350	-	-
			Anilin	0,27	-	-	19	-	-

Tablo 3.1'de görüldüğü gibi tekstil sektörü boyahanesinde spreyleme bölümünde bacada 1,2-Diklorobenzen, mp-ksilen, Tetrahidrofuran, Toluen, Etilmetilketon, Hegzan Metilsiklohegzan ölçülürken iç ortamda Hegzan, Tetrahidrofuran, N-Heptan, Toluen, Klorobenzen, Anilin ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları ulusal ve uluslararası sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Gerek bacada gerekse iç ortamda yapılan tüm ölçümlerin sonuçları ilgili sınır değerlerinin altında kalmakla birlikte baca gazında en yüksek konsantrayon 0,35 mg/Nm^3 ile Etilmetilketon için belirlenirken iç ortamda 0,27 mg/m^3 Konstantrasyon ile Anilin en yüksek seviyeleri göstermektedir.

Tekstil tesisi boyahane ünitelerinin dış ortamında ölçülen UOB'lerin toplamı 1,43 mg/Nm^3 olup iç ortam havasında ölçülen toplam değer 0,93 mg/m^3'dür.

3.2. Bakım-Onarım Tesisi Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları

Bakım-onarım boyahanesinde şekil (bakım-onarım şeması) görüldüğü gibi boyahane ünitesinde iç ortam ve baca gazı ölçümleri için örnekleme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları detaylı olarak Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'de sunulmaktadır.

Tablo 3.3'de 5 parametre ölçülürken tablo 3.4'de 4 parametre ölçülmüştür. Ölçülen değerler yönetmeliklerin sınır değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Elde edilen analiz sonuçları aşağıda bulunan tablolarda detaylı olarak Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'de sunulmaktadır.

Tablo 3.3. Bakım-onarım tesisi boyahane bölümü emisyon ölçüm sonuçları

Kaynak Adı				BACA NO1		
Baca Çapı (m)				0,5*1,5		
Baca Yüksekliği (m)		**Yerden**	7	**Çatıdan**	1,90	**SKHKKY Sınır Değerleri**
Parametreler		**1.Ölçüm**	**2.Ölçüm**	**3.Ölçüm**	**Ortalama**	**-**
Gaz sıcaklığı (ºC)		51,75	42,15	48,32	47,41	**-**
Basınç (mbar)		1003,9	1001,6	1003,8	1003,1	**-**
Nem (%)		46	48	46	46,7	**-**
Baca Gazı Hızı (m/sn)		6,72	5,23	5,60	5,85	4 (Ek-4 a. Madde 2.)
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)		18144,00	14121,00	15120,00	15795,00	
Normal Şartlarda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		15115,67	12094,72	12729,59	13313,33	-
Normal Şartlarda Kuru Bazda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		8162,46	6289,25	6873,98	7108,57	-
KONSANTRASYONLAR						
1,2-Dikloroetan	**mg/Nm^3**	3,76	4,22	3,74	3,90	***
Karbontetraklorür	**mg/Nm^3**	27,65	26,57	25,55	26,59	20 (Ek-7 Tablo 7.2.2)
1,3-Dikloropropan	**mg/Nm^3**	2,93	2,22	2,17	2,44	***
Bromobenzen	**mg/Nm^3**	0,28	<*	<*	0,09	20 (Ek-7 Tablo 7.2.2)
p-ızopropiltoluen	**mg/Nm^3**	1,33	0,89	0,78	1,00	***

* : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince I. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 0,1 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1.2.2, gereğince II. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 2 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır,
*** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1.2.2, gereğince III. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 3 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır,
<* Bu ünitede yapılan ölçümler neticesinde UOB konsantrasyonlarının GC-FID gaz kromotografi cihazının hassasiyet değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.4'te görüldüğü gibi bakım-onarım sektörü boyahanesinde boyahane bölümünde bacada 1,2-Dikloroetan, Karbontetraklorür*, 1,3-Dikloropropan Bromobenzen, p-ızopropiltoluen ölçülürken iç ortamda Hekzan, Trikloroetilen İzobütilmetilketon, n-Bütilasetat ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları ulusal ve uluslararası sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Baca gazında en yüksek konsantrayon 26,59 mg/Nm^3 ile Karbontetraklorür için belirlenmiştir.

Tablo 3.4. Bakım-onarım tesisi boyahane bölümü iç ortam havası ölçüm sonuçları

Ölçümler						**Sınır Değer**			
No	**Ölçüm Yeri**	**Ölçüm Alınan**	**Ölçülen Parametre**	**Ölçüm Değeri (mg/m^3)**	**Ölçüm Belirsizliği (±mg/m^3)**	**KİMMAD* (mg/m^3)**	**OSHA[1] (mg/m^3)**	**NIOSH[2] (mg/m^3)**	**ACGIH[3] (mg/m^3)**
1	Boyahane Bölümü Boyama İşlemi	Boyahane Üretim	Hekzan	0,20	-	72	-	-	-
			Trikloroetilen	0,06		-	537	-	-
			İzobütilmetil keton	0,12		-	410	-	-
			n-Bütilasetat	0,19		-	710	-	-

İç ortamda 0,20 mg/m^3 Konstantrasyon ile hekzan en yüksek seviyeleri göstermektedir. Bakım-Onarım tesisi boyahane ünitelerinin dış ortamında ölçülen UOB'lerin toplamı 34,02 mg/Nm^3 olup iç ortam havasında ölçülen değer 0,57 mg/m^3 'dür.

3.3. Deri Sektörü Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları

Çalışma kapsamında ayrıca deri sektörü boyahane ünitesinde iç ortam ve baca gazındaki UOB ölçümleri 2'şer farklı ölçüm noktasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.2 gösterilen İlgili örnekleme noktaları için iç ortam ve baca gazı ölçüm sonuçları aşağıdaki tablolarda sırasıyla verilmektedir.

Tablo 3.5. Deri tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için emisyon ölçüm sonuçları

Kaynak Adı		Baca No-1				
Baca Çapı (m)		0,50*0,35				
Baca Yüksekliği (m)		**Yerden**	13,00	**Çatıdan**	1,80	**SKHKKY Sınır Değerleri**
Parametreler		**1.Ölçüm**	**2.Ölçüm**	**3.Ölçüm**	**Ortalama**	**-**
Gaz sıcaklığı (ºC)		19,50	18,80	18,80	19,03	**-**
Baca Gazı Hızı (m/sn)		9,20	9,50	9,80	9,50	4 (Ek-4 a, Madde 2,)
Basınç (mbar)		986,7	987,2	987,2	987,0	**-**
Nem (%)		2,0	2,0	2,0	2,0	**-**
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)		5796,00	5985,00	6174,00	5985,00	
Normal Şartlarda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		5269,15	5456,79	5629,11	5451,68	-
Normal Şartlarda Kuru Bazda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		5163,77	5347,65	5516,53	5342,65	-
KONSANTRASYONLAR						
1,4-Dioksan	mg/Nm^3	<*	-*	-*	<*	*
mp-ksilen	mg/Nm^3	-*	0,27	0,68	0,32	**
Tetrahidrofuran	mg/Nm^3	-*	-*	0,13	0,04	**
Trikloretilen	mg/Nm^3	-*	-*	0,21	0,07	**
Etilasetat	mg/Nm^3	0,63	6,80	7,50	4,97	***
Hegzan	mg/Nm^3	-*	<*	-*	<*	***
Izobutilmetilketon	mg/Nm^3	-*	0,27	0,24	0,17	***
Izopropilasetat	mg/Nm^3	-*	0,63	-*	0,21	***
n-butilasetat	mg/Nm^3	0,42	-*	6,55	2,33	***
n-Heptan	mg/Nm^3	-*	0,25	-*	0,08	***
Benzen	mg/Nm^3	-*	0,21	0,24	0,15	****
1,2-dikloroetan	mg/Nm^3	0,55	0,80	0,91	0,75	****

► <* Bu ünitede yapılan ölçümler neticesinde UOB konsantrasyonlarının GC-FID gaz kromotografi cihazının hassasiyet değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir.
► * : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince I. Sınıf organik bileşikler için kütlesel debi 0,1 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► ** : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince II. Sınıf organik bileşikler için kütlesel debi 2 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► *** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1,2,2, gereğince III. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 3 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► **** : SKHKKY Ek-1 i, Tablo 1,3,1, gereğince III. Sınıf kanserojen maddeler için kütlesel debi 25 g/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.

Yukarıda ki tablodan görüldüğü gibi deri sektörü boyahanesinde ki 1 numaralı ölçüm noktasında bacada 1,4-Dioksan, mp-ksilen, Tetrahidrofuran ,Trikloretilen, Etilasetat Hegzan, Izobutilmetilketon, Izopropilasetat,n-butilasetat,n-Heptan,Benzen 1,2-dikloroetan ölçülürken iç ortamda Aseton, Etilmetilketon, Kloroform,1,2 dikloroetan İzopropilasetat, Benzen,1,4 dioksan, Toluen, n-butilasetat, klorobenzen, Anilin ölçülmüştür. İlgili bacada en yüksek konsantrayon 4,97 mg/Nm^3 ile etilasetat için belirlenmiştir.

Tablo 3.6. Deri tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için iç ortam havası ölçüm sonuçları

Ölçümler						**Sınır Değer**			
No	**Ölçüm Yeri**	**Ölçüm Alınan**	**Ölçülen Parametre**	**Ölçüm Değeri (mg/m³)**	**Ölçüm Belirsizliği (±mg/m³)**	**KİMMAD* (mg/m³)**	**OSHA[1] (mg/m³)**	**NIOSH[2] (mg/m³)**	**ACGIH[3] (mg/m³)**
1	Emprime	Emprime Üretim Alanı	Aseton	317,65	-	1210	-	-	-
			Etilmetil keton	86,18		-	-	590	-
			Kloroform	1097,34		10	-	-	-
			1,2 dikloroetan	0,20		-	200	-	-
			izopropilasetat	0,67		-	950	-	-
			Benzen	0,12		-	-	1 ppm	1,6
			1,4 dioksan	0,02		73	-	-	-
			Toluen	99,17		192	-	-	-
			n-butilasetat	0,55		-	710	-	-
			klorobenzen	0,09		23	-	-	-
			Anilin	0,41		-	19	-	-

1 numaralı ölçüm noktası için iç ortamda 1097,34 mg/m³ konstantrasyon ile kloroform en yüksek seviyeleri göstermektedir. Ölçülen bu değer KİMMAD'da belirtilen sınır değerin (10 mg/m^3) çok üzerindedir. İlgili ölçüm noktasında dış ortamda belirlenen UOB'lerin toplamı 9,09 mg/Nm^3 olup iç ortam havasında hesaplanan toplam değer 1602,40 mg/m³ olarak bulunmuştur. Bu değer için ölçülen yüksek kloroform seviyesinin neden olabileceği riski ön görmek amacıyla bu kirletici için risk hesaplaması da gerçekleştirilmiştir. Hesaplama Denklem (3.6) ve (3.7) de gösterilmektedir.

$$CDI = \frac{1097{,}34\ mg \times 20\ m^3/gün \times 40\ sa/hafta \times 1\ gün/24\ saat \times 48\ hafta/1\ yıl \times 25 saat}{70\ kg \times 70\ yıl \times 365\ gün/1yıl}$$

$$= 22{,}08\ mg / kg / gün \qquad (3.6)$$

$$Risk = 22{,}08 \times 0{,}081 = 1{,}79 \qquad (3.7)$$

Hesaplanan risk değeri 1,79'dur. Bu değer kanserojen olma limiti olan milyonda birin çok üzerindedir. Deri sektörü iç ortam havası için sadece kloroformdan kaynaklanan risk bile yüksek kanserolojik riski açıkça işaret etmektedir.

Deri işleme prosesinde boyama işlemi hem tıraşlamadan sonra hem de ilk budamadan sonra gerçekleşmektedir. Prosesin bu özelliği dikkate alınarak iç ortam ve bacı gazı için UOB örneklemeleri ünitenin 2 farklı noktasında gerçekleştirilmiştir. 2. Örnekleme noktası için elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablolarda sunulmaktadır.

Tablo 3.7. Deri tesisi boyahane bölümünde 2 numaralı ölçüm noktası için emisyon ölçüm sonuçları

Kaynak Adı		Baca No-2				
Baca Çapı (m)		0,50*0,35				
Baca Yüksekliği (m)		**Yerden**	13,00	**Çatıdan**	1,80	**SKHKKY Sınır Değerleri**
Parametreler		**1.Ölçüm**	**2.Ölçüm**	**3.Ölçüm**	**Ortalama**	**-**
Gaz sıcaklığı (ºC)		18,90	18,60	17,70	18,40	**-**
Baca Gazı Hızı (m/sn)		9,60	8,90	8,30	8,93	4 (Ek-4 a, Madde 2,)
Basınç (mbar)		987,3	987,1	987,2	987,2	**-**
Nem (%)		2,0	2,0	2,0	2,0	**-**
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)		6048,00	5607,00	5229,00	5628,00	
Normal Şartlarda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		5512,90	5115,14	4785,55	5137,86	-
Normal Şartlarda Kuru Bazda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		5402,64	5012,84	4689,84	5035,11	-
KONSANTRASYONLAR						
mp-ksilen	**mg/Nm^3**	1,15	3,02	-*	1,39	**
Trikloretilen	**mg/Nm^3**	-*	0,18	-*	0,06	**
Toluen	**mg/Nm^3**	-*	0,79	<*	0,26	**
Etilasetat	**mg/Nm^3**	186,65	323,85	329,06	279,85	***
Izobutilmetilketon	**mg/Nm^3**	-*	0,16	-*	0,05	***
Izopropilasetat	**mg/Nm^3**	0,35	0,99	-*	0,45	***
Metilsiklohegzan	**mg/Nm^3**	-*	0,08	<*	0,03	***
n-butilasetat	**mg/Nm^3**	21,58	48,52	-*	23,37	***
n-Heptan	**mg/Nm^3**	0,42	-*	-*	0,14	***
Siklohekzan	**mg/Nm^3**	0,36	0,92	1,17	0,82	***
Benzen	**mg/Nm^3**	<*	-*	0,29	0,10	****
1,2-dikloroetan	**mg/Nm^3**	0,48	0,75	0,72	0,65	****

► <* Bu ünitede yapılan ölçümler neticesinde UOB konsantrasyonlarının GC-FID gaz kromotografi cihazının hassasiyet değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir.
► * : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince I. Sınıf organik bileşikler için kütlesel debi 0,1 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► ** : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince II. Sınıf organik bileşikler için kütlesel debi 2 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► *** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1.2.2, gereğince III. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 3 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► **** : SKHKKY Ek-1 i, Tablo 1.3.1, gereğince III. Sınıf kanserojen maddeler için kütlesel debi 25 g/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.

Tablo 3.8. Deri tesisi boyahane bölümünde 2 numaralı ölçüm noktası için iç ortam havası ölçüm sonuçları

Ölçümler						Sınır Değer			
No	Ölçüm Yeri–Yapılan İş	Ölçüm Alınan	Ölçülen Parametre	Ölçüm Değeri (mg/m³)	Ölçüm Belirsizliği (±mg/m³)	KİMMAD* (mg/m³)	OSHA[1] (mg/m³)	NIOSH[2] (mg/m³)	ACGIH[3] (mg/m³)
1	Kimyahane	Boyahane	1,2 dikloroetan	0,12	-	-	200	-	-
			n-butilasetat	0,14		-	710	-	-
			1,2diklorobenzen	0,05		122	-	-	-

2 numaralı ölçüm noktasında Baca gazında en yüksek UOB konsantrayonu 279,85mg/Nm^3 ile etilasetat için belirlenirken iç ortamda 0,14 mg/m^3 Konstantrasyon ile n-butilasetat en yüksek seviyeleri göstermektedir. Yine aynı örnekleme noktası için toplam UOB konsantrasyonları hesaplandığında dış ortam ve iç ortam için sırasıyla 307,17 mg/Nm^3 ve 0,31 mg/m^3 değerleri elde edilmiştir.

3.4. Kimya Sektörü Boyahanesine Ait Ölçüm Sonuçları

Çalışmada son olarak kimya sektörü boyahanesinde iç ve dış ortamda UOB'ler ölçülmüştür. Elde edilen analiz sonuçları detaylı olarak Tablo 3.9 ve 3.10'da verilmektedir.

Tablo 3.9. Kimya tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için emisyon ölçüm sonuçları

Kaynak Adı		BACA NO 1				
Baca Çapı (m)		0,20				
Baca Yüksekliği (m)		**Yerden**	7,5	**Çatıdan**	1,5	**SKHKKY Sınır Değerleri**
Parametreler		**1.Ölçüm**	**2.Ölçüm**	**3.Ölçüm**	**Ortalama**	**-**
Gaz sıcaklığı (ºC)		19,10	17,40	16,70	17,73	**-**
Baca Gazı Hızı (m/sn)		10,30	7,60	7,00	8,30	**4 (Ek-4 a. Madde 2.)**
Basınç (mbar)		992,1	992,2	992,3	992,2	
Nem (%)		1,0	1,0	1,0	1,0	
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)		1164,31	859,10	791,28	938,23	
Normal Şartlarda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		1065,73	791,05	730,43	862,40	**-**
Normal Şartlarda Kuru Bazda Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat)		1055,07	783,14	723,12	853,78	**-**
KONSANTRASYONLAR						
1,2-Diklorobenzen	**mg/Nm^3**	0,25	0,25	0,25	0,25	*
Klorobenzen	**mg/Nm^3**	0,26	0,24	0,24	0,24	**
Etilasetat	**mg/Nm^3**	0,27	0,54	0,27	0,36	***
Metilsiklohegzan	**mg/Nm^3**	0,17	**-***	**-***	0,06	***
n-Heptan	**mg/Nm^3**	0,20	0,20	0,20	0,20	***

► -* : Numunelerde tanık numuneden ve özütleme çözücüsünden farklı hesaplanabilir limit değeri olan uçucu organik bileşiğe rastlanmamıştır.
► * : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince I. Sınıf organik bileşikler için kütlesel debi 0,1 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► ** : SKHKKY Ek-1 h. Tablo 1.2.2. gereğince II. Sınıf organik bileşikler için kütlesel debi 2 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.
► *** : SKHKKY Ek-1 Tablo 1,2,2, gereğince III. Sınıf bileşikler için kütlesel debi 3 kg/saatin altında olduğundan sınır değer bulunmamaktadır.

Tablo 3.10. Kimya tesisi boyahane bölümünde 1 numaralı ölçüm noktası için iç ortam UOB ölçüm sonuçları

Ölçümler						Sınır Değer			
No	Ölçüm Yeri – *Yapılan İş*	Ölçüm Alınan	Ölçülen Parametre	Ölçüm Değeri (mg/m³)	Ölçüm Belirsizliği (±mg/m³)	KİMMAD* (mg/m³)	OSHA[1] (mg/m³)	NIOSH[2] (mg/m³)	ACGIH[3] (mg/m³)
1	Boya kabini	Boyahane	1,2dikloroetan	0,29	-	-	200	-	-
			n-heptan	0,31		-	710	-	-

Tablo 3.9 ve 3.10'da görüldüğü gibi kimya sektörü boyahanesinde boyahane bölümünde bacada Klorobenzen, Etilasetat, Metilsiklohegzan, n-Heptan ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları ulusal ve uluslararası sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Baca gazında en yüksek konsantrayon 0,36 mg/Nm^3 ile etilasetat için belirlenirken iç ortamda n-heptan 0,31 mg/m^3 belirlenmiştir.

Kimya tesisi boyahane ünitelerinin dış ortamında ölçülen UOB'lerin toplamı 1,11 mg/Nm^3 olup iç ortam havasında ölçülen toplam değer 0,60 mg/m^3 olarak belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Boyahaneler kimyasal maddelerin yoğun olarak kullanımına bağlı olarak hava kalitesindeki bozulmaların sıkça rastlandığı özel ünitelerdir. Boyahanelerdeki iç ortam hava kalitesi bu birimde çalışan işçiler için sağlık riski oluşturabilecek derecede bozulabildiğinden bu ortamlarda risk oluşturabilecek kirletici parametrelerin izlenmesi durumun tespiti ve gerekli tedbirlerin alınması açısından son derece önemlidir. Boyahanelerde gerek iç ortam havasında gerekse baca gazında rastlanan uçucu organik bileşikler çoğunlukla kanserojen olma özelliklerinden dolayı özellikle incelenmesi gereken hava kirletici parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır. Uçucu organik bileşiklerin türü ve konsantrasyonu ilgili boyahane ünitesinde uygulanan prosese ve kullanılan kimyasallara bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir.

Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında seçilen farklı sektörlerin (tekstil, bakım-onarım, deri ve kimya) boyahane ünitelerinde iç ortam havasında ve baca gazında UOB'lerin türleri ve seviyeleri tespit edilmiştir. İlgili sektörlerin boyahane ünitelerinde önceden belirlenen noktalarda iç ortam ve baca gazı örneklemeleri gerçekleştirilmiştir. Tekstil sektörü boyahanesindeki ölçüm sonuçları incelendiğinde baca gazında 7 farklı UOB türüne (1,2-Diklorobenzen, mp-ksilen, Tetrahidrofuran, Toluen, Etilmetilketon, Hegzan, Metilsiklohegzan) rastlanırken iç ortamda 6 farklı UOB (Hegzan, Tetrahidrofuran, N-Heptan, Toluen, Klorobenzen, Anilin) belirlenmiştir. Bu boyahanede elde edilen tüm ölçüm sonuçlarının ilgili sınır değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Baca gazındaki toplam UOB değeri 1,43 mg/Nm^3 iken iç ortamdaki toplam UOB değeri 0,93 mg/m^3 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada seçilen bir diğer sektör olan bakım onarım işletmesine ait boyahanede baca gazında belirlenen 5 farklı UOB türünden karbontetraklorür 26,59 mg/Nm^3 seviyesi ile sınır değeri (20 mg/Nm^3) aşmaktadır. Baca gazında belirlenen UOB'lerin toplam konsantrasyonu 34,02 mg/Nm^3 olarak belirlenirken iç ortam için 0,56 mg/m^3 olarak hesaplanmıştır.

Deri sektöründe de prosesin farklı aşamalarında boyama işlemi gerçekleştirilmektedir. Seçilen deri işleme tesisinde boyamanın gerçekleştiği alanları temsil edebilmek amacıyla hem iç ortam hem de baca gazı ölçümleri için 2'şer

örnekleme noktası tespit edilmiştir. Tıraşlama işleminden sonraki ilk boyama prosesini temsil eden birinci örnekleme noktasında iç ortamda tespit edilen 11 farklı UOB türü (Aseton, Etilmetil, keton, Kloroform, 1,2 dikloroetan, izopropilasetat, benzen, 1,4 dioksan, Toluen, n-butilasetat, klorobenzen, Anilin) arasından kloroform 1097,34 mg/m³ konstantrasyon ile en yüksek seviyeleri göstermektedir. Ölçülen bu değer KİMMAD'da belirtilen sınır değerin (10 mg/m^3) oldukça üzerindedir. İç ortam havasında hesaplanan toplam değer ise 1602,41 mg/m³ olarak hesaplanmıştır. Aynı sektörde ilk budamadan sonra gerçekleşen boyama işlemi sırasında ise iç ortamda 3 farklı UOB türünün (1,2 dikloroetan, n-butilasetat,1,2 diklorobenzen) oluştuğu gözlemlenmiştir. Ancak bu türlere ait konsantrasyonların ilgili örnekleme noktasında sınır değerleri aşmadığı belirlenmiştir. Yapılan tez çalışmasında sınır değeri aşan kloroform için hesaplanan risk değeri 1,79 olarak belirlenmiştir. Bu değer kabul edilebilir limit olan milyonda birin çok üzerindedir. Dolayısıyla ortamda çalışan işçiler için çok yüksek bir sağlık riski potansiyeli oluşturmaktadır. İlgili riski azaltmak için proseste kullanılan kimyasallar değiştirileceği gibi boya ünitesinde çalışan kişilerde EN 14387, 2.sınıf max.5000 ppm gaz ve buhar tutma kapasitesine sahip maske kullanılması zorunluluğu getirilmelidir.

Çalışmada son olarak baskı boyama işlemi gerçekleştirilen bir tesiste UOB türleri ve konsantrasyonları araştırılmıştır. İlgili boyahane ünitesinin baca gazında 5 farklı UOB türüne rastlanırken; hesaplanan toplam değerin 1,11 mg/Nm^3 olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde boyahanelerde oluşan UOB türlerinin ve konsantrasyonlarının prosese göre büyük farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur. İncelenen sektörler arasında deri sektörüne ait boyahane özellikle iç ortam hava kalitesi bakımından en riskli birim olarak belirlenmiştir. İlgili boyahanede kloroform seviyelerinin yüksekliği dikkat çekici seviyededir. Bu durum proseste kullanılan kimyasal madde türlerinin değişimi proseste gerçekleşecek revizyonlar ve havalandırma koşullarının iyileştirilmesi ile düzeltilebilir. Ayrıca bakım-onarım işletmesinin baca gazındaki karbontetraklorür değeri sınır değer olan 20 mg/Nm^3 'ü aşmaktadır. Aktif karbon filtresinin uygulanması ile atmosfere salınan bu yüksek değerin düşeceği ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Hamit A. D. I. N., Yaşar F., Altun Ş., İşcan B., Batman Şehir Merkezinde Hava Kirliliği ve Kontrolü, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2017, **7**(1/2), 48-55.

[2] Kiurski J. S., Marić B. B., Aksentijević S. M., Oros I. B., Kecić V. S., Kovac˘ević I. M., Indoor Air Quality Investigation From Screen Printing Industry, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, **28**, 224-231.

[3] Özkan N., Tekstil Ürünlerinin Boyama ve Bitim İşlemlerinde Kimyasallara Deri ve Solunum Yoluyla Maruziyetin Değerlendirilmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2016.

[4] Aslan R., Çevresel Etki Açısından Deri Sanayi ve Tabakhaneler, *Ayrıntı Dergisi*, 2019, **6**(71).

[5] Cengiz N., Deri Sanayiinde Kullanılan Kimyasalların İşçi ve Çevre Sağlığı Üzerine Etkileri, *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2002, **3**(1), 09-21.

[6] Öztürk U., Oto Boya Sektörü Çalışanlarının Toluen ve Benzen Maruziyet Düzeyinin Araştırılması, İş Sağlığı ve Güvenliği UzmanlıkTezi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2016.

[7] Roueche A., U.S. Patent No. 4,334,932. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 1982.

[8] Lee C.W., Dai Y.T., Chien C.H., Hsu D.J. "Characteristics and Health Impacts of Volatile Organic Compounds in Photocopy Centers", *Environmental Research*, 2006, **100**, 139-149.

[9] Vural M.S. Balanlı A. "Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği ve Risk Değerlendirmede Ön Araştırma", *Megaron YTÜ Mimarlık Fakültesi e-Dergisi,* 2005, **1**(1), 28-39.

[10] Godish T. "*Indoor Environmental Quality",* Lewis Publishers, Boca Raton New York, Washington DC, 2001.

[11] US EPA. *Carcinogenic Effects of Benzene: An Update.* Office of Research and Development, EPA/600/P97001F. Washington, 1998b.

[12] Maroni M., Seifert B., Lindvall T. *Indoor Air Quality –A Comprehensive Reference Book*. Elsevier, Amsterdam, 1995.

[13] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Registry). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Service, Atlanta, GA. 1997.

[14] Guo H, Murray F., Wilkinson S., Evalution of Total Volatile Organic Compound Emissions From Adhesives Based on Chamber Tests. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 2000, **50,** 199-206.

[15] Wallace L. A. *Personal Exposure to 25 Volatile Organic Compounds,* Toxicology and Industrial Health, 1991a, **7,** 203-208.

[16] Lee C. W., Dai YT, Chien C. H., Hsu D. J., Characteristics and Health Impacts of Volatile Organic Compounds in Photocopy Centers. *Environmental Research.* 2006, **100,** 139-149.

[17] Brooks B. O., Utter G. M., Debroy J. A., Sckimke, R. D., *Indoor Air Pollution: An Edifice Complex. Clinical Toxicology,* 1991, **29**(3), 315-374.

[18] Norback D., Bjornsson E., Janson C., Widstrom J., Boman G., Asthma and The Indoor Environment: The Significance of Emission of Formaldehyde and Volatile Organic Compounds from Newly Painted Indoor Surfaces, *Occupational and Environmental Medicine,* 1995, **52**(69), 388-395.

[19] Burton B. T., *Volatile Organic Compounds,* Indoor Air Pollution and Health. Marcel Dekker, New York, 1997.

[20] Otto D., Hundell H., House D., Molhave L., Counts W. Exposure of Humans to A Volatile Organic Mixture. *I. Behavioural assessment. Archives of Environmental Health.* 1992, **47**(1), 23-30.

[21] Sandmeyer E. E., *Aromatic Hydrocarbons.* [Editörler: GD CLAYTON; FE CLAYTON: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 3 rd Edition, Wiley, New York]. 3253-3431, 1982.

[22] Wallace L.A. Comparision of Risks from Outdoor and Indoor Exposure Exposure to Toxic Chemicals. *Environmental Health Perspectives.* 1991b, **95**(1), 7-13.

[23] Lee C. W. Dai Y. T., Chien C.H., Hsu D. J. Characteristics and Health Impacts of Volatile Organic Compounds in Photocopy Centers. *Environmental Research.* 2006, **100**, 139-149.

[24] US EPA Integrated Risk Information System, 1998a.

[25] US EPA Carcinogenic Effects of Benzene: an Update. Office of Research and Development, EPA/600/P-97001F. Washington, 1998b.

[26] Aydın M. E., Yıldız S., Kara G., Tor A., Konya Yeraltı Suyunda Klorlu Benzenlerin Gc/Ecd ile Analizi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2005, **20**(2), 1-6.

[27] Rong Y. Chen H. Z., Wu G., Wang M., Preparation and Characterization of Titanium Dioxide Nanoparticle/Polystyrene Composites via Radical Polymerization. *Materials Chemistry and Physics*, 2005, **91**(2-3), 370-374.

[28] Eckert C. A., Newman B. A., Nicolaides G. L.Long T. C., Measurement and Application of Limiting Activity Coefficients, *AIChE Journal*, 1981, **27**, 33-40.

[29] Uyumaz A., An Experimental Investigation into Combustion and Performance Characteristics of an HCCI Gasoline Engine Fueled with N-Heptane, Isopropanol and N-Butanol Fuel Blends at Different Inlet Air Temperatures. *Energy Conversion and Management*, 2015, **98,** 199-207.

[30] Caleta I., Cetina M., Hergold-Brundić A., Nagl A., Karminski-Zamola, G. Synthesis and Crystal Structure Determination of 6-(N-Isopropyl) Amidino-2-Methylbenzothiazole Hydrochloride Monohydrate and 2-Amino-6-(N-Isopropyl) Amidinobenzothiazole Hydrochloride, *Structural Chemistry,* 2003, **14**, 587-595.

[31] EPA Treatment Technologies for 1,4- Dioxane. *Fundamentals and Field Applications,* 2006. EPA 542-R-06-009.

[32] Yıldız A., Atav R., Agırgan A. O., Evrim Z. K., Investigation of The Usage Possibility of Copper Cyclohexane Monocarboxylate (Copper Naphthenate) As A Textile Dye. *De Redactie*, 2012, 144.

[33] Guo H., Lee S. C., Chan L. Y., Li W. M., Risk Assessment of Exposure to Volatile Organic Compounds in Different Indoor Environments. *Environmental Research*, 2004, **94**(1), 57-66.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

[1] **Soydaş B.**, Özbay B., Farklı Sektörlerdeki Boyahanelerde İç Ortam Hava Kalitesinin ve Emisyon Değerlerinin İncelenmesi, *13. Ulusal 1.Uluslararası Çevre Mühendisliği Kongresi,* Kocaeli, 10- 12 Ekim 2019.

ÖZGEÇMİŞ

Begüm Soydaş, 1994 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2011-2016 yılları arasında Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği bölümünde tamamladı. 2017 eğitim-öğretim bahar döneminde Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, Yüksek Lisans öğrenimine başladı.