



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI
TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN
BELİRLENMESİ VE ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

İpek CAKMAKCI ERGÜZEL

Yüksek Lisans Tezi

**OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI
TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN
BELİRLENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL



T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI TOPRAK
KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL

Doç. Dr. Fatma Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2013

TEZ ONAYI

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL tarafından hazırlanan “OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Fatma Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN

- | | |
|---|------|
| Başkan : Prof. Dr. Hüseyin Savaş BAŞKAYA
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çevre Anabilim Dalı | İmza |
| Üye : Prof. Dr. Vahap KATKAT
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Anabilim Dalı | İmza |
| Üye : Doç. Dr. Fatma Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çevre Anabilim Dalı | İmza |

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü
.././....(Tarih)

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

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

.././....

İmza

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ KAYNAKLI TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatma Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN

Sanayisi hızla gelişen ülkemizde endüstriyel kaynaklı kirlilik, toprak ve yer altı suyu kaynaklarını tehdit eden bir unsur olarak ele alınmaktadır. Sanayide kullanılan kimyasalların günden güne artan tüketimi hem yeraltı sularının hem de toprağın kirlilik yükünü önemli ölçüde arttırmaktadır. Olası kirli sahaları tespit etmek, bu sahalardan alınan numunelerde kirlilik parametreleri analizlerini gerçekleştirmek ve kirli sahaların zemin korumalarını güçlendirmek için gerekli önlemleri almak endüstriyel toprak kirliliğini önleme açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada bir otomotiv endüstrisindeki çeşitli proseslerin yer aldığı sahalar için toprak kirliliği risk değerlendirmesi yapılmış, kirlilik riski yüksek olan bölgeler tespit edilmiş, toprakların hangi şartlarda kirlendiği ve bu kirliliklerin nasıl önlenebileceği değerlendirilmiştir. Yürütülen çalışma sonucunda otomotiv endüstrisi kapsamında incelenen 90 sahadan 33 adet saha potansiyel kirli olarak sınıflandırılmış ve bu sahalar için alınması gereken önlemler belirlenmiştir. Çalışma sonuçları sektördeki arıtma, mekanik, montaj, merkez bakım, boyahane, ambar ve teslim bölümlerinde gerekli önlemler alınmadığı takdirde toprak ortamına çeşitli sızıntıların meydana gelebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak kirliliği, toprak kirlilik riski değerlendirilmesi, otomotiv endüstrisi. 2013, viii + 116 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY-BASED SOIL POLLUTION RISKS AND THE PROPOSED SOLUTIONS

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Fatma Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN

As a result of the developing industry in the country, the industrial accumulation of the pollutants is a big threat for the groundwater and soil. The increasing amount of the consumption of chemical products in industry makes a great pollution load for the groundwater and soil. Identifying the suspected contaminated areas, taking soil samples of these areas for analyze and finally taking precautions for these suspected areas is an important work to do. This work intends to decrease the contamination to the soil and groundwater. In this study risk assessments are done in an automotive industry to determinate the suspected areas. With the aid of these assessments the areas at high-risk pollution to the groundwater and soil are established. And the precautions are determined and taken to decrease the leakages to soil and groundwater. At the end of this study 33 out of a total of 90 areas are found as suspected areas. And the measures of the precautions are determined clearly. As the result of this study the water treatment plant, mechanical plant, montage, maintenance, paint, warehouse and retouching departments are found as at high risk. Finally it is seen that for these areas if the precautions are not taken seriously the leakage and the contamination of the pollutants to the soil and groundwater are taken place on a large scale.

Key words : Soil pollution, determination of areas at high risk, automotive industry.

2013, viii + 116 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen değerli Hocam Doç. Dr. Fatma Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Güler yüzlü değerli arkadaşım Arş.Gör.Efsun Dindar'a da destek ve yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca manevi ve maddi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen babam Selami ÇAKMAKÇI, annem Asuman ÇAKMAKÇI ve manevi desteğini her zaman hissettiğim eşim UMUT ERGÜZEL'e de teşekkürlerimi sunarım.

İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL
.../.../....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1 Toprak, Toprağın Önemi ve Toprak Kirliliği	3
2.2 Toprak Kirliliğine Neden Olan Faktörler	7
2.3 Endüstri Kaynaklı Toprak Kirliliği	12
2.4 Toprak Kirliliği İle İlgili Yasal Mevzuat.....	15
2.4.1 Toprak kirliliği değerlendirme çalışmaları.....	17
2.4.2 Toprak kirliliği temizleme çalışmaları.....	18
2.5 Otomotiv Endüstrisi Kaynaklı Toprak Kirliliği Riskleri.....	20
2.6 Bir otomotiv fabrikasında toprağa etkisi olabilecek üretim faaliyetleri.....	21
2.6.1 Karoseri - montaj üretim prosesi.....	21
2.6.2 Mekanik üretim prosesi.....	36
2.7 Otomotiv Endüstrisi Kaynaklı Ve Toprağa Etkisi Olabilecek Atıklar.....	42
2.7.1 Atık sular.....	43
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	48
3.1 Çalışmanın Yapıldığı Otomotiv Endüstrisi.....	48
3.2 Kirlilik Riski Taşıyan Sahaların Değerlendirme Kriterleri	49

3.3. Toprak Kirliliği Riski Değerlendirme Çizelgesi Sınıflandırma Şartları	51
3.4. İlgili Sahalarda Yapılan Toprak Analizleri.....	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	54
4.1. Kirlilik Riski Taşıyan Sahaların Gözlenmesi.....	54
4.1.1 Boyahane bölümü.....	54
4.1.2 Montaj bölümü.....	59
4.1.3 Mekanik bölümü.....	66
4.1.4 Arıtma bölümü.....	71
4.1.5 Merkez bakım bölümü.....	75
4.1.6 Ambar bölümü.....	81
4.1.7 Teslim bölümü.....	84
4.2 Toprak Analiz Sonuçları	87
4.3 Kirlilik Tespit Edilen Sahalarda Yapılan İyileştirme Çalışmaları.....	94
4.3.1 Boyahane bölümü.....	96
4.3.2 Montaj bölümü.....	97
4.3.3 Mekanik bölümü.....	99
4.3.4 Arıtma bölümü.....	102
4.3.5 Merkez bakım bölümü.....	104
4.3.6 Ambar bölümü.....	106
4.3.7 Teslim bölümü.....	107
4.4 Önleme Çalışmalarında Yaptırılan Tutma Haznelerinin Hacim Hesapları.....	108
5.SONUÇ	109
KAYNAKLAR.....	112
ÖZGEÇMİŞ.....	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Yönetmelik uygulama akış şeması.....	20
Şekil 2.2. Pres bölümü dış görünüşü.....	22
Şekil 2.3. Pres bölümü iç görünüşü.....	23
Şekil 2.4. Pres bölümü iş akım şeması.....	23
Şekil 2.5. Kaporta bölümü dış görünüşü.....	25
Şekil 2.6. Kaporta bölümü iç görünüşü.....	25
Şekil 2.7. Kaporta bölümü iş akım şeması.....	26
Şekil 2.8. Boya bölümü dış görünüşü.....	27
Şekil 2.9. Boya bölümü iç görünüşü.....	27
Şekil 2.10. Boya bölümü iş akım şeması.....	28
Şekil 2.11. Montaj bölümü dış görünüşü.....	32
Şekil 2.12. Montaj bölümü iç görünüşü.....	32
Şekil 2.13. Teslim atölyesi dış görünüşü.....	33
Şekil 2.14. Montaj bölümü iş akım şeması.....	33
Şekil 2.15. Montaj bandı üretim akış şeması.....	35
Şekil 2.16. Motor bölümü dış görünüşü.....	36
Şekil 2.17. Motor bölümü iç görünüşü.....	36
Şekil 2.18. Motor bölümü iş akım şeması.....	37
Şekil 2.19. Vites kutusu bölümü dış görünüşü.....	38
Şekil 2.20. Vites kutusu bölümü iç görünüşü.....	38
Şekil 2.21. Vites kutusu bölümü iş akım şeması.....	39
Şekil 2.22. Şasi bölümü dış görünüşü.....	40

Şekil 2.23. Şasi bölümü iç görünüşü.....	41
Şekil 2.24. Şasi bölümü akış şeması.....	41
Şekil 2.25. Fabrika arıtma tesisleri akış şeması.....	44
Şekil 3.1. Fabrikanın genel görünüşü.....	48
Şekil 4.1. Tesis için sızdırmazlık kontrolü yapılan nokta.....	95
Şekil 4.2. Kimyasal içeren konteynır sızdırmazlık çalışması öncesi durumu.....	96
Şekil 4.3. Sodyum hidroksit çukuru sızdırmazlık çalışması öncesi durumu	96
Şekil 4.4. Boyahane kanalizasyon ve çukurlar bölgesinde ızgara yapımı	97
Şekil 4.5. Deneme pisti kabini zemin iyileştirme çalışması.....	99
Şekil 4.6. Beş eksenli mastik makinasında epoksi kaplama çalışması.....	99
Şekil 4.7. Yağ depolama bölgesinde tutma havuzu yapımı	101
Şekil 4.8. Ana depo bölgesi zemin iyileştirme çalışması.....	101
Şekil 4.9. FOD çukuru sızdırmazlık için ızgara yapımı çalışması	103
Şekil 4.10. 5 m ³ 'lük saf sodyum hidroksit çukuru zemini epoksi kaplaması.....	103
Şekil 4.11. 1 tonluk su tankının cidar iyileştirme çalışması.....	104
Şekil 4.12. Oto gaz kimyasalı depolama tesisi zemin iyileştirme çalışması	105
Şekil 4.13. Yağ depolama bölgesi zeminine konulan tutma haznesi.....	106
Şekil 4.14. Çelik kesme testeresi makinesi zemininde tutma haznesi.....	107
Şekil 4.15. Vaks, parafin bölgesi zemin iyileştirme çalışması	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bir otomotiv üretim tesisinden çıkan atıklar ve kodları çizelgesi.....	47
Çizelge 3.1. Toprak kirliliği riski değerlendirme çalışmasında ele alınan parametreler çizelgesi.....	51
Çizelge 3.2. Toprak kirliliği risk seviyeleri çizelgesi.....	53
Çizelge 4.1. Boyahane bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi.....	55
Çizelge 4.2. Montaj / teslim bölümleri toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi....	60
Çizelge 4.3. Mekanik bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi.....	67
Çizelge 4.4. Arıtma bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi.....	72
Çizelge 4.5. Merkez Bakım bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi.....	76
Çizelge 4.6. Ambar bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi.....	82
Çizelge 4.7. Teslim bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi.....	85
Çizelge 4.8. Türkiye Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği sınır değerlerinin AB ülkelerinin kendi ülkelerinde kabul edilmiş sınır değerleriyle karşılaştırılma çizelgesi.	88
Çizelge 4.9. Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinde toprak kirliliği değerlendirme sonuçları ve Fransa ülkesi üst limit değerleri karşılaştırma çizelgesi.....	89

1. GİRİŞ

Toprak canlıların yaşaması için gerekli vazgeçilmez unsurlardan biridir ve bitki örtüsünün beslediği kaynakların ana deposudur. Yeryüzünün sadece ¼ 'ü karalarla kaplı olup bu alanların çeşitli doğal kısıtlılıklar sebebiyle (dağlık bölgeler, çorak bölgeler, çöller) çok az bir miktarı tarımsal üretime başka bir deyişle insanların kullanımına uygundur. Buna karşılık günümüzde tarımsal topraklar bir yandan kentleşme ve altyapı (endüstriyel yapılar, yollar, havaalanları gibi) alanları olarak kullanıma açılırken diğer yandan toprak kirliliği gibi çok ciddi bir çevre sorunu ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Toprağın üst tabakası insanların ve diğer canlıların beslenmesinde temel kaynak teşkil etmektedir. Bir gram toprağın içerisinde milyonlarca canlı yaşamakta ve ekosistemin devamı için bunların hepsinin ayrı önemi bulunmaktadır. Toprağın verimliliğini sağlayan ve humusça zengin olan toprağın 1 santimetrelük üst tabakası olduğu ve toprağın bu kısmının ancak birkaç yüzyılda oluşabilmekte olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Toprak çok kolay temizlenebilen bir oluşum değildir. Bu nedenle de ne kadar üstün bir teknoloji ile temizlenirse temizlensin toprakların kirlenmeden önceki ilk hallerine, o haldeki canlılık seviyelerine erişmeleri çok zordur. Önemli ve öncelikli olan kirlenmiş toprakları temizlemek değil, henüz kirlilik oluşmadan önce toprak kirliliğine sebep olabilecek unsurları engellemektir.

Yirminci asrın başından itibaren modern tarıma geçilmesi ve sanayileşmenin hızlanması ile birlikte, toprak kirliliği de bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ortalarına doğru hızlı nüfus artışı ile birlikte, tarım ve diğer alanlardaki sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak toprak kirliliği de artmaya başlamıştır. Günümüzde toprak kirliliği her geçen gün daha da ciddi boyutlara ulaşan önemli çevre problemlerinden birisini teşkil etmektedir.

Egzoz gazları, ozon, karbon monoksit, kükürt dioksit, kurşun ve kadmiyum vs. gibi zehirli maddeler çeşitli kaynaklardan havaya yayılmakta ve solunum yolu ile büyük bir kısmı canlılar tarafından alınmaktadır. Geriye kalanı ise, rüzgârlar ile uzak mesafelere taşınmakta ve yağışlarla yere inerek, toprak ve suları kirletmektedir. Toprak kirliliğine sebep olan diğer bir faktör de tarımsal mücadele ilaçları ve suni gübrelerdir. Tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı sonucu, toksin maddelerin toprakta birikimi artmakta ve doğal toprak ortamının kirlenmesi söz konusu olmaktadır. Yerleşim alanlarından çıkan çöplerin boşaltıldığı alanlar ile kanalizasyon şebekelerindeki atık suların arıtılmaksızın doğrudan toprağa verildiği alanlarda da toprak kirliliği meydana gelmektedir.

Otomotiv endüstrisi; sınırları içerisinde süregelen proseslerden kaynaklanabilecek sızıntıları ve çeşitli atıkları nedeniyle toprak kirliliğine neden olabilecek endüstrilerdendir. Bugün ülkemizde 20 adet firma, otomotiv sanayi alanında üretim yapmaktadır ve bu firmaların 1997 yılı itibariyle üretim kapasitesi çok genişlemiştir. Bu nedenle söz konusu endüstrinin atık ve toprağa etkisi olabilecek yan ürün hacmi de çok geniş bir yer teşkil etmektedir. Otomotiv sektörü, dinamik üretim yapısı, ticaret hacmi, yarattığı istihdam ve katma değer olarak, gelişmiş ekonomilerde ilk üç sektör arasında yer almaktadır. Bu derece etkin bir sektörün büyük hacimlerde gerçekleştirdiği üretimler esnasında ve sonrasında çıkan yan ürünlerin ve atıkların toprak kirliliğine ve bunun aka bininde yeraltı su kaynaklarının kirliliğine neden olması muhtemeldir.

Otomotiv endüstrisinde süregelen faaliyetler kapsamında, toprağa kirletici etkisi gösterebilecek çeşitli atıklar veya kimyasal maddeler söz konusu olabilmektedir. Çatılarda önceden kullanılmış; ancak kullanımı yasaklandığı için sökülen asbest atıklarının, araç üretimi aşamasında ön ve arka cam temizliği amacıyla kullanılan asidik ve bazik bileşiklerin depolanması esnasında oluşabilecek sızıntı ve kaçaklar toprak ortamı için bir tehdit unsuru olabilmektedir. Diğer yandan metal kesme - işleme, metal çekme, pnömatik sistem, ısıtma işlemi, trafo, kalıp ve buhar silindir atıkları da toprak ortamı için risk oluşturmaktadırlar. Özellikle deterjan, fosfat gibi kirleticilerin yanı sıra kullanıldığı yere bağlı olarak değişen miktarlarda kurşun, çinko, baryum, kadmiyum

civa, krom, arsenik ve vanadyum gibi ağır metaller içerebilmektedirler. Toprağa dökülen atık yağlar yeraltı sularına karışmaktadır.

Günümüzde gerek otomotiv gerekse diğer risk oluşturan endüstri tesislerine toprağa oluşabilecek olan sızıntıları önlemek açısından çok fazla görev düşmektedir. Endüstri tesislerinden çıkan atıklar, yan ürünler ve kimyasal maddelerin çeşitli yollarla suya, havaya ve toprağa karışmasının engellenmesi için endüstriler gerekli önlemleri almakla yükümlüdürler. Ülkemizde toprak kirliliğini önleme çalışmaları kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 8 Haziran 2010 tarihinde "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" yayımlanmış olup, toprak kirliliği kontrolü bu yeni yönetmelikle daha etkin hale getirilmiştir. Bu yönetmelikle birlikte endüstrilerden kaynaklanan toprakta kirlilik oluşturabilecek sızıntıların büyük ölçüde engellenmesi planlanmaktadır.

Bu çalışmada bir otomotiv endüstrisinin içerisinde mevcut olan proseslerin neden olduğu atıkların ve üretim esnasında prosesten çıkan yan ürünlerin toprak ortamı için taşıdığı sızıntı risk seviyeleri tespit edilmiştir. Riskli bulunan bölgelerden alınan toprak numuneleri ilgili parametrelere göre analiz edilmiştir ve bu analiz sonucunda mevcut ve muhtemel sızıntı yerleri belirlenerek bu alanlar için riski ortadan kaldırmaya yönelik önlemler önerilmiştir.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Toprak, Toprağın Önemi ve Toprak Kirliliği

Hava ve su gibi, canlıların yaşaması için vazgeçilmez unsurlardan biri olan toprak, bitki örtüsünün beslediği kaynakların ana deposu olma özelliğini taşımaktadır. Başka bir deyişle yeryüzünün en üst tabakasını oluşturan örtüye toprak denmektedir. Toprak tüm canlıların besin ve hayat kaynağıdır. Bitkiler; insan ve hayvanların, toprak ta bitkilerin besin kaynağı olmuştur; çünkü bitkiler ihtiyaç duyduğu inorganik besin ve suyu topraktan almaktadırlar. Reames ve Lance (2002) yaptıkları çalışmada toprağın canlılara sağladığı faydalardan birinin toprakta bulunan yeraltı sularının zengin mineral içeriği olduğunu belirtmişlerdir. Yeraltı suları topraktan süzülerek içeriklerini zenginleştirirler.

Jury ve ark.(1991) yapmış oldukları çalışmada toprağın yapısı üzerinde durmuşlar ve içeriğindeki bileşenlerin toprağın doğal arıtımı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Türkoğlu (2006) yapmış olduğu çalışmada toprağın esasen tüm canlılar için temel yetiştirme ortamı olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan toprak, yeryüzünde çok bulunan bir varlık gibi düşünülmüş, aslında nitelikleri ve fonksiyonları itibariyle yeryüzünde, toprak konumunda gördüğümüz her materyalin toprak olmadığı ve olanların da her türlü kullanım için uygun olmadığı çok geç fark edilmiştir.

Bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmelere rağmen, topraklar henüz temel üretim ortamı olma niteliğini korumaktadır. Aynı zamanda topraklar her türlü kirletici ve zararlı madde için en önemli deşarj ortamı ve filtre materyali olmaktadır. Scelza ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada bir gram toprak içerisinde 10 000 farklı canlı türü olduğunu tespit etmişlerdir. Toprağın üst tabakası insanların ve diğer canlıların beslenmesinde temel kaynak teşkil etmektedir.

Liu ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada toprağın kullanımı ile ilgili çok sayıda önemli nokta üzerinde durmuşlardır. Toprak ana kayası, iklim ve organizmalar gibi bir dizi faktöre göre değişmekle birlikte, bu denli uzun bir süre içinde oluşan topraklar, bazı koşullarda çok kısa bir süre içerisinde kaybedilebilmektedir. Görüldüğü gibi topraklar, çok farklı faktörler, karmaşık süreçler ve çok hassas dengelerin ürünüdürler. Bu nedenle, toprakların tabiatlarına uygun olarak kullanılması gerekmektedir; çünkü topraklar çok değişik fonksiyonlara sahip olmakla birlikte, herhangi bir toprak tüm kullanım çeşitlerine aynı ölçüde uygun olmamaktadır. Liao ve ark. (2005) yapmış oldukları çalışmada bir kullanım için çok uygun niteliklere sahip olan bir toprağın başka bir kullanım için asla uygun olmayabilmekte olduğunu göstermişlerdir. Topraklar için ideal kullanım pratiklerinin geliştirilebilmesi, öncelikle onların fonksiyonlarının iyi anlaşılmasına bağlı olmaktadır. Daha sonra, topraktan hangi fonksiyonu yerine getirmesi bekleniyorsa o fonksiyon için toprağın kullanılması gerekmektedir. Bonnieux ve ark. (1998) toprağın önemli nitelikleri göz önünde bulundurularak kullanıma uygunluk derecesinin belirlenmesi veya yorumlanmasının gerekli olduğunu çalışmalarlarıyla göstermişlerdir. Bu sayede toprak kalitesi olarak tanımlanacak olan ve herhangi bir kullanım için uygunluk derecesini ifade eden nitelik, toprak kullanıcılarının

merak ettikleri hususların başında gelmektedir. Toprak fonksiyonları her toprak tarafından aynı ölçüde karşılanamamaktadır. Benzer şekilde, toprak konusunda uzmanlaşmış kişiler topraktan hep aynı nitelikleri beklememektedirler.

Nie ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada toprağın önemine değinmişlerdir. Bilinçsizce ve kötüye kullanım sonucunda toprak, hava ve su kalitesinde önemli bozulmalar ortaya çıkmıştır. Temel doğal kaynaklarımızdan olan hava ve suyun kalitesi ile ilgili koruma ve geliştirme çalışmaları çok önceleri başlamış olmasına rağmen, toprak kalitesinin, bir bütün olarak ele alınması çok geç başlamıştır. Bu durum belki de toprak bozulmasının daha geç fark ediliyor olması ile ilgili olmuştur. O halde, toprağın ne olduğunun tam olarak anlaşılması bir bakıma onun önemini anlamaktan geçmektedir. Kohnke (1968) yapmış olduğu çalışmada yaklaşık ölçek olarak bir çay kaşığı toprak içerisindeki canlı sayısının yeryüzündeki insan sayısının 1,5 katı olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, bu kadar çok çeşit ve miktarda canlı içeren bir materyal çok önemli olmaktadır. Zor oluşan ve kolay zarar gören bir kaynaktır. Bir santimetre kalınlığında üst toprağın oluşması için 100 ile 400 yıl arasında bir zaman gereklidir.

Karaca (2004) yapmış olduğu çalışmada toprağın temel işlevleri üzerinde durmuştur. Bu bahsi geçen çalışmalarda hidrolojik anlamda toprağın iki temel işlevi bulunmaktadır. Toprak atıkların uzaklaştırılması ve giderilmesinde alıcı ortam olarak görev yapmakta ve aynı zamanda da hidrolojik döngü kapsamında yüzey ve yeraltı sularına doğal beslenme alanı olarak görev yapmaktadır. Bu işlevler nedeniyle yüzey ve yeraltı sularının miktar ve kalitesi toprak tarafından doğrudan etkilenmektedir. Toprak; alıcı ortam ve beslenme alanı olarak düşünüldüğünde, toprak kirliliği yüzey ve yeraltı suyu için uzun süreli kirlilik kaynağı oluşturması bakımından ayrı bir önem arz etmektedir.

Toprak; alıcı ortam olarak kullanıldığında, toprak kirleticilerin tutulmasını ve giderilmesini sağlayan fiziksel, kimyasal, biyolojik bir reaktördür. Toprak kalitesi canlılar için çok önemli bir unsurdur. Toprak üzerinde pek çok canlıyı barındıran bir örtüdür. Bu canlıların varlığı toprak kalitesi üzerinde büyük önem taşımaktadır. Toprak, yeryüzünün üstünü kaplayan gevşek bir örtüdür. Kayaların uzun yıllar boyunca parçalanıp ayrışması ile oluşmuştur. Toprağın içinde belli oranda hava ve su bulunur.

İçinde ve üzerinde çeşitli canlılar yaşamaktadır. Toprak, birçok canlının besin ihtiyacını karşılamaktadır. Toprağın içinde dört ana madde bulunmaktadır. Bunlar organik maddeler (humus), hava, su ve mineral maddelerdir. Mineral madde esasında toprakta en çok bulunan kısımdır. Kum, silt ve kil adı verilen çeşitli büyüklükteki taneciklerden meydana gelmektedir. Bütün bunlar toprakta birbirine karışmış ve kümeleşmiş halde bulunmaktadırlar. Kum ve silt, daha çok toprağın havalanmasına, kil ise toprakta suyun tutulmasına, bitkilerin beslenmesine ve toprak taneciklerinin kümeleşmesine hizmet etmektedir (Anonim 2004).

Toprağın organik maddesini mikroorganizmalar, ölü bitkiler, bitki kökleri ile hayvanların atık ve artıkları oluşturmaktadır. Mikroorganizma, gözle görülemeyecek kadar küçük olan canlı demektir. Mikroorganizmalar topraktaki organik maddeleri ayrıştırarak beslenmektedirler. Tüm canlı atık ve artıklarını mikroorganizmalar ayrıştırmaktadır. Bu ayrıştırma sonucu humus meydana gelmektedir. Humus, toprağın korunmasına, üretkenliğine ve sağlıklı kalmasına hizmet etmektedir. Organik maddeler, toprağın iyi ürün verebilmesi için çok gerekli ve yararlıdır. Toprakta organik madde ne kadar çoksa, bitkiler de o kadar çabuk büyür ve gelişir. Çünkü organik madde, bitkilere gerekli olan besin maddelerini vermektedir (Anonim 2007).

Hava, su ve toprak canlılarının yasaması için gerekli olan üç önemli doğal maddedir. Toprak canlıları, toprağın içinde ve üstünde yasayan her türlü bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalardır. Toprak havası ve suyu toprağın içindeki gözenek boşluklarında bulunmaktadır. Toprak canlılarının beslenebilmeleri ve yaşayabilmeleri için toprağın belli miktarda su ve hava içermesi gerekmektedir. Aksi halde toprak canlılığını kaybetmektedir.

Rudel ve ark. yapmış oldukları çalışmada (2001) toprak kirliliği ve ağır metal kirliliğine değinmişlerdir. Bitkiler üzerinde ağır metallerin etkisinin görülmesi amacıyla yapılmış bu araştırmada, ağır metallerden Krom +6'nın etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmada, Almanya'da toprakta Krom +6 oranlarının DIN 19734'e göre 0,4 ile 200 mg/kg olarak bulunduğu ifade edilmiş olup, kumlu topraklardaki Cr (VI)'nin bitki, toprak solucanı ve

toprak mikro organizmaları üzerindeki toksisite seviyeleri, killi toprakla karşılaştırıldığında 3 ile 4 kat daha büyük bulunduğu belirtilmiştir.

Toprak kirliliğinin toprak solucanları ve toprak mikroorganizmaları üzerine de önemli etkileri bulunmaktadır. Toprak solucanları ile ilgili yapılan bir çalışmada (Anonim 2007) toprak solucanlarının ağır metal ile kirlenmiş bir toprak içerisinde nasıl etkilendiği incelenmiştir. Özellikle nikel ve kadmiyum ağır metali ile kirlenmiş olan topraklarda toprak solucanlarının toprak içinde açtıkları galerilerde olumsuz etkilere maruz kaldığı gözlenmiştir. Bu kirliliğin solucanların üremeleri üzerinde negatif etkisi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, mineral toprak katmanında üstten 20 cm olan bölgede yaşayan türlerin toprak kirlenmesi neticesinde soylarının tükenmekte olduğu vurgulanmıştır.

2.2 Toprak kirliliğine neden olan faktörler

Markus ve McBratney (2001) yapmış oldukları çalışmada toprak kirliliğine neden olan faktörleri araştırmışlardır. Toprağın verimliliğini sağlayan ve humusça zengin olan toprağın 1 santimetrelilik üst tabakasıdır. Toprak en önemli doğal kaynaklardan birisidir. Toprak tarım dışı amaçlarla da kullanılmakta, ağır metallerle kirlenmekte ve erozyon sonucu oluşan etkilerle kayıplara uğramaktadır. Bu nedenle toprağın verimi düşmektedir. Kaybedilen toprakların yeniden kazanılması çok zor olmaktadır. 1 santimetre kalınlığındaki toprak ancak birkaç yüzyılda oluşabilmektedir. Canlılığın kaynağı sayılabilecek toprağın yapısına katılan ve doğal olmayan maddeler toprak kirliliğine neden olmaktadır. Kentleşmenin yoğun bulunduğu bölgelerde toprak niteliği hissedilir ölçüde bozulmaktadır. Bunda arazinin kötü kullanılması kadar, inşaat tekniklerinin kirliliği, alt yapı yetersizlikleri dolayısıyla kirli su ve kanalizasyonun toprağa karışması ve çöp birikmesi de rol oynamaktadır. Topraktan bitkilere geçen kirletici maddeler, besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmaktadır. Hastane atıkları gibi mikroplu atıklar, hastalıkların yayılmasına neden olmaktadır. Tarımsal ve mineral atıklar ise yeryüzündeki toplam katı atıkların önemli bir bölümünü oluşturmakla birlikte, kirletici olarak daha az zararlılık teşkil etmektedir.

Nie ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada toprak kirliliğinin çevreyi nasıl kirlettiği üzerinde durmuşlardır. Yirminci asrın başından itibaren modern tarıma geçilmesi ve sanayileşmenin hızlanması ile birlikte, toprak kirliliği de bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Daha önceki asırlarda kullanılan güç ve enerji kaynaklarının yetersiz olması, nüfusun azlığı, endüstrileşmenin henüz gelişmemesi sebebiyle diğer çevre faktörlerinde olduğu gibi toprakta da herhangi bir kirlenme söz konusu olmamıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ortalarına doğru hızlı nüfus artışı ile birlikte tarım ve diğer alanlardaki sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak toprak kirliliği de artmaya başlamıştır. Toprak kirliliği her geçen gün daha da ciddi boyutlara ulaşan önemli çevre problemlerinden birisini teşkil etmektedir. Toprak kirliliğine neden olabilecek etkenlerin başında aşırı gübre uygulaması ve atık su deşarjı gelmektedir.

Yürütülen diğer bir çalışmada Wagner ve ark. (2001) yerleşim alanlarından çıkan atıkların, egzoz gazlarının, endüstriyel atıkların, tarımsal mücadele ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin toprak kirliliğine neden olan en önemli etkenler olduğu üzerinde durmuşlardır. Yerleşim alanlarından çıkan çöplerin boşaltıldığı alanlar ile kanalizasyon şebekelerinin arıtılmaksızın doğrudan toprağa verildiği alanlarda toprak kirliliği meydana gelmektedir. Egzoz gazları, ozon, karbon monoksit, kükürt dioksit, kurşun ve kadmiyum vs. gibi zehirli maddeler havaya yayılmakta ve solunum yolu ile büyük bir kısmı canlılar tarafından alınmaktadır. Geriye kalanı ise, rüzgârlar ile uzak mesafelere taşınmakta ve yağışlarla yere inerek, toprak ve suları kirletmektedir. Toprak kirliliğine sebep olan diğer bir faktör de tarımsal mücadele ilaçları ve suni gübrelerdir. Tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı sonucu, toksin maddelerin toprakta birikimi artmakta ve doğal ortamın kirlenmesine sebep olmaktadır. Sodyum, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan, bor gibi besin maddelerini içeren suni gübreler de aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu toprağın yapısını bozmakta ve toprak kirliliğine yol açmaktadır.

Karaca ve Turgay (2012) yapmış oldukları çalışmada toprak kirliliğinin doğaya olan olumsuz etkilerini araştırmışlardır. Kirlenmiş bir toprak, ürün veriminin düşmesinin yanı sıra, insan sağlığı bakımından önemli olan değişiklikler meydana getirmektedir. Toprakta besin maddelerinin miktarının değişmesi, istenmeyen özellikteki katı

maddelerin toprakta çökelti oluşturarak, toprağın geçirgenliğinin ve diğer fiziksel özelliklerinin değişmesi, toprakta birikim yapan bazı maddelerin (fenoller, deterjanlar, pestisitler, DDT, v.d.) gıdalarla taşınması ve istenmeyen kimyasalların (ağır metaller, iz elementler, v.d.) topraktaki konsantrasyonlarının artması bu konuda örnek teşkil etmektedir. Ayrıca bu olaylar bitki gelişimi ve kalitesini bozmakta, topraktan alınan verimi düşürmektedir.

Rudel (2001) yapmış olduğu çalışmada endüstri tesislerinden çıkan ve arıtılmaksızın havaya, suya ve toprağa verilen atıkların çevreyi kirletmekte olduğunu bildirmektedir. Ayrıca; ormanların insanlar tarafından tahrip edilmesi, yakılarak tarla açılması, tarım topraklarının hatalı işlenmesi, mera ve çayırların bilinçsiz kullanımı, aşırı otlatma vb. sebeplerle oluşan toprak erozyonu, çevre sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğaya bırakılan zararlı ve atık maddeler toprağın özelliklerini bozarak kirlilik meydana getirmektedir. Dünyada her yıl, başta Asya kıtası olmak üzere 20 milyar 160 milyon ton toprak akarsularla deniz ve göllere taşınmaktadır. En önemli doğal kaynaklardan birisi olan toprak, tarım dışı amaçlarla kullanıldığı, ağır metallerle kirlendiği ve erozyon sonucu oluşan etkiler yüzünden kayıplara uğradığı için verimsizleşmektedir. Bunun başlıca nedeni de, yerleşim bölgelerinden ve sanayiden kaynaklanan atıkların belli noktalarda yoğunlaşmış olmayıp daha geniş alanlara yayılmalarıdır.

Karaca (2004) yapmış olduğu çalışmada toprağın ağırlıklı olarak hangi kirleticileri içerdiği üzerinde durmuştur. En öncelikli olarak sanayi atıkları, bilinçsiz ilaçlama ve erozyon, endüstri tesislerinden çıkan ve arıtılmaksızın havaya, suya ve toprağa verilen atıklar toprağı büyük ölçüde kirletmektedir. Erozyonla çok miktarda tarıma elverişli toprak kaybı söz konusu olmuştur. Verimli toprağın yok olmasından dolayı tarımsal üretimdeki düşüş, kalite bozulması, vitamin zincirindeki eksikliklerin yanı sıra erozyonla taşınan topraklar denizlerde ve akarsularda bulanıklık oluşturarak su içi ekolojik dengeyi etkilemiştir. Pek çok kimyasal madde içeren tarım ilaçları ise su ve toprak kirlenmesinde önemli bir paya sahiptirler. Bilinçsizce yapılan ilaçlama ve gübreleme, kaliteli ve birinci sınıf toprakların bozulmasına neden olmakta, bitki ve canlılara zarar vermektedir. Kimyasal maddelerin sürekli olarak kullanılması, bazı

bölgelerde de önceden bulunmayan zararlı toplulukların türemesine yol açmaktadır. Bunun başlıca nedeni, tarım ilaçlarının, otçul böcek nüfusunu denetim altında tutan etçil böcekleri yok etmesidir.

İnsanoğlu toprağı kullanmaya başladıktan sonra kendi istekleri doğrultusunda üretim yapmak için, doğal yaşama ve gelişim süreçlerine pek uyumlu olmayan üretim yöntemleri kullanmıştır. Bu yöntemler de zaman içinde toprak, su ve havada, diğer bir ifade ile yeryüzü ekosisteminde telafisi güç problemlere neden olmuştur. Daha fazla üretme hırsıyla yapılan çalışmalarda, ekosistemdeki dengeler göz ardı edilmiş, doğal kaynaklar kontrolsüzce tüketilmiş veya değiştirilmiştir. Biyolojik çeşitliliğin önemi yeterince kavranmadığı için ekosistemdeki dinamik dengeler bozulmuştur. Bütün bu olumsuzluklar hayat için mutlak gerekli olan üretim faaliyetlerimizi sürdürülebilir olmaktan çıkarmıştır.

Wagner ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada toprağın kullanımının üzerinde durmuşlardır. Toprak bir doğal kaynak olarak gıda üretimi için tarımsal olarak, inşaat/altyapı zemini için altyapısal olarak ve biyolojik çeşitlilik için besin döngüsü ve ekolojik olarak temel işlevler barındırmaktadır. Toprak kalitesi kavramı toprağın bu işlevleri ile doğrudan ilgilidir. Toprağın işlevlerini yerine getirmede maruz kaldığı önemli tehditler; erozyon, organik madde azalması, biyoçeşitlilik kaybı, tuzlanma, hidrolojik, hidrojeolojik riskler, arazi bozunumu, tarım arazisi kaybı ve kirlenmedir. Toprak Kalitesinin bozulması, toprak işlevlerinin toprağı tehdit eden unsurlar tarafından değişime veya zaafa uğratılması sonucu çevre ve insan sağlığı üzerinde risklerin oluşmasıdır. İnsan faaliyetleri yoluyla toprağı kirleticilerin ilave edilmesi ise toprakta doğal olarak bulunmayan maddelerin ilavesi ve topraktaki doğal konsantrasyonlarının veya belirlenen kalite sınır değerlerinin aşılması ile oluşmaktadır.

Karaca (2004) yapmış olduğu çalışmada toprak kirliliğı çeşitlerine değinmiştir. Toprak kirliliğı pozitif ve negatif olmak üzere 2 çeşittir. İstenmeyen maddeler tarafından toprak verimliliğinin azalması pozitif toprak kirliliğidir. Çözünebilir tuzların topraktaki konsantrasyonunun artması tuzlaşma olarak adlandırılır ve bu pozitif kirliliktir. Fosforlu gübrelerle gübrelenen toprakların kadmiyum konsantrasyonunun artması pozitif

kirliliktir. Toprağın mineral kapsamını azaltmak yoluyla veya toprağın üst katmanını bozarak toprak verimliliğinin azalması negatif kirlilik olarak adlandırılmaktadır. Toprağın mineral kapsamını azaltan faktörler yoğun tarım, yanlış sulama, aşırı otlatmadır. Toprak erozyonuna neden olan faktörler arasında ormansızlaşma, rüzgâr ve su erozyonuna karşı zayıf koruma bulunmaktadır. Ağaçsız ve bitki örtüsüz tepelik alanlarda yağışlı mevsimlerde yağmur suyu yüzey toprağının taşınmasına yol açmaktadır. Kuvvetli rüzgâr kumulları çöllerden verimli topraklara taşımakta ve bu toprakları çölleştirmektedir.

Karaca (2004) yapmış olduğu çalışmada toprak kirletici çeşitlerine değinmiştir. Başlıca toprak kirletici çeşitleri organikler olarak LNAPL, Petrol HK, BTEX, PAH, DNAPL, Klorlu HK, PCE, TCE, PCB ve pestisitlerdir. Metaller olarak As, Cd, Cr, Pb, Hg, Zn'dur. Anyon ve katyonlar olarak NO_3^{-1} , SO_4^{-2} , Cl^{-1} 'dur. Patojenler olarak fekal koliform ve virüslerdir. Radyonükleidler olarak Cs, Sr, Rd, U'dur. NAPL, suyla karışmayan, toprakta ve suda uzun süre ayrı bir sıvı faz halinde kalabilen toksik ve tehlikeli sıvılar; saf madde veya karışımlardır.

Toprak kirliliği nitelik ve nicelik açısından uygun olmayan bileşiklerin toprakta bulunması olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşiklerden en önemlilerinden birisi de ağır metallerdir. Ağır metallerin verimlilik açısından bazıları gerekli, bazıları gelişimi uyarıcı ancak yüksek dozlarda hepsi toksik etki yapmaktadır. Bir endüstride yapılmış olunan çalışmada kirletici olarak ağır metallerde değinmiştir. Ağır metaller, yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten büyük olan veya atom ağırlığı 50 ve daha büyük olan elementlere denir. Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, V ve Co bitki ve hayvanlar için gerekli elementlerdir ve mikrobelerin elementleri veya iz elementleri olarak adlandırılırlar (Anonim 1999).

Karaca (2004) yapmış olduğu çalışmada ağır metal bulaşma kaynaklarına ve toprakta ağır metal hareketi ve ağır metal alımına etki eden faktörlere değinmiştir. Ağır metal bulaşma kaynakları; maden eritme ve işleme tesislerinin katı atıkları; maden ya da maden işletme tesisinin yakınındaki bir su gövdesine çevrilen sıvı atıklardır. Ayrıca toprak kirliliği, fabrika ve termik santrallerin bacasından çıkan uçucu küller, atık su arıtma çamurları, otoyollarda araçlardan salınan benzin, balata ve lastik kökenli atıklar, tarım ilaçları ve ticari gübreler (fosforlu), pil atıkları ve endüstri ürünlerinin gelişigüzel

atılması kaynaklıdır. Toprakta ağır metal hareketi ve alımına etki eden faktörler arasında; toprak pH'ı, toprak organik maddesinin kalite ve miktarı, kil mineralleri tipi ve kapsamı ve diğer toprak bileşenleri yer almaktadır.

2.3 Endüstri kaynaklı toprak kirliliği

Günümüzde endüstrilerde bulunan proseslerde kullanılan kimyasallar, ağır metaller ve diğer toksik etkisi olan ürünler endüstrinin üzerinde bulunduğu alanda toprağa ve yeraltı suyuna karışarak toprak kirliliğine neden olmaktadır. Babu ve ark.(2000) yapmış oldukları çalışmalarda toprak kirliliğine neden olan endüstriler arasında en başta tekstil endüstrisinin geldiğini tespit etmişlerdir. Bu endüstrinin atıksu üzerindeki kirliliğini gidermek için Kestioğlu ve Yalılı (2006) yapmış oldukları çalışmada yüksek KOİ içerikli tekstil atık sularının kimyasal çökeltim ve adsorpsiyon yöntemleriyle nasıl arıtılacağı üzerinde durmuşlardır. Tekstil endüstrisi büyük kirlilik yaratmaktadır. Aynı zamanda diğer endüstrilerde de proses sularının veya atık sularının sızması dolayısıyla toprak kirliliği meydana gelmektedir.

Wagner (1993) yapmış olduğu çalışmada endüstri atık suları üzerine çalışmıştır. Endüstri kuruluşlarının atık suları hammaddeyi işleme süreci sonunda kirletici atıklar ortaya çıkarmaktadır. Atık sulardaki kirletici maddeler eğer ayrışmıyor ve etkisiz formlara dönüşmüyorsa, bunların konsantrasyonları kabul edilebilir sınır değerlerin altında olsa bile nehir, göl veya yeraltı sularında birikerek canlılar için zararlı olmaktadır. Soğutma ve yoğunlaşma sürecinde ısınan sıcak sular karıştıkları suların sıcaklığını yükselterek buradaki ekolojik koşulları değiştirmektedirler. Kimya endüstrisi atık suları faaliyet alanlarına göre çeşitli maddeler içermektedirler. Asit, baz ve klor fabrikaları çeşitli asitler, bazlar, alkali katyonlar ve bunların tuzlarını atık olarak suya bırakmaktadırlar. Örneğin, boya fabrikaları ortama boya partikülleri ve krom, kurşun, arsenik; amonyak-soda fabrikaları kalsiyum klorür; gübre fabrikaları hidrojensülfür, hidroklorik asit ve çeşitli anorganik tuzlar bırakmaktadırlar. Plastik endüstrisi fenoller, aldehitler, asitler, bazlar ve diğer organik maddeleri çevreye bırakmaktadırlar. İnşaat sektörü, Porselen ve Seramik endüstrisi silikat ve karbonatlar salmaktadırlar ve ayrıca suyun asitliğini yükseltmektedirler. Demir çelik endüstrisi alkali ve toprak alkali

elementler, siyanürler, sülfürler, naftalin ve fenollerini içeren kirli sular üretmekte ve bu atık sular özellikle demir, fenol, naftalin içermektedirler (Anonim 1990). Metal işleyen endüstri atık sularında ağır metaller (Cu, Pb vb.) kromat, siyanür, klorür, nitrit, mineral, asit ve bazlar içermektedirler. Kömür endüstrisi suları yıkama işlemleri sonunda saldıkları partikül, humin maddeleri, Na, Cl, Ca, Mg suları kirletmektedirler. Özellikle kok fabrikaları da ortama bıraktıkları fenol, H₂S ve NH₂ ile suları kirletmektedirler. Petrol endüstrisi atık sularında da petrolün çıkarılması sırasında ortama bırakılan çeşitli atıklar ve tuzlu sular; petrolün ayrıştırılması sürecinde ise rafinerilerden katı maddeler, fenol, sülfürler, fosfatlar, klorürler, siyanür ve yağlar bulunmaktadır (Anonim 1994). Selüloz ve kâğıt endüstrisinin atık sularında sülfidler, klor ve çeşitli mineral asitler, selüloz lifleri, karbonhidratlar, lignin ve reçineler bulunmaktadır. Tekstil endüstrisi atık sularında arsenik, ağır metaller, kromik asit, organik ve anorganik boya maddeleri, tekstil lifleri ve çeşitli organik maddeler bulunmaktadır. Gıda ve besin endüstrisinin atık sularında fazla miktarda organik maddeler bulunmaktadır. Örneğin, şeker fabrikaları karbonhidratlar, toprak, organik asitler; bira fabrikaları atık sularında karbonhidratlar, proteinler, azotlu bileşikler ve tuzlar bulunmaktadır. Tarımsal işletmeler hayvan dışkıları ve benzeri organik maddeler ile tarımsal amaçlı aşırı gübreleme ve ilaçlamalar ile suları önemli ölçüde kirletmektedirler.

Ceylan (2011) yaptığı çalışmada tekstil endüstrisi atık sularının toprak üzerindeki etkilerini incelemiştir. Tekstil endüstrisi atık su arıtımında önemli olan işletmede kullanılan kimyasalların kalitesidir; çünkü kullanılan kimyasallar suyun rengi, askıda katı maddesi, BOI ve KOI parametrelerini çok etkilemektedir. Yürürlüğe 2013 senesinde girmesi planlanan yeni yönetmelikle artık atık sular için zorunlu renk parametresi getirilerek akarsuların renkli deşarj edilmemesi için bakanlık bir çalışma içerisine girmiştir. Tekstilde hipoklorik asit kullanımının olması biyolojik yaşamı olumsuz etkilemektedir. Ve yeterince arıtılmayan atık sular doğal yaşamı ve toprağı da oldukça olumsuz etkileyebilmektedir.

Germirli ve ark. (1990) ve Grau (1991) yaptıkları çalışmalarda en çok su kullanan endüstriler arasında yer alan tekstil endüstrilerinin atık su miktarları ve bileşimleri yönünden çok değişken olduğunu ve karmaşık bir yapıya sahip olduklarını

belirtmişlerdir. McKay (1984) yapmış olduğu çalışmada tekstil endüstrisi atık sularını incelemiştir. yüksek konsantrasyonda boyar madde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve askıda katı madde (AKM) gibi maddeler içermektedirler. Tekstil atık suları hem içerdikleri yüksek KOİ, hem de renk verici maddeler yönünden ekosistemde büyük kirlilik oluşturmaktadırlar. Bazı tekstil atık sularında işletme türüne bağlı olarak çok yüksek değerlerde ve biyolojik olarak parçalanması zor organik kirlilikler bulunmaktadır. Tekstil atık sularında bulunan organik kirlilikler biyolojik olarak parçalanabildiği takdirde, kimyasal arıtmaya dayalı biyolojik arıtma uygulanarak deşarj kriterlerine ulaşmak mümkün olabilmektedir. Ancak renk sorunu klasik arıtma sistemleriyle giderilemediğinden ve mevcut yönetmelikte deşarj kriteri olmadığından devam etmektedir. 2013 senesinde yürürlüğe girecek olan ve 2010 senesinde resmi gazetede yayınlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik ile birlikte bu sorun çözülecek olup, renk parametresi de zorunlu deşarj kriterlerine dâhil edilecektir.

Abo ve ark. (1988) tarafından yapılmış olan çalışmada en fazla kirlilik yükünün tekstil sanayi atık suları ile birlikte toprağa taşındığı tespit edilmiştir. Tekstil atık sularının arıtımı için fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma metotları uygulanmış; ancak yaygın olarak kullanılan biyolojik arıtma proseslerinin çoğu, boya, KOİ ve bulanıklık gideriminde etkili olmalarına rağmen, renk gidermede etkisiz kalmışlardır. KOİ içeriği yüksek, biyolojik arıtılabilirliği güç olan tekstil atık suyunu % 99,5 oranında biyolojik olarak arıtmak ekonomik olarak olası gözükmemektedir. Bu sektörler her ne kadar ön arıtma ve fizikokimyasal arıtma uygulaması da maliyetli ve meşakkatli olduğu gerekçesiyle renk parametreleri üzerinde durulmamakta ve atık sular renkli olarak nehirlerle ve toprağa deşarj edilebilmektedir. Karaca (2004) yapmış olduğu çalışmada ülkemizde renkli olarak deşarj edilen tekstil atık suyunun renk parametresinin kısıtlanmasına yönelik bir durum olmadığı için toprağın büyük ölçüde kirleten endüstriyi tekstil endüstrisi olarak belirtmiştir.

2.4 Toprak kirliliği ile ilgili yasal mevzuat

AB Tematik Toprak Koruma Stratejisi ve Toprak Çerçeve Direktifi yaklaşımına uygun olarak "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Kirlenmiş sahalara dair yönetim sistemi, kirlenmeye maruz kalmış olan sahaların sistematik bir şekilde teşhis edilmesi, kayıt altına alınması ve izlenmesi, temizlenmesi için gerekenlerin belirlenmesi ve temizlemenin nasıl (yöntem ve kriter) yapılması gerektiği gibi hususlarının tanımlandığı bir süreçtir. Bu yeni yönetmelik bir önceki Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nden daha kapsamlı bir yönetmeliktir (Anonim 2001). Eski yönetmelikle karşılaştırıldığında daha fazla inceleme, denetim ve önlem alınmasını gerektirmektedir. Tüm kuruluşlar tarafından eski yönetmeliğe kıyasla yeni yönetmelik gerekleri için daha yüksek bütçeler ayrılacaktır (Anonim 2010).

Ülkemizde toprak kirliliğini önleme çalışmaları kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından detaylı bir yönetmelik resmi gazetede yayımlanmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 08.06.2010 tarihinde yayımlanmış olduğu "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" ile "Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi" kurulması, "Kirlenmiş Saha Değerlendirme ve İzleme Komisyonu" oluşturulması ve risk bazlı toprak temizliği yapılması öngörülmektedir.

Yönetmelikle, toprağın kirlenmesinin önlenmesi, kirlenmenin mevcut olduğu veya olması muhtemel sahaların ve sektörlerin tespit edilmesi, kayıt altına alınması, kirlenmiş toprakların ve sahaların temizlenmesi ve izlenmesi amaçlanmaktadır (Anonim 2010).

Yönetmeliğe göre, kirlenmiş ve kirlenme riski altında olan sahaları saptamak ve alınacak tedbirleri belirleyerek uygulanmasını sağlamak, valiliklerin sorumluluğu altında olacaktır. Kirlenme riskinin bulunduğu sahalarda ilgililer, kirlenmiş sahalarda ise kirlenmeler kirlenmeyi durduracak, kirlenme boyutunu tespit edecek, kirlenmenin etkilerini gidermek için gerekli çalışmaları yapacak ve harcamaları karşılayacaklardır.

Noktasal kaynaklı kirlenmiş saha; sanayi tesislerinde üretilen, hammadde olarak kullanılan çeşitli tehlikeli kimyasal maddelerin veya atıkların depolanmaları ve

nakledilmeleri sırasında meydana gelebilecek kazalar sonucunda oluşan döküntü ve sızıntılardan, kontrolsüz veya uygunsuz atık bertarafı ve benzeri diğer faaliyetlerden dolayı toprağın veya havanın kirlenmesi sonucu oluşan sahadır. Bu husus Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik'te belirtilmektedir (Anonim 2010).

Kirlenmiş Saha, bir çeşit faaliyet ve kaynak tarafından kirlenmiş belirli bir alansal veya hacimsel mekânı kapsamaktadır. Kirlenmiş Tesis ise, kirlenmiş sahadan farklı olarak, yasal olarak sınırları tanımlanmış, içinde birden fazla kirlenmiş alanı barındırabilen, bir tesisi ifade etmektedir.

Yönetmelikte tam olarak mevcut ve gelecekteki muhtemel toprak (arazi) kullanımı dikkate alındığında, insan ve çevre sağlığı bakımından önemli ölçüde risk oluşturan, insan faaliyetlerinden kaynaklanan tehlikeli maddelerin bulunduğu teyit edilmiş sahalarda kirlenmiş saha olarak tanımlanmaktadır. Kirlenmiş Saha bilgi sisteminin içeriğinde bazı yeni tanımlamalar yer almaktadır. Yeni çıkan yönetmelikte, toprak kirliliğinin kaynağında önlenmesinin esas olduğu belirtilmiş olup, her türlü atık ve artığın, toprağa zarar verecek şekilde, Çevre Kanunu ve ilgili mevzuatta belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde toprağa verilmesi, depolanması gibi faaliyetlerde bulunmanın yasak olduğu kaydedilmiştir. Kirlenmiş Sahalar Yönetim Sistemi ise kirlenmeye maruz kalmış olan sahaların sistematik bir şekilde teşhis edilmesi, kayıt altına alınması ve izlenmesi; temizlenmesi gerekenlerin belirlenmesi, ve temizlemenin nasıl (yöntem ve kriter) yapılması gerektiği gibi hususlarının tanımlandığı bir süreçtir. Kirlenmiş Sahalar Yönetim Sistemi (KSYS) üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bu üç ana bileşen Kirlenmiş Sahalar Teşhis ve Kayıt Sistemi (KSTKS), Kirlenmiş Sahalar Değerlendirme Sistemi (KSDS) ve Kirlenmiş Sahalar Temizleme Sistemi (KSTS)'dir (Anonim 2010).

Kirli toprağın temiz toprak ile karıştırılmayacağına vurgu yapılan yönetmelikte, "Tehlikeli maddelerin kullanıldığı, depolandığı, üretildiği faaliyetler ya da tesisler ile atıkların üretildiği, bertaraf veya geri kazanımının yapıldığı tesislerde, kaza ihtimali göz önüne alınarak, toprak kirlenmesine engel olacak tedbirler alınır" diye belirtilmektedir.

Yönetmelik içerisinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının, öngörülen gereklilikleri yerine getirmek üzere, noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalardan ilgili envanter bilgilerinin sistematik bir yapılanma ile muhafaza edilmesini, güncellenmesini, sürdürülebilirliğini ve gerektiğinde bu bilgilere hızlı bir şekilde erişimin sağlanmasını mümkün kılmak amacıyla geliştirilecek olan "Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi"ni (KSBS) kullanacağı belirtilmiştir (Anonim 2010).

2.4.1 Toprak kirliliği değerlendirme çalışmaları

Risk bazlı toprak temizliği yapılırken topraktaki kirleticiler mutlaka göz önüne alınacaktır. Herhangi bir potansiyel toprak kirletici faaliyetin var olduğu veya yürütüldüğü "potansiyel kirlenmiş saha" olarak adlandırılan saha ve tesisler, kaza sonucu ya da yapılan denetimler sırasında uygunsuzlukların belirlenmesi halinde çevre kirliliğinin var olduğu şüphesini taşıyan sahalardan oluşacak olan Şüpheli Saha listesine dâhil edilecektir. Herhangi bir nedenle toprak veya yer altı suyu kirliliğinin meydana geldiği sahipsiz sahalardan için de aynı prosedür uygulanacaktır.

Kirlilik kaynağı bilinmeyen ancak kirlenme belirtilerinin tespit edildiği kirlilik vakalarında, kirlilik belirtilerinin gözlemlendiği veya ortaya çıktığı noktalardan il müdürlüğü tarafından toprak, yüzey ve yeraltı suyu veya gaz numuneleri alınacaktır. Sonrasında ölçümler yapılacaktır. Kirlilik tespit edilmesi halinde Bakanlıkça belirlenen esaslar dâhilinde il müdürlüğü tarafından kaynak belirleme çalışmaları yaptırılacak, kirlenmeye sebep olan kirletici maddelerin ne olduğu, kirlilik kaynağının yeri veya kaynağın bulunduğu saha, faaliyet ve tesis sahibi tespit edilecektir.

Yapılacak denetimler sonucunda, şüpheli sahada kirletici maddeler veya atık tehlikesiz ise ilgili mevzuat hükümleri doğrultusunda gerekli tedbirler alınacaktır ve saha, "takip gerektirmeyen saha" olarak nitelendirilecektir. Kirletici maddeler veya atığın tehlikeli olması halinde ise puanlamalı değerlendirme gerçekleştirilecektir. Puanlamalı değerlendirme sonuçlarına göre şüpheli saha, il müdürlüğü tarafından "takip gerektirmeyen saha, ikinci aşama değerlendirme sürecine tabi saha, takip gerektiren saha, temizlenmesi gereken saha, kirlenmiş saha" olarak tanımlanacaktır. "Kirlenmiş

saha değerlendirme ve izleme komisyonu" aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır. Yönetmeliğe göre, birinci aşama değerlendirme sonucunda takip gerektiren saha olarak tanımlanan saha için ikinci aşama değerlendirme kapsamında "Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu" ve "Saha Durum ve Risk Değerlendirme Nihai Raporu" hazırlanacaktır. Bu çerçevede saha ve kirlilik karakterizasyonu çalışmalarına yönelik olarak sahada yapılacak her türlü örnekleme ve analiz alışmaları "Saha Örnekleme ve Analiz Planı" çerçevesinde yürütülecektir. Raporlar, yeterlilik koşullarına haiz uzman kurum veya kuruluşlarca hazırlanacaktır. Komisyon, il müdürlükleri başkanlığında il tarım müdürlüğü, il sağlık müdürlüğü, il sanayi ve ticaret müdürlüğü, devlet su işleri bölge müdürlüğü, il özel idaresi ile komisyonca gerekli görölmesi durumunda üniversite ve uygun görölcek diğer kurum ve kuruluşların temsilcilerinden oluşacaktır (Anonim 2010).

2.4.2 Toprak kirliliği temizleme çalışmaları

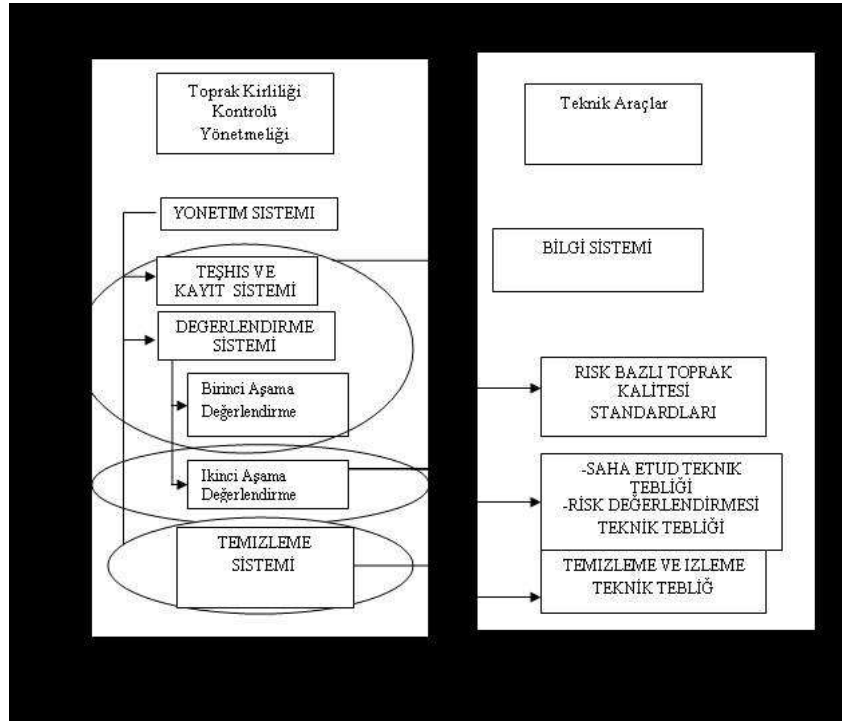
Temizleme sürecinde yerine getirilecek şartlar çok kapsamlı olarak tanımlanmıştır. Söz konusu komisyon tarafından incelenip değerlendirilme şartı bulunmaktadır. "Saha Durum ve Risk Değerlendirme Nihai Raporu" sonucunda "takip gerektirmeyen saha kararı" alınırsa saha "potansiyel saha listesi"ne dâhil edilecektir. Sahayla ilgili "temizleme gerektiren kirlenmiş saha kararı" alınması durumunda ise temizleme süreci başlayacaktır. Temizleme sürecinde de bir rapor hazırlanarak komisyona sunulması gerekmektedir. Komisyon, saha temizleme hedefi ve saha için seçilen temizleme yönteminin uygunluğu bakımından raporu onaylayacak ya da onay vermeyerek saha temizleme hedefi veya seçilen temizleme yönteminin değiştirilmesini talep edebilecektir. Temizleme Faaliyet Planlama ve Değerlendirme Raporu'nun onaylanması halinde temizleme sisteminin ikinci aşaması olan temizleme uygulama ve izleme aşamasına geçilecektir.

Sistemin çalışmaya başlamasıyla birlikte temizleme işlemi ve sistem etkinliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca belirlenen esaslara göre, sahada periyodik olarak yapılan hedef kirlenici saha konsantrasyonlarının ölçümleri ile izlenecektir. Komisyon

tarafından yapılan değerlendirme sonucunda temizleme faaliyetinin sonlandırılması ya da bir süre daha devam ettirilmesi istenebilecektir.

Temizleme faaliyetinin bitiminden sonra izleme faaliyetleri başlatılacaktır. Bu yönetmelik sayesinde toprak kirliliği etkenleri kontrol altına alınacaktır. Tarımsal üretimin miktar ve kalitesini arttırmak amacıyla ticari gübreler, pestisidler, toprak düzenleyiciler ve hormonların kullanılması katı ve sıvı atıkların deşarjı, atık çamur uygulamaları, kirli suların tarımsal sulamada kullanılması, atmosferik çökelmeler ve radyoaktif serpintiler gibi girişimler sonucu topraklar kirlenmektedir. Bunun sonucu toprakların verimli ve sorunsuz kullanılabilme yeteneklerinin limitleri daralmakta ve her geçen gün sorun artarak devam etmektedir. Diğer taraftan toprakların doğal yapıları içinde bulunan asbest vb serbest kirleticiler toprak kirliliğinin başka bir sorunu olmaktadır. Toprak kirliliğine sebep olan doğal ve insan aktivitelerine bağlı olarak topraklara karışan kirleticileri genel olarak; organik (pestisidler, hormonlar) ve inorganik (ağır metaller vb.) bileşikler ve radyoaktif atıklar şeklinde gruplandırılabilir.

Grau (2002) yapmış olduğu çalışmada toprak kirliliğinin çevre sağlığı açısından en önemli etkisinin topraktaki kirleticilerin bitki bünyesine geçerek bu bitkilerin ya doğrudan ya da yeraltı suyuna karışarak insan ve doğa bünyesine sızması olduğunu belirtmiştir. Bu yönetmeliğin amacı alıcı ortam olarak toprağın kirlenmesini önlemek, kirlenmenin mevcut olduğu veya olması muhtemel sahaları ve sektörleri tespit etmek, kirlenmiş toprakların ve sahaların temizlenmesi ve izlenmesi esaslarını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde belirlemektir. Yönetmeliğin temel amacı ise Türkiye için geliştirilen noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalar yönetim sistemi'nin geliştirilen yaklaşım, yöntem ve teknik araçlar kullanılarak sürdürülebilir bir şekilde işlerlik kazanmasını sağlamaktır. Şekil 2.1.'de yönetmeliğin işleyişini gösteren akış şeması verilmiştir (Anonim 2010).



Şekil 2.1. Yönetmelik uygulama akış şeması

2.5 Otomotiv Endüstrisi Kaynaklı Toprak Kirliliği Riskleri

Otomotiv endüstrisinden endüstri kaynaklı ve toprağa kirletici etkisi olabilecek çok sayıda atıklar çıkmaktadır. Otomotiv endüstrisinde hidrolik ve mineral yağların depolanması esnasında oluşabilecek sızıntı ve kaçakların bulunması toprak kirliliği riski oluşturmaktadır. Çatılarda daha öncesinde kullanılmış; ancak kullanımı yasaklandığı için sökülen asbest atıklar toprağa kirletici etkisi olan atıklardır. Bu malzemelerin depolanması esnasında meydana gelebilecek kontaminasyonlar sızıntı riski içermektedir. Araç üretimi esnasında ön ve arka cam temizliğinde kullanılan asidik ve bazik bileşiklerin depolanması ve uygulanması esnasında oluşabilecek sızıntı ve kaçakların bulunması da aynı şekilde toprak kirliliği riski oluşturmaktadır. Kullanılmış benzinli motor, dizel motor, şanzıman ve diferansiyel atıkların atık kaplarından sızması

toprak kirliliği yükünü arttırmaktadır. Bu ekipmanlarda bulunan benzin, mazot, dizel ve yağlar toprağa sızdığında önemli kirlilik yükü oluşturmaktadırlar.

Transmisyon, gres ve diğer özel taşıt yağları ile hidrolik sistem, türbin ve kompresör, kızak, açık-kapalı dişli, sirkülasyon, metal kesme ve işleme, metal çekme, ısı işlem, ısı transfer, izolasyon ve koruyucu, trafo, kalıp, buhar silindir, pnömatik sistem atıkları toprağa sızma şekliyle toprakla kontamine olduğunda oradan yer altı suyuna karışabilmektedir. Özellikle atık yağlar toprağa kolaylıkla sızabildiği için toprak kirliliği açısından risk teşkil etmektedir. Atık yağlar; deterjanlar, fosfat gibi kirleticilerin yanı sıra kullanıldığı yere bağlı olarak değişen miktarlarda kurşun, çinko, baryum, kadmiyum, civa, krom, arsenik ve vanadyum gibi ağır metaller içerebilmektedir. Toprağa dökülen atık yağlar yeraltı sularına karışabilmektedir. Yeni yönetmelikle, atık yağın bertarafından atık yağ üreticisi sorumlu tutulmaktadır. Bunun için öncelikle atık yağların analizini yetkili bir laboratuvarında yaptırmak gerekmektedir. Atık yağların geçici olarak depolanacağı tankların üzerinde gösterge ve aşırı dolmayı önleyecek tertibatın olması gerekmektedir. Bu tankların kırmızı renkli olması ve üzerlerinde atık yağ ibaresi ile atık yağın kategorisini gösteren bir yazı bulunması gerekmektedir. Atık yağ tankının en az 25 cm geçirimsiz ve betonarme zeminin üstünde bulunması ve dökülmelere karşı gerekli tedbirlerin alınmış olması gerekmektedir. Bu şartların sağlanıp sağlanmadığı saha üzerinde kontrol edilmektedir.

2.6 Bir otomotiv fabrikasında toprağa etkisi olabilecek üretim faaliyetleri

2.6.1 Karoseri - montaj üretim prosesi

Bir otomotiv fabrikasının karoseri - montaj üretim prosesinde toprağa etkisi olabilecek üretim faaliyetleri pres, kaporta, boya, montaj ve teslim proseslerini kapsamaktadır. Karoseri montaj prosesi üretim akışında sırasıyla ilk sac parçanın gelmesinden ürün olarak otomobil üretimine kadar bir akış mevcuttur. Bu akış ilk olarak sac levhaların fabrikaya ulaşmasıyla başlamaktadır. Pres bölümünde sac levhalar kapı, tavan, ön ve arka kaput olarak şekillendirilmektedir. Kapı, ön ve arka kaput ve tavan şekline sokulan sac parçalar kaporta bölümünde kaynak yoluyla birleştirilmektedir. Böylece otomobilin kasası ortaya çıkmaktadır. Sac kasanın doğal etkilerle (yağmur, çamur, toz, nem, vs.)

zarar görmesini, örneğin paslanmasını engellemek için boyahane bölümünde paslanmaya karşı koruyucu işlem, astar boyama, boya ve cila işlemleri yapılmaktadır. Montaj bölümünde boyanmış otomobil kasasının üzerine koltuk, direksiyon, lastikler, farlar, gösterge çizelgesi, elektrik tesisatı ve mekanik fabrikasında üretilen motor, vites kutusu gibi parçalar takılmaktadır. Teslim bölümünde motor, far ayarları, nihai boya rötuşları gibi teslimat öncesindeki operasyonlar gerçekleştirilmektedir. Araçlar üzerindeki tüm işlemler tamamlandıktan sonra üretilmiş olan otomobiller araçların Türkiye'deki satış ve dağıtımındaki sorumlusuna teslim edilmektedir.

A) Pres bölümü

Pres bölümü işletmede 17 253 m2 kapalı alanda yer almaktadır. Bu üniteye sac malzemelerin kesilmesi ve pres ile şekil verilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Pres bölümünün dış görünüşü Şekil 2.2.'de verilmiştir. Pres bölümünün iç görünüşü de Şekil 2.3.'de görselleştirilmiştir. Pres bölümü içerisinde proseslerin belirli bir düzeni ve işleyişi vardır.

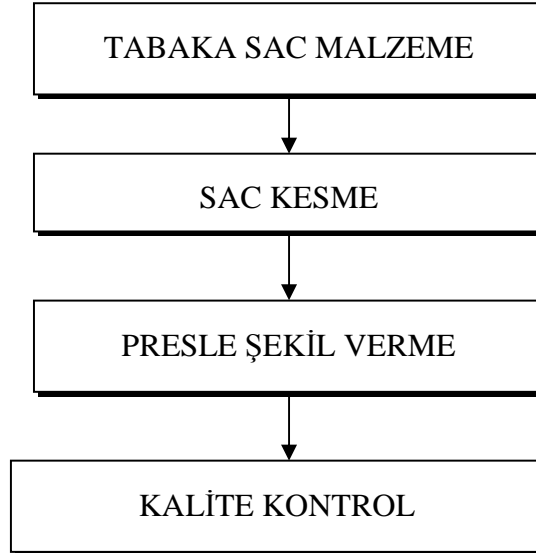


Şekil 2.2. Pres bölümü dış görünüşü



Şekil 2.3. Pres bölümü iç görünüşü

Pres bölümü proses işleyişini özetleyen akış şeması ise Şekil 2.4.'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Pres bölümü iş akım şeması

Pres bölümünde iş akım şemasında öncelikle hammadde girişi olmaktadır. Fabrikada ürün olan otomobilin hammaddesi tabaka sac malzemedir. Daha sonra sac kesme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlemin aka bininde sac kesme işlemi yapılmaktadır ve nihai olarakta pres kalıplarıyla şekil verme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Pres bölümü, otomobil üretim prosesinde ilk başlama noktasını oluşturmaktadır. Otomobilin kaportasını oluşturan parçalar pres hatlarının çalışmasıyla meydana gelmektedir. Yan sanayiden plaka olarak gelen düz levha sac, ilk preslerde şekil verme operasyonu ile ilk formunu almaktadır. Bunu izleyen ikinci preslerde ise ilk şekli verilen parçanın kenarlarında ve iç kısmında bulunan fazlalıklar kesilerek çıkarılmaktadır. Parçaya son şeklini verebilmek için gerekli son kesme ve delme işlemleri yapılmaktadır. Üçüncü preste parça üzerinde bulunması gereken delikler açılmakta ve parçanın kenarları kıvrılmaktadır. Pres Bölümünde 800 ile 2000 ton kapasiteli 1 adet büyük pres, 1 adet robotların çalıştığı pres hattı ve 3 adet 320 ile 800 ton kapasiteli pres hattı olmak üzere toplam 5 hat bulunmaktadır. Bunun yanı sıra dışarıdan gelen kalıpların işlendiği kalıp ve otomasyon atölyesi mevcuttur. Bu atölyede yapılan başlıca faaliyetler dört yüz adet kalıbın koruyucu bakımı ve onarımı, seri ya da proje etaplarında modiflerin uygulanması, projelere yedi adet tesviye ile katılım, özellikli parçaların gerçekleştirilmesi, bakımları ve yılda yaklaşık olarak üç adet ürün gamının yeni kalıplarının oluşturulmasıdır.

Plastik enjeksiyon ünitesinde fabrikaya getirilen granül plastikler, her biri 45 m³ olan 2 siloda depolanmaktadır. Silodan alınan malzeme etüv desikatörden geçirilerek nemi alınarak enjeksiyon kanalına verilmektedir. Ayrı bir bölümde kalıplar ısıtılarak prese yerleştirilir, enjeksiyon kanalından pres içerisindeki kalıba basılan plastik burada şekil aldıktan sonra robot yardımıyla konveyöre aktarılmaktadır. Konveyörler üzerinde çapakları temizlenip, civata, somun gibi parçaları takılarak son kontrolleri yapılmaktadır. Buradan da bu ürünler kaporta atölyesine gönderilmektedir.

B) Kaporta bölümü

Kaporta bölümünün içten ve dıştan görünüşü sırasıyla Şekil 2.5. ve Şekil 2.6.'da verilmiştir.



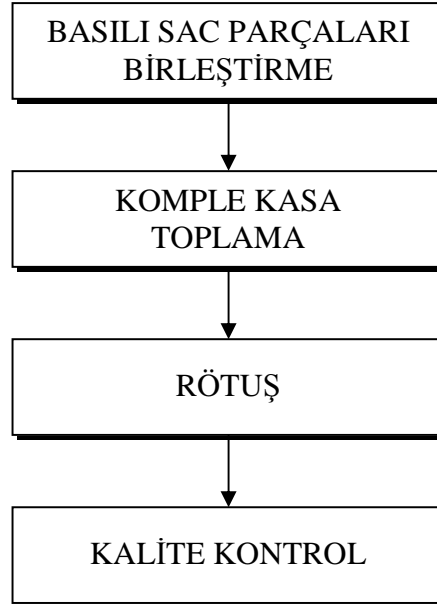
Şekil 2.5. Kaporta bölümü dış görünüşü



Şekil 2.6. Kaporta bölümü iç görünüşü

Kaporta bölümü işletmede 46 966 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu ünite de basılı sac parçaların birleştirilmesi, komple kasanın toplanması ve rötuş işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Kaporta bölümü iş akım şeması sırasıyla basılı sac parçaların birleştirilmesi, komple kasanın toplanması, rötuş yapılması ve yapılan işlemlerin kalite ve kontrolü şeklindedir. Preste basılmış kaporta parçaları, taşıma araçlarıyla (forklift) belirlenmiş bir sürece göre kaporta bölümüne gönderilmektedir. Pres kalıplarında basılıp şekillendirilmiş parçaların kaynak ile birleştirilmesine, yani otomobil şekline girmesine kaporta adı verilir. Kaportanın, aracın gövdesi olduğu söylenebilmektedir. Parçalar, tabandan başlayarak kaynak yoluyla birleştirilmektedir. Birleştirilmesi bitmiş araçlar, genel bir kontrolden sonra boyahaneye sevk edilmektedir. Kaporta prosesinin yüzde kırkı robot yüzde altmış ise elle müdahale edilen postalardan oluşmaktadır. Kaporta bölümü içerisinde prosesin işleyişi özetleyen akış şeması Şekil 2.7.'de verilmiştir.



Şekil 2.7. Kaporta bölümü iş akım şeması

C) Boya bölümü

Boya bölümü işletmede 26 472 metrekare kapalı alanda yer almaktadır. Bu üniteye yağ giderme ve fosfatlama, kataforez kaplama ve pişirme, tabana mastik tatbikatı, astar boyama ve pişirme, son kat boyama ve pişirme, vernik ve son olarak sir (P3) uygulama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Boya bölümünün içten ve dıştan görünüşü sırasıyla Şekil 2.8. ve Şekil 2.9.'da verilmiştir.

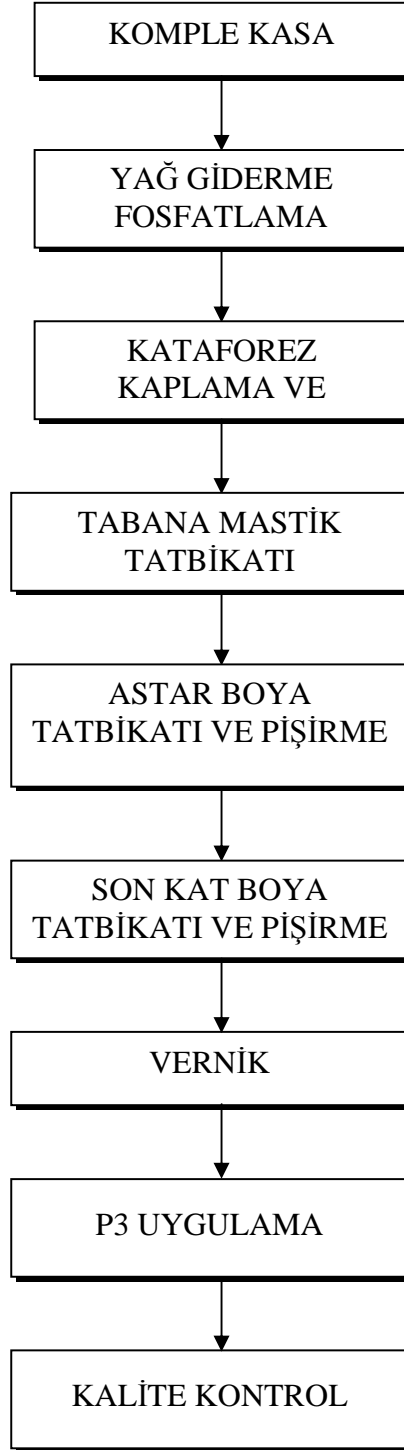


Şekil 2.8. Boya bölümü dış görünüşü



Şekil 2.9. Boya bölümü iç görünüşü

Boya bölümünün içerisindeki proseslerin işleyişini özetleyen akış şeması ise Şekil 2.10.'da verilmiştir.



Şekil 2.10. Boya bölümü iş akım şeması

Boya bölümü iş akışı ise sırasıyla komple kasa girişi, yağ giderme ve fosfatlama, kataforez kaplama ve pişirme, tabana mastik uygulanması, astar boya uygulanması ve pişirme, son kat boya uygulanması ve pişirme, vernik uygulanması, p3 (sir) kimyasalı uygulanması ve kalite kontrol olarak gerçekleşmektedir. Boya bölümünde uygulanan işlemlerin amacı, kasayı oluşturan sac parçaların paslanmasını önlemek, bu parçaların birleşim yerlerinde sızdırmazlığı sağlamak, titreşim ile oluşabilecek sesi engellemek ve kasaya rengini vermektir. Bunların gerçekleştirilmesi için temel olarak uygulanan işlemler sırayla; yüzey işlem tüneli (yağ alma ve fosfat kaplama), kataforez banyosu, mastikleme, astar boya, son kat boya ve vernik, finisyon işlemleridir.

Kasa, yüzey işlem tüneli ve kataforez tesisinden banyoların içine dalıp çıkarak ilerlerken her yüzeyine (iç ve dış yüzeyler) işlem yapılması fosfat ve kataforez kaplanması sağlanır. Daha sonra dış yüzeye astar, son kat ve vernik uygulamaları yapılır. Bu uygulamaların her birinden sonra 140 ve 180 derecedeki sıcaklıklardaki fırınlardan 35 ile 45 dakika arasındaki sürelerde geçerek kasaların üzerindeki boya ve mastik pişirilir. Son olarak finisyon bandında kasalar montaj bölümüne gönderilmek üzere hazırlanmaktadır.

Proseslerdeki genel işlemlerde en öncelikli olarak yüzey işlem ünitesi gelmektedir. Boyahane ünitesinden önce, sac kasa yüzeyindeki yağın alınması işlemi gerçekleştirilir. Ardından yüzeydeki pürüzlülüğün giderilerek yüzeyin boyaya hazır hale getirilmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Yüzey işlem ünitesinde 9 adet daldırma banyosu bulunmaktadır. Daha sonrasında kasalar yürüyen bantların yardımıyla birinci yağ alma püskürtme banyosuna gönderilmektedir. Kaporta ünitelerinden gelen araç kasaları üzerindeki yağın alınması için, kasaların üzerine yüzde bir oranında alkali deterjan karışımı püskürtülür. Böylelikle kasalar üzerinde bulunan yağ ve toz mekanik olarak temizlenir. Banyoda şebeke suyu kullanılmaktadır. Bu işlem sonrasında kasalar yürüyen bantlar yardımıyla ikinci yağ alma daldırma banyosuna gönderilmektedir. Burada araba gövdeleri su dolu banyoya daldırılarak yıkanmaktadır.

Üçüncü yağ alma daldırma banyosunda ise araba gövdeleri demineralize suda yıkanmaktadır. Bu bir daldırma banyosudur. Banyo çıkışında araç gövdeleri üzerine temiz su ile püskürtme yapılmaktadır. Bu işlemler bittiğinde araç gövdeleri temiz su dolu durulama daldırma banyosuna daldırılarak durulama yapılmaktadır. Bu etaptan sonra kasalar aktivasyon banyosuna daldırılmaktadır. Bu banyolar fosfatlamaya hazırlık banyoları olarak kullanılmaktadır. Fosfat kristallerine tutunma yüzeyi oluşturmak için, araba gövdeleri titan içerikli kristal tohumlama malzemesi ile yıkanmaktadır. Bu banyo bir daldırma banyosudur. Fosfat banyosu etabı bu etaptan sonra gelmektedir. Banyo içeriğinde çinko, nikel ve mangan elementleri bulunur. Bu banyo da daldırma banyosu işlevi görmektedir. Araba gövdeleri burada çinko fosfat kaplanmaktadır. Fosfatasyon işlemi sonrasında kasaların temizlenmesi için kasaların durulama banyolarına daldırılmaları gerekmektedir. Birinci fosfat durulama banyosunda demineralize su bulunmaktadır. İkinci fosfat durulama banyosu ise birinci banyoda olduğu gibi araç gövdelerinin durulanmasına yönelik demineralize su dolu bir daldırma banyosudur. Üçüncü banyo ise fosfat durulama püskürtme banyosudur. Aynı zamanda bu banyo yüzey işlemin son aşaması olan demineralize su püskürtme banyosudur. Bu operasyonlardan geçen araba gövdeleri sonraki aşama olarak kataforez tesisine gönderilmektedir.

Kataforez tesisinde 1 adet 300 tonluk katodik daldırma banyosu, 3 adet durulama banyosu ve püskürtücüler bulunmaktadır. Tesisin toplam uzunluğu fırın ve soğutucularla beraber 250 metredir. Araba gövdeleri yüzey işlem tünelinden kataforez tesisine geldiklerinde öncelikle UFR ultrafiltrat resikle (geri kazanım) ünitesine girmektedirler. Kataforez banyosunda 100 ton su bazlı reçine, 30 ton pasta (pigment) bulunmaktadır. Elektroliz yöntemiyle kaplama yapılmaktadır. Bu kaplama daldırma banyosunda yapılmaktadır. Birinci kataforez durulama daldırma banyosu bütülglikol ve demineralize sudan oluşmaktadır. Tekrar kullanım esasına göre tasarlanmıştır. Banyo hacmi 30 ton'dur. İkinci kataforez durulama daldırma banyosu bütülglikol ve demineralize sudan oluşmaktadır. Tekrar kullanım esasına göre dizayn edilmiştir. Banyo hacmi 90 ton'dur. Üçüncü kataforez durulama daldırma banyosu bütülglikol ve demineralize sudan oluşmaktadır. Tekrar kullanım esasına göre dizayn edilmiştir. Banyo hacmi 90 ton'dur.

Boyahanedeki su bazlı boya bölgesinde astar zımpara kabininden çıkan kasalar, su bazlı kabine gitmektedir. İlk aşamada deve kuşu tüyleri ile silme makinesinde kasalar silinmektedir. İkinci aşamada altı adet boyahane personeli tarafından kapı içleri ve kasası ile bagaj içleri boyanmaktadır. Üçüncü aşamada beş adet boya robotu ile dış yüzeye 1 kat baz boya uygulanmaktadır. Dördüncü aşamada ise beş adet boya robotu ile dış yüzeye son kat baz uygulaması yapılmaktadır. Su bazlı kabinden çıkan kasalar buradan 60°C sıcaklıktaki kurutucu fırına gitmektedirler. Daha sonrasında kuruyan kasalar vernik uygulaması yapılmak üzere vernik kabinine geçmektedirler.

Sir (P3) atölyesi olarak adlandırılan boya atölyesi vaks tesisi içerisinde aracın tüm iç ve alt kısımlarına vaks kimyasalı uygulanmaktadır. Boya işlemi biten kasalar vaks tesisine alınarak sırasıyla belirli işlemlerden geçirilmektedirler. Bu işlemler araba gövdesi maskeleme işlemi, araba gövde içi vaks uygulaması, araba gövde altı vaks uygulaması, fırınlama işlemi, soğutma işlemi, araba gövdesi maske sökme ve araba gövde altı tapa takmadır. Kasalar bu işlemlerden geçerek montaj atölyesine gönderilmek üzere stoğa alınmaktadır. Vaks uygulaması püskürtme yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Fırınlama işlemi araba gövdesinin her noktasından 2 dakika süresince 90°C olacak şekilde yapılmaktadır. Soğutma işlemi operatörlerin araba gövdesi üzerinde işlem yapabilecekleri 40 °C' ye her noktada ulaşılması için yapılmaktadır.

D) Montaj ve teslim bölümleri

Montaj bölümü işletmede 44 136 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu üniteye iç ve dış aksam, motor ve aksesuarların monte işlemleri gerçekleştirilmektedir. Teslim Atölyesi işletmede 7 717 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu üniteye araç, egzoz ayarları, boya rötuşları, klima gazlarının dolumu, sızdırmazlık testi işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Montaj bölümü dış ve iç görünüşü sırasıyla Şekil 2.11. ve Şekil 2.12.'de verilmiştir.



Şekil 2.11. Montaj bölümü dış görünüşü



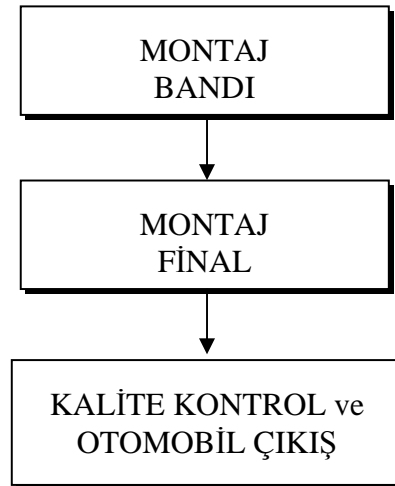
Şekil 2.12. Montaj bölümü iç görünüşü

Teslim atölyesi dış görünüşü Şekil 2.13.'te verilmiştir.



Şekil 2.13. Teslim atölyesi dış görünüşü

Montaj bölümü içerisinde proseslerin nasıl ilerlediğini açıklayan Montaj Bölümü İş Akım Şeması Şekil 2.14.'te verilmiştir.



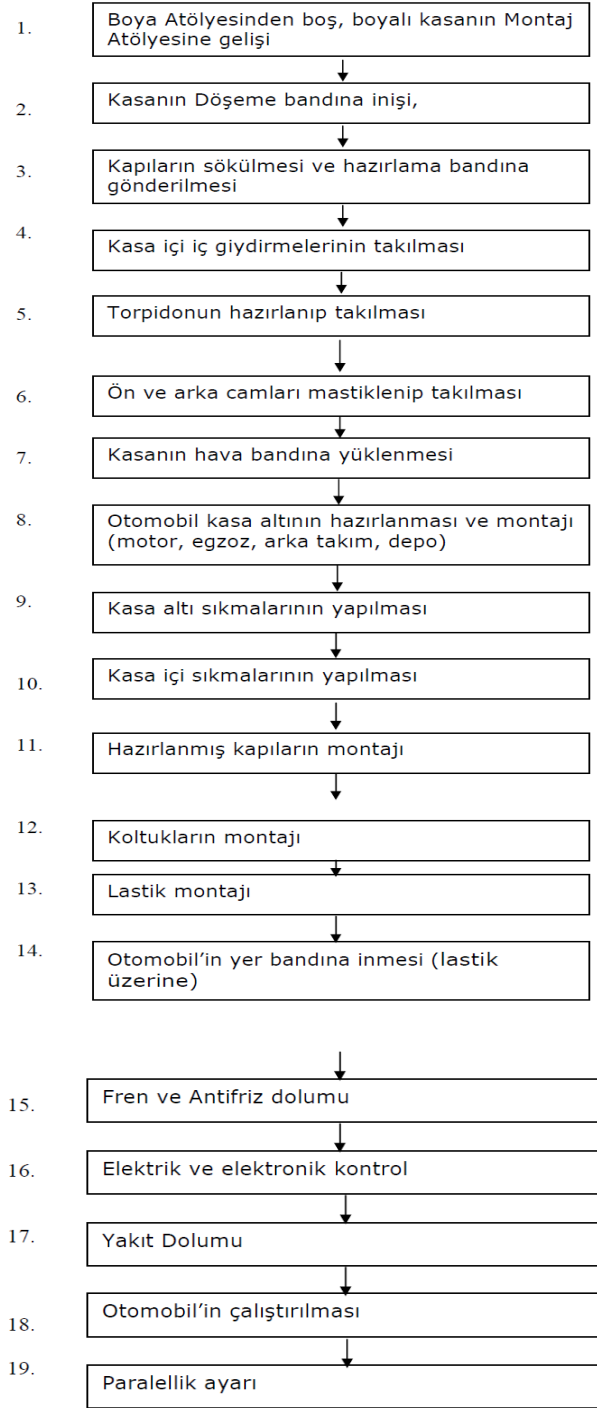
Şekil 2.14. Montaj bölümü iş akım şeması

Montaj bölümü iş akım şeması montaj bandı, montaj final ve kalite kontrol ve otomobil çıkış bölümlerinden oluşmaktadır. Boyama atölyesinden gelen araç gövdelerine otomobilde bulunan tüm iç ve dış aksam, motor ve aksesuarlar monte edilerek araçlar son kontroller ve ayarlar için teslim binasına gönderilmektedir. Montaj ünitesi tek bir banttandır.

Montaj bölümü, üretim prosesinde bulunan son etaptır. Burada, boyanmış otomobil kasasının üzerine koltuk, direksiyon, lastikler, farlar, aynalar, iç giydirmeler, gösterge çizelgesi, elektrik tesisatı, kapılar ve mekanik fabrikasında üretilen motor, vites kutusu gibi parçalar takılmaktadır. Montaj bölümünün nihai işlemleri ise teslim atölyesinde gerçekleştirilmektedir. Teslim atölyesinde motor, far ayarları ve boya rötuşları gibi araç üzerindeki tüm işlemler tamamlandıktan sonra otomobiller Türkiye'deki satış ve dağıtımından sorumlu olan satış temsilcisine teslim edilmektedirler. Montaj atölyesi saatte 50 adet otomobil üretim kapasitesine sahiptir. Montaj bandı içerisinde ise daha detaylı olarak üretim adımları bazında üretim akış şeması da Şekil 2.15.'te verilmiştir.

Montaj lastik hazırlama bölümü araba modeline göre lastik cins ve ebatlarının belirlenip, jantları takıldıktan sonra hava basılıp, balans ayarları yapılarak, araca monte edilmek üzere montaj atölyesine gönderildiği bölümdür. Lastiklerin araca montajı bu bölümde değil, montaj bölümünde yapılmaktadır.

Otomobillerin montajında kullanılan motor parçaları, ön fren diskleri, kayışlar, transmisyonlar, koltuk, taban halıları, torpido, direksiyon simidi gibi iç aksamlar, lastikler, jantlar, panjurlar, tamponlar, aydınlatma ve sinyal lambalarını gibi dış aksamlar ve genelde kullanılan yapışkanlı parçalar, fabrikanın anlaşmalı olduğu, gerek yurt dışında, gerekse yurt içindeki firmalardan tedarik edilerek monte edilmektedir.



Şekil 2.15. Montaj bandı üretim akış şeması

2.6.2 Mekanik üretim prosesi

A) Motor Bölümü

Motor bölümünün dış ve iç görünüşlerinin yer aldığı görseller sırasıyla Şekil 2.16. ve Şekil 2.17.'de verilmiştir.

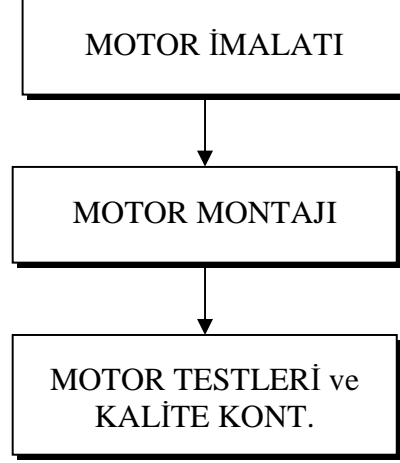


Şekil 2.16. Motor bölümü dış görünüşü



Şekil 2.17. Motor bölümü iç görünüşü

Motor bölümü işletmede 18 051 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu ünite motor imalat, montaj test ve kalite kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir. Motor bölümü içerisinde prosesin belirli bir akışı bulunup, bu akış sayesinde üretim belirli bir hız ve ivmede gerçekleştirilmektedir. Motor bölümü iş akım şeması Şekil 2.18.'de verilmiştir.



Şekil 2.18. Motor Bölümü İş Akım Şeması

Motor bölümü iş akım şeması ise sırasıyla motor üretimi, motor montajı ve motor testleri ve kalite kontrol aşamalarından oluşmaktadır. Motor bölümünde yer alan motor imalatı bölümünde toprak kirliliği açısından riskler bulunmaktadır. Ancak önemle belirtilmelidir ki motor bölümü hem zemin kaplamaları açısından hem de temizlik açısından diğer mekanik üretim tesislerinden çok daha temiz bir tesistir.. Motor imalatı bölümünün yer aldığı saha üzerinde motor montajının yapıldığı tezgâhlar yer almaktadır. Bu tezgâhlarda kullanılan kimyasal ürünler içerisinde yüksek miktarda loctite firmasına ait yapıştırıcılar ve kesme köpükleri depolanmaktadır. Bu depolama alanlarında mevcut ambalajların sızıntı riskleri bulunmaktadır.

B) Vites kutusu bölümü

Vites kutusu bölümündeki işlemler sırasıyla vites kutusu üretimi, vites kutusu montajı, vites kutusu testleri ve kalite kontrol işlemlerinden oluşmaktadır. Vites Kutusu bölümü

işletmede 9 672 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu ünite de vites kutusu imalat, montaj test ve kalite kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir. Vites kutusu bölümünün dıştan ve içten görünüşünü gösterir fotoğraflar sırasıyla Şekil 2.19. ve Şekil 2.20. olarak verilmiştir.

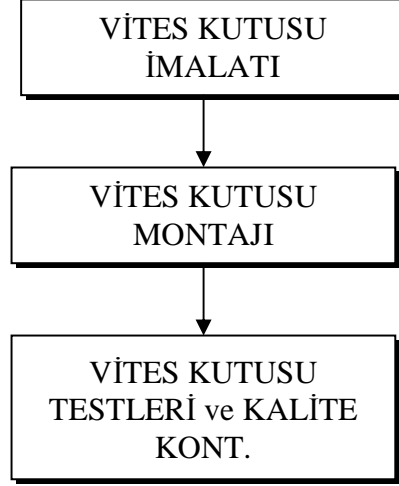


Şekil 2.19. Vites kutusu bölümü dış görünüşü



Şekil 2.20. Vites kutusu bölümü i görünüşü

Vites kutusu bölümü iş akış şeması da Şekil 2.21.'de verilmiştir.



Şekil 2.21. Vites kutusu bölümü iş akım şeması

Vites kutusu bölümü bünyesinde talaşlı imalat ve vites kutusu montaj olmak üzere 2 farklı aktivite gerçekleştirilmektedir. İmalat hatları tarafından üretilen vites kutusu parçaları montaj hattında birleştirilmektedir ve montaja hazır hale getirilmektedir. İmalat prosesi, torna, freze ve taşlama gibi talaşlı imalat aktivitelerinin yanı sıra lazer ve elektron kaynağı ile ısıl ve yüzey işlem özel proseslerini de kapsamaktadır. Bu prosesler kullanılarak vites kutusunu oluşturan dişli, mil, çatal milleri, diferansiyel karpuzu ve karter imalatları gerçekleştirilmektedir.

Özel proses kapsamındaki ısıl işlem atölyesinde mil ve dişli parçalarının tamamı karbonitrürasyon yöntemiyle sertleştirme işlemi görmektedirler. Bu sistemde 800 derecede ostenit fazına ulaştırılan parçalara belirli bir karbon potansiyeline sahip ortam altında karbon emdirilmektedir. Daha sonra 100-180 derece arasında değişen bir sıcaklığa sahip yağa daldırılarak ani soğuma ile sertleştirme (temperleme) işlemi sona erer. Vites kutusu bölümünde yer alan vites kutusu imalatı bölümünde toprak kirliliği açısından riskler bulunmaktadır. Bunun nedeni bu bölümün yer aldığı saha üzerinde

CNC tezgâhlarının ve kesme tezgâhlarının bulunmasıdır. Bu tezgâhlarda kullanılan kesme sıvıları ve yağlı ürünler hem ilgili alanda depolanmaktadır hem de bu depo alanlarında mevcut ambalajların sızıntı riskleri bulunmaktadır. Ayrıca tezgâhların bağlı bulunduğu makineler çok eski oldukları için altlarında bulunan ve tutma haznesi görevi gören tavalar belirli aralıklarla zemine kimyasal sızdırabilmektedirler. Bu tezgâhlarda toprağa kirlilik etkisi olabilecek olan kimyasallar Klüber Firmasına ve Total Firmasına ait olan yağlardır.

C) Şasi bölümü

Şasi bölümü işletmede 8 864 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu ünite de şasi imalat, montaj ve kalite kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir. Şasi bölümünde bölümün dış ve iç görünüşünü gösterir olan görseller sırasıyla Şekil 2.22. ve Şekil 2.23.'de verilmiştir.

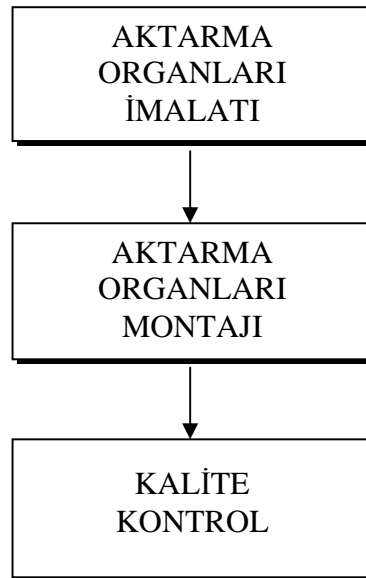


Şekil 2.22. Şasi bölümü dış görünüşü



Şekil 2.23. Şasi bölümü iç görünüşü

Şasi bölümünde proseslerin işleyişini gösteren akış şeması Şekil 2.24.'de verilmiştir.



Şekil 2.24. Şasi bölümü akış şeması

Şasi bölümünde yer alan aktarma organları imalatı bölümünde toprak kirliliği açısından riskler bulunmaktadır. Bunun nedeni bu bölümün yer aldığı saha üzerinde CNC tezgâhlarının ve kesme tezgâhlarının bulunmasıdır. Bu tezgâhlarda kullanılan kesme sıvıları ve yağlı ürünler hem ilgili alanda depolanmaktadır hem de bu depo alanlarında mevcut ambalajların sızıntı riskleri bulunmaktadır. Ayrıca tezgâhların bağlı bulunduğu makineler çok eski oldukları için altlarında bulunan ve tutma haznesi görevi gören tavalarda belirli aralıklarla zemine kimyasal sızdırabilmektedirler. Bu tezgâhlarda özellikle Castrol Firmasına ve Houghton Firmasına ait olan yağlar kullanılmaktadır.

2.7 Otomotiv Endüstrisi Kaynaklı Ve Toprağa Etkisi Olabilecek Atıklar

Otomotiv endüstrisi kaynaklı ve toprağa kirletici etkisi olabilecek atıklar çok çeşitlidir. Hidrolik ve mineral yağların atıklarının depolanması esnasında oluşabilecek sızıntı ve kaçaklar toprağa sızabilmektedir. Çatılarda daha öncesinde kullanılmış; ancak kullanımı yasaklandığı için sökülen asbest atıklarının depolanması esnasında meydana gelebilecek kontaminasyonlar da aynı derecede toprağı kirletebilmektedirler. Araç üretimi esnasında da ön ve arka cam temizliğinde kullanılan ve kullanıldıktan sonra atık haline gelen asidik ve bazik bileşikler de toprağa sızıntı yaparak kirliliğe neden olabilmektedir. Bu ürünlerin depolanması ve uygulanması esnasında oluşabilecek sızıntı ve kaçaklar da toprağı kirletebilmektedirler.

Kullanılmış benzinli motor, dizel motor, şanzıman ve diferansiyel, transmisyon, gres ve diğer özel taşıt yağları ile hidrolik sistem, türbin ve kompresör, kızak, açık-kapalı dişli, sirkülasyon, metal kesme ve işleme, metal çekme, tekstil, ısı işlem, ısı transfer, izolasyon ve koruyucu, trafo, kalıp, buhar silindir, pnömatik sistem atıkları toprağa sızma şeklinde kontamine olduğunda oradan yer altı suyuna karışabilmektedir ve besin zincirimize dahil olabilmektedir. Özellikle atık yağlar toprağa kolaylıkla sızabildiği için toprak kirliliği açısından risk teşkil etmektedir.

Atık yağlar; deterjanlar, fosfat gibi kirleticilerin yanı sıra kullanıldığı yere bağlı olarak değişen miktarlarda kurşun, çinko, baryum, kadmiyum, civa, krom, arsenik ve vanadyum gibi ağır metaller içerebilmektedir.

2.7.1 Atık sular

Tesisin atık su kaynakları, boyahane, mekanik yüzey işlem, makinelerde kullanılan yıkama ve kesme sıvıları, yağmur suyu kanalları ve yemekhane, duş ve tuvalet sularıdır. Bu atık suların tesis içerisinde kanallar ile izlediği yol ve tabii tutulduğu arıtma işlemleri ve arıtma tesisi ile ilgili şema aşağıdaki gibidir. Fabrika içinde arıtma tesisi bulunmaktadır. Arıtma işleminden çıkan sular kanal aracılığı ile Organize Sanayi Bölgesi atık su arıtma tesisine iletilmektedir. Arıtma tesisi, biyolojik arıtma safhasına geçmeden önce iki değişik zincir olarak organize edilmiştir. Arıtma tesisi içerisinde endüstriyel su homojenleştirme havuzundan ve sonra fizikokimyasal işlemden geçmektedir.

Arıtma tesisindeki evsel atık sular ve yağmur suları, biyolojik havuza gönderilmeden önce kum ve yağ tutucudan geçmektedir. Atık su arıtma tesisi iki ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki olan fizikokimyasal arıtma endüstriyel atık suyun biyolojik arıtma için hazırlandığı bölümdür. Bu bölümde metaller giderilmektedir. Atık suyun geçtiği işlemler homojenizasyon, nötralizasyon, koagülasyon, flokülasyon ve son çökeltim yani yoğunlaştırıcının bulunduğu işlemlerdir. Homojenleştirme havuzunda tesisin tüm endüstriyel atık suyu bu üniteye gelmektedir. Havuzda bulunan elektro karıştırıcı eriyiği homojenleştirmektedir. Havuz çıkışında elektromanyetik debimetre bulunmaktadır. Bu debimetre tanklarda kimyasal maddelerin ayarlanmasını sağlayan otomata sinyal göndermektedir. Nötralizasyon işleminde kullanılan kimyasal maddeler kireç (CaO) ve polimerdir. Kireç, pH değerinin 9 civarına kadar yükselmesini sağlamaktadır. Bu değer de sudaki metal oksitlerin çökebileceği aralıktır. Aynı zamanda nötrleştirme, biyolojik arıtma için de gereklidir. Polimer demir klorürün oluşturduğu flokları bir araya getirmekte ve daha kolay çökebilecek boyuta taşımaktadır. Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisi içerisinde atık su arıtımını yapan arıtma tesisi akış şeması Şekil 2.25.'te verilmiştir.

su, yağmur suları ve ilk çökeltimden gelen endüstriyel kaynaklı atık sulardır. Atık sudaki kirleticiler, burada bulunan bakteriler tarafından besin olarak kullanılarak biyolojik kütleye dönüşmektedir.

Biyolojik çamur, havalandırma kanalından durulaştırıcıya, gaz alma tertibatıyla gönderilmektedir. Durulaştırıcıda su ve çamur çökeltme yoluyla birbirinden ayrılmaktadır. Dipten toplanan çamur tekrar havalandırma kanalına gönderilmektedir. Ardından ise arıtılan ve üst fazda bulunan su kanala gönderilmektedir. Biyolojik bir sürecin geliştirilebilmesi için arıtılacak suların toksik ve inhibe edici maddeler içermemeleri ve en azından bu maddelerin mikroorganizmalara zarar vermeyecek kadar düşük konsantrasyonlarda olmaları gerekmektedir.

Biyolojik arıtmada üç temel parametre bulunmaktadır. Bunlardan ilki oksijenlendirmedir. Ortalama oksijen miktarı 2mg/l olmaktadır. İkincisi çamurların dolaşımıdır. Bu aşamada çöken çamurlar dibe pompalanmaktadır ardından biyolojik arıtma bölümüne doğru pompalanmaktadır. Burada amaç, havuzda yeterli biyolojik kütle konsantrasyonunu sağlamaktır. Üçüncü adım ise çamurların atılmasıdır. Aktif çamur fazlası havuzlardan atılmaktadır.

Atık su arıtma tesisinde bulunan kum ve yağ tutucu bölgesinde mevcut sızıntılar olmaması için havuzun periyodik olarak sızıntı kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Ayrıca fabrikanın mekanik üretim kısmından gelen atık suların ilk olarak toplandığı ultrafiltrasyon ünitesinde atık su kimyasal ve ağır metal içeriği fazla olduğundan bu havuzun da sızıntı riski bulunmaktadır. Fizikokimyasal arıtma tesisindeki pH dengelemek için gerekli olan kireç ve kullanılan sülfürik asit toprak kirliliği için risk teşkil etmektedir. Kireç kimyasalı her ne kadar toprağa diğer kimyasallar kadar zararlı etkisi bulunmasa da sızdığında bir safsızlık oluşturacaktır. En önemlisi de sülfürik asit tankının cidarlarının sağlam olması ve kesinlikle sızdırmazlığın garanti edilmesidir. Eğer sızdırmazlık kontrolleri yapılmazsa toprağa ciddi boyutta asit kaçağı olma ihtimali doğmaktadır ve bunun sonucunda da toprak kirliliği potansiyeli oluşmaktadır.

Atık su arıtma tesisine ilave olarak otomotiv endüstrisinde çıkabilecek mekanik üretim tesisinden gelen katı atıklar ise sanayi çöpi, karter silindir atıkları, pres atığı, pik talaş, çelik talaş, hurda demir, alüminyum talaş, alüminyum parça, pik parça, bakır parça ve bakır kablo atıklarıdır.

Geri dönüştürülebilen ve toprağa etkisi olmayacak olan ambalaj atıkları ise odunluk (ahşap palet) atıkları, hurda kağıt ve karton atıkları, hurda plastik ve hurda naylon atıkları ve A4 boyutunda olan kağıt atıklarıdır. Eysel ambalajlar yönetmelik gereği fabrika içerisinde ayrı olarak toplandığından geri dönüşüm atığı olarak adlandırılmaktadırlar. Mekanik üretim faaliyetlerinden gelen karter silindir atıkları, alüminyum talaş, alüminyum parça, pik parça, bakır parça ve bakır kablo atıkları mekanik bölümünde bulunan motor bölümünden çıkmakta ve atık sahasına gelmeden önce bu bölgede depolanmaktadır. Bu depolama esnasında depolanan sahanın sızdırmazlığı ile ilgili bir problem olduğunda ağır metallerin toprağa karışma riskleri bulunmaktadır.

Geri dönüştürülebilen atıklar ise tüm üretim ve idari sahalardan toplanmaktadırlar; ancak öncelikle bu sahalarda depolanmaktadırlar. Bu depolanan atıklardan yalnızca atık naylon ve hurda plastik eriyerek toprağa karışma riski bulunan atıklardır. O nedenle hem geçici depolandıkları sahada hem de bertaraf veya geri dönüşüm tesisine gönderilmeden önce depolandıkları sahanın sızdırmazlık açısından uygun olmaları gerekmektedir. Bu sahalarda sızdırmazlık kontrollerinin yapılmış olması gerekmektedir.

Çizelge 2.1.'de bir otomotiv üretim tesisinden çıkan atıklar ve kodları detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bir otomotiv üretim tesisinden çıkan atıklar ve kodları çizelgesi

MALZEME CİNSİ	ATIK KODU	TEHLİKELİ ATIKLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ KOD AÇIKLAMASI
Sanayi çöprü	20 03 01	Karışık belediye atıkları
Karter silindir	12 01 03	Demir dışı metal çapakları ve talaşları
Pres atığı	12 01 01	Demir metal çapakları ve talaşları
Pik talaş	12 01 01	Demir metal çapakları ve talaşları
Çelik talaş	12 01 01	Demir metal çapakları ve talaşları
Hurda demir	17 04 07	Karışık metaller
Alüminyum talaş	12 01 01	Demir metal çapakları ve talaşları
Alüminyum parça	12 01 03	Demir dışı metal çapakları ve talaşları
Pik parça	10 03 16	10 03 05 dışındaki köpükler
Bakır parça	12 01 03	Demir dışı metal çapakları ve talaşları
Bakır kablo	12 01 03	Demir dışı metal çapakları ve talaşları
Odonluk (Ahşap paletler)	15 01 03	Ahşap ambalaj
Hurda kağıt (Karton)	15 01 01	Kağıt ve karton ambalaj
Hurda plastik	16 01 19	Plastik
Hurda naylon	20 01 39	Plastikler
Atık kağıt	20 01 01	Kâğıt ve karton
Geri dönüşüm	15 01 06	Karışık ambalaj

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışmanın Yapıldığı Otomotiv Endüstrisi

Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisi 1985 yılında iki grubunun katılımı ile kurulmuştur. Şirket, binek araçlarının ve mekanik parçalarının üretimi ve ihracatını gerçekleştirmektedir. Bugün yıllık 260.000 otomobil üretim kapasitesi ile batı avrupa dışında en yüksek kapasiteye sahip fabrikası konumundadır. Üretim, Karoseri-Montaj ve Mekanik aktivitelerinin gerçekleştirildiği iki ayrı proseste gerçekleştirilmektedir. Karoseri-Montaj bölümünde pres, plastik enjeksiyon, kaporta, boya ve montaj atölyeleri mevcuttur. Mekanik fabrikasında ise motor, vites kutusu ve şasi (ön takım, arka takım, motor beşiği, dingil) imalatları gerçekleştirilir. Şekil 3.1.'de çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisi kuşbakışı olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Fabrikanın genel görünüşü

Boyahane bölümü içerisinde depolanan ve kullanılan kimyasal ürünler ve kimyasal içeren banyoların çok sayıda ve yüksek hacimde olmaları nedeniyle toprak kirliliği riski mevcut ve yüksek olan sahaları içermektedir. Şasi ve vites kutusu bölümleri de

içerdikleri kesme, yıkama, bileme ve frezeleme tezgâhlarıyla toprak kirliliği riski mevcut olan sahaları içermektedirler. Bu bölgelerde kesme sıvıları ve yağlar kullanılmakta olup, makine altlarında bulunan tutma haznelerinin hacimleri özellikle önem taşımaktadır.

3.2 Kirlilik Riski Taşıyan Sahaların Değerlendirme Kriterleri

Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinde kirlilik riski taşıyan sahaların değerlendirmesinde dikkate alınan tüm kriterler içerisinde öncelikli olan bazı kriterler mevcuttur. Öncelikle zeminin riske açık olma ve riske maruz kalma seviyesine bakılmaktadır. Ardından zeminin kaplama kalitesine bakılmaktadır. Kaplama kalitesi olarak zemin çıplak, beton, reçine veya metal korumalı zemin olabilmektedir. Başka bir kriter de temizleme ve kaçak saptanması kolaylığı bakımından toprağın erişilebilirliği durumudur. Bu ilgili tesisin bulunduğu alanın erişilebilir; veya erişilemez olması ile yakından ilgilidir.

Kirlilik riski taşıyan sahaları değerlendirmek amacıyla standart bir çizelge araç olarak kullanılmıştır. Kirlilik riski taşıyan sahaların değerlendirme kriterlerini gösteren çizelge örneğini oluştururken kirlilik değerlendirilmesi yapılan ilgili sahalarda hangi tesisin bulunduğu, bu tesisin fabrikanın hangi bölümünün hangi kısmına ait olduğunun bildirileceği alanlar oluşturulmuştur.

Tesisin detayı, tesisin tipi ve toprak kirliliği faktörünü yaratan tesis konumu çizelge içerisinde belirtilmiştir. Tesisin gömülü bir tesis mi yoksa havai bir tesis mi olduğu da kotasyon çizelgesi için çok önemli bir kriterdir. Bunun nedeni ise gömülü tesislerde toprağa ağır metal ve kimyasal kaçaklarının tespit edilmesinin zor olması; ancak havai tesislerde oluşabilecek olan kaçakların ve sızıntıların gömülü tesislere nazaran çok daha kolay tespit edilebilmesidir. Dolayısıyla gömülü tesisler havai tesislere göre daha dezavantajlı olmakta ve risk seviyesi daha yüksek olmaktadır.

Tesiste hangi kimyasalın kullanıldığı da yine toprağa sızması muhtemel kirliliğin etki değerlendirilmesi için çok önemlidir. Çift örtü yani çift membran olup olmadığı da yine

tesisin toprak ve yer altı suyuyla arasına yüksek derecede koruyuculuk ve izolasyon sağlayan önemli bir avantajdır. Metal koruma olması tesisin toprak ve yer altı suyuyla arasına yüksek derecede koruyuculuk ve izolasyon sağlayan bir husustur. Bu iki unsurun bulunması da çizelgede yapılan kotasyonlarda ciddi avantaj sağlamakta ve risk seviyesi bu unsurlar olmayan sahalara göre daha düşük çıkmaktadır. Tutma haznesi bulunması tesislerde depolanan sıvı kimyasallar için çok büyük bir avantajdır. Herhangi bir arıza, taşma, sızıntı veya ambalajda patlama, delinme olması durumunda kimyasalın doğrudan sızmasını engelleyerek kimyasalın toprağa karışma riskini ortadan kaldırmaktadır.

Tutma hazneleri için önemli olan uygun hacimde olmaları, bu tutma haznelerinin daima içlerinin boş ve temiz olmasının sağlanmasıdır. Eğer tutma haznesi uygun hacimde değilse istenilen amaca hizmet etmeyeceğinden taşmalar olmakta veya içleri dolu ise de yine aynı sonuçla karşılaşılmaktadır. Bunun sonucunda da çizelgede risk seviyesi uygun hacimdeki haznenin uygun şartlarda bulundurulmadığından dolayı uygun durumda olana göre daha yüksek çıkmaktadır.

Sıvı kimyasal stoklanan alanlarda bulunan ızgaralı ve diğer kanallara karışmayan kör kanallar için de aynı durum geçerlidir. Bu kanalların da uygun hacimde olması ve aynı zamanda da içlerinin temiz ve boş olması gerekmektedir. Bu şartlar sağlanmadığında yine risk seviyesi otomatik olarak yükselmektedir. Aka binde çizelgede bu sayılmış olunan kriterlere göre değerlendirilen kotasyon sonucu tespit edilen risk seviyesi hanesi bulunmaktadır.

Toprak kirliliği riski değerlendirme çalışmasında ele alınan parametreler toplu olarak çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Toprak kirliliği riski değerlendirme çalışmasında ele alınan parametreler çizelgesi

ÇALIŞMADA ELE ALINAN RİSK UNSURLARI	AÇIKLAMA
HAVAI / GÖMÜLÜ TESİS	TESİSİN YER ALTINDA VEYA YER ÜSTÜNDE OLAN KONUMUNUN BELİRTİLMESİ
İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	SIZDIRMAZLIK ÖNLEMİ OLARAK TESİSİN ÇİFT CİDARLA ÇEVİRİLİ OLDUĞUNUN VEYA OLMADIĞININ BELİRTİLMESİ
ERİŞİLEBİLİRLİK	TESİSE YER ÜSTÜNDEN ULAŞILABİLİRLİĞİN MÜMKÜN OLUP OLMADIĞININ BELİRTİLMESİ
TOPRAĞIN DURUMU	BETON, EPOKSİ GİBİ KAPLAMA YÜZEYİNİN OLUP OLMADIĞININ BELİRTİLMESİ
SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ / KAÇAKLAR	SIZDIRMAZLIK KONTROL KAYITLARININ VE KAÇAK MEVCUDİYETİNİN BELİRTİLMESİ
KİMYASAL	KULLANILAN KİMYASALIN BELİRTİLMESİ
ÇİFT ÖRTÜ	ÇİFT ÖRTÜNÜN MEVCUDİYETİNİN BELİRTİLMESİ
METAL KORUMA	METAL KORUMANIN MEVCUDİYETİNİN BELİRTİLMESİ
TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL MEVCUDİYETİNİN BELİRTİLMESİ

3.3. Toprak Kirliliği Riski Değerlendirme Çizelgesi Sınıflandırma Şartları

Kirlilik riski taşıyan sahalarda tüm kriterler göz önüne alınarak potansiyel kirlilik taşıyabilecek olan sahalarda tespit edilmiştir. Bunun haricinde değerlendirme yapılan tüm sahalardaki belirli makinelerde mevcut olan kirlileme potansiyelleri tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler K0, K1, K2 ve K3 şeklinde yapılmıştır. K0 değeri; tesisin kurulumu (proje) esnasında tüm önlemler alınmış olup, tesiste herhangi bir iyileştirmeye gerek bulunmadığını göstermektedir. Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde

bulunan 9 parametreden hepsi uygunsuzsa değerlendirme sonucu K0 ile gösterilir. K0 ile sınıflandırılan sahalara için herhangi bir önleme gerek yoktur. Bu sahalarda toprak kirliliği riski mevcut değildir.

K1 değeri; tesisin kurulumu esnasında gerekli önlemlerin alınmış olduğunu göstermektedir. Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden 1 tanesi uygunsuzsa değerlendirme sonucu K1 ile gösterilir. Kirlilik riski ihmal edilebilir seviyededir. Tesiste bir kaçak olma ihtimali bulunmamaktadır; ancak tesisin eskিয়েceği göze alınarak 3 ayda bir periyodik olarak tesiste yeniden kontroller ve kotasyonlarda güncellemeler yapılması gerekmektedir. K2 değeri; tesisin kurulumunda alınan önlemlerin eksik kalmış olduğunu göstermektedir. Ancak sızdırmazlık için gerekli temel önlemler alınmış olduğu için 10 sene içerisinde tesiste sızıntı ihtimali bulunmamaktadır.

Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden 2 tanesi uygunsuzsa değerlendirme sonucu K2 ile gösterilir; ayrıca tesisin K1'le değerlendirilen tesislere göre daha sık denetlenmesi gerekmektedir. K3 değeri ise tesisin kurulumu esnasında gerekli önlemlerin alınmadığını göstermektedir. Toprağa sızıntı riski diğer sınıftaki sahalara göre daha yüksektir. Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden 3 tanesi veya daha fazlası uygunsuzsa değerlendirme sonucu K3 ile gösterilir. Toprağa önemli derecede sızıntı riski vardır. Bu sahalarda bulunan tesislere üst yönetimden gerekli izin ve onay alınarak yatırım yapılması ve sızdırmazlıkların gclendirilmesi gerekmektedir.

Toprak kirliliği risk seviyeleri detaylı olarak açıklamalarıyla birlikte izelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Toprak kirliliği risk seviyeleri çizelgesi

TOPRAK KİRLİLİĞİ RİSK SEVİYESİ	AÇIKLAMA
K0	Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden hepsi uygunsa değerlendirme sonucu K0 ile gösterilir. Toprak kirliliği riski mevcut değildir.
K1	Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden 1 tanesi uygunsuzsa değerlendirme sonucu K1 ile gösterilir. Kirlilik riski ihmal edilebilir seviyededir.
K2	Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden 2 tanesi uygunsuzsa değerlendirme sonucu K2 ile gösterilir. İleriki dönemlerde toprağa sızıntılar oluşabilir.
K3	Toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesinde bulunan 9 parametreden 3 tanesi veya daha fazlası uygunsuzsa değerlendirme sonucu K3 ile gösterilir. Toprak kirliliği, sızıntı riski yüksektir.

3.4 İlgili Sahalarda Yapılan Toprak Analizleri

İlgili sahalarda yapılan kotasyon değerlendirilmeleri ve oluşturulmuş olan çizelgelerde riskli veya potansiyel riskli olarak bulunan sahalardan toprak numuneleri alınmıştır. Alınan toprak numuneleri numune alma sertifikası olan bir laboratuvar çalışanının eşliğinde Gebze'de bulunan TUBİTAK MAM laboratuvarına gönderilmiştir. Ağır metal analizlerinin sonuçları ilgili laboratuvardan alınmıştır. Bu sahalardan numuneleri alınan toprakların analiz sonuçları Fransa Toprak Kirliliği Direktifi'nde belirtilen parametrelerin değerleriyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma ilgili parametrelerin yasal üst seviyeleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Gebze'de bulunan akredite laboratuvarın hangi parametrelere göre analiz yapacağı ise ilgili yönetmelikte yer alan otomotiv üreticisinin girdiği sınıfa göre belirlenmiştir. Bu sınıfa giren ve bakılması gereken parametreler krom+6 (mg/kg), toplam krom (mg/kg),

nikel (mg/kg), mangan (mg/kg), kurşun (mg/kg), kalay (mg/kg), kadmiyum (mg/kg), çinko (mg/kg), baryum (mg/kg), btex analizi, yağ ve gres (mg/kg), adsorblanabilen halojenli organik bileşikler (AOX) (mg/kg) ve TPH (mg/kg)'dır. Bu analizlerden krom+6 (mg/kg) SM-3500-Cr B yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. İlgili laboratuvarında kolorimetrik analiz yöntemi kullanılarak numunelerin toplam krom içeriğine bakılmıştır. EPA 6020 A (ICP-MS) analiz yöntemi kullanılarak, nikel (mg/kg), mangan (mg/kg), kurşun (mg/kg), kalay (mg/kg), kadmiyum (mg/kg), çinko (mg/kg) ve baryum (mg/kg) içerikleri tespiti yapılmıştır. Numunelerdeki Btex içeriği EPA 8015 C analiz yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Yağ ve gres (mg/kg) içeriği ise SM-5520 D Sokslet ekstraksiyonu analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca adsorblanabilen halojenli organik bileşiklerin (AOX) (mg/kg) içeriği DIN 38409/14 normuna uygun olan adsorpsiyon piroliz titrasyon analiz yöntemi kullanılarak tayin edilmiştir. Ve TPH içeriği (mg/kg) ise BS EN 14039:2004 analiz yöntemi kullanılarak tayin edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kirlilik Riski Taşıyan Sahaların Gözlemlenmesi

4.1.1 Boyahane bölümü

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında üretilen sac kasaların boyandığı bölüm Boyahane Bölümü olarak adlandırılmaktadır. Bu sahada yapılan toprak kirliliği risk parametrelerine ilişkin değerlendirme Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Boyahane bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HA VAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Boyahane depolama bölgesi/ 100 m ³ lük FOD(motorin) çukuru/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton yüzey yok	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Motorin kimyasalı	mevcut değil	mevcut değil	mevcut	K3
Boyahane 2 FOD(motorin) çukurunun arasındaki kanalizasyon/ 7 adet	havai tesis	mevcut	mümkün değil	boyalı beton yüzey yok	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Motorin kimyasalı	mevcut değil	mevcut değil	mevcut	K3
Boyahane kanal / 2 FOD(motorin) çukuru arası kanalizasyon/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton yüzey yok	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Motorin kimyasalı	mevcut değil	mevcut değil	mevcut	K3
Galeri 1 boyahane bodrumda bulunan banyo suyu çukurları/ 3 adet	gömülü tesis	mevcut değil	mümkün değil	boyalı beton yüzey yok	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Temizlik kimyasalı (Superfoam)	mevcut değil	mevcut değil	mevcut	K3
Galeri 1 boyahane bodrum/ Hidrolik Aygıt/ Hidrolik Gruplar/ 10 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton yüzey yok	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Hidrolik yağ	mevcut	mevcut	mevcut	K3

Çizelge 4.1. Boyahane bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Galeri 1 Boyahane bodrum/ Boyahane Bodrum zemini/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Boyahane denatürasyon/ 5 m ³ 'lük saf NaOH çukuru/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Saf sodyum hidroksit	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Boyahane ısıtım işlem/ Kimyasal içeren tonluk yağ tankı/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Mineral yağ	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Boyahane ısıtım işlem/ Yıkama makinesi aygıtı/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Yıkama makinesi yağı	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Boyahane ısıtım işlem/ Boyahane 2 nolu Fırın/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut	mevcut	mevcut	K0
Kataforez Kanalı/ Kanal/ Fosfat banyosu çukurlar/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Kataforez kimyasalları	mevcut	mevcut	mevcut	K2

Çizelge 4.1. Boyahane bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Boyahane fosfatasyon Hattı/ Fosfatasyon kanalı/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Fosfatlama kimyasalları	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Boyahane fosfat banyosu tutma haznesi olarak kullanılan çukurlar/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	reçine mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Fosfatlama kimyasalları	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Boyahane fosfat banyosu tutma haznesi olarak kullanılan çukurlar/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	reçine mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Fosfatlama kimyasalları	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Boyahane yıkama makinesi/ Yıkama ve banyolar bölgesi/ 2 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	reçine mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Yıkama sıvıları	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Boyahane hidrolik yağ tankı/ Hidrolik yağların toplandığı 4 m ³ tank/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Hidrolik yağ	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi boyahane bölümünde yer alan Boyahane depolama bölgesinde bulunan 100 m³lük FOD(motorin) çukuru, Boyahane kanalizasyon kanalında bulunan iki adet FOD(motorin) çukurunun arasındaki kanalizasyon bölgeleri, Galeri 1 boyahane bodrumunda bulunan banyo suyu çukurları ve Galeri 1 boyahane bodrumunda bulunan Hidrolik Gruplar bölgelerinde yer alan tesisler yapılan değerlendirme sonucu toprak kirliliği açısından riskli olarak tespit edilmişlerdir. Bu sahalar için K3 sınıflandırması yapılmıştır. Boyahane bölümünde bulunan 100 m³lük FOD (motorin) çukuru, çift cidar olmasına rağmen beton yüzeyi boyalı değildir, sızdırmazlık kontrol kayıtları bulunmamaktadır; ayrıca çift örtü ve metal koruma bulunmamaktadır. Kimyasal madde mevcudiyeti de söz konusu olduğu için sahanın toprak kirliliği risk seviyesi K3 olarak belirlenmiştir. Boyahane bölümünde yer alan iki FOD (motorin) çukurunun arasındaki kanalizasyonda da çift cidar mevcuttur. Ancak yapılan inceleme sonucunda tesisin beton yüzeyi boyalı olmadığı ve altı ayda bir sızdırmazlık kontrolleri yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu tesis erişilebilir bir tesis değildir. Ayrıca tesiste çift örtü ve metal koruma bulunmadığı tespit edilmiştir. Tesis için kimyasal mevcudiyeti de söz konusudur. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 6'sı sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Boyahane bölümünde bulunan iki FOD (motorin) çukurunun arasında yer alan diğer bir kanalizasyonda ise çift cidar mevcut değildir. Bu kanalizasyon bölgesinde beton yüzey boyalı değildir. Bölge için altı ayda bir sızdırmazlık kontrolleri yapılmamıştır. Bu tesis erişilebilir bir tesis değildir. Bu bölgede çift örtü ve metal koruma bulunmamaktadır. Başka bir dezavantaj olarak bu bölgede motorin kimyasalı depolanmaktadır. Bu kimyasal Malzeme Güvenlik Bilgi Formu'ndan yola çıkıldığında tehlike işareti olarak zararlı ve çevre için tehlikeli işaretlerini taşımaktadır. Bu kimyasalın insan ve çevre üzerindeki etkisi büyüktür. Aynı zamanda ürün 3.sınıf kanserojen özellik taşımaktadır ve risk cümleleri olarak ta R40, R65/R66, R51/53 cümlelerine ait olan özellikleri ihtiva etmektedir. Kimyasal mevcudiyetinin olması sebebiyle ve değerlendirilen 9 risk parametresinden 6'sı sağlanmadığı için bu saha K3 olarak sınıflandırılmıştır. Galeri 1 Boyahane bodrumundaki çukurlarda kimyasal geri kazanım prosesleri olsa da, çukurlara giden sular kimyasal içerik bakımından oldukça zengindir. O nedenle çukurlar

içerisinde derişik konsantrasyonda kimyasallar bulunmaktadır. Risk değerlendirme parametrelerinin büyük çoğunluğunu sağlamadığı için ve kirlilik riski yüksek olduğu için bu sahanın da K3 seviyesinde kirlilik riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Galeri 1 boyahane bodrumunda yer alan Hidrolik Gruplar bölgesinde boyalı beton yüzey bulunmadığı için, tesisin üzerinde kimyasal olarak Hidrolik yağ bulunduğu için ve tesise erişme yönünden sıkıntılar bulunduğu için bu sahanın da K3 seviyesinde kirlilik riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Tesis gömülü bir tesistir. K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan denatürasyon ünitesi, fosfatasyon hattı ve ısıl işlem hattı gibi diğer bölgelerin bu şekilde değerlendirilmelerin sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlıklarının kayıtlarla garanti altına alınmış olmalarıdır. Fosfatasyon hattında fosfatlama kimyasalı olarak Gardoclean R 1554 ürünü kullanılmaktadır. Bu ürün yapısında amin tuzları ve yüzey aktif maddeleri ihtiva etmektedir; ancak Malzeme Güvenlik Bilgi Formunda herhangi bir tehlike işareti ve risk cümlesi olmadığından ürün diğer kimyasallara nazaran daha az kirleticidir. Yine kataforez kimyasalı olan Cathoguard 500 6211 Liant ürününün Malzeme Güvenlik Bilgi Formunda herhangi bir tehlike işareti veya risk cümlesi taşımadığından diğer kimyasallarla karşılaştırıldığında daha az kirleticidir. Bu garanti durumu saha denetimi esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Ayrıca bölgeden alınan toprak numunelerinde herhangi bir renk farklılığı ve kirlilik tespit edilmemiştir. Bunun haricinde saha kaplaması için çift cidar mevcuttur ve yüzey kaplaması boyalı beton yüzeydir. Bu hususlar zeminin sızdırmazlığını garantiye almak için avantaj sağlamaktadır. Betonun boyası her revizyon dönemi güncellenmektedir. K0, K1 ve K2 kriterleri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği düşünölmektedir. Boyahane bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 16 sahadan K3 ile sınıflandırılan ve toprak kirliliği riskinin yüksek olduğu 5 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda öncelikli müdahale ve iyileştirme çalışmaları önerilecektir.

4.1.2 Montaj bölümü

Montaj bölümünde bulunan sahalarda yapılan toprak kirliliği risk parametrelerine ilişkin değerlendirme Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Montaj / teslim bölümleri toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HAVAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Montaj Bölümü/ Benzin Dolum Bölgesi/4 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton/epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Benzin	mevcut değil	mevcut değil	mevcut değil	K3
Montaj Bölümü/ SCG Lastik hazırlama makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton/epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	-	mevcut değil	mevcut değil	mevcut değil	K3
Montaj Bölümü/ Fren antifriz makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton/epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Fren antifrizi	mevcut değil	mevcut değil	mevcut değil	K3
Montaj Bölümü/ Beş eksenli mastik makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton/epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Mastik kimyasalları	mevcut değil	mevcut değil	mevcut değil	K3

Çizelge 4.2. Montaj / teslim bölümleri toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Montaj Bölümü/ Yeni beş eksenli mastik makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	boyalı beton/ epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Mastik kimyasalları	mevcut değil	mevcut	mevcut değil	K3
Montaj bölümü/ Pedaliye Mastik Makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	boyalı beton ayrıca epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Mastik kimyasalları	mevcut değil	mevcut değil	mevcut değil	K3
Montaj bölümü/ Cam Mastik Robotu/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	boyalı beton mevcut değildir	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Cam robotu mastiği (DOW)	mevcut değil	mevcut	mevcut değil	K3
Montaj bölümü/ Koltuk hazırlama asansörü/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	boyalı beton mevcut değildir; sadece beton yüzey vardır.	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Kimyasal mevcut değil	mevcut değil	mevcut	mevcut değil	K3

Çizelge 4.2. Montaj / teslim bölümleri toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Montaj bölümü/ Yedek antifriz makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün değil	boyalı beton yok, beton yüzey vardır	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Antifriz kimyasalı	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Teslim bölümü/ P5 parafin atma/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün değil	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları/ özel filtreleme sistemi mevcut	P5 Parafin	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Teslim bölümü/ P2 kasa altı ziftleme makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün değil	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	P2 kasa altı zift ürünü	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Teslim bölümü/ Deneme pisti kabini/ 2 adet	gömülü tesis	mevcut değil	mümkün değil	basit beton var; ama kimyasal sızması mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Temizlik kimyasalları, aracın üzerinden akan P2, P5 wax	mevcut	mevcut	mevcut	K3

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında üretilen sac kasaların iç ve dış aksamalarının monte edildiği bölüme Montaj bölümü adı verilmektedir. Montaj bölümünde toprak kirliliği açısından riskli olarak tespit edilmiş ve bu sahalar için K3 sınıflandırması yapılmış olan sahalar; benzin dolum bölgesi, SCG lastik hazırlama makinesi, fren antifriz makinesi, eski beş eksenli mastik makinesi, yeni beş eksenli mastik makinesi, pedaliye mastik makinesi, cam mastik robotu, koltuk hazırlama asansörü tesisleridir. Montaj bölümünün Teslim atölyesinde bulunan deneme pisti kabini de yapılan değerlendirme sonucu toprak kirliliği açısından riskli olarak tespit edilmiş ve bu saha için de K3 sınıflandırması yapılmıştır. Montaj Bölümünde bulunan Benzin Dolum Bölgesi'nde çift cidar, epoksi kaplı zemin ve boyalı beton olmasına rağmen bu kaplamaların çok yıpranmış ve eskimiş oldukları gözlenmiştir. Ayrıca bölgede metal koruma kaplaması ve çift membran bulunmamaktadır. Kaplamalar yenilenmemiş ve etkinlikleri kontrol edilmemektedir. Bölgede kimyasal olarak Benzin depolanmaktadır. Benzin Malzeme Güvenlik Bilgi Formuna bakıldığında zararlı ve çevre için tehlikeli işaretlerini içermektedir. Bu ürün aynı zamanda 3.sınıf kanserojen bir kimyasal üründür. Bu bölgede sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut olmadığı yani 6 ayda 1 zorunlu sızdırmazlık kontrollerinin yapılmadığı tespit edilmiştir. Tüm bu nedenlerden ötürü saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı şeklinde değerlendirilmiştir. Montaj Bölümünde bulunan SCG Lastik hazırlama makinesi çift cidar ve epoksi kaplı zemin olduğundan bu durum avantajlı bir durum olarak nitelendirilmiştir. Ancak tesiste metal koruma kaplaması ve çift membran bulunmadığı görülmüştür. Kaplamalar yenilenmemiş ve etkinlikleri kontrol edilmemiştir. Bölgede sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut olmadığı için bölge sızdırmazlık kaçaklarının kontrolünün mümkün olmadığı bir bölge olarak görülmüştür. Tüm bu hususların eksikliği de bu sahanın K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıyan saha olarak değerlendirilmesine neden olmuştur. Çizelgede Montaj Bölümünde bulunan Fren antifriz makinesi zemininde boyalı beton ve epoksi kaplama mevcut olduğu; ancak çift cidar korumanın mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Fren antifrizi için ise tutma haznesi sabit değildir ve saha gözlemlerinde bazı zamanlarda kimyasalın tutma haznesi üzerinde stoklanmadığı tespit edilmiştir. Bu sahada 6 ayda bir sızdırmazlık kontrolleri yapılmadığı ve dolayısıyla sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut olmadığı görülmüştür. Sahaya erişilebilir olmadığı için de saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı şeklinde değerlendirilmiştir.

Çizelgede Montaj Bölümünde bulunan eski beş eksenli mastik makinesi zemininde boyalı beton ve epoksi kaplama olduğu tespit edilmiştir. Ancak çift cidar kaplama bölgede mevcut değildir. 6 aylık sızdırmazlık kontrollerinin bulunmadığı bölüm dosyasının kontrolünde tespit edilmiştir. Bu hususlara ilave olarak tesisin erişilebilir olmadığı da tespit edildiği için saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıyan saha olarak değerlendirilmiştir. Montaj Bölümünde bulunan yeni beş eksenli mastik makinesi zemininde toprağa sızıntı olmasına engelleyecek şekilde tutma haznesi, çift cidar, çift membran gibi korumalar düşünülmemiş olup yalnızca proje esnasında epoksi ve boyalı beton kaplandığı tespit edilmiştir. Ancak proje 2008 yılında devreye alındığından beri yapılan kaplamanın yenilenmediği ve kaplama üzerinde çatlakların bulunduğu görülmüştür. Bu bölgeden toprağa sızıntı riski mevcuttur. Bu nedenle saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı şeklinde değerlendirilmiştir. Montaj Bölümünde bulunan Pedaliye Mastik Makinesi zemininde yine diğer mastik makineleri ile aynı zafiyetler tespit edilmiştir. Toprağa sızıntı olmasını engelleyecek şekilde tutma haznesi, çift cidar, çift membran gibi korumaların uygulanmadığı gözlenmiştir. Bu bölgede yalnızca proje esnasında epoksi ve boyalı beton kaplanmıştır; ancak bu kaplamalarda çatlak ve yarıkların olduğu görülmüştür. Bu nedenle toprağa sızıntı riski mevcuttur. Saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıyan saha şeklinde değerlendirilmiştir. Montaj bölümünde bulunan cam mastik robotu için de aynı durumun geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu robotun zemininde yine diğer mastik makineleri ile aynı oranda sızma ve kirlilik tespit edilmiştir. Sahada toprağa sızıntı olmasını engelleyecek şekilde tutma haznesi, çift cidar, çift membran gibi korumalar düşünülmemiştir. Bu sahada yalnızca proje esnasında epoksi ve boyalı beton kaplama yapılmıştır; ancak proje 2005 yılında devreye alındığından kaplamalar yenilenmemiştir ve önemli sızıntılar gözlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı şeklinde değerlendirilmiştir. Montaj bölümünde bulunan koltuk hazırlama asansörü bölgesinde boyalı betonun mevcut olmadığı; sadece beton yüzey mevcut olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çift cidar ve çift örtü mevcut değildir. Bunun haricinde bu bölgeye erişilebilirliğin mümkün olmadığı görülmüştür. Bölgede tutma haznesi veya kanal mevcut değildir. Montaj bölümü Teslim Atölyesinde bulunan Deneme pisti kabini zemini basit beton kaplıdır ve bölgede kimyasal ürünlerin sızıntısı tespit edilmiştir. Bu bölgede yıkama yapıldığından bölgede temizlik kimyasalları

kullanılmaktadır. Bu bölgede P2 ve P5 parafinleri uygulandığından bu kimyasalların zemine akması gerçekleşmektedir. P2 ve P5 parafinlerinin Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarına bakıldığında petrol nafta, resorsinol, di-isononyl ftalat ve kalsiyum oksit bileşenlerini içerdiği tespit edilmiştir. Esasen tehlike işareti ve risk cümlesi taşımamakla birlikte içeriğindeki bileşenlerin özelliklerinde R22, R 36/38 risk cümlelerinin bulunduğu tespit edilmiştir. İlgili kimyasalların su ile birlikte sızıntı oluşturduğu bölgede gözle tespit edilmiştir. Bu nedenle saha K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıyan saha şeklinde değerlendirilmiştir.

K2 ile sınıflandırılmış olan sahalar sırasıyla; montaj bölümünde bulunan yedek antifriz makinesi bölgesi sahası, montaj bölümü teslim atölyesinde K2 ile sınıflandırılmış olan P5 parafin atma sahası ve P2 kasa altı ziftleme makinesinin bulunduğu sahalardır. K2 ile sınıflandırılmış olan bu bölgelerin bu şekilde değerlendirilmelerin sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlığının garanti altına alınmış ve bu durumların yerinde tespit edilmiş olmasıdır. Bu durum saha denetimi esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Ayrıca bölgeden alınan toprak numunelerinde herhangi bir renk farklılığı ve kirlilik tespit edilmemiştir. Sahanın zemininde bulunan betonun boyası her revizyon dönemi yenilenmektedir. Bunun haricinde saha kaplaması için çift cidarın mevcudiyeti ve yüzey kaplaması için boyalı beton yüzeyi bulunduğu gözlemlenmiştir. Yönetimin ortak kararıyla da K2 kriterleri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği düşünülmüştür. Montaj ve teslim bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 12 sahadan K3 ile sınıflandırılan yani toprak kirliliği riskinin yüksek olduğu 9 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda yönetimin onayı ile birlikte iyileştirmeler yapılacaktır.

4.1.3 Mekanik bölümü

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında üretilen araçların vites kutusunun ve şasi aksamalarının üretildiği bölüme Mekanik Bölümü adı verilmektedir. Bu sahada yapılan toprak kirliliği risk parametrelerine ilişkin değerlendirme Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Şasi bölümü ara deposunda bulunan talaşlı imalat bölgesi, yağ depolama bölgesi, vites kutusu buatiye kısmı, ısıl işlemde bulunan kuyu suyu depolama bölgesi, ısıl işlemde bulunan mangan fosfat çamuru depolama bölgelerinde yer alan tesisler yapılan değerlendirme sonucu toprak kirliliği açısından riskli olarak tespit edilmiş ve bu sahalar için K3 sınıflandırması yapılmıştır.

Şasi bölümü talaşlı imalat atölyesinin ara depo bölgesinde çift cidar ve epoksi kaplı zemin kaplamanın mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bölgede metal koruma kaplaması ve çift membran kaplamanın bulunmadığı görülmüştür. Kaplamalar yenilenmemiş ve etkinlikleri kontrol edilmemektedir. Ayrıca sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut olmadığı dolayısıyla bölüm dosyasında 6 ayda 1 yapılması gerekli olan sızdırmazlık kontrollerinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Tüm bu uygunsuzluklara ilave olarak bölgede ayrıca sıvı kaçağı olduğu tespit edilmiştir. Bu bölgede CIMSTAR 506 kimyasalı kullanılmakta olup; bu kimyasalın Malzeme Güvenlik Bilgi Formunda malzemeye ait herhangi bir tehlike işareti bulunmadığı görülmüştür. Kimyasalın içeriğinde mineral yağ, alkanolamin borat ve alkoletoksilat içermektedir. Üründe içeriği dolayısıyla yüksek oranda kirlilik yükü mevcuttur. Bu bölge için değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Avantaj olarak bölgede yalnızca metal koruma mevcuttur. Şasi bölümü talaşlı imalat atölyesindeki yağ depolama bölgesinde çift cidar ve özel korumalı membran zemin kaplamanın bulunduğu gözlemlenmiştir. Sızdırmazlık kontrol kayıtlarının sorumlu çalışanın dosyasında mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.3. Mekanik bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Şasi Bölümü/ Ara depo Talaşlı İmalat Bölgesi/ 3 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton ayrıca epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil kaçak mevcut	CIMSTAR 506	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Şasi Bölümü Talaşlı İmalat Bölgesi/ Yağ Depolama/ Talaşlı İmalat Bölgesi/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	CIMSTAR 506	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Vites Kutusu buatiye kısmı/ Ara Depo/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Gres	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Vites Kutusu buatiye kısmı/ Ara Depo/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcuttur	Hidrolik sistem yağı	mevcut değil	mevcut	mevcut	K2
Vites Kutusu buatiye kısmı/ Ara Depo/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcuttur	Metal çamuru	mevcut değil	mevcut	mevcut	K2

Çizelge 4.3. Mekanik bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Isıl işlem/ Depolama/ Varil Bölgesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcuttur	Yağ stoğu	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Isıl işlem/ Kuyu suyu depolama/ Kuyu suyu bölgesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran zemin kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Kuyu suyu kimyasalları	mevcut değil	mevcut değil	mevcut	K3
Isıl işlem/ Asit depolama/ Varil Bölgesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplı beton yüzey mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcuttur	Asit	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Isıl İşlem/ Mangan Fosfat çamuru depolama tesisi/ Varil Bölgesi/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün değil	özel korumalı membran zemin kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Mangan Fosfat çamuru	mevcut	mevcut	mevcut	K3
Vites kutusu/ Atık yağ depolama/ Varil Bölgesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplı beton yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcuttur	Asit	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.3. Mekanik bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Vites kutusu/ Kesme yağı depolama/ Varil Bölgesi/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplı beton yüzey vardır	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcuttur	Kesme yağı	mevcut değil	mevcut	mevcut	K2

Vites Kutusu buatiye kısmı bölgesinde çift cidar ve çift örtünün mevcut olmadığı görülmüştür. Zemin üzerinde kimyasal depolandığı tespit edilmiştir. Ve kimyasalın depolaması esnasında olmasa da ambalaja dolum esnasında taşmalar olduğu gözlemlenmiştir. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Isıl işlemde bulunan kuyu suyu depolama bölgesinde çift cidar ve özel korumalı membran zemin kaplama mevcuttur. Sahada sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca sahada kaçak olduğu tespit edilmiştir. Sahada metal koruma ve çift örtü mevcut değildir. Bunun yanında saha üzerinde kuyu suyu kimyasalları depolanmaktadır. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 4'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Isıl işlem bölgesinde mangan fosfat çamuru depolama tesisinde çift cidar ve özel korumalı membran zemin kaplama bulunduğu görülmüştür. Sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut değildir; ayrıca sahada kaçak olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca saha üzerinde kimyasal olarak ta mangan fosfat çamuru depolanmaktadır. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Avantajlı özellik olarak bu sahada yalnızca metal koruma ve çift örtü korumalarının mevcudiyeti görülmüştür. Bu bölümde K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan sahalarda Vites Kutusu buatiye kısmı, diğer buatiye kısmı, asit depolama varil bölgesi ve yağ depolama varil bölgesi hattı gibi bölgelerdir. Bu bölgelerin bu şekilde değerlendirilmelerinin sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlığının garanti altına alınmış olduğunun tespit edilmiş olmasıdır. Bu garanti durumu saha denetimi esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Ayrıca bölgeden alınan toprak numunelerinde analize gönderilmeden önce ilk etapta herhangi bir renk farkı ve kirlilik tespit edilmemiştir. Bunun haricinde saha kaplaması için çift cidarın mevcudiyeti görülmüş ve yüzey kaplama olarak epoksi veya boyalı beton yüzey kaplamaların bulunduğu tespit edilmiştir. Betonun boyası her revizyon dönemi yenilenmektedir. Bu durum yapılmış olan saha ziyaretinde açıkça görülmüştür. Yönetimle ortak karar alınarak K1 ve K2 kriterleri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği düşünülmüştür. Mekanik bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 11 sahadan K3 ile sınıflandırılan yani toprak kirliliği

riskinin yüksek olduğu 5 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda öncelikli müdahale ve iyileştirme çalışmaları önerilecektir.

4.1.4 Arıtma bölümü

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında çıkan atık suyun arıtıldığı bölüme Arıtma Tesisi Bölümü adı verilir. Bu sahada yapılan toprak kirliliği risk parametrelerine ilişkin değerlendirme Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Arıtma bölümünde yer alan 100 m³lük mazot (FOD) depolama çukuru, 2 adet mazot(FOD) çukurunun arasındaki 2 kanalizasyon bölgesi, arıtma tesisi denatürasyon ünitesi 5m³lük saf NaOH tankı, fosfatasyon hattında bulunan fosfatasyon kanalı bölgelerinde yer alan tesisler yapılan değerlendirme sonucu toprak kirliliği açısından riskli olarak tespit edilmiştir. İlgili sahalar K3 seviyesinde riskli saha olarak sınıflandırılmıştır.

Arıtma tesisi sahasında bulunan 100 m³lük mazot (FOD) depolama çukurunda çift cidarın bulunmadığı ve zeminin boyalı beton kaplamasının bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bölgede metal koruma kaplaması ve çift membran bulunmadığı da görülmüştür. Kaplamalar yenilenmemiş ve etkinlikleri kontrol edilmemektedir. Ayrıca bölgede sızdırmazlık kontrol kayıtlarının mevcut olmadığı fark edilmiştir. Bölgede kaçak olduğu açıkça tespit edilmiştir. Saha üzerinde kimyasal ürün olarak mazot depolanmaktadır. Bu depolama sızdırmazlık için önemli derecede risk teşkil etmektedir. Ürüne ait Malzeme Güvenlik Bilgi Formuna bakıldığında Mazot kimyasalının herhangi bir tehlike işaretinin veya risk cümlesinin olmadığı görülmüştür. Ürün ester asit alkenoik borat içermektedir. Toprak kirliliği için koruma olarak sadece bölgede sac kaplama yapıldığı tespit edilmiştir. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Arıtma tesisi sahasında bulunan 2 adet mazot (FOD) çukurunun arasındaki kanalizasyon bölgesinde çift cidar ve özel korumalı membran zemin kaplama mevcuttur. Bölgede sızdırmazlık kontrol kayıtlarının mevcut olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bölgede kaçak olduğu tespit edildiği için bölge K3 risk sınıfı bölge olarak değerlendirilmiştir. Bölgede koruyucu olarak yalnızca metal koruma yüzey mevcuttur.

Çizelge 4.4. Arıtma bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Arıtma tesisi Sahası/ Depolama bölgesi/ 100 m ³ lük mazot (FOD) depolama çukuru/ 2 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil kaçak olduğu tespit edilmiş	Mazot (FOD)	mevcut	mevcut	mevcut	K3
Arıtma tesisi/ Kanalizasyon bölgesi/ 2 adet mazot(FOD) çukurunun arasındaki kanalizasyon/ 7 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	-	mevcut	mevcut	mevcut	K3
Arıtma tesisi/ Kanalizasyon bölgesi/ 2 adet mazot(FOD) çukurunun arasındaki kanalizasyon/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	-	mevcut	mevcut	mevcut	K3
Arıtma tesisi Galeri 1/ Çukurlar/ 3 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Kirleticiler	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Arıtma tesisi Galeri 1/ Aygıt/ Hidrolik gruplar/ 10 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	hiçbir kaplama yoktur	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.4. Arıtma bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Arıtma tesisi Fosfatasyon hattı/ Fosfatasyon kanalı/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Fosfat kimyasalı	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Arıtma tesisi Galeri 1/ ultrafiltarasyon yağ depo bölgesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Yağ stoğu	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Arıtma tesisi Denaturasyon ünitesi/ Depolama bölgesi/ 5m ³ lük saf NaOH tankı/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	NaOH kimyasalı	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Arıtma tesisi Fosfatasyon hattı/ Fosfatasyon kanalı/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut değil	mümkün değil	beton kaplama vardır	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Fosfat kimyasalı	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Arıtma tesisi Fosfatasyon hattı/ Fosfatasyon kanalı/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	beton yüzey kaplama vardır	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Fosfat kimyasalı	mevcut	mevcut değil	mevcut	K3
Arıtma tesisi Fosfatasyon hattı/ Fosfatasyon kanalı/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplı beton yüzey vardır	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Fosfat kimyasalı	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Arıtma tesisi sahasında bulunan 2 adet mazot (FOD) çukurunun arasındaki kanalizasyon bölgesinde çift cidar ve özel korumalı membran zemin kaplama mevcuttur. 6 ayda 1 bölgede sızdırmazlık kontrolleri yapılmadığı ve bölgede önemli derecede kaçak olduğu tespit edilmiştir. Metal koruma kaplamasının var olduğu bu bölgede de tespit gözlenmiştir. Ayrıca bu bölgelere erişilebilirlik mümkün değildir. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü uygunsuz olarak tespit edildiği için ilgili tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Denatürasyon ünitesinde bulunan 5m³lük saf NaOH tankı bölgesinde ise çift cidarın mevcut olduğu gözlenmiştir. Bölgede boyalı olan beton zemin kaplama mevcuttur. Sızdırmazlık kontrol kayıtlarının mevcut olmadığı dolayısıyla 6 ayda 1 bölgede sızdırmazlık kontrollerinin yapılmadığı tespit edilmiştir. Bölgede kaçak olduğu tespit edilmiştir. Sahanın zemininde koruma olarak metal korumanın mevcudiyeti gözlenmiştir. Bölgede çift örtü mevcut değildir; ayrıca saha üzerinde depolanan sodyum hidroksit sızdırmazlık için risk teşkil etmektedir. Ürünün tank hacmi çok yüksektir. Ürün dolumu esnasında dolum hortumundan kaçakların olduğu gözlenmiştir.

K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan bölgeler; galeri 1 hidrolik gruplar sahası, çukurlar bölgesi ve fosfatasyon hattı depolama bölgesi gibi bölgelerdir. Bu sahaların bu şekilde değerlendirilmiş olmalarının sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlığının garanti altında olduğunun tespit edilmiş olmasıdır. Bu durum aynı zamanda saha denetimleri esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Fosfatlama prosesi için kimyasal olarak Gardoclean R1554 kullanılmaktadır. Ürüne ait olan Malzeme Güvenlik Bilgi Formu'nda herhangi bir tehlike işareti bulunmamaktadır. Ayrıca bölgeden alınan toprak numunelerinde herhangi bir renk farkı ve kirlilik tespit edilmemiştir. Bunun haricinde saha kaplamaları için K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan sahalarda çift cidar mevcuttur ve yüzey kaplamaları ise boyalı beton yüzeylerden oluşmaktadır. Betonun boyasının her revizyon döneminde yenilendiği belirtilmiş olup, bu durum gözle yapılan saha kontrollerinde doğrulanmıştır. K1 ve K2 kriterleri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği düşünülmektedir. Arıtma bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 11 sahadan K3 ile sınıflandırılan yani toprak kirliliği riskinin yüksek olduğu 6 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda öncelikli müdahale ve iyileştirme çalışmaları önerilecektir.

4.1.5 Merkez bakım bölümü

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında çalışan merkezi tesislerde arıza çıkması durumunda bu tesislere müdahale edilen bölüm Merkez Bakım Bölümü olarak adlandırılmıştır. Merkez Bakım sahasında bulunan kazan dairesi içerisinde yüksek hacimde oto gaz kimyasalının mevcudiyeti nedeniyle kazan dairesi, kompresör dairesi, soğutma kimyasallarının bulunduğu bölgelerde yer alan tesisler yapılan değerlendirme sonucu toprak kirliliği açısından önemli derecede riskli olarak tespit edilmişlerdir. Bahsi geçen sahalar K3 risk sınıfında bulunmuşlardır. Merkez Bakım bölümü toprak kirliliği riski değerlendirmesi Çizelge 4.5.'te detaylı olarak verilmiştir. Merkez Bakım bölümünde bulunan kazan dairesi oto gaz kimyasalı depolama tesisi riskli olarak sınıflandırılmıştır. Bunun nedeni tesisin gömülü tesis olması, toprağın korunma durumu olarak ise zeminde yalnızca beton kaplamanın tespit edilmiş olmasıdır. Sahada bulunan beton kaplama 1995 yılında yapılmış olan bir beton kaplamadır. Bu kaplama yapıldıktan sonra sahada kaplama üzerine herhangi bir tamir yapılmamış olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuca bölgede çalışan kişilerden alınan bilgiler doğrultusunda varılmıştır. Ayrıca bölgede sızıntı oluşabilecek büyük zemin çatlakları tespit edilmiştir. Bunun haricinde bölge için sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değildir. Bu bölge için ayrıca çift örtü koruması da mevcut değildir. Bölgede çift katlı membran örtü bulunmadığı da tespit edilmiştir. Saha üzerinde kimyasal olarak oto gaz kimyasalı depolanmaktadır ve bu durum saha üzerinde risk oluşturmaktadır. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 4'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Merkez Bakım sahasında bulunan kazan dairesinde yer alan soğutma kimyasalları depolama bölgesi de yapılan saha ziyaretinde riskli saha olarak sınıflandırılmıştır. Bunun nedeni tesisin toprağın korunma durumu olarak yalnızca beton kaplamanın olduğunun tespit edilmiş olmasıdır. Bunun haricinde bölge için sızdırmazlık kontrolü kayıtlarının mevcut olmadığı gözlenmiştir. Risk değerlendirme saha ziyaretlerinde bu bölgede de kaçak ve sızıntı yapabilecek noktaların mevcudiyeti tespit edilmiştir. Bölgede ayrıca çift katlı membran örtü bulunmadığı saha ziyareti esnasında belirlenmiştir. Ferrofos 8567 su soğutma kimyasalı da bu bölgede depolanmaktadır. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 4'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.5. Merkez Bakım bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Kazan dairesi/ Metanol kimyasalı depolama/ Metanol tankı/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Metanol	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Kazan dairesi/ Otogaz kimyasalı depolama/Otogaz tankı/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları yok kaçak sızıntı var	Otogaz	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Kazan dairesi/ Likit azot depolama/ Likit azot depolama/ 1 adet	Havai tesis	mevcut	mümkün	korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Likit azot	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Kazan dairesi/ Benzin depolama/Benzin depolama tankı/ 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Benzin	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Kazan dairesi/ Motorin depolama/Motori n depolama tankı/ 2 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Motorin	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.5. Merkez Bakım bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Kazan dairesi/ Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	P3 Ferrolin 8593	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Kazan dairesi/ Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları yok	P3 Ferrofos, 8567	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Kazan dairesi/ Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	P3 Ferrofos 8558, Sülfürik asit	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Kazan dairesi/ Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	P3 Ferrocid 8580	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Merkez soğutma kulesi/ Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	P3 Ferrofos 8567	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.5. Merkez Bakım bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Kazan dairesi/ Atık yağ depolama tesisi / 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil, kaçak sızıntı var	yağlar	mevcut	mevcut	mevcut	K3
Merkez soğutma kulesi/ Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	P3 Ferrofos 8567	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Kompresör soğutma kulesi / Soğutma kimyasalları depolama tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil, kaçak sızıntı var	P3 Ferrofos 8567	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Kompresör / Yağ depolama tesisi / 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Benzin	mevcut	mevcut	mevcut	K2
Araç Bakım / Motor yağları depolama tesisi / 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Atık yağlar	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.5. Merkez Bakım bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Kazan dairesi / Motor yağları depolama tesisi / 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	Motor yağları	mevcut	mevcut	mevcut	K3
Araç Bakım / Motor yağları depolama tesisi / 1 adet	gömülü tesis	mevcut	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Motor yağları	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Araç Bakım / Motor yağları depolama tesisi / 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Motor yağlar	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Araç Bakım / Motor yağları depolama tesisi / 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	metal korumalı yüzey	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Cam sıvısı	mevcut	mevcut	mevcut	K2

Merkez Bakım sahasında bulunan kompresör soğutma kulesindeki soğutma kimyasalları depolama tesisi, metal korumalı yüzeyle kaplanmış olduğu halde risk değerlendirme saha ziyaretlerinde kaçak ve sızıntı yapabilecek noktaların da mevcudiyeti tespit edilmiştir. Çatlaklar üzerinde kimyasal bulunmamakla beraber çatlakların mevcudiyeti risk teşkil etmektedir. Ayrıca sızdırmazlık kontrolü kayıtlarının dosyada bulunmadığı tespit edilmiştir. Bölgede ayrıca çift katlı membran örtü bulunmamaktadır. Ferfos 8567 kimyasalı soğutma kimyasalı bölgede depolanmaktadır. Bu kimyasalın Malzeme Güvenlik Bilgi Formu'nda tehlike işareti olarak aşındırıcı, risk cümlesi olarak ise R35 cümlesi yer almaktadır. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için bu tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Bu durum toprağa sızıntı olma ihtimalini doğurmaktadır. Merkez Bakım sahasında bulunan kompresör dairesindeki yağ varilleri depolama tesisi ve atık yağ depolama tesisleri de riskli saha olarak sınıflandırılmışlardır. Bunun nedeni toprağın korunma durumu olarak korumalı yüzey kaplama yani membran mevcut olduğu halde risk değerlendirme saha ziyaretlerinde kaçak ve sızıntı yapabilecek noktaların mevcudiyetinin tespit edilmiş olmasıdır. Yapılan dosya denetleminde bu bölgeler için sızdırmazlık kontrolü kayıtlarının mevcut olmadığı görülmüştür. Bölgede çift cidar koruma mevcut olmayıp; yine iki bölge için de sızdırmazlık kontrol kayıtları mevcut değildir. Ayrıca sahalar üzerinde yağlar ve atık yağlar depolanmaktadır. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesislerin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan bölgeler; kompresör dairesindeki atık yağ depolama tesisi, benzin depolama tesisi ve likit azot tankı gibi bölgelerdir. Bu bölgelerin bu şekilde değerlendirilmelerinin sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlığının garanti altına alınmış olduğunun tespit edilmiş olmasıdır. Bu garanti durumu saha denetimi esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Ayrıca bölgeden alınan toprak numunelerinde herhangi bir renk farklılığı ve kirlilik tespit edilmemiştir. Bölgenin zemin kaplaması için çift cidar olduğu ve bölgenin yüzey kaplamasının boyalı beton yüzey olduğu görülmüştür. Betonun boyası her revizyon dönemi yenilenmektedir. Fabrika yönetimi tarafından K1 ve K2 kriterleri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği düşünülmektedir. Merkez bakım bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 18 sahadan

K3 ile sınıflandırılan yani toprak kirliliği riskinin yüksek olduğu 5 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda öncelikli müdahale ve iyileştirme çalışmaları önerilecektir.

4.1.6 Ambar bölümü

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında tüm ekipmanların siparişinin verildiği ve stoklarının yapıldığı bölüme Ambar Bölümü adı verilir. Bu sahada yapılan toprak kirliliği risk parametrelerine ilişkin değerlendirme Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Ambar Bölümünde bulunan 6030 Ambarındaki Çelik kesme testeresi bölgesi tesisindeki toprağın korunma durumu olarak yalnızca beton kaplama mevcuttur. Ayrıca sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu bölgede çift örtü ve çift cidar koruması da mevcut değildir. 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. Ambar Bölümünde bulunan talaşlı imalat alanında bulunan CNC Freze bölgesi K3 risk kriteri ile sınıflandırılmıştır. Bu bölgede toprağın korunma durumu olarak yalnızca beton kaplama mevcut olduğu gözlenmiştir. Ayrıca sızdırmazlık kontrolü kayıtlarının mevcut olmaması saha ziyaretinde yapılmış olan dosya denetiminde ortaya çıkmıştır. Bu bölge için çift örtü ve çift cidar koruması da mevcut değildir. Değerlendirilen 9 risk parametresinden 3'ü sağlanmadığı için tesisin K3 seviyesinde toprak kirliliği riski taşıdığı sonucuna varılmıştır. K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan sahalar; talaşlı imalat, tornalama tesisleri, freze tesisleri gibi bölgelerdir. Bu bölgelerin bu şekilde değerlendirilmelerinin sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlığının garanti altında olduğunun gözlenmiş ve belgelerle desteklenmiş olmasıdır. Bu garanti durumu saha denetimi esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Ayrıca bölgeden alınan toprak numunelerinde herhangi bir renk farkı ve kirlilik tespit edilmemiştir. Bunun haricinde saha kaplaması için çift cidar mevcuttur ve yüzey kaplaması boyalı beton yüzeydir. Betonun boyası her revizyon dönemi yenilenmektedir. K1 ve K2 kriterleri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği yönetim tarafından düşünülmektedir. Ambar bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 11 sahadan K3 ile sınıflandırılan yani toprak kirliliği riskinin yüksek olduğu 2 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda öncelikli müdahale ve iyileştirme çalışmaları önerilecektir.

Çizelge 4.6. Ambar bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
6030 Ambarı/ Çelik kesme testeresi / 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Talaşlı imalat/ CNC Freze bölgesi / 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Talaşlı imalat/ Dik matkap tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Talaşlı imalat/ Radyal matkap tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut	mevcut	mevcut	K0
Talaşlı imalat/ hidrolik pres tesisi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Talaşlı imalat/ erozyon makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.6. Ambar bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Talaşlı imalat/ Freze makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Talaşlı imalat/ Tornalama makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Talaşlı imalat/ Tornalama makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Talaşlı imalat/ Tornalama makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1
Talaşlı imalat/ Tornalama makinesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	boyalı beton kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	-	mevcut değil	mevcut	mevcut	K1

4.1.7 Teslim bölümü

Çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasında üretimi tamamlanan otomobillerin son kontrollerinin yapıldığı bölüme Teslim Bölümü adı verilmiştir. Bu sahada yapılan toprak kirliliği risk parametrelerine ilişkin değerlendirme Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Teslim bölümünde yer alan Parafin depolama bölgesi yapılan değerlendirme sonucu toprak kirliliği açısından riskli olarak tespit edilmiş ve bu saha için K3 sınıflandırması yapılmıştır. Montaj Teslim Bölümünde bulunan Parafin depolama bölgesi P5 Kabini tesisi saha ziyareti esnasında elde edilen verilerle riskli saha olarak sınıflandırılmıştır. Bunun nedeni toprağın korunma durumu olarak yalnızca beton kaplama yapılmış olmasıdır. Ayrıca sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değildir. Bu bölge için çift örtü koruması yatırımı yapılmamıştır. Sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut olmadığı gibi bu bölgede sir, vaks ve parafin gibi toprağa kirlilik etkisi olabilecek kimyasallar kullanılmaktadır. Bu bölgede ayrıca saha ziyareti esnasında kaçakların olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç beton koruma zemininin bu bölgenin sızdırmazlığı için yeterli olmadığını göstergesidir. K1 ve K2 ile sınıflandırılmış olan bölgeler ise; Antifriz deposu, Teslim atölyesi, motor yağı depolama bölgesi gibi bölgelerdir. Bu bölgelerin bu şekilde değerlendirilmelerinin sebebi öncelikle bölgelerin sızdırmazlığının garanti altına alınmış olduğunun gözlenmiş olmasıdır. Bu garanti durumu saha denetimi esnasında kontrol edilmiş olan sızdırmazlık kontrol kayıtlarının varlığıyla kesinleştirilmiştir. Bunun haricinde saha kaplaması için çift cidar yaptırılmıştır ve yüzey kaplaması olarak ta boyalı beton yüzey bulunmaktadır. Betonun boyası her revizyon dönemi yenilenmektedir. K1 kriteri ile sınıflandırılmış olan sahalara acil ve öncelikli müdahale gerekmediği konusunda yönetimle yapılan bir toplantıda ortak karara varılmıştır. Teslim bölümü bünyesinde değerlendirilen toplam 11 sahadan K3 ile sınıflandırılan yani toprak kirliliği riskinin yüksek olduğu 1 sahada ise kirliliğin tespit edilmesi durumunda öncelikli müdahale ve iyileştirme çalışmaları önerilecektir.

Çizelge 4.7. Teslim bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RİSK SEVİYESİ
Montaj Dış Bölge/ Antifriz Deposu/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Antifriz yağı	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Montaj Dış Bölge/ Vites yağı deposu/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Antifriz yağı	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Montaj Dış Bölge/ Metal Varil depo bölgesi / 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Antifriz yağı	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Montaj Bölgesi / Yer temizlik sıvısı depo bölgesi / 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Alkol	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Teslim atölyesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Kir çözücü kimyasal	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Teslim atölyesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Espo Depro 5 NF	mevcut	mevcut	mevcut	K1

Çizelge 4.7. Teslim bölümü toprak kirliliği riski değerlendirme çizelgesi (devam)

TESİS DETAYI	HAVAI/ GÖMÜLÜ TESİS	İKİNCİL TUTMA (ÇİFT CİDAR)	ERİŞİLEBİLİRLİK	TOPRAĞIN DURUMU	SIZDIRMAZLIK KONTROLÜ /KAÇAKLAR	KİMYASAL	ÇİFT ÖRTÜ	METAL KORUMA	TUTMA HAZNESİ VEYA KANAL	RISK SEVİYESİ
Teslim atölyesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Terotex tiner	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Teslim atölyesi/ Motor yağı depolama/1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	epoksi kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Atık yağ	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Teslim atölyesi/ Parafin depolama bölgesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut değil	mümkün değil	Basit beton vardır	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut değil ve kaçak tespit edilmiştir	Parafin / Vaks / Sir	mevcut değil	mevcut	mevcut	K3
Teslim atölyesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Etanol	mevcut	mevcut	mevcut	K1
Teslim atölyesi/ 1 adet	havai tesis	mevcut	mümkün	özel korumalı membran kaplama mevcut	sızdırmazlık kontrolü kayıtları mevcut	Glacool RX Antigel D	mevcut	mevcut	mevcut	K1

4.2 Toprak Analiz Sonuçları

Türkiye Toprak Kirliliği Yönetmeliği'ndeki sınır değerleri, Avrupa Birliği ülkelerinde kabul edilen sınır değerler (Turekian, 1977) ile karşılaştırılmak amacıyla Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Yapılan çalışmada bu çizelgede bulunan değerlerden çalışmaya resmi olarak sınır değer oluşturmak üzere Fransa yasal üst limitleri seçilmiştir. Toprak kirliliği ile ilgili yürürlüğe yeni girecek olan yönetmelikte limit değerleri belirtilmemesine karşın şu an halen yürürlükte yer alan Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde limit değerler bulunduğu için Çizelge 4.8.'de Türkiye yasal sınır değer olarak bu değerlere yer verilmiştir.

Çizelge 4.8.'de diğer ülkelerin limit değerleri ile karşılaştırıldığında en sıkı üst limit seviyelerinin Danimarka ülkesinde olduğu görülmektedir. Bu ülkeye ilişkin yasal sınır değerler incelendiğinde kadmiyum, krom ve nikel ağır metal limit değerlerinin diğer ülkelerden belirgin şekilde düşük olduğu dikkati çekmektedir.

Yapılan toprak kirliliği risk değerlendirmesi neticesinde K3 ile sınıflandırılmış olan sahalara; boyahane bölümünde bulunan 100 m³'lük FOD (motorin) çukuru, montaj bölümü, mekanik bölümü, arıtma bölgesi ultrafiltrasyon bölgesinin önü ve merkez bakım bölümleridir. K3 kriteri ile sınıflandırılmış olan ve en yüksek kirlilik seviyesini taşıyan sahalardan numunesi alınan topraklar analiz edilmiştir. Sonuçlar ilgili Fransa Toprak Kirliliği Direktifinde belirtilen kirlilik üst seviyeleri esas alınarak kıyaslanmıştır. İlgili akredite laboratuvarın hangi parametrelere göre analiz yapacağı ise ilgili yönetmelikte yer alan otomotiv üreticisinin girdiği sınıfa göre belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında analiz edilen parametreler aşağıda sıralanmıştır:

krom+6 (mg/kg), toplam krom (mg/kg), nikel (mg/kg), mangan (mg/kg), kurşun (mg/kg), kalay (mg/kg), kadmiyum (mg/kg), çinko (mg/kg), baryum (mg/kg), btex analizi, yağ ve gres (mg/kg), adsorblanabilen halojenli organik bileşikler (AOX) (mg/kg), TPH (mg/kg)

Çizelge 4.8. Türkiye Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği sınır değerlerinin AB ülkelerinin kendi ülkelerinde kabul edilmiş sınır değerleriyle karşılaştırılma çizelgesi

AĞIR METAL	BELÇİKA	ALMANYA	DANİMARKA	FRANSA	FİNLANDİYA	İRLANDA	LÜKSEMBURG	POLONYA	İSKOÇYA	İNGİLTERE	TÜRKİYE
(mg/kg)											
Kadmiyum	1,2	1,5	0,5	2	0,5	1	1-3	3	0,4	3	1
Krom	78	100	30	150	200	-	100-200	200	60	-	100
Bakır	109	60	40	100	100	50	50-140	100	40	135	50
Cıva	5,3	1	0,5	1	0,2	1	1-1,5	1,5	0,3	1	1
Nikel	55	50	15	50	60	30	30-75	75	30	75	30
Kurşun	120	100	40	100	60	50	50-300	300	40	300	50
Çinko	330	200	100	300	150	150	150-300	300	100-150	300	150

Çizelge 4.9.'da toprak kirliliği riski tespit edilen sahalardan alınan örneklerdeki ağır metal konsantrasyon değerleri verilmiştir. Tesis içerisinde kirlenme riski bulunmayan bir sahaya ait eski analiz sonuçları da bir referans değer oluşturması için Çizelge 4.9.'a dâhil edilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinin bölge üst topraklarında yapılan laboratuvar analizleri sonucunda krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni) ve kurşun (Pb) ağır metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinde toprak kirliliği değerlendirme sonuçları ve Fransa ülkesi üst limit değerleri karşılaştırma çizelgesi

AĞIR METAL İÇERİĞİ (MG/KG)	BOYAHANE BÖLÜMÜ/ 100 M ³ LÜK MOTORİN ÇUKURU	MONTAJ BÖLÜMÜ	MEKANİK BÖLÜMÜ ŞAŞİ ATÖLYESİ	MEKANİK BÖLÜMÜ VİTES KUTUSU ATÖLYESİ	ARITMA BÖLÜMÜ (UF)	MERKEZ BAKIM	REFERANS DEĞER	YASAL ÜST LİMİT (FR) (mg/kg)
Bölge Risk Seviyesi	K3	K3	K3	K3	K3	K3	-	-
Kadmiyum (mg/kg)	1	3	1,5	0,5	0,7	4	0,3	2
Krom (mg/kg)	157	90	202	125	205	100	30	150
Bakır (mg/kg)	67	87	76	90	60	90	40	100
Civa (mg/kg)	0,02	0,2	0,05	0,2	0,3	0,5	0,01	1
Nikel (mg/kg)	54	20	45	165	161	30	10	50
Kurşun (mg/kg)	24	102	90	87	90	70	-	100
Çinko (mg/kg)	200	220	270	220	220	270	120	300

Yapılan analizlerin sonucunda boyahane bölümünde 100 m³lük FOD(motorin) çukuru bölgesinden alınan numunede krom (mg/kg), nikel (mg/kg) değerleri limitlerin üstünde çıkmıştır. Yine montaj bölümünde deneme pisti bölgesinde kurşun (mg/kg), kadmiyum (mg/kg) değerleri limitlerin üzerinde çıkmıştır. Mekanik bölümünde ise ara depoların bulunduğu bölgede krom (mg/kg), nikel (mg/kg) değerleri limitlerin üzerinde çıkmıştır.

Aritma bölgesinde bulunan ultra filtrasyon ünitesinin ve denatürasyon ünitesinin önünden alınan toprak numunelerinde krom (mg/kg) ve nikel ağır metalleri ilgili limitlerin üzerinde çıkmıştır. Merkez bakım bölümünün sahasında bulunan kompresör dairesindeki yağ varilleri depolama tesisinden alınan toprak numunesinde ise kadmiyum (mg/kg) parametresi ilgili limitlerin üzerinde seyretmiştir. Çizelge 4.9.'da bulunan sekizinci yani son sütun, topraktaki ağır metal üst sınır değerlerini göstermektedir. pH 5-6 için üst sınır değerler kurşun 100 mg/kg, krom 150 mg/kg, nikel 50 mg/kg, kadmiyum 2 mg/kg, bakır 100 (mg/kg), civa 1 mg/kg, çinko 300 mg/kg 'dır. Toprak analiz sonuçları boyahane bölümünde krom 157 (mg/kg) çıkmış olup limit değeri 150 mg/kg'dir, nikel 54 mg/kg çıkmış olup limit değeri 50 mg/kg'dır. Montaj bölümünde kadmiyum 3mg/kg çıkmış olup limit değeri 2 mg/kg'dır. Yine montaj bölümünde kurşun 102 (mg/kg) çıkmış olup limit değeri 100 mg/kg'dır. Mekanik bölümünde krom 202 (mg/kg), nikel 165 (mg/kg) olup krom için limit değeri 150 mg/kg, nikel için ise nikel 50 mg/kg'dir. Aritma bölgesi sahasında krom 205(mg/kg), nikel 161 (mg/kg) olup limit değerleri krom için yasal üst limit 150 (mg/kg), nikel için ise nikel 50 (mg/kg)' dır. Merkez bakım bölümünde kadmiyum 4 (mg/kg) olup limit değeri 2 mg/kg'dır. Merkez bakım bölümü ağır metal içeriği açısından kirli toprak olarak sınıflandırılmasa da kotasyon çizelgelerindeki kotasyon sonucu ilgili bölgeler K3 kirlilik kriteri ile sınıflandırılmışlardır. Zaten kirlilik riski yüksek olan sahaların ayrıca toprak analizleri de yaptırılmış ve ilgili bölgelerin K3 yani kirlilik riski en yüksek saha olarak değerlendirilmeleri kesinleşmiştir.

Özkul (2003) tarafından yapılan çalışmada diğer endüstrilerdeki toprak kirliliği çalışmaları ele alınmıştır. Örneğin sanayileşmenin yoğun olduğu İzmit Sanayi Bölgesi Seka Kağıt Fabrikası civarında bakır, nikel ve çinko ağır metalleri yoğun kirlilik göstermiş olup, kirlilik seviyeleri üst sınırları aşmaktadır. Özkul (2003) yapmış olduğu araştırmada başka bir endüstri olan Tütün çiftlik petrokimya endüstrisi yakınında ve Seymen MKE Hurdalığı civarında da yoğun miktarda kobalt kirliliği görüldüğünü belirtmiştir. İzmit sanayi bölgesinin genelinde nikel ağır metali yüksek çıkmıştır. Aynı çalışma içerisinde kurşun kirlenmesi açısından Türkiye'de bulunan İzmit bölgesini Londra, Glasgow ve Hamburg gibi sanayi devrimine öncülük eden şehirlerle kıyaslamış ve bu şehirlerin ağır metal kirliliği açısından 10-15 kat daha fazla kirli olduğunu

belirtmiştir. Diğer bir kirletici olan ve bu çalışmadaki otomotiv endüstrisinde kirlilik yaratan ve limit üzerinde kalan ağır metallere kadmiyum ağır metali de İzmit bölgesinden alınan numune toprak örneklerinde diğer ağır metallere oranla daha az bulunmaktadır. Endüstrileşmenin yoğun olduğu İzmit ve civarı bölgelerde toprakta kirletici dört element kendini göstermiştir. Bu elementler bakır (Cu), çinko (Zn), nikel (Ni) ve kobalt (Co) tır. Bu çalışmada değinilen otomotiv endüstrisinde ise İzmit bölgesi ile ilgili çalışmayla karşılaştırıldığında Bursa Otomotiv Sanayi bölgesindeki bir otomotiv endüstrisinde kirletici olan dört element nikel (Ni), krom (Cr), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) dur. McBride (1989) yapmış olduğu çalışmada aradaki farklılığın nedeni olarak endüstrilerin birbirlerinden farklı proseslerden oluşması ve proseslerde işlenen kimyasalların ve işleme şekillerinin birbirinden farklı olması olarak belirtmiştir.

Başka bir çalışmada ise Tosun (2007) tarım topraklarındaki ağır metal kirliliğinin aynı zamanda bitki ve yer altı suları açısından ne kadar tahrip edici olduğuna değinmiştir. Özellikle tahrip eden ağır metallere olan arseniğin (As) pestisitler, hayvan yemi katkıları, kömür ve petrol, maden alanları ve deterjanlar aracılığıyla ekosisteme sızdığını belirtmiştir. Arseniği (As) takiben kurşun (Pb), cıva (Hg) ve kadmiyum (Cd) ağır metallerinin de tıpkı endüstrileşmiş olan topraklarda görüldüğü gibi kirlilik yüklerinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Kurşun (Pb) ağır metali tarım arazileri yakınında petrol, benzin ve kömürün yakılması neticesinde toprağa sızmaktadır. Yine eğer tarım arazisi yakınında demir-çelik üretimi gerçekleşiyorsa bu toprağa kurşun sızıntısının gerçekleşmesi için yeterli bir neden olmaktadır. Cıva (Hg) da yine pestisitler ve diğer toprağa katılan katkı maddelerinde bulunmaktadır. Kadmiyum (Cd) ise kaplama plastik ve boyalarda, sertleştirici ve kullandığımız pillerde bulunmaktadır. Bu tip ürünler tarım arazi yakınında toprağa deşarj edildiğinde son derece büyük bir tehlike arz etmektedir. Kurşuna çok benzeyen şekilde nikel ağır metalinin de tarım arazileri yakınında petrol, benzin ve kömürün yakılması neticesinde toprağa sızdığı bilinmektedir. Tosun (2007) yaptığı bu çalışmada maden ocakları yerleşkelerinde gübrenin bol uygulandığı tarım arazileri yakınında ve atık yakılan bölgelerde uçuşan küllerin yoğunluğu dolayısıyla bakır ağır metalinin topraktaki yoğunluğunu gözlemlemiştir.

Wilcke ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmada ağır metal kirliliğinin nedenleri olarak madencilik, endüstriyel atıklar, fosil maddelerinin yakılmasının, şehirseller atıklar ve atık suların, tarımda kullanılan gübreler ve ilaçların ve deterjanların gösterilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Tarımda kullanılan gübreler ve ilaçlardan önemli miktarda toksik element topraklara bırakılmaktadır. Bunlar, toprakta birikerek toprak-bitki-hayvan-insan beslenme zincirinde konsantrasyonları artarak taşınabilmektedirler. Tosun (2007) yaptığı çalışmada alınacak tedbirler olarak tarım arazileri yakınında yüksek kirlilik meydana getiren sanayi teknolojilerinden kaçınılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmada temiz sanayi teknolojilerinin üretilmesi ve tercih edilmesinin önemi belirtilmiştir. Bu önlemler tarım toprakları için temiz bir gelecek getirecektir. Tarım toprakları da endüstrileşmiş topraklar gibi ağır metal kirliliği tehdidi altındadır.

Dartan ve Toröz (2013) güney Marmara bölgesindeki tarım topraklarında yapmış oldukları çalışmada güney Marmara bölgesinde, tarım yapılan topraklarda bulunan ağır metalleri araştırmış, bu kapsamda bulunan ağır metal konsantrasyon değerlerinin yüksek olmasının sebeplerini irdelenmişlerdir. Bu anlamda, bölgede fosforik asit üretimi esnasında yan ürün olarak açığa çıkan fosfojipsin depolanması ve taşınmasının oluşturabileceği çevresel etkilerin yanı sıra, gübre maksadıyla kullanılmış olmasının üzerinde yoğunlaşmıştır. Araştırma yapılan bölgeden rüzgarın taşınım yönüne bağlı olarak kirlenmenin taşınabileceği uzaklığı belirlemek amacıyla depolama sahasından gittikçe artan aralıklarla yaklaşık 15 km uzaklığa kadar 30 adet toprak numunesi alınmıştır. Alınan toprak numunelerindeki demir (Fe), mangan (Mn), kalsiyum (Ca), krom (Cr), sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), fosfor (P), potasyum (K), vanadyum (V), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As), selenyum (Se), kadmiyum (Cd), antimon (Sb), kurşun (Pb) elementlerinin konsantrasyonları ICP-MS cihazında analiz edilmiştir. Analizi yapılan elementler arasında toprak kirlenmesine neden olan ağır metaller otomotiv endüstrisinde yapılmış olan çalışmayla benzerlik gösteren krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn) ağır metallerdir. Burada yer alan ağır metallere Nickel (Ni), krom (Cr) ve kadmiyum (Cd) ağır metalleri otomotiv endüstrisinde kirlilik yükü fazla olarak bulunan ağır metallere ortaktır. İlgili metallerin sırasıyla 395, 152, 181, 215, 263 mg/kg gibi bulunmuş olan yüksek konsantrasyonları, şahit bölge toprağı ile karşılaştırılarak farklılığın sebepleri

açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinde ise ilgili ağır metal sonuçlarından en yüksek olanlar sırasıyla 205, 4, 165, 90 ve 270 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler birbirleriyle karşılaştırıldığında otomotiv endüstrisinde çinko bakımından kirlilik yükünün daha fazla olduğu görülmektedir. Tarımda yoğun biçimde kimyevi gübre kullanılması, bir yandan fosfor (P), azot (N), potasyum (K) ve diğer besin maddelerinin alınmasını sağlamakta, diğer yandan toprakların olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Kirlenmemiş olsa dahi toprakların kendi özelliklerine göre bazı ağır metalleri içermesi oldukça doğaldır. Bu çalışmada ayrıca endüstrileşmiş olan araziler haricinde tarım arazilerinde de kullanılan bir takım kirleticilerin ağır metal kirliliğine yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldız (2001) yapmış olduğu çalışmada toprak kirletici bazı ağır metallerin hangi yöntemlerle belirleneceği üzerinde durmuştur. Örneğin kadmiyum (Cd), bakır (Cu), kurşun (Pb), nikel (Ni) ve çinko (Zn) topraktan Ph'ı 7'ye ayarlı yaklaşık 0.05 Molar amonyum etilen diamin tetra asetat ile ekstrakte edilmektedir. Ekstraktta söz konusu elementlerin konsantrasyonları bir atomik absorpsiyon spektrofotometre (ASS) ile belirlenmektedir. Nikel belirlenirken serbestleme unsuru olarak lantanyum klorid kullanılmaktadır. Ayrıca yine kadmiyum, bakır, kurşun, nikel ve çinko için, her bir elementi 1 mg/ml kapsayan stok standart solüsyonlar 0.1 Molarlık perklorik asit kullanılarak hazırlanmaktadır. Toprak analizlerinin yapıldığı akredite laboratuvarında da ağır metalleri belirlemek amacıyla yine aynı yöntemler kullanılmıştır.

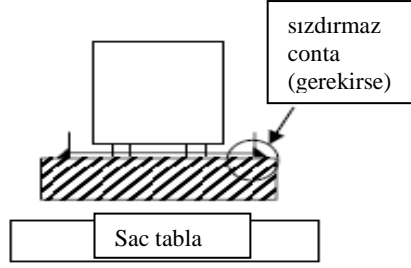
Özkaraova Güngör ve Bekbölet (2003) yapmış oldukları çalışmada ağır metalle kirlenmiş olan tarımsal arazilerde DTPA analiz yöntemi kullanarak ağır metal içeriklerine değinmişlerdir. Yapılan çalışmada en sık görülen ağır metal kirlilikleri civa ve nikel ağır metal kirlilikleri olmuştur. Daha sonrasında izlenen ürün verimliliklerinde ise bu ağır metallerin kötü etkileri gözlemlenmiştir. Tarım arazilerinin verimi yüksek oranda düşmüştür. Gibson ve Farmer (1986) tarım topraklarında yapmış oldukları çalışmada toprak analizleri için seçilen test metotları 0.1 Normal hidroklorik asit (HCl) ve DTPA Tea metotlarıyla yapılan analizler olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma bölgesi topraklarında ölçülen çinko miktarı 1.0 Normal hidroklorik asit (HCl) metoduna göre 1.6-10.0 ppm. olarak DTPA-Tea metoduna göre ise 0.10 ile 1.24 ppm arasında

bulunmuştur. Literatürler 0.1 Normal hidroklorik asit (HCl) metodunun daha ziyade asidik, DTPA-Tea metodunun ise nötr yani alkalın topraklara daha uygun olduğunu bildirmektedirler. Elde edilen değerler DTPA-Tea metoduyla daha önce yapılmış çalışmalara göre değerlendirildiğinde, örnekler genel olarak çinko yönünden fakir durumdadırlar.

Thornton (1991) yapmış olduğu çalışmada tarım arazilerinde genel olarak toprakların alkalın olduğu hususu üzerinde durmuştur. Bu nedenle alkalın topraklar için hidroklorik asit metoduna göre DTPA Tea metodunun çok daha güvenilir olduğu yapılan çalışmalar sonucunda da kesinleşmiştir. Tarım topraklarında yapılan analizler için de bu çalışma sonrasında bu metodun tayin açısından daha güvenilir olduğu ortaya çıkmıştır. Gözlem mahiyetinde olan bu araştırmanın gayesi, tarıma elverişli topraklarının 0.1 Normal hidroklorik asit (HCl) ve DTPA-Tea laboratuvar test metotları ile çinko ve diğer ağır metal kapsamını tayin etmektir. Böylece üzerinde çalışılan toprakların çinko (Zn) ve diğer ağır metal içerikleri hakkında bilgi verilebilmektedir. Lux (1986) yapmış olduğu bir çalışmada Hamburg Şehri topraklarında ağır metal konsantrasyonlarını incelemiştir. Hamburg'da Trimet alüminyum fabrikası gibi çok büyük ağır metal sanayi bulunmasına rağmen sanayiye yakın alınan numune topraklarında alüminyum kirliliği 20 mg/kg iken arsenik ağır metali 270 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İlgili bölgede arsenik kullanan bir tesis bulunmamaktadır. Buradan çıkarılan sonuca göre toprak üzerinde bulunan endüstri kuruluşundan bağımsız olarak ta toprağın yapısına göre ağır metal kirlilik yükü fazla çıkabilmektedir.

4.3. Kirlilik Tespit Edilen Sahalarda Yapılan İyileştirme Çalışmaları

Toprak kirliliğinin önlenmesi kapsamında yapılacak çalışmalar belirli temel prensipleri içermektedir. Sahalarda yapılan denetimlerde öncelikle kaçakların hızla tespit edilmesi üzerinde durulmuştur. Bu konuda K3 risk seviyesinde bulunarak değerlendirilen sahaların bir kısmında bulunan tesislerde erişilebilirliğin mümkün olmadığı tespit edilmiştir. Tesisin havai olması tesiste oluşabilecek kaçakların gömülü tesise nazaran daha kolay tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. Şekil 4.1.'te havai tesislerde kaçak olup olmama durumu için hangi noktaların kontrol edilebileceği gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Tesis için sızdırmazlık kontrolü yapılan nokta

Kaçakların toprağa ulaşmasını engellemek için; kaçakların toplanması, maruz kalan zeminin korunması ve temizliğin ve korumanın kontrol olanağının bulunması mümkün kılınmalıdır. Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinde bu hususlar dikkate alınarak ilgili sahalarda sızdırmazlık önlemleri alınmıştır. Riskli olarak sınıflandırılmış olan sahalarda sızdırmazlığı sağlamak için mevcut olan kör bir çukurun haricinde ikincil bir tutma haznesi boyutlandırılması hesaplanarak eklenmiştir. Ayrıca bahsi geçen sahalarda bakım operasyonlarının mevcudiyeti kontrol edilmiş ve mevcut değilse eklenmiştir. Bunun haricinde de bakım periyodu arttırılmıştır. Bakım periyodu içerisinde bakım, temizleme, inceleme, boşaltma, deneme işlemleri de dâhil edilmiştir. K3 seviyesinde kirlilik sınıfı bulunan sahalardaki tesislerin altına metal levha veya sac kaplanmış tekneler eklenmiştir. Bu levha veya metal tekne bordürü arasında, toprakla sızdırmazlık sağlanması için macun çekilmiştir. Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de mevcut sızma saptanan bölgelerde oluşan deformasyonlar görülmektedir.



Şekil 4.2. Kimyasal içeren konteynır sızdırmazlık çalışması öncesi durumu



Şekil 4.3. Sodyum hidroksit çukuru sızdırmazlık çalışması öncesi durumu

4.3.1 Boyahane bölümü

Boyahane bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen sahalar, boyahane bölümünde bulunan 100 m³lük FOD(motorin) çukuru, iki FOD(motorin) çukurunun arasındaki kanalizasyon ve diğer iki FOD(motorin) çukurunun arasındaki kanalizasyon, Galeri 1 boyahane bölümü bodrumdaki çukurlardır. Bu tesisler fosfatlama

ve wax işleme kısımlarında bulunmaktadır. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyeti etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulamasıdır. Bu uygulamalar sonrasında yılda bir kez olmak üzere çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak ilgili çalışmanın yapıldığı otomotiv fabrikasının merkez bakım bölümü tarafından belirli periyotlarla sızdırmazlık kontrollerinin yapılması planlanmıştır.

Şekil 4.4.'de yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraf mevcuttur.



Şekil 4.4. Boyahane kanalizasyon ve çukurlar bölgesinde ızgara yapımı

4.3.2 Montaj bölümü

Montaj bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen sahalar, montaj bölümünde bulunan benzin dolum bölgesi, SCG Lastik hazırlama makinesi, fren antifriz makinesi, beş eksenli mastik makineleri, pedaliye mastik makinesi, cam mastik robotu ve montaj teslim atölyesinde bulunan deneme pisti kabinidir. P5 parafin alma ve P2 kasa altı ziftleme makinesi ise özel filtreleme sistemi bulunan; ayrıca kullanılan kimyasalların tehlike riskleri düşünüldüğünde diğer alanlara nazaran mevcut korumaları yapılmış olan bölgelerdir. P2 ve P5 vaks ürünleri sıvı ürünler değildir. Bu ürünler

parafin formunda ve macun kıvamında ürünler olduğu için bu ürünlerin toprağa sızıntı riskleri çok düşüktür. Bu nedenle bu bölgeler K1 sınıflandırması ile değerlendirilmiş olup, sahada herhangi bir önlem alınmasına gerek yoktur. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyeti etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulanmasıdır. Bu uygulamalar sonrasında yılda bir kez olmak üzere çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından sızdırmazlık kontrollerinin yapılması planlanmıştır. Bu kontroller bakım bölümü tarafından belirlenecek olan belirli periyotlarla yapılacaktır. Beton zemin kaplaması olan bölgelerde sahalar uygun şekilde birkaç noktadan kontrol edilmiş ve sızdırmazlıklarının öncelikle göz ile uygun olup olmadığı gözlemlenmiştir. Ardından her bölge için ayrı olarak yapılan hacim hesaplamasına göre hesaplanan miktardaki su bölgeye verilerek suyun sızıp sızmadığı net olarak tespit edilmiştir. Bu tespit için öncelikle verilen su hacmi bilinmekte ve not edilmektedir. Daha sonra alana getirilen bir vidanjör yardımıyla verilen su çekilmektedir. Çekilen suyun hacmi de eğer başta verilen suya eşit miktardaysa sızdırmazlığın uygun olduğu sonucuna varılmaktadır. Sadece sıvı olarak depolanan kimyasalların sızıntı ihtimalinin yüksek olduğu düşünüldüğünden, sıvı olan kimyasalların alt bölgelerine tutma hazneleri yaptırılmıştır. Tutma hazneleri temiz, içi boş ve uygun hacimde olmalıdır; böylece bir sızıntı, kaçak veya dökülme olduğunda sızan hacmi tutarak hem çevre kazası hem de olabilecek bir iş kazasının önüne geçilmiş olmaktadır.

Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraflar mevcuttur.



Şekil 4.5. Deneme pisti kabini zemin iyileştirme çalışması



Şekil 4.6. Beş eksenli mastik makinasında epoksi kaplama çalışması

4.3.3 Mekanik bölümü

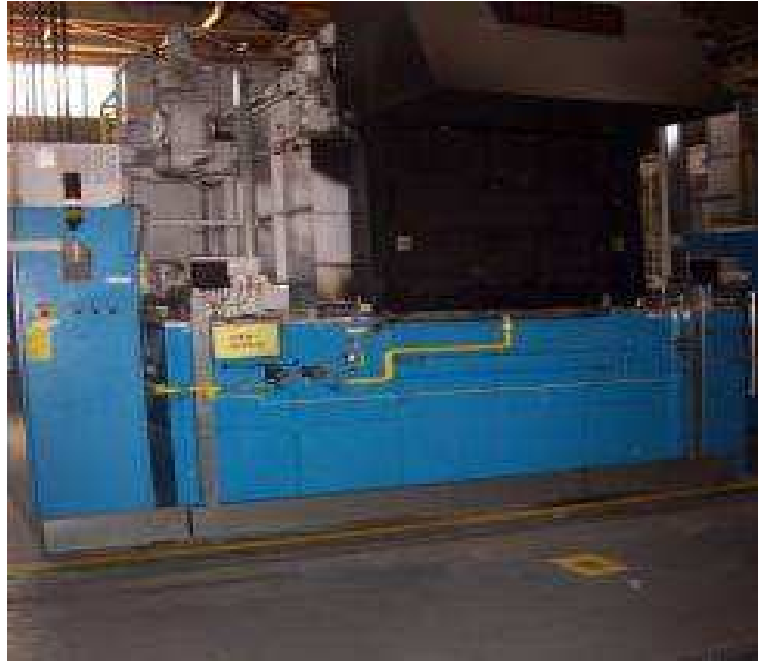
Mekanik bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen sahalar; şasi bölümü talaşlı imalat atölyesindeki ara depo bölgesi, şasi bölümü talaşlı imalat atölyesinde yağ depolama bölgesi, ısıl işlemden kuyu suyu çıkarma bölgesi ve ısıl işlem

bölgesinde mangan fosfat çamuru depolama tesisidir. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyetinin etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulamasıdır. Bu uygulamalar sonrasında yılda bir kez olmak üzere çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından sızdırmazlık kontrollerinin yapılması planlanmıştır. Beton zemin kaplaması olan bölgelerde sahalar uygun şekilde birkaç noktadan kontrol edilmiş ve sızdırmazlıklarının öncelikle göz ile kontrolü sağlanmıştır. Ardından her bölge için ayrı olarak yapılan hacim hesaplamasına göre hesaplanan hacimde su bölgeye verilerek suyun sızıp sızmadığı net olarak tespit edilmiştir. Bu tespit için öncelikle verilen su hacmi ilgili föye hesaplanarak not edilmiştir. Daha sonra alana getirilen bir vidanjör yardımıyla verilen su çekilmektedir. Çekilen suyun hacmi eğer başta verilen suya eşit miktardaysa sızdırmazlığın uygun olduğu sonucuna varılmış ve sınıflandırmada bu husus özellikle dikkate alınmıştır. Sadece sıvı olarak depolanan kimyasalların sızıntı ihtimalinin yüksek olduğu düşünüldüğünden, sıvı olan kimyasalların alt bölgelerine tutma hazneleri yaptırılmıştır. Tutma hazneleri temiz, içi boş ve uygun hacimde olmalıdır. Buradaki en önemli amaç oluşabilecek bir çevre ve iş kazasının önüne geçmektir. Önleyici çalışmalar iş yerlerinde hem hayat kurtarmaktadır hem de bütçelerin ağır kazalar sonucu zarar görmesini engellemektedir.

Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraflar mevcuttur.



Şekil 4.7. Yağ depolama bölgesinde tutma havuzu yapımı



Şekil 4.8. Ana depo bölgesi zemin iyileştirme çalışması

4.3.4 Arıtma bölümü

Arıtma bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen sahalarda, arıtma tesisi sahasında bulunan 100 m³'lük mazot (FOD) depolama çukuru, arıtma tesisi sahasında bulunan 2 adet mazot (FOD) çukurunun arasındaki kanalizasyon bölgesi ve denatürasyon ünitesi'dir. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyeti etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulamasıdır. Sonrasında da yılda bir kez olmak üzere çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından sızdırmazlık kontrollerinin yapılması planlanmıştır. Genellikle tüm bölümlerde kısa vadeli olarak aynı türde eylemlerin gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Bütçe açısından ve acil olarak alınabilecek önlemler açısından en kolaylık sağlayan eylemler seçilmiştir. Arıtma tesisinde diğer tesislerden farklı olarak epoksi kaplı veya çift cidar olan bölgelerde sızdırmazlık kontrollerinin yapılması için jeomembranlı olan sahanın küçük bir alanı beton delen bir matkap yardımıyla delinmesine başlanmıştır. Bu uygulamanın amacı jeomembranın yerinde hali hazırda durup durmadığının ve esnekliğinin kontrol edilebilmesidir. Saf sodyum hidroksit tankı arıtma bölgesinde depolandığı için ve bu tank hacimce 5m³'lük büyük bir tank olduğu için altında bulunan tutma haznesinin sızdırmazlığının periyodik kontrolleri çok büyük önem taşımaktadır. Bu kontrollerde kimyasal kullanmadan tutma haznesine su verilerek bir saat kadar beklenmektedir. 1 saatin sonunda hortumlu ve vakumla çalışan bir vidanjör yardımıyla ortama verilen su çekilmekte ve hacim karşılaştırması yapılmaktadır. Her bölgede olduğu gibi sıvı kimyasalların depolandığı bölümlerde mutlaka kör noktaları olan tutma hazneleri yaptırılmalı veya tutma haznesi görevini gören taşınabilir tutma hazneleri yaptırılmalıdır. İlgili çalışmanın yapıldığı kimyasal kullanılan tüm ünitelerde tutma hazneleri yaptırılmış veya yaptırılması amacıyla planlamaya dâhil edilmiştir.

Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'de yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraflar mevcuttur.



Şekil 4.9. FOD çukuru sızdırmazlık için ızgara yapımı çalışması



Şekil 4.10. 5 m³'lük saf sodyum hidroksit çukuru zemini epoksi kaplaması

Şekil 4.11.'de yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraf verilmiştir.



Şekil 4.11. 1 tonluk su tankının cidar iyileştirme çalışması

4.3.5 Merkez bakım bölümü

Merkez Bakım bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen sahalar; merkez bakım sahasında bulunan kazan dairesinde yer alan oto gaz kimyasalı depolama tesisi, kazan dairesinde yer alan soğutma kimyasalları depolama bölgesi, kompresör soğutma kulesindeki soğutma kimyasalları depolama tesisi ve kompresör dairesindeki yağ varilleri depolama tesisidir. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyeti etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulamasıdır. Sonrasında diğer bölümlerde olduğu gibi yılda bir kez olmak üzere periyodu belirlenmiş olarak çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından sızdırmazlık kontrollerinin yapılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sadece sıvı olarak depolanan kimyasalların sızıntı ihtimalinin yüksek olduğu düşünüldüğünden, sıvı olan kimyasalların alt bölgelerine tutma hazneleri yaptırılmıştır. Tutma hazneleri temiz, içi boş ve uygun hacimde olmalıdır. Böylece bir sızıntı, kaçak veya dökülme olduğunda sızan hacim tutularak hem çevre kazası hem de olabilecek bir iş kazasının önüne

geçilmiş olmaktadır. Şekil 39'da görüldüğü üzere merkez bakım bölümünde bulunan yağ depolama bölgesindeki yağ varillerinin altına onların hacmini karşılayacak kadar boş, temiz tutma hazneleri yaptırılmıştır. Bu havuzlar ürünlerin altlarına yerleştirilmişlerdir.

Şekil 4.12. ve Şekil 4.13.'de yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraflar mevcuttur.



Şekil 4.12. Oto gaz kimyasalı depolama tesisi zemin iyileştirme çalışması



Şekil 4.13. Yağ depolama bölgesi zeminine konulan tutma haznesi

4.3.6 Ambar bölümü

Ambar bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen sahalara; 6030 Ambarındaki çelik kesme testeresi bölgesi tesisi ve talaşlı imalat alanında bulunan CNC freze bölgesidir. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyeti etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulanmasıdır. Bu işlemler haricinde yılda bir kez olmak üzere çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından sızdırmazlık kontrolleri yapılması planlanmıştır. Kimi kontroller anında yapılmış olup kimi kontroller ise planlamaya dâhil edilmiştir. Beton, epoksi, çift cidar veya çift örtü (jeomembran) zemin kaplaması olan bölgelerde sahalara uygun şekilde birkaç noktadan kontrol edilmiş ve sızdırmazlıklarının öncelikle göz ile kontrolü sağlanmıştır. Ardından her bölge için ayrı olarak yapılan hacim hesaplamasına göre hesaplanan hacimdeki su bölgeye verilerek suyun sızıp sızmadığı net olarak tespit edilmiştir. Bu tespit için öncelikle verilen su hacmi hesaplanıp not edilmiştir ve daha sonra alana getirilen bir vidanjör yardımıyla verilen su çekilmiştir. Çekilen suyun hacmi

de eğer başta verilen suya eşit miktardaysa sızdırmazlığın uygun olduğu sonucuna varılmış ve sınıflandırmada bu dikkate alınmıştır.

Şekil 4.14.'de yapılan toprak kirliliğini önleme çalışmalarının nihai sonuçlarını gösteren fotoğraf mevcuttur. Şekil 4.14.'de bulunan çelik kesme testere makinesinin altına sistemde kullanılan yağın toprağa sızmasını engelleyecek şekilde bir tutma haznesi yaptırılıp temiz ve boş bir şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 4.14. Çelik kesme testeresi makinesi zemini tutma haznesi

4.3.7 Teslim bölümü

Teslim bölümünde K3 sınıflandırılması yapılarak kirlilik tespit edilen saha Montaj Teslim atölyesinde bulunan P5 sir kabini vaks/ parafin bölgesidir. Yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyeti etüdü, epoksi kaplama ve zeminin üzerine plastik boya uygulamasıdır. Bu işlemler bittikten sonra da yılda bir kez olmak üzere çukurlar ve ilgili tesisler su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından sızdırmazlık kontrollerinin yapılması planlanmıştır. Vaks ve sir ürünlerine bakıldığında formu sıvı olmadığından dolayı sıvı kimyasal ürünlerle karşılaştırıldıklarında sızıntı, kaçak ve toprağa hızlı bir şekilde sızıntı olma ihtimalleri daha düşüktür. Ürün

macunumsu veya parafinimsi bir kıvamdadır. Her ne kadar bu ürün sıvı ürünlere nazaran daha zor toprağa karışsa da kontaminasyon riski bulunduğu için ürünlerin depolandığı alana tutma haznesi görevini görecektir bir boş ve kör giderli zemin yaptırılmıştır.

Şekil 4.15.'de ise vaks, sir ürünlerinin depolandığı alandaki tutma haznesi yerine geçen kör giderli zemini ve ürünlerin depolanmasını gösteren fotoğraf mevcuttur.



Şekil 4.15. Vaks, parafin bölgesi zemin iyileştirme çalışması

4.4 Önleme Çalışmalarında Yaptırılan Tutma Haznelerinin Hacim Hesapları

Çalışmanın yapıldığı otomotiv endüstrisinde yaptırılan tutma hazneleri belirli şartlar göz önünde bulundurularak dış bir firmaya yaptırılmışlardır. Tutma hazneleri kimyasala dayanıklı ve sızdırmaz malzemeden olma şartı konularak imal edilmişlerdir. Kimyasal ürünün yaratabileceği fiziksel ve kimyasal etkilere ve şoklara dayanıklı olacak şekilde üretilmişlerdir. Asit ve alkali ürünler için plastik malzemeden tutma hazneleri yaptırılmıştır. Normal durumlarda boş, temiz ve her durumda sızdırmazlık kontrolü yapılabilir; ayrıca yeterli hacimde olacak şekilde üretilen hazneler tüm sıvı kimyasal

depolayan birimlere dağıtılmışlardır. Kimyasal ürünlerin tutma haznelerinin hacimlerini hesaplamak için iki yöntem bulunmaktadır. 250 litrenin üzerindeki hacimde tek bir varil varsa ya 250 litrenin altında veya 250 litreye eşit hacimli tek bir varil hacminde olan tutma haznesi yaptırılmıştır. 250 litreden büyük hacimli bir varildeyse, tutma haznesinin hacmi, hacim değerlerinden büyük olanına eşit olacak şekilde yaptırılmıştır. Tutma haznesinin hacmini hesaplarken en büyük varilin hacminin %100'ü kadar veya tüm varillerin toplamının 50% 'si kadar hacimde olacak şekilde tüm bölümlerde ürün bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır.

5.SONUÇ

Yapılan çalışma neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Toprak kirliliği risk değerlendirme kriterleri; tesisin fabrika içerisinde bulunduğu yer, havai veya gömülü tesis olup olmaması, çift cidar bulunup bulunmaması, erişilebilir olup olmaması, tesiste bulunan toprağın durumu, sızdırmazlık kontrollerinin yapılıp, yapılmaması, kaçakların olması ya da olmaması, kullanılan kimyasalın türü, çift örtü, metal koruma ve tutma haznelerinin bulunup bulunmaması olarak belirlenmiştir. Bu kriterler toprak kirliliğinin hangi bölgelerde daha yoğun olduğunun tespitini kolaylaştırmıştır.

- Bu çalışma sonucunda otomotiv endüstrisi kapsamında incelenen 90 sahadan 33 adet saha potansiyel kirli olarak sınıflandırılmış ve bu sahalar için alınması gereken önlemler belirlenmiştir. Çalışma sonuçları sektördeki arıtma, mekanik, montaj, merkez bakım, boyahane, ambar ve teslim bölümlerinde gerekli önlemler alınmadığı takdirde toprak ortamına çeşitli sızıntıların meydana gelebileceğini göstermiştir. Özellikle incelenen sahalar içerisinde montaj bölümüne ait olan tesislerde kirliliğin diğer bölümlere oranla daha yoğun olduğu çalışma esnasında gözlenmiştir. Fabrikada mevcut olan toprak kirliliğinin artış göstermemesi için yapılacak her yeni bina ve kurulacak olan her yeni tesiste proje bütçesi içerisinde toprak sızdırmazlık etüt giderlerinin eklenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca zemin kaplamalarının mümkün olan en gelişmiş ve yeni

teknolojide yaptırılması gerekliliği çalışma için organize edilen toplantılarda tüm bölüm sorumlularına duyurulmalı ve bir talimat içerisinde resmi formata aktarılmalıdır.

-Sahalarda en sık rastlanan eksiklikler; toprağın korunma durumunun yalnızca beton kaplama yapılmış ve betonun çok eski olması, sızdırmazlık kontrolü kayıtlarının mevcut olmaması, çift örtü ve çift cidar korumasının mevcut olmaması, üzerinde kimyasal bulunan tesislerde çatlak ve buna bağlı olarak sızıntı tespit edilmiş olmasıdır. Bu eksiklikler sahaların K3 kirlilik risk seviyesi ile değerlendirilmesine neden olmuştur. Neticede risk taşıyan saha olarak tespit edilen bölgeler; teslim, ambar, arıtma, mekanik, montaj ve boyahane olarak belirlenmiştir.

- Potansiyel kirli sahalarda yapılan analiz sonuçlarında toprakta yüksek miktarda bulunan nikel (Ni), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve krom (Cr) ağır metal konsantrasyonlarının incelenmesi bazında yapılmıştır. Boyahane bölümünde krom (Cr) ve nikel (Ni) konsantrasyonları yüksek çıkmıştır (sırasıyla 157 ve 54 mg/kg). Montaj bölümünde kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) ağır metalleri yüksek çıkmıştır (sırasıyla 3 ve 102 mg/kg). Mekanik Şasi bölümünde krom (Cr) ağır metal kirlilik yükü yüksek bulunurken (202 mg/kg), vites kutusu bölümünde nikel (Ni) ağır metal konsantrasyonu yüksek bulunmuştur (165 mg/kg). Arıtma bölümünde krom (Cr) ve nikel (Ni) ağır metal konsantrasyonları yüksek çıkmıştır (sırasıyla 205 ve 161 mg/kg). Merkez bakım bölümünde ise kadmiyum (Cd) konsantrasyonu yüksek bulunmuştur (4 mg/kg). Ağır metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu alanlarda önlem olarak bu tip ağır metalleri içermeyen kimyasallar kullanılmalıdır. Malzeme Güvenlik Bilgi Formları yardımıyla tesiste hangi tip kimyasalların izinli olduğu önceden belirtilmelidir. Bu şekilde bir filtreleme sistemiyle kirlilik yükü azaltılmış olacaktır.

- Potansiyel olarak kirlilik tespit edilen sahalarda yapılan iyileştirmeler sırasıyla beton çatlaklarının mevcudiyetinin etüdü, epoksi kaplama ve boya uygulaması ve yılda bir kez olmak üzere çukurlar ya da ilgili tesislerin su ile doldurularak fabrikanın merkez bakım bölümü tarafından yapılan sızdırmazlık kontrolleridir. Bu önlemlere ilave olarak yeni yapılacak olan tesislerde toprak kirliliği için riskler önceden öngörülüp, ilgili korumalar için uygun bütçe önceden ayarlanmalıdır.

-Çalışma sonucunda riskin sürekli mevcut olduğu anlaşılmıştır. Riskler sürekli olarak gözlem altında tutulmalıdır ve yeni yürürlüğe girecek olan yönetmelik bu konuda daha fazla önlem alınmasını destekleyecektir. Toprak kirliliğinde önlem alınmadığı takdirde kısa bir zaman sürecinde bu kirlilik yaygınlaşır ve yoğunluğu artar. Toprak kirliliğinde hava kirliliği gibi geriye dönüş olanağının kısıtlı olduğu unutulmamalıdır.

-Yürütülen bu çalışma öncel çalışma olarak temel alınmalı ve her 3-4 yılda bir daha geniş boyutlarda tekrarlanarak sonuçlar mutlaka karşılaştırılmalıdır. Bu araştırmaların yapılmasına üniversiteler lisansüstü çalışmalarıyla, kamu ve sivil toplum kuruluşlarıyla birlikte öncülük etmelidirler. Bu tarz çalışmalar otomotiv endüstrisi gibi diğer endüstrilerde de belirli sıklığı olan periyotlarda yapılmalı ve endüstriyel toprak kirliliği önleme çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abd-Elfattah, A., Wada, K. 1981.** Adsorption of Pb, Cu, Zn, Co and Cd by soils that differ in cation-exchange materials. *J. Soil Sci.*, 32: 271–283.
- Abo-Elela, S.I., El-Gohary, F.A., Ali H.L., Abdel Wahaab, R.S.H. 1988.** Treatability Studies of Textile. Wastewater. *Environ. Technol. Letts.*, 9 : 101-108.
- Anonim, 1990.** ATSDR, Toxicological Profile for Copper. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Gürcistan.
- Anonim, 1994.** ATSDR, Toxicological Profile for Zinc. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Gürcistan.
- Anonim, 1999.** ATSDR, Toxicological Profile for Lead. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Gürcistan.
- Anonim, 1999.** ATSDR, Toxicological Profile for Lead. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Gürcistan.
- Anonim, 2000.** COMMISSION of the EUROPEAN COMMUNITIES. Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Community Waste Legislation, Directive 86/278/EEC on sewage sludge.
- Anonim, 2001.** Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 27605 Resmi Gazete sayılı yönetmelik, 2001, Ankara.
- Anonim, 2004.** Toprak kirliliği. Ankara, www.toprak.org.tr/download/dergi_sayilari (02.05.2012).
- Anonim, 2007.** Fauna. Ankara, www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/ 1250 Ayten Biyoloji Fauna 5. pdf (24.06.2012)
- Anonim, 2008.** Atık yönetimi Genel Esaslarına ilişkin Yönetmelik, 26927 Resmi Gazete sayılı yönetmelik, 2008, Ankara.
- Anonim, 2010.** Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği, 24609 Resmi Gazete sayılı yönetmelik, 2010, Ankara.
- Babu, B.V., Rana, H.T., Karishna, V.R., Sharma, M. 2000.** C.O.D. Reduction of Reactive Dyeing Effluent from Cotton Textile Industry. *Journal of the Institution of Public Health Engineers India*, 4: 5-11.
- Bonnieux, F., Carpentier, A., Weaver R. 1998.** Reducing soil contamination: economic incentives and potential benefits. *Original Research Article Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67(2-3): 275-288.

Ceylan, C. 2011. Meriç Ergene Havzası Endüstriyel Atık su Ana yönetim planı çalışması, 2011, Ankara.

Dartan, G., Toröz, İ. 2013. Güney Marmara Bölgesinde Tarım Topraklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. *Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1): 24-40.

Gardner, W.R. 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science*, 85 (4): 228–232.

Germirli, F., Orhon, D., Tünay, O. 1990. Tekstil Endüstrisinde Atıksu Özelliklerini Etkileyen Faktörler. Örnek Tesislerde Uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi 2. Endüstriyel Kirlenme Sempozyumu, Eylül 1990, İstanbul, 95-108.

Germirli, F. 1990. The Incremental and Comparison Methods for the Assesment of Initial Soluble Inert COD. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Germirli, F., Taşlı, R., Emektar, A. 1996. Turistik tesislerin artırılmış evsel suların sulama amaçlı kullanımında patojen mikroorganizmalar. 1. Uludağ Ç. Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, 31-34.

Gibson, M.G., Farmer, J.G., 1986. Multi-Step Chemical Extraction of Heavy Metals from Urban Soils. *Environ. Pollut.*, B 11: 117-135.

Grau, P. 1991. Textile Industry Wastewaters Treatment. *Wat. Sci. Tech.* 24: 97-103.

Grau, S.M., Cascales-Pujalte, J.A., Angosto, J.M. 2002. Relationships between Levels of Lead, Cadmium, Zinc, and Copper in Soil and Settleable Particulate Matter in Cartagena (Spain), *Water, Air and Soil Pollution*, 1-4: 365-383.

Hung, H., Sheng, G.D., Lin, T., Su, Y., Chiou, C.T. 2009. The organic contamination level based on the total soil mass is not a proper index of the soil contamination intensity. *Environmental Pollution*, 157(11): 2928-2932.

Jury, W.A., Gardner, W.R., Gardner, W.H. 1991. Soil Physics. John Wiley & Sons, New York, USA, 327 pp.

Karaca, A. 2004. Effect of organic wastes on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil. *Geoderma*, 122: 297–303.

Karaca, A., Turgay O.C. 2012. Toprak Kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1:13-20.

Kestioğlu, K., Yahlı, M. 2006. Yüksek KOİ içerikli tekstil atıksularının kimyasal çökeltim ve adsorpsiyon yöntemleriyle arıtılabilirliği. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 15(59): 27-31.

Kohnke, H. 1968. Soil Physics. McGraw-Hill Book Company, New York, USA, 224 pp.

Kömüşçü, A.Ü., Dorum, A., Ceylan, A. 2003. Yağış şiddeti ve tekerrür sürelerine göre sel ve taşkın riski taşıyan alanların belirlenmesi. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, pp: 235-244.

Liao, B., Guo, Z., Probst, A., Probst, J.L. 2005. Soil heavy metal contamination and acid deposition: experimental approach on two forest soils in Hunan, Southern China. *Original Research Article Geoderma*, 127(1-2): 91-103.

Liu, H., Probst, A., Liao, B. 2005. Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Original Research Article Science of The Total Environment*, 339(1-3): 153-166.

Lux, W. 1986. Schwermetallgehalte und Isoplethen im Boden. Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, Hamburg, 245 pp.

Markus, J., McBratney, A.B. 2001. A review of the contamination of soil with lead: II. Spatial distribution and risk assessment of soil lead. *Original Research Article Environment International*, 27(5): 399-411.

McBride, M.B. 1978. Transition metal bonding in humic acid: an ESR study. *Soil Science*, 126 (4): 200– 209.

McBride, M.B., 1989. Reactions controlling heavy metal solubility in soils. *Adv. Soil Science*, 10: 1– 56.

Munsuz, N. 2011. Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu, 2011, Ankara.

Nie, M., Zhang, X., Wang, J., Jiang, L., Yang, J., Quan, Z., Cui, X., Fang, C., Li, B. 2009. Rhizosphere effects on soil bacterial abundance and diversity in the Yellow River Deltaic ecosystem as influenced by petroleum contamination and soil salinization. *Original Research Article Soil Biology and Biochemistry*, 41(12): 2535-2542.

Özkaraova Güngör, B., Bekbölet, M. 2003. Investigation of DTPA for the Remediation of Heavy Metal Contaminated Agricultural Soils. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 4, 4: 931-938.

Özkul, C. 2003. İzmit Civarı (Kocaeli), Endüstrileşmenin toprak ağır metal derişimine etkisi öncel çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*, KOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Pepper, I.L., Gerbo, C.P., Brusseau, M.L.1996. Pollution Science. Academic Pres, Paris.

Reames, G., Lance, L.L. 2002. Childhood Lead Poisoning Investigations: Evaluating a Portable Instrument for Testing Soil Lead. *Journal of Environmental Health*, 64: 7-15.

Richards L.A. 1954. Diagnosis and improvements salina and alkali soils. U.S. Dep. Agr. Handbook, Stroudsburg, U.S.A., 60 pp.

Rudel, H., Wenzel A., Terytze, K. 2001. Quantification Of Soluble Chromium(VI) In Soils And Evaluation Of Ecotoxicological Effects. *Environmental geochemistry and health*, 23: 219–224.

Scelza, R., Rao, M.A., Gianfreda L. 2008. Response of an agricultural soil to pentachlorophenol (PCP) contamination and the addition of compost or dissolved organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(9): 2162-2169.

Thornton, I. 1991. Metal Contamination Soils in Urban Areas. *Soils in the Urban Environment*. Blackwell, pp: 47-75.

Tosun, Y.K. 2007. Farklı iklim koşulları altında oluşmuş toprakların bazı özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Tokat.

Turekian, K.K. 1977. Geochemical Distribution of Elements. *Encyclopedia of Science and Technology* No: 4, McGraw-Hill, New York, pp: 627-630.

Türkoğlu, B. 2006. Toprak kirlenmesi ve kirlenmiş toprakların ıslahı. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana.

Wagner, G.J. 1993. Accumulation of Cd in crop plants and its consequences to human health. *Adv. Agron*, 51: 173–212.

Wagner, G., Desales, A., Muntau, H., Theocharopoulos, S., Quevauviller, P. 2001. Harmonisation and quality assurance in pre-analytical steps of soil contamination studies and conclusions and recommendations of the CEEM Soil project. *Original Research Article The Science of The Total Environment*, 264(1-2, 8): 103-118.

Wilcke, W., Muller, S., Kanchonakol, N. 1998. Urban Soil Contamination in Bangkok. Heavy Metal and Aluminium Partioning in Top Soil, *Geoderma* 86, pp: 211-228.

Yıldız, N. 2001. Toprak kirlenmesi bazı ağır metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co ve Ni) belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Atatürk Univ. Ziraat Fak. Dergisi*, 32 (2) : 207-213.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: İpek ÇAKMAKÇI ERGÜZEL

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara 13.05.1982

Yabancı Dili: İngilizce, Fransızca, Almanca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Çankaya Anadolu Lisesi (Almanca) 1993-2000

Lisans: Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü (İngilizce) 2000-2005

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Aktaş Holding Gemlik-BURSA 2005-2006

Aunde TEKNİK Gemlik-BURSA 2006-2008

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