

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPRAK KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA
PETROL KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ VE GİDERİMİ İÇİN UYGUN
YÖNTEM ARAŞTIRMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öyküm HIZ

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

OCAK 2015

**TOPRAK KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA
PETROL KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ VE GİDERİMİ İÇİN UYGUN
YÖNTEM ARAŞTIRMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Öyküm HIZ
(501091752)**

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Sait YAZGAN

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091752 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Öyküm HIZ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kapsamında Petrol Kirliliğinin Tespiti ve Giderimi İçin Uygun Yöntem Araştırması**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Mustafa Sait YAZGAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Kadir ALP**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ali ERTÜRK
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : 12 Aralık 2014
Savunma Tarihi : 22 Ocak 2015

Bana olan inancıyla her daim yanımda olan babama,

ÖNSÖZ

Çalışmamın bütün aşamalarını titizlikle takip edip beni yönlendiren, bana emek veren, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa Sait Yazgan'a teşekkür ve sonsuz şükranlarımı sunarım.

Göstermiş oldukları ilgi ve katkılardan dolayı İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nün saygıdeğer Öğretim Üyelerine ve Araştırma Görevlilerine teşekkür ederim.

Hayatımı borçlu olduğum, beni yetiştiren, bana emek veren, benden sevgi, destek ve şefkatlerini hiç esirgemeyen güzel aileme, bu yola çıkmamdaki en büyük sebebim olan ve her zaman yanımda hissettiğim kıymetli babama, çalışmayı hazırlamam sırasında gösterdiği anlayış ve manevi desteğinden dolayı değerli meslektaşım ve iş arkadaşım Virgilio Pagliarani'ye, desteklerini her daim hissettiğim Gizem Kotiloğlu ve Volkan Altun'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımı profesyonel hayatımda ve sahada uygulama fırsatı bulabilmeme vesile olan Sayın Mehmet Levent Bulgurcu'ya, bilgi ve donanımıyla bana her daim yol gösterici olan Sayın Gürdal Orak'a minnettarlığımı sunar, teşekkürleri bir borç bilirim.

Aralık, 2014

Öyküm HIZ
Çevre Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	3
1.2 Tezin Kapsamı	4
1.3 Literatür Araştırması.....	5
1.4 Hipotez.....	18
2. PETROL ÜRÜNLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	19
2.1 Petrolün Yapısal Özellikleri	19
3. TÜRKİYE VE DÜNYADA PETROL KİRLİLİĞİ	23
3.1 Akaryakıt Kirliliği ile İlgili Dünyadaki ve Türkiye'deki Mevcut Durum	23
3.2 Türkiye'deki Mevcut Durum ve Yönetmeliğin Getireceği Yükümlülükler.....	29
3.2.1 Birinci aşama değerlendirme	33
3.2.2 İkinci aşama değerlendirme.....	34
3.2.3 Temizleme aşaması	35
4. TTKNKKSDY KAPSAMINDA KİRLİLİK TESPİTİ İÇİN YAPILMASI GEREKEN ÇALIŞMALAR.....	37
4.1 Saha Örneklem Analiz Planının (SÖAP) Hazırlanması	37
4.2 Çevresel Sondaj ve Numune Alma Aşaması	38
4.2.1 Toprak gazı incelemesi.....	38
4.2.2 Toprak numunesi alınması	39
4.2.3 Sondaj noktaları derinliklerinin belirlenmesinde dikkat edilecek hususlar.....	43
4.2.4 YAS kuyusu kurulumu ve örnek alınması ile ilgili dikkat edilecek hususlar	43
4.2.5 Yeraltı gözlem kuyularında yapılacak ölçümler, örneklemeler, pompa testleri	44
4.3 Numune Analizleri ve Değerlendirilmesi.....	45
4.4 Petrol İçeren Numunelerde Kontrol Edilmesi Gereken Parametreler	47
4.5 Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu ve Nihai Raporun Hazırlanması	48
5. PETROLLE KİRLENMİŞ SAHALARIN TEMİZLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	51
5.1 Ex-situ Yöntemler.....	53
5.1.1 Toprak yıkama.....	53

5.1.2	Isıl arıtım	54
5.1.3	Biyolojik arıtım (pompala & arıt teknolojisi).....	55
5.1.4	Kimyasal arıtım	56
5.1.4.1	Adsorpsiyon (GAC kullanımı ile)	57
5.1.4.2	İyon değişimi	57
5.1.4.3	Organik solventler ya da su bazlı yıkama çözeltilerinin kullanılması.....	57
5.1.4.4	Metal ekstraksiyonu.....	57
5.1.5	Stabilizasyon / solidifikasyon	57
5.1.6	Parsel arıtımı (landfarming).....	58
5.1.7	Katı faz kompostlaştırma.....	58
5.2	In-situ Yöntemler.....	58
5.2.1	Toprak gazının vakumla ekstraksiyonu (soil vapor extraxtion)	58
5.2.2	Biyoventilizasyon	59
5.2.3	Biyolojik arıtma (biyoremediasyon yöntemleri)	60
5.2.4	Vitrifikasyon.....	61
5.2.5	Yerinde toprak yıkama	61
5.2.6	Toprak karıştırma (solidifikasyon /stabilizasyon)	62
5.2.7	Fitoremediasyon	62
5.2.8	Yerinde ısı desorpsiyon	62
5.2.9	Pompala & arıt.....	62
6.	TKKNKSDY'İN SEÇİLEN ÇALIŞMA SAHASINDA UYGULAMASI	63
6.1	Birinci Aşama Değerlendirme (Saha Araştırması)	63
6.2	İkinci Aşama Değerlendirme	68
6.2.1	Sondaj kuyuları.....	73
6.2.2	Arazi deneyleri	77
6.2.2.1	Standart penetrasyon deneyi	77
6.2.2.2	TCR & RQD	77
6.2.3	Laboratuar analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve durum tespiti	78
6.2.4	Sondaj, numune alma ve analizler için maliyet analizi	81
6.3	İyileştirme çalışmaları (Temizleme aşaması)	82
6.3.1	Teknik Yaklaşım	87
6.3.1.1	İlk 6 ay süresince izlenecek yol haritası	87
6.3.1.2	6-18 ay süresince izlenecek yol haritası	88
6.3.2	Maliyetlerine göre yöntemlerin karşılaştırılması.....	91
7.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	97
	KAYNAKLAR.....	101
	EKLER.....	103
	ÖZGEÇMİŞ.....	117

KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
BTEX	: Benzen, Toluen, Etilen, Xsilen
DPHVE	: Çift Fazlı Yüksek Emişli Ektraksiyon
DSİ	: Devlet Su İşleri
EPA	: Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EX-SITU	: Yerinden alınarak yapılan çalışma
FID	: Alev İyonizasyon Detektörü
GC	: Gaz Kromatografi Cihazı
HDPE	: American Society for Testing and Materials
HPLC	: Yüksek Performanslı Likit Kromatografi Cihazı
IN-SITU	: Yerde yapılan çalışma
LNAPL	: Yoğunluğu Sudan Az Suyla Karışmayan Sıvı
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MW	: Monitoring Well (Gözlem Kuyusu)
NGL	: Doğal Likit Gaz
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)
PETDER	: Petrol Sanayi Derneği
PID	: Fotoiyonizasyon Detektörü
RQD	: Kaya Kalitesi
SCR	: Sağlam Karot Verimi
SÖAP	: Saha Örnekleme Analiz Planı
SPT	: Standart Penetrasyon
TCR	: Toplam Karot Verimi
TKKNKSDY	: Toprak Kirliliği Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik
TOX	: Toplam Organik Halojenler
TPH	: Toplam Petrol Hidrokarbonları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
VOCs	: Uçucu Organik Kirleticiler
YAS	: Yeraltı suyu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Görünen rezerv miktarları (BP Statistical Report 2014).	6
Çizelge 1.2 : Petrol ürünlerinin üretim miktarları (BP Statistical Report 2014).....	10
Çizelge 1.3 : Petrol ürünlerinin üretim miktarları (BP Statistical Report 2014).....	13
Çizelge 3.1 : Atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmeliğin petrol ürünleri ile ilgili kısımları.	25
Çizelge 3.2 : Atıkların düzenli depolanmasına dair yönetmelik ve petrol ürünleri ile ilgili kısımları.	26
Çizelge 3.3 : Tehlikeli Atıkların Kontrolü yönetmeliği ve petrol ürünleri ile ilgili kısımları.....	26
Çizelge 3.4: Atıkların yakılmasına ilişkin yönetmelik ve petrol ürünleri ile ilgili kısımları.....	27
Çizelge 4.1 : Potansiyel toprak kirletici faaliyetler ve faaliyete özel kirlilik gösterge parametreleri listesi.	47
Çizelge 6.1 : Sondaj numunelerinin TCR,SCR ve RQD değerleri.	77
Çizelge 6.2 : RQD kaya değeri sınıflaması (Deree, 1964).....	77
Çizelge 6.3 : Analizlerde uygulanan metotlar.....	78
Çizelge 6.4 : Laboratuvar analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.	79
Çizelge 6.5 : İkinci aşama değerlendirme çalışmaları için maliyet analizi.....	81
Çizelge 6.6 : Gözlem kuyularında zeminin jeolojik özellikleri ve kirlilik durumu.	85
Çizelge 6.7 : Numune noktalarında zeminin jeolojik özellikleri ve kirlilik durumu.....	86
Çizelge 6.8 : Operasyonlar için zaman çizelgesi.	90
Çizelge 6.9 : İlk 6 ay için yapılacak olan izleme çalışmalarının maliyeti.	91
Çizelge 6.10 : DPHVE ile remediasyon maliyeti.	93
Çizelge 6.11 : Pompala & arıt yöntemi ile remediasyon maliyeti.	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Rezerv / Üretim miktarlarının kıtalar arası dağılım oranları.	9
Şekil 1.2 : Görünen rezervlerin kıtalar arası dağılım oranları.	9
Şekil 1.3 : Petrol ürünlerinin bölge bazında üretim-tüketim oranları.	17
Şekil 3.1 : Kirliliğin yayılma yollarının ve alıcı ortamların/alıcıların belirlenmesi.	28
Şekil 3.2 : Maruziyet yolları.	28
Şekil 3.3 : Teşhis ve kayıt ile 1. Aşama değerlendirmede izlenecek yol.	32
Şekil 3.4 : 2. Aşama değerlendirmede izlenecek yol.	34
Şekil 4.1 : Manuel (Hafif) sondaj seti.	41
Şekil 4.2 : Saha çalışmaları esnasında kullanılan hafif makineler.	46
Şekil 4.3 : Yazılımlarla oluşturulan çevresel kirlilik haritası (Petroltecnica).	49
Şekil 4.4 : Çözünmüş oksijen durumunu gösteren harita (Petroltecnica).	49
Şekil 4.5 : Nitrat durumunu gösteren harita (Petroltecnica).	50
Şekil 5.1 : Petrol kirliliğinin yayılma yolları.	52
Şekil 5.2 : Kirlenmiş sahalar için temizleme stratejisi geliştirmede kullanılabilecek genel temizleme seçeneklerini gösteren akım şeması (TKKNKSDY).	52
Şekil 5.3 : Hafriyat malzemesinin yerinden alınarak (ex-situ) arıtımı için kullanılabilecek yöntemler (TKKNKSDY).	53
Şekil 5.4 : Toprak yıkama yöntemi.	54
Şekil 5.5 : Biyolojik arıtım- pompala & arıt teknolojisi.	56
Şekil 5.6 : Biyolojik arıtım- biyofiltrasyon.	56
Şekil 5.7 : In-situ yöntemler - toprak gazı ayrıştırması.	59
Şekil 5.8 : Biyoventilizasyon.	59
Şekil 5.9 : Air sparging- hava basarak temizleme.	60
Şekil 5.10 : İnfiltrasyon galerisi - geri dönüşüm sistemi.	60
Şekil 5.11 : Hava kabarcıklı biyolojik arıtım - hava enjeksiyonu ve ayrıştırma sistemi.	61
Şekil 6.1 : Denetim formu risk puanı hesaplaması.	66
Şekil 6.2 : Faaliyet ön bilgi formu risk puanı hesaplaması ve toplam risk puanı hesaplaması.	67
Şekil 6.3 : Saha örnekleme analiz planı (SÖAP).	70
Şekil 6.4 : Dolum ağzları.	71
Şekil 6.5 : Potansiyel kirlilik kaynağı tankların menholü.	71
Şekil 6.6 : Araç yıkamanın bitimindeki çöktürme havuzu.	72
Şekil 6.7 : Izgaraların durumu.	72
Şekil 6.8 : SK1 numune noktası.	73
Şekil 6.9 : SK1 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.	73
Şekil 6.10 : SK2 numune noktası.	74
Şekil 6.11 : SK2 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.	74

Şekil 6.12 : SK3 numune noktası.....	75
Şekil 6.13 : SK3 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.	75
Şekil 6.14 : SK4 numune noktası.....	76
Şekil 6.15 : SK4 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.	76
Şekil 6.16 : İstanbul Anadolu yakasında bulunan bir akaryakıt istasyonu.	83
Şekil 6.17 : Numune noktaları ve gözlem kuyularının istasyon planında gösterimi.	85

TOPRAK KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA PETROL KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ VE GİDERİMİ İÇİN UYGUN YÖNTEM ARAŞTIRMASI

ÖZET

Bu Yüksek Lisans Tezi, Türkiye’de petrol ürünleri ile kirlenen toprakların, çevresel açıdan risk oluşturmaması için, uygulanabilirlik ve ekonomik açıdan en doğru yöntemlerle kirlilik giderimlerinin sağlanması ve var olan yöntemlerin kıyaslanmasını hedeflemiştir.

Bu doğrultuda, Türkiye’deki mevcut ve uygulamaya alınacak yönetmeliklerin kapsamı ve ilerleyen süreçte karşılaşılabilecek durumlar, petrol ürünlerinin toprakta yarattığı tahribatın boyutları, yeni “toprak kirliliği kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelik”in süreçleri öncelikli olarak ele alınmıştır.

Yeni yönetmelikle birlikte yapılması gereken toprak analizleri, toprak gazı incelemeleri, yeraltı suyu örneklemeleri ve gözlem kuyuları açılımı için çevresel sondajın nasıl yapılması gerektiği, kullanılacak ekipmanlar ve standartlar, analizlerde dikkate alınacak parametreler, petrol ürünlerinin topraktan giderim sistemleri (biyolojik, kimyasal, fiziksel prosesler), maliyet analizleri ve giderim için uygun yöntemin belirlenmesi ile sürekli izlemenin nasıl yapılacağı konusunda, örnek saha uygulamaları da ortaya konularak, toprak kirliliğinin giderimine yönelik uygun yöntem seçimindeki yaklaşım ortaya konmuştur.

Türkiye’deki mevcut durum yanı sıra dünyadaki durum ve kirleticiler, Türkiye’de yürürlükte olan ilgili yönetmelikler ve petrol ürünlerinin sebep olabileceği kirliliğin giderimine yönelik bugüne kadar kullanılan yöntemler de değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, yönetmeliğin uygulamaya girmesiyle birlikte petrol ürünleri kirliliği ile ilgili karşılaşılabilecek senaryolar ve bu senaryolara karşılık üretilecek çözümler sunulmuştur. Bu doğrultuda, gerçek bir saha çalışmasına yer verilerek, kirlilik tespiti çalışması yapılmıştır. Aynı zamanda, kirlilik tespit edilen bir başka çalışma sahasında, uygulanabilecek giderim yöntemleri değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte, özellikle de petrol ürünlerinden kaynaklanan kirlenmenin olduğu topraklarda, temizleme çalışmalarında doğabilecek potansiyel maliyetler ortaya konmuştur. Ortalama büyüklükteki bir akaryakıt istasyonunda oluşabilen kirlilik tespiti ve giderimi maliyetinden yola çıkılarak, Türkiye genelinde muhtemel kirlilik sahalara yönelik kirlilik giderimi ve iyileştirme çalışmalarında ne gibi maliyetlerin doğabileceği ele alınmıştır. Teknik bilgi, eğitilmiş uygulayıcı ve denetleyiciler, kullanılacak ekipmanlar gibi önemli ihtiyaçlar ve mevzuatın içeriğinden kaynaklanabilecek sorunlar ortaya konmuştur.

Bu çalışma, yeni TKKNKKSDY’i iyi bir şekilde anlamak ve Türkiye’deki petrol ve benzeri akaryakıt ürünlerinden kaynaklanan kirlenmiş toprakların iyileştirilmesinde uygun yöntemi seçmek için bir yol göstericidir.

Anahtar kelimeler: Toprak kirliliği, Petrol kirliliği, TKKNKKSDY, Kirlenmiş toprakların iyileştirilmesi, Ex-situ ve In-situ kirlilik giderimi

PETROLEUM CONTAMINATION DETECTION & RESEARCHING FOR THE APPROPRIATE REMEDIATION METHOD AS PART OF THE SOIL CONTAMINATION CONTROL REGULATION

SUMMARY

This master's thesis aims that, researching for the existing methods, obtaining the feasible and reasonable remediation method in terms of economic for the petroleum contaminated soils in Turkey to protect the environment against risks.

For this purpose, The scope of existing regulations and also the new ones which will be implemented in the near future, the conditions that will be encountered, The quantity of the destruction caused petroleum products on soil, Processes of "Soil Contamination Control and Point Sourced-Contaminated Fields Regulation" are taken a matter in hand, primarily.

In this study, as part of the "Soil Contamination Control and Point Sourced-Contaminated Fields Regulation" which was prepared in the past years and will be come into force in June 2015, it's mentioned how the contamination can be understood and detected in the fields and how the remediation methods will be applied. Also, it touches on the remediation methods and petroleum contamination control mechanism.

Soil samples analysis, soil vapor investigations, groundwater sampling and environmental drilling methods for the creation of monitoring wells, necessary equipments for sampling & drilling, standards to follow the methods, parameters to be considered, disposal systems of the petroleum products from the soil (biological, chemical and physical processes), cost analysis and continuous-monitoring technics, which are coming with the new regulation and must be done, are elaborated by using the real application on field to choose the most available remediation method.

The current situation as well as the worldwide situation, the contamination sources, the related regulations which are in force and the methods used so far in Turkey to remove the contamination caused from petroleum products are also evaluated.

With the coming into force of the application of regulation, scenarios will be encountered related to the pollution of petroleum products and solutions to be generated in response to these scenarios is presented. Accordingly, by giving place an actual field work, contamination detection was carried out. Add to this, the best available remediation methods are evaluated for another field which was identified as contaminated before.

However, especially in the lands including the pollution coming from oil products, potential costs arising for the cleaning operations are stated. Evolving out of the detection and remediation costs for an average size filling station, the costs to be incurred are discussed for remediation of the potential contaminated areas in Turkey-wide.

When it comes to consumption quantities of petroleum product in Turkey and the world, it can be obviously seen that the amount is very high and petroleum is a really important consumption material.

Oil pollution removal activities in Turkey are considered and applied by global companies on their own fields for now. But, with the new regulation, this activities will cover all industries and sectors which effects the soil and groundwater, and it's also considered that one of the important industry will be the fuel/oil sector

In this thesis, it is also mentioned the potential pollution sources that supports this ideas and approaches.

Especially the potential risks sources such as underground tanks, pipelines which are carrying the petroleum products, oil/gas stations, filling plants and refineries are considered. Accordingly, based on the actual field applications, costs of first investigation & sampling stages and costs of remediation stage including the most effective methods are calculated and predicted. Based on this prediction, it's stated that how serious of the petroleum pollution possibility.

The following sub-steps are observed in this study:

- It is stated the existing situation related to petroleum potential contamination in Turkey and the world.
- The global statistics are evaluated which shows the production, consumption and exchange ratios between both of them for the petroleum products.
- It is mentioned about the actual Turkish regulations referring to the removal methods for the petroleum contamination.
- The obligations coming from new regulation are shared for the facility owners.
- Detection and remediation stages of the regulation are explained step by step with the all details to realize how the regulation will apply on field.
- In the fourth section, technical issues are explained such as preparing of the field sampling plan, environmental drilling and sampling stage, soil vapor investigations, the important points to be considered to determine the sampling points, ground water monitoring well installation, the key points to be considered to take a sample from ground water, monitoring activities on ground water monitoring wells, pump tests , sample analysis and assessments.
- In the fifth section, it is mentioned about remediation methods for petroleum contamination removal, exposed and impacted fields / environment / flora/ fauna..etc
- With the actual field application, it is stated that how the methodology follow up
- Related to the petroleum contamination in a different field in Istanbul, effective approach and methodology was performed and calculated the costs.
- The Budget is predicted to remediate the contamination on the gas stations in Turkey and it's mention what can be done.
- Should have been emphasized that, although soil contamination control is known as one of the theoretical topics of the environmental engineering in Turkey, academicians need to be a pathfinder on transferring knowledge in order to put into practice and eliminate constraints of the regulation implementations.

- It is submitted that educated and knowledgeable practitioners and implementing companies on soil contamination control will be needed in the near future.
- It is mentioned about the remediation equipments will be required to product in Turkey because of the high transfer and customs costs, so there will be needed more manufacturing machine factories in this field.
- It is highlighted that there may be difficulties on implementation because of the translation from EU directives to Turkish language , and it may require a number of improvements
- It is emphasized that there will be needed to learn softwares to do risk assessments with different parameters, and it obviously means more trainings will be come with it.

In this study, it's considered that how the appropriate methods can effects the costs, how the approach is important on contamination control and it will need a great experience, knowledge and also budget in the near future in Turkey.

Key words: Soil Contamination, Petroleum Contamination, Removal of the petroleum contamination from the soil, Remediation of Contaminated Fields,, Ex-situ and In-situ methods, The Soil Contamination Control Regulation

1. GİRİŞ

20. yüzyıla damgasını vuran petrolün bir sanayi kolu olarak doğuşu, 19 uncu yüzyılın ortalarına rastlamaktadır. 1800 lü yılların ortalarında Kanadalı Abraham Gesner'in doğal olarak yeryüzüne sızan petrolden gazyağı rafine edişi, petrol sanayinin doğusunu simgelemektedir. Bir gazyağının üretilişi,aydınlanma alanında tam bir devrim olmuş ve gazyağına kısa bir sürede büyük talep doğurmuştur.

Gazyağının üretilmeye başlanması ile birlikte hızla gelişen ham petrol talebi, doğal olarak yeryüzüne çıkan petrolün oluşturduğu kaynakların dışında petrol üretilmesi ihtiyacını doğurmuş ve böylelikle petrol sanayinin yeni bir cephesi ortaya çıkmıştır.

1900'lü yılların başına kadar ABD, petrol endüstrisinde rakipsiz kalmış ise de,bu dönemden itibaren dünyanın çeşitli kesimlerinden yeni rakipler ortaya çıkmaya başlamıştır. Dönemin ABD dışındaki en önemli üreticisi Bakü'den yaptığı üretim ile Çarlık Rusya'sı olmuştur. Azerbaycan'da yapılan bu üretim kısa sürede önemli bir gelişme göstermiştir. 1890'larda Rusya'nın petrol sahaları,ABD'nin Pennsylvania sahalarından daha verimli olmuş ve 1885'te Rusya,ABD'nin üretiminin 2/3 seviyesine gelmiştir. [1]

2. Dünya Savaşı'nın sonunda, Ortadoğu'nun petrol bakımından zengin olduğunun anlaşılması sonrasında, dünyadaki petrol dengeleri değişim göstermeye başlamıştır. Ortadoğu topraklarındaki petrolün çıkartılıp işlenmesi için batılı büyük petrol şirketlerinin kurulması ve bölgedeki hakimiyetlerinin ardından, ilerleyen yıllarda petrol üretimi ve petrol gelirlerinde dengenin sağlanması amacıyla OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) kurulmuştur.

Petrol ürünleri, M.Ö zamanlarda ilk olarak asfalt olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüze kadar ise en yaygın kullanılanları, fuel oil ve benzin olmuştur. Petrol aynı zamanda, ilaç, solvent, gübre, pestisit ve plastik sanayinde de hammadde olarak kullanılarak, gündelik hayatın içine dahil olmuştur.

Petrol ürünleri, bulundukları kaynaktan çıkarılması, rafineri edilmesi, pazarlanması sürecinden geçerken, çevre ile sürekli etkileşim haldedir. Örneğin, pazarlanması aşamasında petrol tankerleri ile taşınması ve iletimi sırasında boru hatlarıyla taşınması, gerek karasal alanda gerekse deniz üzerinde birçok etki yaratabilmektedir.

Türkiye’de ve dünyada, uzun yıllardır akaryakıt istasyonları, depolama tesisleri ve rafineriler başta olmak üzere birçok tesiste, çeşitli aktivitelerde ve sektörlerde kullanılmak üzere, yer altı ve yer üstü tanklarında petrol ve petrol ürünleri depolanmaktadır.

Çevresel boyutta ele alındığında bu depolama tankları, toprak ve yer altı suyu için önemli birer potansiyel kirlenici kaynağı olmaktadır. Dünya üzerinde çeşitli çevre direktiflerinin, kanunların, yönetmeliklerin gündeme gelmesi ve çevre koruma bilincinin oluşması ile birlikte, zaman içerisinde bu tanklar ve depolandığı tesisler denetlenmeye başlanmış, çevresel riski minimize etmek adına kontrol önlemleri ile birlikte, kirlenen topraklar ve yer altı suları için temizleme amaçlı kirlilik giderim yöntemleri ve teknolojiler oluşturulmaya başlanmıştır. Ülkemizde ise toprak kirliliğinin kontrolü kapsamında henüz gündeme gelmiş ve yürürlüğe girecek yeni yönetmeliklerde, faaliyet sahiplerinin aktiviteleri değerlendirilmeye başlanmıştır.

Dünyada ve ülkemizde sosyal ve ekonomik kalkınmada en fazla ihtiyaç duyulan temel girdi olan petrolün kullanımı, gün geçtikçe artmaktadır. Dünya nüfusunun artması ile birlikte enerji tüketiminin de paralel olarak artması, petrolün insan yaşamının her anında önemi ve etkisini de aynı ölçüde fazlaştırmıştır. [2]

Türkiye’de akaryakıt sektörüne yönelik son yıllardaki verilere bakıldığında, veriler sektörün gelişimini açıkça görülmektedir. Bununla birlikte elektrik piyasalarının düzenlenmesi amacıyla 4628 sayılı Yasa ile 2001 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu kurulmuştur.

2014 EPDK verilerine göre, Türkiye’de 12.878 adet akaryakıt istasyonu ve 25 adet ihrakiye lisansı bulunmaktadır.. Bu istasyon sayısına göre yaklaşık 51.512 adet yer altı depolama tankı olduğu düşünülmektedir (Her istasyonda minimum 4 tane akaryakıt tankının olduğu varsayılmıştır) Bununla birlikte, 2013 yılı içerisinde dağıtım şirketlerinin depolama kapasitesi 1287 tank ile 4.886.447 m³ iken, 2014 yılı içerisinde 1314 tank adedi ile 4.906.565 m³’e yükselmiştir. Türkiye’deki en büyük depolama kapasitesine sahip Tüpraş rafinerilerinin kapasitesi 5.487. 956 m³ olarak

bilinmektedir. Türkiye'deki toplam rafineri kapasitelerine bakıldığında, Tüpraş rafinerileri 28,1 milyon ton, Doğu Akdeniz rafinerisi 15 milyon ton ve Star rafinerisi 10 milyon ton kapasiteye sahiptir. Akaryakıt sektöründe bunun yanı sıra 235 adet madeni yağ şirketi olmakla birlikte, 80 adet akaryakıt dağıtım şirketi ve 112 depolama-dağıtım noktası bulunmaktadır. 2014 yılı itibariyle, Biodizel alanında 22 lisanslı firma, boru hattı iletim şirketi olarak 27 firma, 75 adet lisanslı LPG firması ve 10150 adet LPG istasyonu bulunmaktadır.

Bu verilerden anlaşılabacağı üzere, Türkiye'de akaryakıt sektörünün gelişimi,istasyon ve şirket bazında gün geçtikçe artmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Türkiye'de gelişen çevre mevzuatları ve uygulamaya konulan yeni AB direktifleri vasıtasıyla,her geçen gün çevre konusunda yeni teknolojilere ve çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu doğrultuda, özellikle su ve hava kalitesinin korunması ve sağlanması konusunda uzun yıllardır çalışmalar devam etmektedir. Toprak ve yer altı suyunun kirliliğinin giderimi ve kontrolü ise, 8 haziran 2010 yılında çıkartılan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirilenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” ile başlamış, ancak yönetmeliğin 2012 yılında yürürlüğe girmesi beklenirken, uygulamanın ertelenmeye konmasıyla birlikte, 2015 yılına kadar, gerek faaliyet sahiplerince gerekse devletin ilgili kurumlarınca anlaşılır hale getirilmesi çalışmaları başlatılmıştır.

Bu yönetmelikle birlikte, alıcı ortam olarak toprağın kirlenmesinin önlenmesi, kirlenmenin mevcut olduğu veya olması muhtemel sahaları ve sektörleri tespit etmek, kirlenmiş toprakların ve sahaların temizlenmesi ve izlenmesi esaslarını belirlemek amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, petrol ve petrol ürünlerinin, toprakta ve yer altı suyunda oluşturabilecekleri kirliliğin tespit edilmesi, mevcut kirliliğin yayılımının engellenmesi ve kirlilik giderimi için uygun yöntemlerin ve maliyet çalışmalarının değerlendirilmesidir.

Bu çalışmanın, gerek ilgili mevzuat, gerekse saha uygulamaları ile desteklenerek, petrol ürünleriyle kirlenmiş sahaların geri kazanılması için bir yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

1.2 Tezin Kapsamı

Bu çalışmada, geçmiş yıllarda hazırlanmış ancak Haziran 2015'de yürürlüğe girmesi planlanan "Toprak Kirliliği Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" kapsamında, kirliliğin nasıl tespit edileceği ve giderim çalışmalarının nasıl şekilleneceği anlatılmış, toprak ve yer altı suyundaki petrol kirliliğinin kontrol ve iyileştirme yöntemlerinden bahsedilmiş, saha çalışmaları ile uygulama şekli aktarılmıştır.

Yeraltı tankları, ürün taşıma amaçlı kullanılan boru hatları, dolum tesisleri ve rafineriler başta olmak üzere, potansiyel riskli kaynaklar ele alınmıştır. Bu doğrultuda, yapılan gerçek saha uygulamalarından da yola çıkarak, tespit aşamasında doğabilecek ve efektif kirlilik giderim yöntemlerinin maliyetleri hakkında tahmin yapılmış ve petrol kirliliği olasılığının ne derece önemli boyutta olduğu ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada şu alt adımlar izlenmiştir:

- Türkiye ve dünyadaki, petrol kirliliği ile ilgili mevcut durum ortaya konmuştur.
- Yeni yönetmeliğin getireceği yükümlülükler paylaşılmıştır.
- Yönetmeliğin tespit ve iyileştirme aşamaları tüm detayları ayrı ayrı ele alınmış, yönetmelik uygulamasının nasıl gerçekleşeceği aktarılmıştır.
- Petrol kirliliği gideriminde uygulanabilecek remediasyon yöntemleri ve etki alanlarından bahsedilmiştir.
- Sahada gerçekleştirilmiş gerçek bir uygulama ile, tespit aşamasında nasıl bir yöntem izlendiği ortaya konmuştur.
- Bir başka sahada var olan petrol kirliliğine yönelik, etkin iyileştirme yöntemi yaklaşımında bulunulmuş ve maliyet analizi yapılmıştır.
- Türkiye'de akaryakıt istasyonlarında doğabilecek iyileştirme bütçesi tahmin edilmiş ve bu doğrultuda yapılması gerekenlerden bahsedilmiştir.

1.3 Literatür Araştırması

Dünya üzerinde, petrol ve ürünlerinin üretim ve tüketim oranlarına bakıldığında, sürekli bir artış görülmektedir. İstatistiksel verilerin göstermiş olduğu bu artış, petrol rezervlerinin öneminin günden güne önem kazandığı ve ülkeler arası güç dengelerinin de doğrudan etkilendiği de açıkça ortaya koymaktadır.

Dünya üzerindeki petrol rezervlerine bakıldığında, 2013 verilerine göre Kuzey Amerika kıtasında Kanada'da $28,1 \times 10^9$ ton, Güney ve Merkez Amerika anakaralarında Venezueal'da $46,6 \times 10^9$ ton, Avrupa ve Avrasya topraklarında Rusya'da $12,7 \times 10^9$ ton, Orta Doğu'da Suudi Arabistan'da $36,5 \times 10^9$ ton, Afrika kıtasında Libya'da $6,3 \times 10^9$ ton, Asya Pasifik'ta Çin topraklarında $2,5 \times 10^9$ ton akaryakıt ürünü olduğu görülmektedir (Ham petrol, NGL ve yoğunlaşmış gaz toplamı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bkz: Çizelge 1.1).

Bununla birlikte, görünen rezerv oranı olarak en yüksek yüzdesel değer Ortadoğu'da olmakla birlikte, 2003 yılında Amerika kıtasında petrol rezerv oranı dünya genelinin %7,5'luk değerine karşılık gelirken, 2013 yılında bu oranın %19,5 oranına çıktığı görülmektedir. Bu oranın çarpıcı şekilde artması, hiç kuşkusuz yeni yöntemlerle (arıtma çamurundan petrol eldesi vb) petrol elde edilmesi çalışmalarıdır (Bkz: Şekil 1.2).

Çizelge 1.1 : Görünen rezerv miktarları (BP Statistical Report 2014).

	1993 sonlarında Bin milyon varil	2003 sonlarında Bin milyon varil	2012 sonlarında Bin milyon varil	Bin milyon ton	Bin milyon varil	Toplamin Paylaşım oranları	R/P ratio
US	30,2	29,4	44,2	5,4	44,2	2,6%	12,1
Kanada	39,5	180,4	174,3	28,1	174,3	10,3%	*
Meksika	50,8	16,0	11,4	1,5	11,1	0,7%	10,6
Toplam Kuzey Amerika	120,5	226,8	229,9	35,0	229,6	13,6%	37,4
Arjantin	2,2	2,7	2,4	0,3	2,4	0,1%	9,8
Brezilya	5,0	10,6	15,3	2,3	15,6	0,9%	20,2
Kolombiya	3,2	1,5	2,2	0,3	2,4	0,1%	6,5
Ekvador	3,7	5,1	8,4	1,2	8,2	0,5%	42,6
Peru	0,8	0,9	1,4	0,2	1,4	0,1%	37,5
Trinidad / Tobago	0,6	0,9	0,8	0,1	0,8	•	19,2
Venezuela	64,4	77,2	297,6	46,6	298,3	17,7%	*
Diğer G. & Merkez Amerika	0,9	1,5	0,5	0,1	0,5	•	9,6
Toplam G. & Merkez Amerika	80,7	100,4	328,6	51,1	329,6	19,5%	*
Azerbaycan	n/a	7,0	7,0	1,0	7,0	0,4%	20,6
Danimarka	0,7	1,3	0,7	0,1	0,7	•	10,3
İtalya	0,6	0,8	1,4	0,2	1,4	0,1%	32,7
Kazakistan	n/a	9,0	30,0	3,9	30,0	1,8%	46,0
Norveç	9,6	10,1	9,2	1,0	8,7	0,5%	12,9
Romanya	1,0	0,5	0,6	0,1	0,6	•	19,0
Rusya	n/a	79,0	92,1	12,7	93,0	5,5%	23,6
Türkmenistan	n/a	0,5	0,6	0,1	0,6	•	7,1
UK	4,5	4,3	3,0	0,4	3,0	0,2%	9,6
Özbekistan	n/a	0,6	0,6	0,1	0,6	•	25,9
Diğer Avrupa & Avrasya	61,8	2,3	2,1	0,3	2,2	0,1%	15,1
Toplam Avrupa & Avrasya	78,3	115,5	147,4	19,9	147,8	8,8%	23,4

Çizelge 1.1 (devam) : Görünen rezerv miktarları (BP Statistical Report 2014).

	1993 sonlarında Bin milyon varil	2003 sonlarında Bin milyon varil	2012 sonlarında Bin milyon varil	Bin milyon ton	Bin milyon varil	Toplamin Paylaşım oranları	R/P ratio
İran	92,9	133,3	157,0	21,6	157,0	9,3%	*
Irak	100,0	115,0	150,0	20,2	150,0	8,9%	*
Kuveyt	96,5	99,0	101,5	14,0	101,5	6,0%	89,0
Umman	5,0	5,6	5,5	0,7	5,5	0,3%	16,0
Katar	3,1	27,0	25,2	2,6	25,1	1,5%	34,4
Suudi Arabistan	261,4	262,7	265,9	36,5	265,9	15,8%	63,2
Suriye	3,0	2,4	2,5	0,3	2,5	0,1%	*
Birleşik Arap Emirlikleri	98,1	97,8	97,8	13,0	97,8	5,8%	73,5
Yemen	2,0	2,8	3,0	0,4	3,0	0,2%	51,2
Diğer Orta Doğu	0,1	0,1	0,3	†	0,3	•	3,4
Toplam Orta Doğu	661,9	745,7	808,7	109,4	808,5	47,9%	79,1
Cezayir	9,2	11,8	12,2	1,5	12,2	0,7%	21,2
Angola	1,9	8,8	12,7	1,7	12,7	0,8%	19,3
Çad	-	0,9	1,5	0,2	1,5	0,1%	43,5
Kongo Cumhuriyeti (Brazzaville)	0,7	1,5	1,6	0,2	1,6	0,1%	15,6
Mısır	3,4	3,5	4,2	0,5	3,9	0,2%	15,0
Ekvator Ginesi	0,3	1,3	1,7	0,2	1,7	0,1%	15,0
Gabon	0,7	2,3	2,0	0,3	2,0	0,1%%	23,1
Libya	22,8	39,1	48,5	6,3	48,5	2,9%	*
Nijerya	21,0	35,3	37,1	5,0	37,1	2,2%	43,8
Güney Sudan	-	-	3,5	0,5	3,5	0,2%	96,9
Sudan	0,3	0,6	1,5	0,2	1,5	0,1%	33,7
Tunus	0,4	0,6	0,4	0,1	0,4	•	18,7
Diğer Afrika	0,6	0,6	3,7	0,5	3,7	0,2%	47,7
Toplam Afrika	61,2	106,2	130,6	17,3	130,3	7,7%	40,5

Çizelge 1.1 (devam) : Görünen rezerv miktarları (BP Statistical Report 2014).

	1993 sonlarında Bin milyon varil	2003 sonlarında Bin milyon varil	2012 sonlarında Bin milyon varil	Bin milyon ton	Bin milyon varil	Toplamin Paylaşım oranları	R/P ratio
Avustralya	3,3	3,7	3,9	0,4	4,0	0,2%	26,1
Brunei	1,3	1,0	1,1	0,1	1,1	0,1%	22,3
Çin	16,4	15,5	18,1	2,5	18,1	1,1%	11,9
Hindistan	5,9	5,7	5,7	0,8	5,7	0,3%	17,5
Endonezya	5,2	4,7	3,7	0,5	3,7	0,2%	11,6
Malezya	5,0	4,8	3,7	0,5	3,7	0,2%	15,3
Tayland	0,2	0,5	0,4	0,1	0,4	•	2,5
Vietnam	0,6	3,0	4,4	0,6	4,4	0,3%	34,5
Diğer Asya Pasifik	1,1	1,4	1,1	0,1	1,1	0,1%	11,2
Toplam Asya Pasifik	38,8	40,5	42,1	5,6	42,1	2,5%	14,0
Toplam Dünya	1041,4	1334,1	1687,3	238,2	1687,9	100,0%	53,3
Bunlardan: OECD	140,8	247,5	249,6	37,3	248,8	14,7%	33,2
OECD olmayan	900,6	1096,6	1437,7	200,9	1439,1	85,3%	59,5
OPEC	774,9	912,1	1213,8	170,2	1214,2	71,9%	90,3
OPEC olmayan ‡	206,3	325,2	342,6	50,1	341,9	20,3%	26,0
Avrupa Birliği #	8,1	8,0	6,8	0,9	6,8	0,4%	13,0
Eski Sovyetler Birliği	60,1	96,8	130,9	17,9	131,8	7,8%	25,9
Kanadalı petrol yatakları: toplam	32,3	174,4	167,8	27,3	167,8		
Bunlardan: Aktif gelişim altında olanlar	2,9	10,8	25,9	4,2	25,9		
Venezuela: Orinoco Kemerı	-	-	220,0	35,4	220,5		

* 10 yıldan fazla

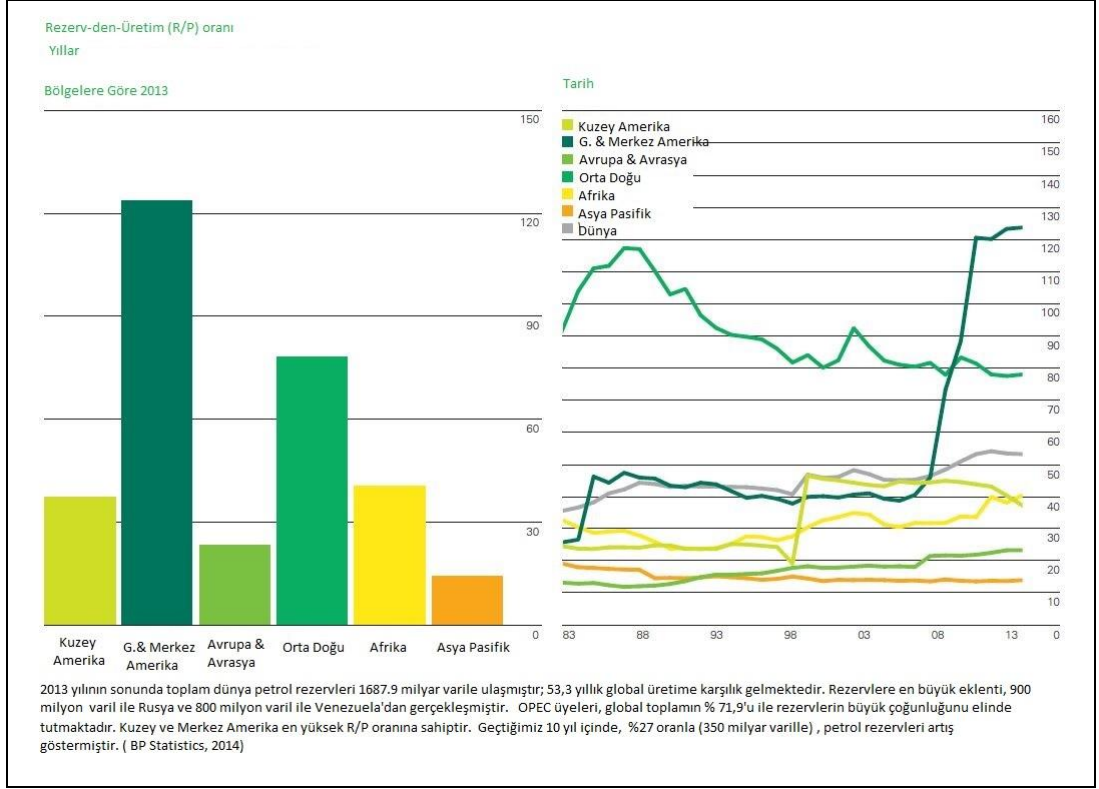
† 0.05'den az .

• 0.05%'den az

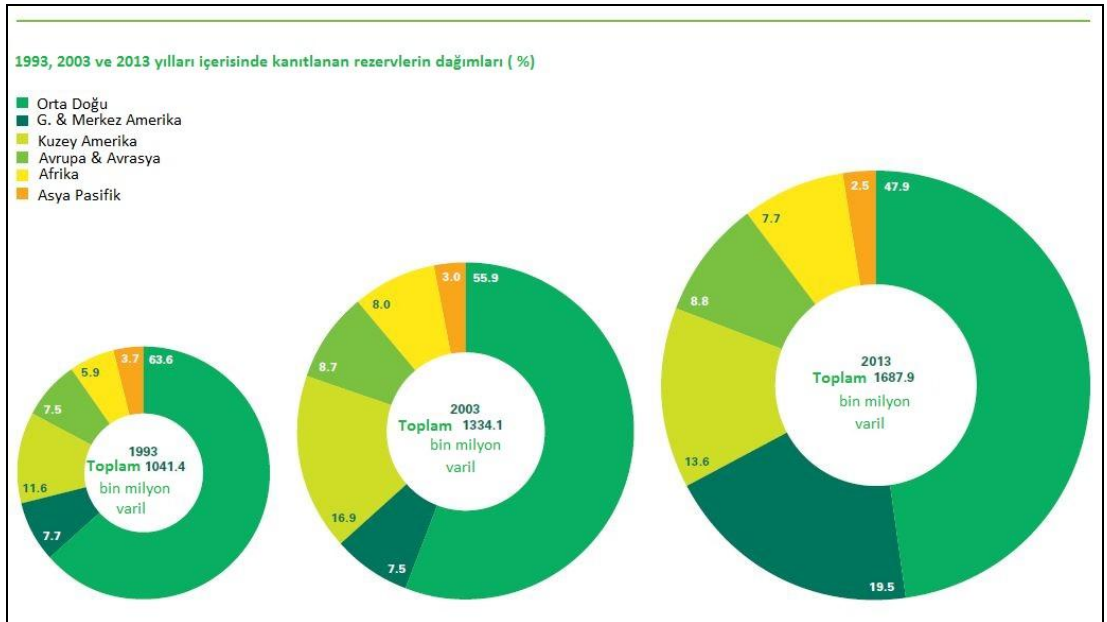
‡ Eski Sovyetler Birliği Dışında

1993'de Estonya, Litvanya , Letonya dışında.

Notlar: Veriler - Bu rakamlar genellikle ekonomik ve işletilebilen rezervlerin jeolojik verileri ve mühendislik çalışmalarından yola çıkılarak yapılan makul geçerlilikteki göstergelerdir. Rezerv-den-üretim (R/P) oranı - If the reserves remaining at the end of any year are divided by the production in that year, the result is the length of time that those remaining reserves would last if production were to continue at that rate. Veri kaynağı - Tabloda verilen rakamlar, OPEC Sekreteryası, Dünya Petrol, Oil & Gas Dergisi ve resmi domainlerden alınan Rusya ve Çinli bağımsız rezervleri (ham petrol, sıvı gaz ve sıvı doğal gaz)'in ortak kombinasyonu ile oluşturulmuştur. "Kanadalı petrol yatakları" 'resmi tahminlerdir. Venezuela'lı Orinoco Kemerı rezervi OPEC Sekreteryası ve Hükümet duyurularından alınmıştır. Rezervler, sıvı gaz, NGL ve ham petrolü içermektedir. Toplamin paylaşılan oranları ve R/P oranları bin milyon varil olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1.1 : Rezerv / Üretim miktarlarının kıtalar arası dağılım oranları (BP).



Şekil 1.2 : Görünen rezervlerin kıtalar arası dağılım oranları (BP Statistics2014).

Çizelge 1.2 : Petrol ürünlerinin üretim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013 over 2012	2013 Toplamın oranı
US	7362	7244	6903	6828	6862	6783	7263	7552	7968	8892	1003	13,5%	10,8%
Kanada	3003	3080	3041	3208	3290	3207	3202	3332	3515	3740	3948	6,0%	4,7%
Meksika	3795	3830	3766	3689	3479	3165	2978	2659	2940	2911	2875	-1,1%	3,4%
Toplam Kuzey Amerika	14160	14154	13709	13725	13631	13168	1344	13843	14323	1543	16826	8,2%	18,9%
Arjantin	900	868	839	838	813	772	743	722	687	665	656	-1,5%	0,7%
Brezilya	1548	1537	1699	1804	1833	1895	2024	2137	2193	2149	2114	-1,7%	2,7%
Kolombiya	541	528	526	529	531	588	671	786	9915	944	1004	6,3%	1,3%
Ekvador	420	528	534	538	513	507	488	488	501	505	527	4,5%	0,7%
Peru	89	86	92	97	96	99	107	113	110	107	104	-4,0%	0,1%
Trinidad / Tobago	175	165	181	193	166	174	153	148	140	120	118	-1,2%	0,1%
Venezuela	2868	3305	3308	336	3230	3222	3033	2838	2766	2643	2623	-0,8%	3,3%
Diğer G. & Merkez Amerika	149	144	146	140	139	138	129	134	137	140	146	3,0%	0,2%
Toplam G. & Merkez Amerika	6691	7161	7325	7474	782	7394	7348	7367	7448	7274	7293	0,2%	9,1%
Azerbaycan	308	309	445	646	856	895	1014	1023	919	919	931	1,2%	1,1%
Danimarka	368	390	377	342	311	287	265	249	225	204	178	-12,8%	0,2%
İtalya	116	113	127	120	122	108	95	106	110	112	116	3,3%	0,1%
Kazakistan	1111	1283	1330	1403	1453	1526	1664	1740	1758	1724	1785	3,5%	2,0%
Norveç	3264	3180	2961	2772	2551	2466	2349	2136	2040	1917	1837	-4,4%	2,0%
Romanya	124	120	114	105	100	99	94	90	89	83	87	4,0%	0,1%
Rusya	8602	9335	9598	9818	10044	9950	10139	10365	10510	10643	10788	1,3%	12,9%
Türkmenistan	203	194	193	187	199	208	211	217	217	222	231	4,1%	0,3%
UK	2296	2064	1843	1666	1659	1555	1477	1361	1116	949	866	-8,6%	1,0%
Özbekistan	151	138	115	114	104	102	95	78	77	68	63	-7,1%	0,1%
Diğer Avrupa & Avrasya	495	482	454	445	442	420	409	394	394	390	398	2,4%	05%
Toplam Avrupa & Avrasya	17037	17608	17567	17619	17840	17617	17812	17759	17452	17231	17281	0,3%	20,3%

Çizelge 1.2 (devam) : Petrol ürünlerinin üretim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013'den 2012'ye	2013 Toplamın Oranı
İran	4002	4201	4184	4260	4303	4396	4249	4356	4358	3751	3558	-6,0%	4,0%
Irak	1344	2030	1833	1999	2143	2428	2452	2490	2901	3116	3141	0,8%	3,7%
Kuveyt	2370	2523	2668	2737	2663	2786	2511	2536	2880	3165	3126	-1,3%	3,7%
Umman	822	783	777	738	710	757	813	865	885	918	942	2,7%	1,1%
Katar	949	1082	1149	1241	1279	1449	1416	1676	1836	1966	1995	1,3%	2,0%
Suudi Arabistan	10141	10458	10931	10671	10268	10663	9663	10075	11144	11635	11525	-1,1%	13,1%
Suriye	652	487	448	421	404	406	401	385	327	171	56	-67,3%	0,1%
Birleşik Arap Emirlikleri	2722	2836	2922	3099	3001	3026	2723	2895	3319	3399	3646	7,4%	4,0%
Yemen	451	424	421	387	341	315	306	291	228	180	161	-11,5%	0,2%
Diğer Orta Doğu	48	48	185	182	194	192	192	192	201	183	208	13,5%	0,2%
Toplam Orta Doğu	23501	34873	25518	25734	25305	26417	24726	25781	27980	28484	28358	0,7%	32,2%
Cezayir	1826	1921	1990	1979	1992	1969	1775	1689	1642	1537	1575	2,7%	1,7%
Angola	870	1103	1404	1421	1684	1901	1804	1963	1726	1784	1801	0,8%	2,1%
Çad	24	168	173	153	144	127	118	122	114	101	94	-6,3%	0,1%
Kongo (Brazzaville)	208	217	239	271	221	235	269	294	302	289	281	-2,9%	0,4%
Mısır	750	701	672	704	698	715	730	725	714	715	714	-0,3%	0,8%
Ekvator Ginesi	291	399	429	417	430	412	366	326	298	316	311	-1,8%	0,4%
Gabon	274	273	270	242	246	240	241	255	254	245	237	-3,3%	0,3%
Libya	1485	1623	1475	1816	1820	1820	1652	1658	479	1509	988	-34,5%	1,1%
Nijerya	2233	2430	2502	2392	2265	2113	2211	2523	2460	2417	2322	-4,0%	2,7%
Güney Sudan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	99	219,4%	0,1%
Sudan	262	291	294	356	483	457	475	462	291	103	122	18,3%	0,1%
Tunus	68	71	73	70	97	89	83	80	68	67	62	-7,2%	0,1%
Diğer Afrika	141	165	172	224	193	190	183	167	232	233	211	-10,0%	0,3%
Toplam Afrika	8431	9361	9962	10045	10274	10268	9908	10163	8590	9349	8818	-5,7%	10,1%

Çizelge 1.2 (devam) : Petrol ürünlerinin üretim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013'den 2012'ye	2013 Toplamın Oranı
Avustralya	664	582	580	542	559	547	512	560	500	489	416	-16,8%	0,4%
Brunei	214	210	206	221	194	175	168	172	165	159	135	-15,3%	0,2%
Çin	3406	3496	3642	3711	3742	3814	3805	4077	4074	4155	4180	0,6%	5,0%
Hindistan	802	816	785	809	809	809	796	873	903	894	494	0,1%	1,0%
Endonezya	1176	1130	1096	1018	972	1006	994	1003	952	918	882	-4,0%	1,0%
Malezya	760	776	757	713	742	4741	701	703	640	670	657	-2,2%	0,7%
Tayland	244	241	297	325	341	362	376	388	414	450	459	1,8%	0,4%
Vietnam	361	424	389	355	334	311	342	312	317	348	350	0,4%	0,4%
Diğer Asya Pasifik	192	233	284	303	318	338	330	315	300	285	260	-8,5%	0,3%
Toplam Asya Pasifik	7819	7808	8035	7996	8011	8103	8025	8404	8266	8370	8232	-1,7%	9,5%
Toplam Dünya	77639	81054	82107	82593	82383	82955	81262	83296	84049	86251	86808	0,6%	100,0%
Bunlardan: OECD	21214	20813	19902	19465	19151	18440	18445	18547	18601	19492	20523	5,6%	23,0%
OECD olmayan	56425	60241	62204	63129	63233	64515	62818	64750	65448	66759	66285	-0,8%	77,0%
OPEC	31231	34040	35170	35489	35161	36279	33978	35088	35911	37427	36829	-1,8%	42,1%
OPEC olmayan ‡	35879	35601	35102	34786	34420	33852	34016	34650	34529	35122	36062	2,7%	41,4%
Avrupa Birliği	3185	2955	2708	2468	2425	2264	2127	1987	1724	1528	1437	-5,8%	1,7%
Eski Sovyet Birliği	10530	11414	11835	12318	12803	12824	13269	13558	13609	13702	13917	1,5%	16,55%

* Ham petrol, tight oil, petrol kumu ve NGL , ayrı olarak dönüştürülebilen doğal gazın sıvı içeriğini içermektedir Biyogaz, kömür ve doğal gazın atıklarından gelen ürünü kapsamaz.

‡ Eski Sovyetler Birliği Dışında.

Notlar: Yıllık değişimleri ve oranlar, yıllık milyon ton bazında hesaplanmıştır. Büyüme oranları artık yıllara göre ayarlanmıştır.

Çizelge 1.3 : Petrol ürünlerinin tüketim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013'den 2012'ye	2013 Toplamın Oranı
US	20033	20732	20802	20687	20690	19490	18771	19180	18882	18490	18887	2,0%	19,9%
Kanada	2228	2309	2288	2295	2361	2315	2190	2316	2404	2394	2385	0,5%	2,5%
Meksika	1909	1983	2030	2019	2067	2054	1995	2014	2042	2063	2020	2,6%	2,1%
Toplam Kuzey Amerika	24170	25023	25119	25002	25109	23860	22957	23510	23329	22948	23292	1,3%	24,5%
Arjantin	405	425	449	471	523	535	525	571	585	613	636	3,6%	0,7%
Brezilya	1973	2050	2097	2134	2286	2439	2467	2669	2730	2807	2973	5,8%	3,2%
Şili	228	244	250	278	358	372	367	329	355	368	377	2,0%	0,4%
Kolombiya	222	225	230	235	234	233	239	250	259	285	297	4,0%	0,3%
Ekvador	151	155	169	180	183	188	191	220	226	233	248	6,3%	0,3%
Peru	139	152	152	147	153	172	176	187	203	212	224	5,3%	0,2%
Trinidad / Tobago	24	25	26	29	34	37	35	39	35	35	38	6,3%	*
Venezuela	506	545	606	633	640	716	727	691	689	712	777	10,2%	0,9%
Diğer G. & Merkez Amerika	1224	1235	1221	1235	1250	1190	1186	1199	1212	1212	1206	-1,0%	1,4%
Total G. & Merkez Amerika	4872	5056	5200	5340	5661	5881	5913	6155	6306	6478	6775	4,4%	7,4%
Avustralya	292	283	287	291	276	274	264	276	258	258	259	0,6%	0,3%
Azerbaycan	84	88	106	96	91	74	73	71	89	92	101	9,8%	0,1%
Belarus	163	162	151	176	162	159	183	152	175	175	177	0,7%	0,2%
Belçika	688	680	679	671	676	747	650	672	662	631	654	2,5%	0,7%
Bulgaristan	95	92	102	105	103	102	92	82	80	82	86	4,2%	0,1%
Çek Cumhuriyeti	194	202	210	207	205	209	204	195	193	191	184	-3,9%	0,2%
Danimarka	189	185	187	190	191	188	169	171	168	159	160	0,5%	0,2%
Finlandiya	235	221	229	222	223	222	209	219	204	190	188	-1,7%	0,25%
Fransa	1952	1963	1949	1942	1911	1889	1822	1763	1742	1689	1683	-0,6%	1,9%
Almanya	2648	2619	2592	2509	2380	2502	2409	2445	2369	2356	2382	0,9%	2,7%
Yunanistan	396	426	424	442	435	425	405	365	347	310	287	-7,1%	0,3%
Macaristan	131	136	158	168	168	164	154	146	140	128	131	1,6%	0,1%
İrlanda Cumhuriyeti	175	181	191	191	195	187	166	158	141	134	140	4,7%	0,2%

Çizelge 1.3 (devam) : Petrol ürünlerinin tüketim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013'den 2012'ye	2013 Toplamın Oranı
İtalya	1900	1850	1798	1791	1740	1661	1563	1532	1475	1346	1308	-3,6%	1,5%
Kazakistan	183	196	204	210	233	229	188	196	256	274	287	5,9%	0,3%
Litvanya	50	53	57	58	58	63	54	55	53	55	55	1,4%	0,1%
Hollanda	946	983	1039	1047	1065	991	971	977	971	926	898	-4,9%	1,0%
Norveç	232	221	224	229	237	228	236	235	240	235	241	1,0%	0,3%
Polonya	441	469	487	512	531	549	549	576	574	553	524	-6,2%	0,6%
Portekiz	311	315	3274	294	296	278	263	259	240	226	228	-0,8%	0,3%
Romanya	194	224	218	214	218	216	195	184	191	191	188	-1,7%	0,2%
Rusya	2679	2660	2679	2761	2777	2962	2772	2892	3089	3212	3313	3,1%	3,7%
Slovakya	70	67	80	72	76	82	79	82	81	74	73	-1,3%	0,1%
İspanya	1539	1575	1594	1592	1613	1557	1473	1394	1377	1285	1200	-7,3%	1,4%
İsveç	367	362	358	358	357	350	323	336	311	309	305	-2,0%	0,3%
İsviçre	257	255	260	266	241	256	260	242	235	238	249	5,0%	0,3%
Türkiye	649	660	665	698	718	684	707	694	672	678	714	5,7%	0,8%
Türkmenistan	110	112	113	109	115	119	110	123	130	134	137	2,8%	0,2%
Ukrayna	295	310	296	308	318	301	282	268	279	267	260	-2,7%	0,3%
UK	1723	1766	1806	1788	1716	1683	1610	1588	1532	1520	1503	-1,4%	1,7%
Özbekistan	145	146	103	103	94	92	89	77	72	69	70	2,1%	0,1%
Diğer Avrupa& Avrasya	567	600	623	637	660	670	658	662	664	649	661	1,6%	0,8%
Toplam Avrupa & Avrasya	19888	20063	20187	20357	20082	20013	19181	10087	10009	19636	18645	-0,4%	21,0%
İran	1508	1548	1699	1843	1874	1959	2011	1873	1909	1927	2002	4,0%	2,2%
Irak	267	251	257	251	264	259	244	236	249	289	231	-21,9%	0,3%
Kuveyt	334	374	411	375	383	405	454	487	466	490	494	1,2%	0,5%

Çizelge 1.3 (devam) : Petrol ürünlerinin tüketim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013'den 2012'ye	2013 Toplamın Oranı
Katar	95	106	120	135	153	173	172	193	237	248	267	7,1%	0,2%
Suudi Arabistan	1780	1913	2012	2083	2201	2376	2592	2803	2847	2989	3075	3,1%	3,2%
Birleşik Arap Emirlikleri	453	484	493	527	565	596	566	630	718	748	773	4,2%	0,9%
Diğer Orta Doğu	1233	1265	1343	1238	1314	1448	1468	1546	1577	1661	1683	1,5%	1,9%
Toplam Orta Doğu	5670	5941	6335	6456	6755	7206	7508	7767	8004	8353	8526	2,2%	9,2%
Cezayir	230	239	250	258	286	309	327	327	345	368	386	5,0%	0,4%
Mısır	540	556	617	602	642	687	726	766	720	746	757	1,5%	0,9%
Güney Afrika	497	513	518	528	556	536	510	559	577	572	570	-0,1%	0,7%
Diğer Afrika	1388	1464	1535	1539	1584	1704	1744	1827	1733	1833	1911	4,6%	2,2%
Toplam Afrika	2654	2771	2920	2927	3068	3235	3306	3479	3374	3519	3624	3,2%	4,1%
Avustralya	854	965	897	930	937	950	937	953	1000	1027	1026	-0,4%	1,1%
Bangladeş	83	86	89	89	86	86	77	88	113	118	116	-1,7%	0,1%
Çin	5771	6740	6945	7500	7860	7994	8306	9317	9867	10367	10756	3,8%	12,1%
Çin Hong Kong	269	313	285	305	324	293	334	362	363	347	354	2,6%	0,4%
Hindistan	2485	2556	2606	2737	2941	3077	3237	3319	3488	3685	3727	1,2%	4,2%
Endonezya	1222	1299	1285	1247	1299	1294	1334	1449	1572	1597	1623	1,1%	1,8%
Japonya	5456	5308	5391	5210	5053	4882	4422	4474	4470	4709	4551	-3,8%	5,0%
Malezya	620	633	637	660	701	672	679	689	718	712	725	2,0%	0,7%
Yeni Zelanda	146	147	150	152	153	154	147	151	150	148	151	2,1%	0,2%
Pakistan	319	324	311	354	387	388	414	411	417	402	445	10,3%	0,5%
Filipinler	329	336	314	284	301	266	283	285	281	283	298	5,5%	0,3%
Singapur	688	761	828	883	961	1013	1077	1190	1242	1239	1259	1,1%	1,6%
Güney Kore	2340	2294	2312	2320	2399	2308	2339	2370	2394	2458	2460	*	2,6%
Tayvan	1012	1056	1054	1053	1111	1005	982	1011	946	934	977	3,9%	1,0%

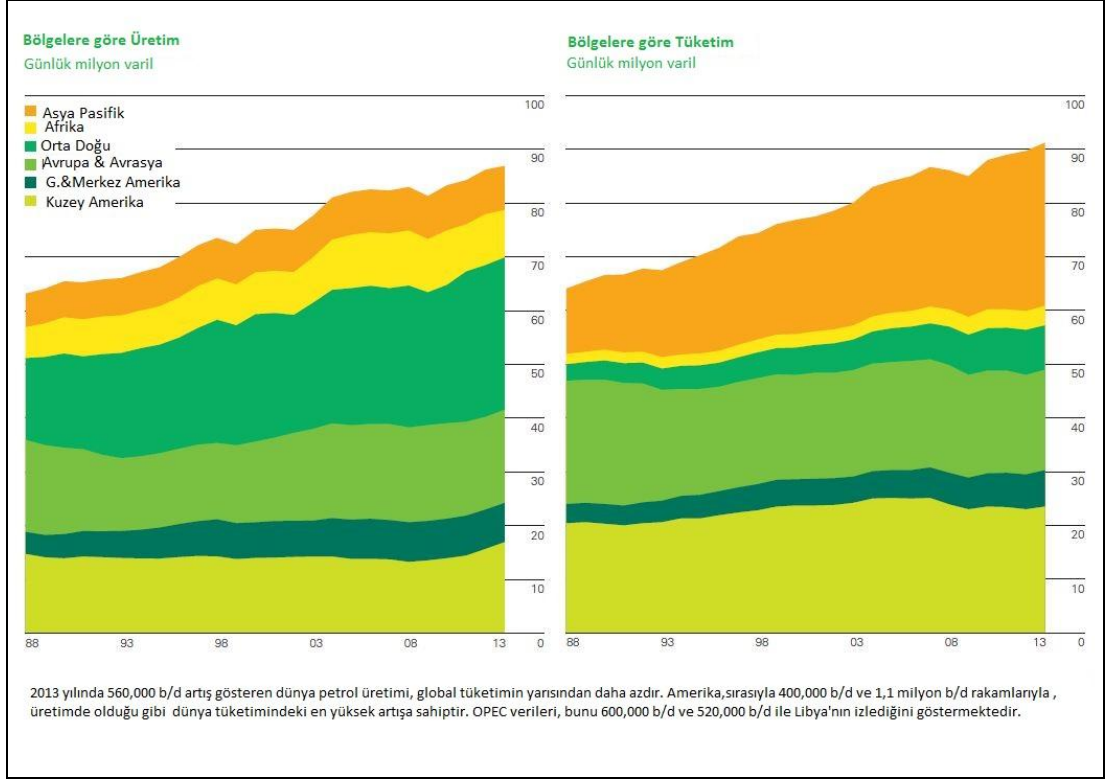
Çizelge 1.3 (devam) : Petrol ürünlerinin tüketim miktarları (BP Statistical Report 2014).

Günlük Bin Varil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Değişim 2013'den 2012'ye	2013 Toplamın Oranı
Tayland	844	911	943	944	942	944	1024	1043	1119	1191	1211	2,0%	1,2%
Vietnam	220	263	2588	254	283	300	313	337	366	371	378	2,0%	0,4%
Diğer Asya Pasifik	304	309	325	323	342	324	342	352	406	409	412	0,8%	0,5%
Toplam Asya Pasifik	22962	24202	24629	25244	26080	25952	28247	27802	28912	29997	30470	1,5%	33,8%
Toplam Dünya	80216	83055	84389	85325	86754	86147	85111	87801	88934	89931	91331	1,4%	100,0%
Bunlardan: OECD	48935	49713	50078	49688	49690	480585	46057	46509	46040	45545	4558	-0,4%	49,2%
OECD olmayan	31282	33342	34311	35437	37064	38062	39054	41292	42894	44386	45773	3,1%	50,8%
Avrupa Birliği	14966	15002	15123	15122	14802	14710	13977	13827	13455	12946	12770	-1,9%	14,5%
Eski Sovyet Birliği	3814	3840	3829	3943	3993	4040	3887	3984	4293	4434	4559	2,8%	5,1%

* İç talep ve uluslararası havacılık, denizcilik ve rafineri yakıtları ile kayıpları. Biyogaz (etanol gibi), biyodizel ve kömür ile doğal gaz kaynaklı tüketimleri de içermektedir. %0,05'den daha az.

Notlar: Dünya tüketimleri ve üretimlerindeki istatistiklerin arasındaki fark, stok değişimleri, petrol ürünü olmayan katkı maddelerinin tüketimleri ve ek yakıtlar, kaçınılmaz farklılıklar, tedarik edilen ve talep edilen verilerin ölçümlemlerinden kaynaklanmaktadır.

Yıllık değişimleri ve oranlar, yıllık milyon ton bazında hesaplanmıştır. Büyüme oranları artık yıllara göre ayarlanmıştır.



Şekil 1.3 : Petrol ürünlerinin bölge bazında üretim-tüketim oranları (BP Statistics).

Petrol Üretim miktarlarına bakıldığında, Kuzey Amerika'da ABD'de 10003×10^6 ton, Güney ve Merkez Amerika'da Venezuela topraklarında 2623×10^6 ton, Avrupa ve Avrasya anakaralarında Rusya'da 10788×10^6 ton, Ortadoğu'da Suudi Arabistan'da 11525×10^6 ton, Afrika'da Nijerya topraklarında 2322×10^6 ton ve Asya kıtasında Çin'de 4180×10^6 ton ham petrol, yoğunlaştırılmış petrol ve NLG üretilmektedir (biomas, kömür ve doğalgazdan elde edilen işlenmiş ürünler dışında-Bkz: Çizelge 1.2).

Tüketim miktarlarında ise, Kuzey Amerika'da ABD'de 18887×10^6 ton, Güney ve Merkez Amerika'da Brezilya topraklarında 2973×10^6 ton, Avrupa ve Avrasya anakaralarında Rusya'da 3313×10^6 ton, Almanya'da 2382×10^6 ton, İtalya'da 1308×10^6 ton ve Türkiye'de 714×10^6 ton, Ortadoğu'da Suudi Arabistan'da 3075×10^6 ton, Kuzey Afrika'da 1911×10^6 ton ve Asya kıtasında Çin'de 10756×10^6 ton petrol ürünü tüketilmektedir (Bkz:Çizelge 1.3).

Şekil 1.3'deki grafiklerde görülebileceği gibi, en yüksek üretim oranı Ortadoğu'da, en yüksek tüketim oranı ise Asya kıtasındadır. Türkiye, üretimi dışarıdan alan ve tüketim oranı genel olarak artış gösteren ülkeler arasındadır.

1.4 Hipotez

Türkiye'de petrol kirliliği giderimi çalışmaları şuan için global kurumsal kimlikleri bulunan firmalar tarafından dikkate alınmakta ve yaptırılmaktadır. Ancak yeni yönetmelik ile birlikte, bu çalışmaların tüm sektörleri kapsayacağı, bunların en başında gelenlerinden birinin de akaryakıt sektörü olacağı düşünülmektedir.

Toprak kirliliğinin kontrolünde, uygun yöntem seçimi, maliyeti büyük oranda etkileyecektir. Uzmanların bilgi birikimleri ve tecrübeleri, yöntem seçiminde oldukça etkili olacaktır. Türkiye'de yakın gelecekte, bu alanda oldukça ciddi bir iş yükü ortaya çıkacaktır. Bu iş yükü kapsamında, önemli ölçüde bilgi birikimi, tecrübe ve bütçe gerekecektir.

2. PETROL ÜRÜNLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1 Petrolün Yapısal Özellikleri

Petrol, kıvam olarak sudan daha yoğun ve içeriğinde hidrokarbon bulunan, rengi itibariyle koyu ve arıtılmamış, kokusu olan, yeraltından çıkarılan ve doğal yanıcılığı bulunan mineral bir yağdır. Latince taş anlamına gelen "petra" ile yağ anlamına gelen "oleum" sözcüklerinden oluşmuştur. [3]

Doğal gaz ve petrol birlikte hidrokarbon adı ile de bilinir. Hidrokarbon katı, sıvı ya da plastik halde bulunabilir. Yeraltında gaz halinde iken yüzeye çıktığında soğuyup, sıvı haline gelen petrole yoğunlaşmış petrol denir. Sıvı hidrokarbona ise, ham petrol denir. [4]

Ham petrol karbon ve hidrojenden oluşur. Petrolün yaklaşık %83-87'si karbon, %11-14'ü hidrojendir ve içinde küçük miktarlarda diğer elementler bulunur. Karbon ve hidrojenler farklı şekillerde bağlanarak farklı hidrokarbonları oluşturur. Ham petrol üzerinde yapılan bir analizde 25000'den fazla farklı hidrokarbon bileşimi tespit edilmiştir. [5]

Kimyasal yönden petrol, oldukça karmaşık bir hidrokarbon (hidrojen & karbon) karışımı olup, nitrojen, oksijen ve kükürt bileşenleri içerir. Hidrojen ve karbon esas bileşenleri nedeniyle petrol sözcüğü yerine "hidrokarbon" sözcüğü kullanılmaktadır. [6]

Özcep'e göre (*Dünya'da Petrol*), Petrolün fiziksel ve kimyasal özellikleri şu şekilde tanımlanabilir:

Petrolün yoğunluğu, 600F (15,50C) sıcaklık ve 1 atmosfer basınç altındaki petrolün yoğunluğu ile ifade edilir. Ham petrolün yoğunluğu onun kimyasal bileşimini yansıtır. Petrol içerisindeki hidrokarbon yüzdesi, gaz miktarı, rezin ve asfalt gibi ağır hidrokarbonların oranı, sülfür oranı, sıcaklık gibi faktörler petrolün yoğunluğunu etkiler. Petrolün yoğunluğu 0,6-1.00 gr/cm³ arasında değişir. Yoğunluk Amerika'da API, Avrupa'da ise Baume derecesi ile ifade edilir. Dünya petroleri 270-350 API

gravitesindedir. Kaliforniya'daki 50-70 API petrol sudan ağırdır. En yüksek 570 API petrol bulunmuştur

Sıvı petrolün hacmi 600F de ve 1 atmosfer basınçta ölçülür ve varil cinsinden ifade edilir. 1 varil=159 litredir. Doğal gazın hacmi aynı koşullarda ft³ veya m³ cinsinden ifade edilir.

Hacmi denetleyen faktörler sıcaklık, basınç ve petrolün içerisinde çözünmüş olan maddelerdir. Rezervuardaki petrol hacmi, petrolün tankda dinlendirilmesi ile % 6-8 oranında azalır.

Viskozite bir sıvı veya gazın akmaya karşı direncini ifade eder. Yani akışkanlığın tersidir. Petrolün viskozitesi petrolün bileşimine bağlıdır. Yoğunluk ve ağır bileşen miktarı arttıkça viskozite de artar. Sıcaklık ve gaz miktarı arttıkça viskozite düşer. Viskozite birimi Poiz'dir. Bir sıvı 1 cm² kesitindeki bir tüp içerisinde 1 dyn basınç altında 1 saniyede 1 cm ilerleyebiliyorsa viskozitesi 1 Poiz'dir. Poiz'in yüzde birine Santipoiz denir. Yüksek viskoziteli petrolün taşınması ve üretilmesinde güçlükler vardır.

Kırılma indisi petrolün kimyasal bileşimine bağlı bir özelliktir. Petrolün yoğunluğuna göre 1,39 ile 1,49 arasında değişir, hafif petrolerin kırılma indisi de küçüktür.

Petrol ultraviyole ışık altında sarı-yeşil-mavi renklerde flüoresans gösterir. Bu özellik eser miktardaki petrolün kolayca belirlenmesini sağlar. Petrolün rengi yansıyan ışıktaki yeşilimsi, içinden geçen (kırılan) ışıktaki ise açık sarı, kırmızı ve bazen de siyahtır. Özgül ağırlık arttıkça renk de koyulaşır. Hafif hidrokarbonlu petroler hoş kokulu; doymamış hidrokarbon, kükürt ve nitrojen içeren petroleri ise kötü kokuludur.

Petrolün kalori değeri özgül ağırlığı ile ters orantılıdır. Özgül ağırlığı 0,9 olan 17 API petrolün kalori değeri 10500 kal/g iken özgül ağırlığı 0,7 olan 70 API petrolün kalori değeri 11700 kal/g dir.

Petrol üzerine alev tutulduğunda petrol buharının ilk ateşlenme anı petrolün parlama noktasıdır. Bu nokta petrolün bileşimine göre değişir. Parlama noktası çeşitli ısı derecelerinde distile edilebilen ürün oranlarının belirlenmesinde kullanılır.

Petrol bir hidrokarbon bileşimidir. Petrol açısından en önemli hidrokarbonlar; Parafin veya metan serisi (C_nH_{2n+2}), Olefin (Naften) serisi (C_nH_{2n}), Aromat (C_nH_{2n-6}) serisi (Aromatikler), Asetilen serisi (C_nH_{2n-2})

Parafin serisi (C_nH_{2n+2}), bütün hidrokarbon atomları birbirleri ile tek bağlarla bağlanmışlardır. Hidrojen atomları doymuş olduğundan parafin serisine doymuş hidrokarbon grubu da denilir. 5 Karbona kadar olanlar doğal gaz, 5-17 Karbonlu olanlar sıvı (benzin, gazyağı, mazot), 17-22 Karbonlu olanlar yarı katı (makina yağları, jölemsi petrol ürünleri) 23 ve daha fazla Karbonlu olanlar katıdır (parafin, asfalt, zift)

Olefin (naften) serisi (C_nH_{2n}), parafinlere göre iki hidrojen atomu eksiktir. Bu nedenle herhangi iki Karbon atomu birbirlerine çift bağla bağlanmışlardır. Hidrojen eksikliği ve çift bağı bulunduğu için doymamış hidrokarbon grubuna dahildirler. Doymamış oldukları için kolayca kimyasal reaksiyonlara girerler, bu nedenle de petrol içerisinde seyrek bulunurlar.

Aromatlar serisi (C_nH_{2n-6}), doymamış hidrokarbon grubuna dahildir. Çok ağır kokuları vardır. Bazen renksiz ve uçucu sıvı halinde bulunurlar

Asetilen serisi (C_nH_{2n-2}), doymamış hidrokarbon grubuna dahildir. Doğada az bulunurlar.

Petrol içerisinde sadece yüksek karbonlu olanları bulunur. [7]

Dünyada üretilen petrolün sınıflandırılmasında dikkate alınan en önemli faktörler petrolün özgül ağırlığı (spesifik gravite), akmaazlığı (viskozite) ve içerdiği kükürt miktarı gibi özellikleridir. Amerikan Petrol Enstitüsü (API) tarafından çıkarılan ve özgül ağırlığa bağlı API gravite tanımı, bütün dünyada petrolün sınıflandırılması için genel kabul görmüştür. Gravite, uluslar arası bir birim olup genelde 10 ile 48 arasında değişmektedir. Gravite petrolün yoğunluğu anlamına gelmez. Yoğunlukla ters orantılı olup formülü aşağıdaki gibidir:

$$\text{Petrolün yoğunluğu} = \frac{141,5}{131,5 + \text{Petrolün gravitesi}}$$

Bu tanıma göre, düşük özgül ağırlıklı petrolün API gravitesi yüksektir.

Petrolün graviteye göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir [8]:

Hafif >31

Orta 20-31

Ağır 10-20

Tabii Bitümen <10

3. TÜRKİYE VE DÜNYADA PETROL KİRLİLİĞİ

3.1 Akaryakıt Kirliliği ile İlgili Dünyadaki ve Türkiye'deki Mevcut Durum

1994 yılında Amerika'da eyalet ve yerel yönetimlerin çevre ajansları tarafından yürütülen çalışmalar, topraktaki petrol kirliliğinin sızdıran yer altı depolama tanklarından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Bu yıllarda, 260.000'e yakın yer altı tankının sızdırdığı ve her hafta yaklaşık 1000 adet tankın bu kirliliğe ilave potansiyel oluşturduğu görülmüştü. Bu yeni potansiyel tanklardan 50-400 tanesinin eş zamanlı olarak temizlenmesi ön görülmüş; ancak yüksek maliyetlerle karşılaşıldı. Günümüzde de dünya genelinde aynı problemle karşı karşıyayız.

Bir sahadaki toprak kirliliğinin temizlenmesinin maliyeti yaklaşık olarak 10.000 \$ - 125.000 \$ arasında değişmektedir. Eğer yer altı suyunda da kirlilik gözlemleniyorsa, bu maliyetler 100.000 \$ ile 1 milyon \$ arasında seyretmekte ve çok ciddi maliyetler doğurmaktadır.

Bu yüksek maliyetlerin en önemli sebebi, efektif olmayan remediasyon yöntemlerinin seçilmesidir. Örneğin Pompala-Arıt teknolojisi, yer altı suyunu temizlemek için en çok tercih edilen yöntem olmakla birlikte, bazen kirlilik gideriminde olumlu sonuçlar vermemektedir. Yöntemin iyi uygulamalarına rağmen, toprakta kompleks jeolojik sistemlerin ya da heterojen akiferlerin varlık göstermesi doğru sonuç vermediği gibi, kirletici giderimin istenilen seviyelere ulaşmamasına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra, yer altındaki toprak katmanları arasında kirletici geçişinin olması (cross contamination-çapraz kontaminasyon), kirliliğin ortadan kaldırılmasını zorlaştırabilmektedir.

Landfill, kirlenmiş topraklar için kullanılan bir diğer bertaraf yöntemi olmakla birlikte, toprağı temizlemek yerine, kirlenmiş sahanın daha fazla büyümemesi ve kirleticinin bir noktadan diğerine aktarılmasına engel olmak için uygulanan bir yöntemdir. Diğer yandan, kirlenmiş sahalarda kirleticinin sahanın dışına taşınması işlemi maliyeti artırdığı gibi, aynı zamanda insan sağlığı ve çevre için risk oluşturabilmektedir.

Bundan dolayıdır ki, kirlenmiş sahaların iyileştirilmesi için yöntem seçimi yapılırken, sahanın karakteristiğine ve kirleticinin özelliklerine göre, en uygun yöntemi seçmek önemlidir. Yer altı tanklarının depolandığı yerlerde, tehlikeli kimyasallar da depolandığı için, özellikle bu maddelerin varlığı göz önünde bulundurularak yöntem tercihi yapılmalıdır.

Akaryakıt depolama tankları, ürün taşıma amacıyla kullanılan boru hatları bu potansiyel kirletici ve tehlikeli kaynaklardandır. Buna dayanarak, uygun eylem planı hazırlanmalı ve bu doğrultuda çalışma başlatılmalıdır. [9]

Türkiye'deki geçmişte çıkarılan ve günümüzde de yürürlükte olan, petrol kirliliğine atıf yapan yönetmeliklere bakıldığında, kirlilik bertaraf yöntemleri konusundaki kısırlık göze çarpmaktadır. Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.4'de bu yönetmelikler ve petrol ürünleriyle ilişkileri verilmektedir.

Çizelge 3.1 : Atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmeliğin petrol ürünleri ile ilgili kısımları.

İLGİLİ YÖNETMELİK	Atık listesi kodu /açıklamalar	Bertaraf yöntemleri	Geri kazanım işlemleri	Ürünün girdiği sınıf	Açıklama	Geçerlilik
Atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmelik	Q8- Endüstriyel işlem kalıntıları (dip tortusu vb) Q11- hammadde çıkarılması ve işlenmesinden kaynaklanan kalıntılar (petrol sahası slopları, madencilik atıkları vb) Q15- arazi ıslahı ve iyileştirmesi faaliyetleri sonucu kontamine olmuş madde, materyal, ürün	D5- özel mühendislik gerektiren düzenli depolama D1-toprağın altında veya üstünde düzenli depolama D2- biyolojik bozunmayla arazi ıslahı D10-D11- yakma (karada ve deniz üstünde)	R9- yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları	H3-A -yüksek oranda tutuşabilenler H6-toksik H7- kanserojen H14- ekotoksik	Bu yönetmeliğe göre, sektörel bazda belirlenen atıklar, lisanslı tesise verilip, ilgili bertaraf yöntemleriyle uzaklaştırılmak zorunda. Kirleten, kirliliğin maliyetini ödemek zorundadır.	Aktif
	Atık listesi sınıfı 05- petrol rafinerasyonu, doğal gaz saflaştırma ve kömürün pirolitik işlenmesinden kaynaklı atıklar 050103- tank dibi çamurları / 050105-petrol döküntüleri 13- yağ atıkları ve sıvı yakıt atıkları (yenilenebilir yağlar) 130502- yağ/su ayırıcısından çıkan çamurlar 130506- yağ/su ayırıcısından çıkan yağ 130507- yağ/su ayırıcısından çıkan yağlı su 130508- kum ocağından ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar 130701- fuel oil ve mazot 130702- benzin 130703- diğer yakıtlar (karışımlar dahil)					

Çizelge 3.2 : Atıkların düzenli depolanmasına dair yönetmelik ve petrol ürünleri ile ilgili kısımları.

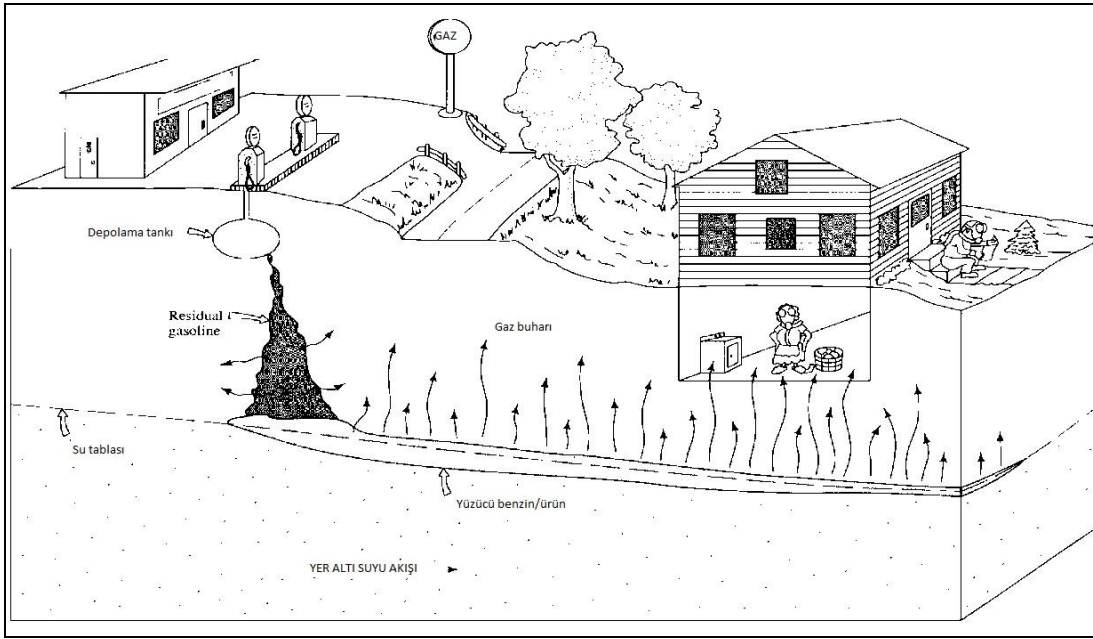
İLGİLİ YÖNETMELİK	Tesis sınıfı	Tesise alım şartı - Açıklama	Geçerlilik
Atıkların düzenli depolanmasına dair yönetmelik	1. sınıf düzenli depolama tesisi (Tehlikeli atıkların depolanması için gereken altyapıya sahip tesis) Hidrokarbonlu atıklar tehlikeli atık kapsamına girmektedir	Hidrokarbonlar (petrol ürünleri), Atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmelik EK 3A kapsamında yer alan kirleticiler oldukları için direkt olarak düzenli depolama tesisine alınamazlar. Dolayısıyla Atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmelikte belirtilen bertaraf yöntemlerine göre, yakma ya da biyolojik ıslah yöntemine yönlendirmektedir.	Aktif

Çizelge 3.3 : Tehlikeli Atıkların Kontrolü yönetmeliği ve petrol ürünleri ile ilgili kısımları.

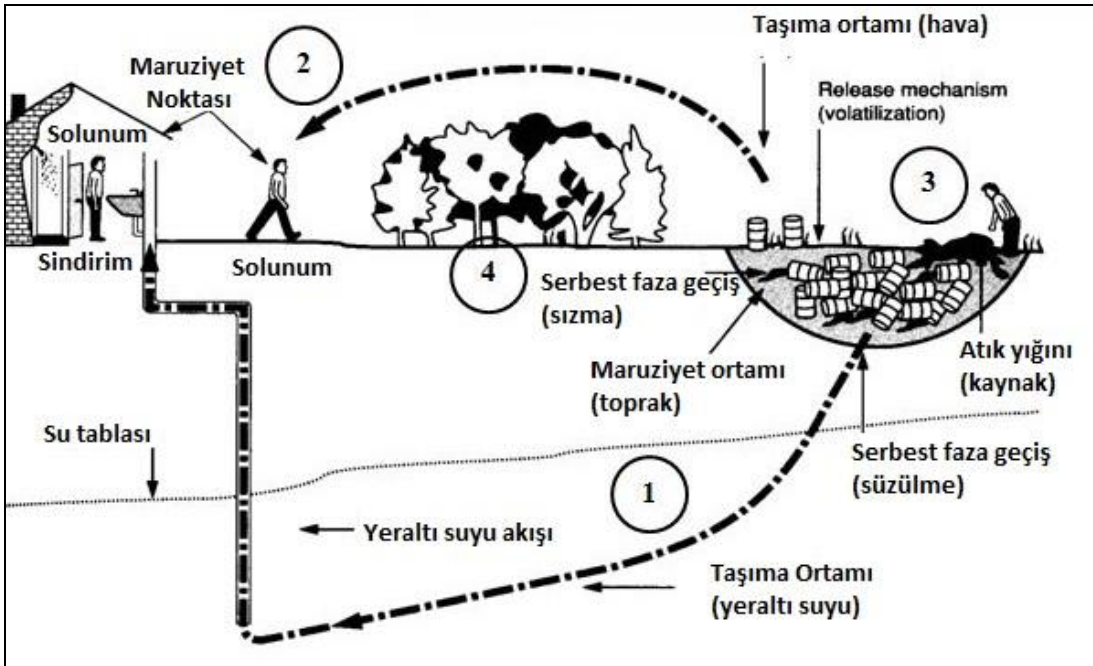
İLGİLİ YÖNETMELİK	Açıklamalar / atık sınıfı	Tehlikeli atık kategorileri	Geçerlilik
Tehlikeli Atıkların Kontrolü yönetmeliği	Madde 48: özel atıklar: "atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmelik" in EK 4 (13) başlığı altında yer alan yağ ve sıvı yakıt atıklarının toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertarafına ilişkin esaslar bakanlıkça düzenlenir. Tehlikeli atıklar, Atık Yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmelikte belirtilen atık sınıflarına ve bertaraf yöntemlerine göre, atıkların nasıl giderileceğini açıklamaktadır.	A 9) Yağ/su, hidrokarbon/su karışımları A 11) Rafine etme, distilasyon ve her türlü pirolitik işlem sonucu ortaya çıkan katranlı maddeler B 34) Tankların ve/veya ekipmanların temizliğinden kalan atıklar C18) Kurşun ve bileşikler	Aktif

Çizelge 3.4: Atıkların yakılmasına ilişkin yönetmelik ve petrol ürünleri ile ilgili kısımları.

İLGİLİ YÖNETMELİK	Tesis için Gereklilikler	Atığın tesise alınmasından sonraki süreç	Geçerlilik
Atıkların yakılmasına ilişkin yönetmelik	Üretilen ısınnın elektrik enerjisi, bölgesel ısıtma gibi geri dönüşüm şeklinde kazanılması esastır. Tam yanma olması gerekmektedir. Ulusal atık taşıma araçları ve belgeleri ile taşıma yapılması şarttır. Lisanslı yakma tesisi olması gerekmektedir. Lisanslı yakma tesisi olmak için: Mahalli Çevre Kurulu Kararı ve Bakanlığın uygun görmesi sonrasında, en büyük mahalli mülki idare amirinden izin ve imar planına işletilmesi gerekmektedir. Çevre kanununca alınması gereken izin ve lisanslar hakkında yönetmeliğine uygunluk ile lisans başvurusu yapılır. GFB (geçici faaliyet belgesi) ile test yapılır; yakma sonucu rapordan uygunluk alınırsa, tesis atık kabulüne uygun olur.	Atık kütlesi ölçülür. Atığın fiziki ve kimyasal yapısı belirlenir. Atığın tehlike özelliklerine göre önlemler alınır. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nca radyoaktivite ölçümü yapılırç Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliğine göre taşıma yöntemi, taşıma formları, atık beyan formu ve belgelerine bakılır.	Aktif



Şekil 3.1 : Kirliliğin yayılma yollarının ve alıcı ortamların/alıcıların belirlenmesi.
(Presentation of Pedro Garcia Encina, University of Valladolid)



Şekil 3.2 : Maruziyet yolları (Presentation of Pedro Garcia Encina, University of Valladolid).

1. Nokta: Kirlenmiş yeraltı suyu: Banyo yaparken kirlenmiş suyun buhar şeklinde solunması ya da içme suyu olarak kullanım kaynaklı maruziyet
2. Nokta: Kirlilik kaynağından gelen ve rüzgarla taşınan havadaki kirleticilerin solunması
3. Nokta: Kirlenmiş toprakla direkt temas: Deri teması yoluyla maruz kalmak.
4. Nokta: Dolaylı temas: toprak ya da yeraltı suyundaki kirliliğinin hayvan ve bitkiler aracılığıyla taşınması şeklinde maruziyet

3.2 Türkiye'deki Mevcut Durum ve Yönetmeliğin Getireceği Yükümlülükler

Toprak insan biyosferinin en temel ögesidir. Topraklarda meydana gelecek tüm olumsuz değişimler insan yaşamını kuvvetle etkileyecek güce sahiptir. İnsanların geçmişten gelen ve geçmişte zararları fark edilmemiş olan alışkanlıkları, bu gün toprak kirlenmesi ve bununla birlikte ortaya çıkan yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesi sonuçlarını getirmektedir. Toprak kirliliği, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, katı, sıvı ve radyoaktif artık ve kirleticiler tarafından bozulmasıdır.

Toprağın yok olması şu sebeplere bağlıdır:

Erozyon, Yorulma, Çoraklaşma, Kirlenme [10]

Türkiye'de, toprak ve yeraltı suyunun kirlilik giderimi ile ilgili çalışmalar, gerek su kirliliği ve su kalitesine yönelik hazırlanmış mevzuatlarla gerekse ilk olarak 2001 yılında yürürlüğe konan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" ile başlamıştır.

Çevre mevzuatı kapsamında çıkarılan ilk toprak yönetmeliği, 2005 yılında revize edilmiştir. Bu yönetmelik ile birlikte, alıcı ortam olarak toprak kirlenmesinin önlenmesi, kirliliğin giderilmesi, arıtma çamurlarının ve kompostun toprakta kullanımında gerekli tedbirlerin alınması esaslarını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde ortaya koymak amaçlanmıştır.

2005 yılında revize edilen yönetmeliğe bakıldığında, noktasal kaynaklı kirleticilerin sebep olduğu ya da olacağı kirlilik ve bu kirliliğin gideriminden ziyade, ham çamur, stabilize çamur ve kompostun toprakta kullanılmasına yönelik koşullardan bahsedildiği görülmektedir. Bununla birlikte, her türlü faaliyet veya kaza sonucu kirlenmiş ya da kirlenme riski olan topraklardaki durum tespiti, analizlerin

yapılması/yaptırılması, kirlenmenin izlenmesi ve raporlanmasıyla valilikler yükümlü kılınmıştır.

Yönetmelik eklerinde, stabilize çamurun toprakta kullanılması için gerekli olan ağır metaller başta olmak üzere tarım ilaçları, klorlu bileşikler ve hidrokarbon kökenli bir takım kirleticilerin sınır değerleri verilmiş; ancak kirlilik giderim yöntemleri hakkında herhangi bir metottan bahsedilmemiştir.

2010 yılında çıkarılan ancak uygulanması 2015 haziran ayına kadar ertelenen, "Toprak Kirliliği Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" ile birlikte, toprak ve yer altı suyunun kirlilik giderimine yönelik daha kapsamlı bir çalışma ortaya konmuştur.

Bu yönetmelik ile, alıcı ortam olarak toprağın kirlenmesinin önlenmesi, kirlenmenin mevcut olduğu veya olması muhtemel sahaları ve sektörleri tespit etmek, kirlenmiş toprakların ve sahaların temizlenmesi ve izlenmesi esaslarını belirlemek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, sektörlerle yönelik kirletici parametreler, jenerik sınır değerleriyle birlikte belirtilmiş ve faaliyet sahiplerinin, bu parametreler ile ilgili analizleri yaptırmaları ve sahalarının çevresel durum tespitini yaptırmaları zorunlu hale gelecektir.

Yeni yönetmelik ile birlikte, en büyük sorumluluk faaliyet sahiplerine yüklenmektedir. Avrupa Birliği mevzuatlarında da vurgulanan ve yönetmeliğe de yansıyan "Kirleten, Temizler" prensibi göze çarpmaktadır.

Yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile birlikte, Türkiye'de faaliyet gösteren birçok sektördeki faaliyet sahibi, Faaliyet Ön Bilgi Formu'nu doldurmak ile yükümlü kılınacaktır. Bu sektörler ve kontrol edilmesi gereken parametreler; yönetmeliğin Ek-2'sinde "Kirlilik Gösterge Parametreleri Listesi, Potansiyel Toprak Kirletici Faaliyetler ve Faaliyete Özel Kirlilik Gösterge Parametreleri" adı altında belirtilmektedir.

Yönetmelik, genel anlamda 3 bölümden oluşmaktadır:

- Birinci Aşama Değerlendirme (BAD)
- İkinci Aşama Değerlendirme (İAD)
 - I. Saha durum ve risk değerlendirme ön raporu
 - II. Saha örnekleme ve Analiz Planı (SÖAP)

III. Saha durum ve risk değerlendirme nihayi raporu

- Temizleme Aşaması

- I. Temizleme faaliyet planlama ve değerlendirme raporu

- II. Temizleme faaliyeti izleme, uygulama, izleme sonlandırma raporu

Yönetmeliğin tüm bölümlerine bakılacak olursa;

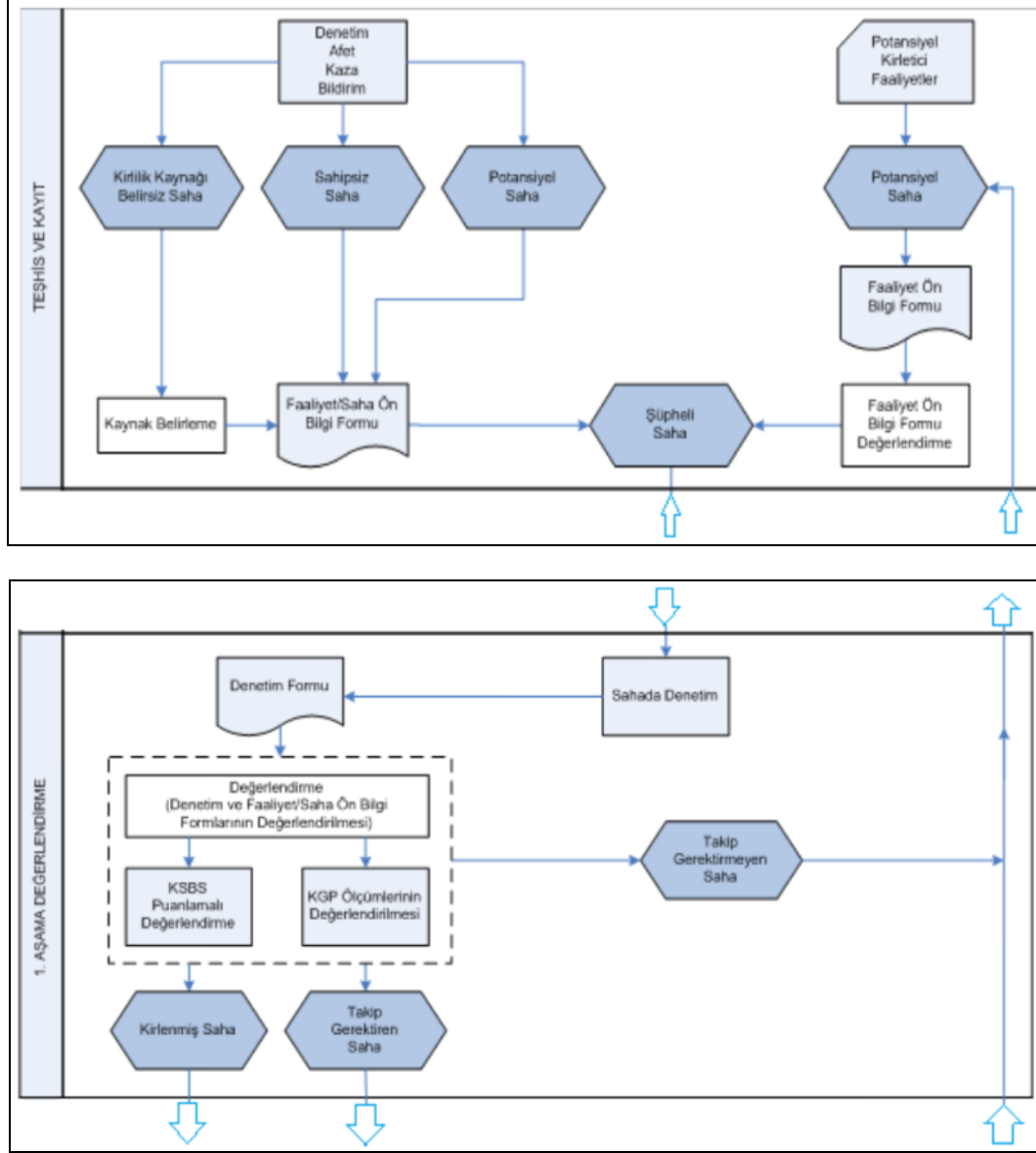
Öncelikle, bakanlık "Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi" adı altında bir online platform oluşturacak ve bu platform üzerinden, ilgili sektörlerde faaliyet gösteren faaliyet sahipleri "faaliyet ön bilgi formu"nu doldurarak, bildirimde bulunacaklardır. Bakanlık aynı zamanda, Çevre Bilgi Sistemi ve online.cevre.org üzerinden de bu formların doldurulabilmesi için çalışmalarını yapmaya devam etmektedir.

Faaliyet Ön Bilgi Formlarıyla,

- İlgili kişı ve faaliyet ile ilgili bilgiler
- Faaliyet sahasının geçmişı ile ilgili bilgiler
- Tehlikeli kimyasallar ile ilgili bilgiler (msds formları)
- Depolanan tehlikeli kimyasallar ile ilgili bilgiler ve depolama şekilleri (yerüstü /yeraltı tankları, kapasitesi, yaşı, katodik koruma, cidar durumu)
- Endüstriyel kazalar ile ilgili bilgiler
- Tehlikeli atıklar ile ilgili bilgiler
- Atıksu ile ilgili bilgiler
- Faaliyet sahası çevresiyle ilgili bilgiler
- Yer altı suyu ile ilgili bilgiler (su kaynakları, yer altı suyu, kuyu durumları, akifer yapısı..)
- Yüzey su kaynakları ile ilgili bilgiler
- Faaliyet sahası ile ilgili diğer bilgiler (yağış miktarı, toprak eğimi..) toplanacaktır.

Çevre İl Müdürlükleri, faaliyet ön bilgi formlarını kontrol ederek, sistem üzerinden onaylar ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı da bu bilgileri, "Potansiyel Kirlenmiş Sahalar Listesi"ne dahil eder.

Faaliyet Ön Bilgi Formları, faaliyetin kapsamında ya da içeriğinde bir değişiklik olması ya da faaliyet sahibinin değişmesi durumunda, değişikliğin gerçekleşmesini müteakip en geç 1 ay içerisinde güncellenerek, Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sisteminde güncellenerek, il müdürlüğüne bildirilir.



Şekil 3.3 : Teşhis ve kayıt ile 1. Aşama değerlendirmede izlenecek yol

Sisteme girilen bu belgeler, il müdürlüğü tarafından değerlendirilir ve yönetmeliğin ek-4'ünde yer alan değerlendirme kriterlerinden "en az biri" mevcut ise saha, şüpheli saha listesine alınır. Ayrıca, endüstriyel kaza ya da doğal afetler sonucu, Ek-5'teki Bildirim Formunun uygun olarak doldurulması halinde, bu sahalar yine bakanlık tarafından şüpheli saha listesine dahil edilir. Kirlilik kaynağı belli olmayan sahalar ve sahipsiz sahalar için de, aynı bildirimlerin yapılması durumunda, il müdürlüğü

tarafından bu sahalarda numune aldırma işlemleri yapılarak, kirlilik parametreleri ölçtürülür (TKKNKKSDY,2010)

3.2.1 Birinci aşama değerlendirme

Faaliyet ön bilgi formlarının, yönetmeliğin yürürlüğe girmesini takiben 3 aylık süreçte doldurulmasından sonra, şüpheli sahalara Çevre İl Müdürlüğü tarafından denetimler yapılır ve bu denetimler esnasında Ek-7 Denetim Formu doldurulur.

Denetimler sonucunda, sahadaki kirleticiler ve atıklar tehlikesiz ise, saha "takip gerektirmeyen saha" olarak nitelendirilir.

Eğer sahadaki kirleticiler tehlikeli ise, saha üzerinde Denetim formuna ek olarak Ek-8'de açıklanan Puanlı Değerlendirme gerçekleştirilir.

Puanlı Değerlendirme aşamasında, Faaliyet Ön Bilgi Formundan gelen puan ile, denetim Formundan gelen puan toplanır ve sonucunda çıkan rakam, kriter aralıkları dikkate alınarak risk sınıfına sokulur.

P_B = Faaliyet ön bilgi formu puanı

P_D = Denetim Formu puanı

$$P_B = \sum_{i=1}^m d_i \cdot k_i$$

P_B = Her soru için (yanıtın puanı * yanıtın katsayısı) toplamı

$$P_D = \sum_{i=1}^m d_i \cdot k_i$$

P_B = Her soru için (yanıtın puanı * yanıtın katsayısı) toplamı

- Denetim Formu puanı (P_D) alt sınır değer (36) ile karşılaştırılır.

► $P_D < 36$ ise, Takip Gerektirmeyen Saha

Denetim Formu puanı alt sınır değerden (36'dan) büyük ise, Denetim Formu ile Ön Bilgi Formu puanlarının toplamı üst sınır değer (130) ile karşılaştırılır.

► $P_D + P_B < 130$ ise, Takip Gerektiren Saha

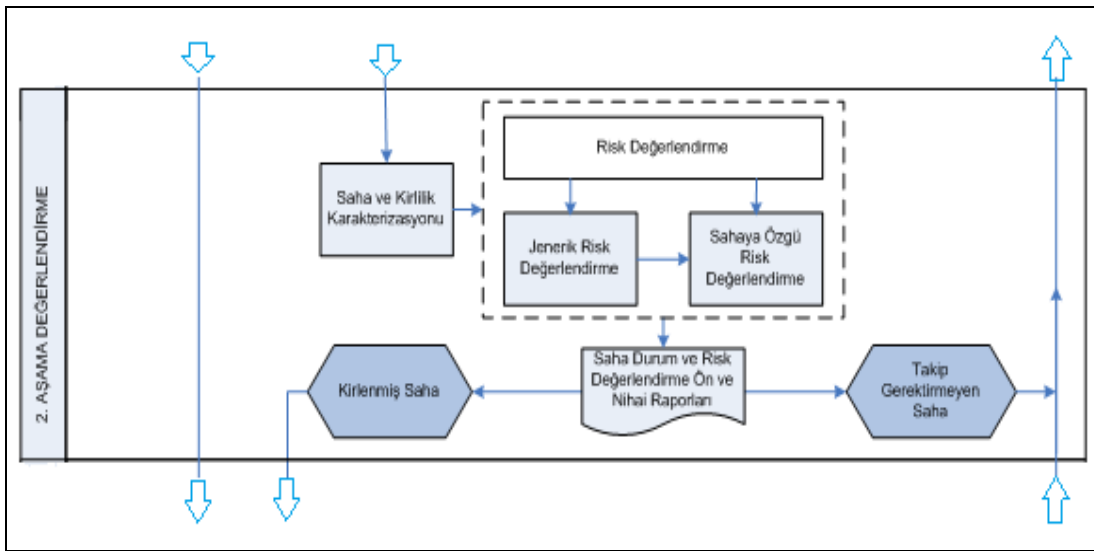
(Toprak analizleri,numune alma işlemleri, risk değerlendirmesi bakanlığın yetkili kuruluşlar tarafından gerçekleştirilir.)

- $P_D + P_B \geq 130$ ise, Kirlenmiş saha

Toplam puan değeri üst sınır değere (130) eşit veya daha büyük ise değerlendirme sonucu doğrudan ikinci aşama değerlendirme çalışmalarının yapılmasını ve bunu müteakip alınacak kararı beklemezsizin temizleme gerektiren “Kirlenmiş Saha” olarak belirlenir.

3.2.2 İkinci aşama değerlendirme

Birinci aşama değerlendirme sonrasında, takip gerektiren saha olarak nitelendirilen sahalar için, il müdürlüğü tarafından faaliyet sahiplerine, ikinci aşama değerlendirmenin başlatılması için bir yazı gönderilir.



Şekil 3.4: 2. Aşama değerlendirmede izlenecek yol.

İkinci aşama değerlendirme kapsamında, sahada öncelikle SÖAP (Saha Örneklem Analiz Planı) oluşturulur ve bu plan doğrultusunda, örneklem alınacak noktalar ve sayıları tespit edilir. SÖAP planının, Bakanlık komisyonuna sunulması ve komisyondan onay alması sonrasında, Sahada 2. Aşama değerlendirme çalışması başlatılır.

İkinci aşama değerlendirmede, bakanlığın bu yönetmelik kapsamında yeterlilik belgesi vermiş olduğu kurum ya da kuruluşlar tarafından 2 önemli rapor hazırlanır:

- Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu
- Saha Durum ve Risk Değerlendirme Nihai Raporu

Bu iki rapor, yönetmeliğin Ek-10 ve Ek-11 formatlarına uygun olarak, Bakanlıkça yetkilendirilmiş yeterlilik koşullarını haiz uzman kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanmak zorundadır; ancak faaliyet sahibi bu kurumlar arasından birini seçebilir. Her 2 raporu da aynı firmanın hazırlaması şartı esastır.

Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu, 3 ay içerisinde, uzman kuruluşlar tarafından SÖAP doğrultusunda yapılan çevresel sondaj çalışmaları, toprak, yer altı suyu ve gaz örneklerinin alınarak analizlerinin yaptırılması, bu analizlerin sonuçlarının yansıtılması ve jenerik ya da sahaya özgü risk analizlerinin değerlendirilmesinin de yer aldığı şekilde hazırlanır; bakanlık komisyonuna sunulur. Komisyon değerlendirmesi ve onayı sonrasında, Nihai rapor hazırlanılması için faaliyet sahibine 3 aylık süre daha verilir.

Nihai raporda, saha çalışmaları ve sonrasındaki bulgular açıkça ifade edilir.

Komisyonun incelemesi sonucunda, nihai raporda yer alan sonuçlar doğrultusunda takip gerektirmeyen saha olduğu anlaşılırsa, saha potansiyel saha listesine dahil edilir.

Saha ile ilgili temizleme gerektiren kirlenmiş saha kararı alınır ise, saha da temizleme süreci başlar.

Saha ile ilgili ara müdahale kararı alınır, temizlik öncesinde sahada ara müdahale uygulanır.

3.2.3 Temizleme aşaması

Birinci ve İkinci aşama değerlendirme sonrasında, temizlenmesi gerekliliği Bakanlık komisyonunca belirlenen sahalar için, bakanlığın yeterli kıldığı uzman kurum ve kuruluşlar tarafından, yönetmeliğin Ek-12 ve Ek-13'te belirtilen formatlarına uygun olarak iki ayrı rapor hazırlanır ve her 2 raporu da aynı firmanın hazırlaması şartı esastır.

- Temizleme Faaliyet Planlama ve Değerlendirme Raporu
- Temizleme Faaliyeti Uygulama, İzleme ve Sonlandırma Raporu

Temizleme Faaliyet Planlama ve Değerlendirme Raporu, birinci aşama değerlendirme sonrası kirlenmiş saha olarak tanımlanan saha için 6 ay içerisinde,

ikinci aşama değerlendirme sonrası kirlenmiş saha olarak tanımlanan saha için 3 ay içerisinde hazırlatılarak, Komisyona sunulur.

Komisyon, yöntemleri uygun bulursa onay verebilir ya da daha uygun bir yöntemle değiştirilmesini isteyebilir. Bu durumda, raporu güncelleme için 1 ay süre tanır. Güncellenerek sunulan raporu, komisyon 15 gün içerisinde değerlendirerek onaylar.

Temizleme faaliyeti süresince, sahada periyodik olarak kirletici konsantrasyonlar ölçülür ve saha izlenir.

Bu periyodik ölçüm sonuçları, komisyon izlemesine sunulur. Sonuçlar, kirletici konsantrasyonunun azaldığı yönünde ise, temizleme faaliyeti planlandığı şekilde devam ettirilir. Ölçüm sonuçları, kirletici konsantrasyonunda azalma olmuyor ise, komisyon işletim etkinliğinin artırılması yönünde önerilerde bulunabilir.

Sahadaki kirletici konsantrasyonu, yönetmelikte belirlenen jenerik sınır değerlerin altına ininceye kadar, temizleme faaliyetine devam edilir. Periyodik ölçüm sonuçları, faaliyet sahibi tarafından değerlendirilir ve eğer hedeflenen değerlere ulaşılmışsa, faaliyet sahibi komisyona temizleme işlemini sonlandırmayı sunar.

Temizleme uygulama, metot ve ölçüm sonuçlarını içeren "Temizleme Faaliyeti Uygulama, İzleme ve Sonlandırma Raporu" hazırlanılarak, komisyona sunulur. Komisyon 45 gün içerisinde değerlendirme sonucunu, resmi bir yazıyla faaliyet sahibine açıklar. Komisyon, temizleme faaliyetinin durdurulmasına onay verdiği takdirde, saha izlenme sürecine alınır ve komisyonca belirlenen süre boyunca sahada ölçümler yapılarak kontrol altında tutulması sağlanır. İzleme süresi sonrasında da bir rapor hazırlanarak, komisyonun değerlendirmesine sunulur. Komisyonun onayı sonrasında, Saha, kirlenmiş saha listesinden çıkarılır, ancak potansiyel saha olarak kayıt altında tutulur (TKKNKSDY, 2010).

4. TKKNKSDY KAPSAMINDA KİRLİLİK TESPİTİ İÇİN YAPILMASI GEREKEN ÇALIŞMALAR

Sahada yapılan 1. Aşama değerlendirme yani formların doldurulması ve nitel araştırmalar sonrasında, sahanın potansiyel kirlenmiş olma şüphesinin giderilmesi için, uzman kuruluşlar tarafından bu sahalarda birtakım çevresel sondaj ve numune alma çalışmalarına başlanır. Bu çalışmalar, aynı zamanda yönetmelikte ikinci aşamada değerlendirme çalışmaları içerisinde yer almaktadır.

Bu çalışmalar öncesinde, sahada örnek alınacak noktaların belirleneceği bir Saha Örneklem Analiz Planı (SÖAP) hazırlanır.

4.1 Saha Örneklem Analiz Planının (SÖAP) Hazırlanması

Saha örneklem analiz planı içerisinde yer alması gereken bilgiler, saha ziyaretleri ve durum tespit aşamasında toplanması gereken verilerdir. Bu veriler, numunelerin en doğru şekilde ve en az maliyet oluşturarak, aynı zamanda en doğru sonuca ulaşılması için toplanması gereken donelerdir.

SÖAP içerisinde, öncelikle sahanın tanımı çok iyi yapılmalıdır. Saha tanımlanırken,

- Faaliyet sahibinin ve tesis ya da sahanın adı
- Araştırmanın neden yapıldığına dair bilgi (kirlilik şüphesi, endüstriyel kaza, şikayet vb)
- Sahanın koordinatları
- Kavramsal Saha Modeli: Kavramsal saha modeli "KSM", risk değerlendirme çalışmasının doğru bir şekilde planlanması ve uygulanmasını kolaylaştırmak için sahanın durum tanımlaması amacıyla hazırlanan, kirlilik taşınım yollarının, sahanın kullanım amacının, ortam alıcıları gibi detayların şema, çizelge ve formlarla üzerinde açıklayıcı şekilde teknik yaklaşım aracıdır. Faaliyet ön bilgi formu ve saha ön değerlendirmesinden alınan bilgilerle temeli oluşturulur; ancak risk değerlendirme çalışması boyunca güncellenerek revize edilmelidir (TKKNKSDY, Teknik Rehber).

- Sahayı, kirliliğin olduğu yerleri ve kaynakları gösteren kroki
- Sahada daha önce yapılan çalışma ya da analizler var ise, bu çalışma ve analizlerin sonuçları
- Toprağın jeolojik özelliklerine ilişkin veriler, yeraltı suyunun akış yönü ve eğime yönelik bilgiler
- Ölçülmesi gereken kirlilik parametreleri,
- Yapılacak analiz ve ölçümlerin metotlarının belirlenmesi
- Örneklem Yöntemi

4.2 Çevresel Sondaj ve Numune Alma Aşaması

4.2.1 Toprak gazı incelemesi

Toprak gazı incelemesi potansiyel kirlilik kaynağının belirlenmesi, kirlетici gaz göç yollarının tespiti ve olası ileri aşama çalışmalarda niteleyici bilgi sağlar.

Toprak ve gaz incelemesine başlamadan önce, toprak gazı inceleme hedeflerine dayanarak uygun metodoloji, inceleme noktasının sıklığını, örnek alma derinliğini planlanır.

Saha çalışması boyunca aşağıdaki gereklilikler sağlanır:

- Derinlik ve toprak yapısına uygun olacak şekilde ölçüm yapılır.
- 1 metre derinliğe kadar manuel delme (burgu) işlemi yapılır.
- Toprak gazı numunesi, global ya da yerel olarak uygun görülmüş ya da kabul edilmiş standartlara uygun olarak alınmalıdır. Türkiye'de günümüze kadar yapılmış bir çok çalışmada, ASTM D5314 standardına uygunluk esas alınmıştır.
- Su tabakasından gaz numunesi alınmaz.
- Gaz numunesini etkileyebileceği için borehole koşulları not alınır.
- Çalışma sahasındaki hava koşulları ölçülür ve raporlanır.
- Kullanılacak ekipmanın özelliklerine göre cihazın kalibrasyonu yapılır ve kayıt edilir.

Eğer gerekli görülürse, toprak gazı incelemesi tamamlandıktan sonra, kirli alanın belirlenmesi, etkilenen derinliğin tespiti, kavramsal saha modelinin daha anlaşılır

hale getirilmesi, olası ileri saha çalışmasının müşteri ile belirlenmesi için sahada gaz inceleme sonuçlarını gözden geçirilir.

4.2.2 Toprak numunesi alınması

- Sahaya özgü durumlarda kirlilik gösterge parametrelerinin ve referans değerin belirlenmesi,
- Olası kirlilik dağılımını ve kirlilik etkilerinin yatay ve düşey ekseninde dağılım yoğunluğunun tespit edilmesi,
- Yüzey altında bulunan jeolojik ve hidrojeolojik durumun analiz edilmesi için, yüzey toprağı ve yüzey altı toprağından örnekler alınır.
- Yapılacak olan tüm delme, sondaj, numune alınacak yerlerin seçimi, numune alma yöntemleri Saha Örneklem Analiz Planı ile prosedürleriyle birlikte Birinci Aşama Değerlendirme raporunda sunulur. İlgili kurum ve kuruluşların onayı sonrasında, çalışmaya devam edilir.

Saha çalışmasına başlamadan önce toprak numunesi alma metotları, yetkili kuruluşlardan ve faaliyet sahibi tarafından birlikte onaylanmalıdır. Örneklem yöntemleri için yerel yönetmeliklerin öngördüğü gereklilikler ve teknik tebliğler dikkate alınır.

Toprak numuneleri alınırken dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekildedir:

Yüzey Toprağı için, (TKKNKSDY, Teknik Rehber)

- Yoğun kirlilik bölgesinin bilindiğı veya kirlenmenin gözle görülebildiğı sahalarda toprak numunesi için odaklanmış örneklem yapılır.
- Yoğun kirlilik bölgesinin bilinmediğı veya kirlenmenin gözle görülmediğı sahalarda sistematik örneklem yapılır.
- Sahaya özgü risk değerlendirmesi için örneklerden elde edilecek olan ortalama konsantrasyonların, %95'lik güven aralığı ile ortalama konsantrasyonu temsil etmesi gereklidir.
- Eğer gerekiyorsa yer altı suyu ve toprak gazı numunesi alınır.
- Kirlenmiş bölgedeki fiziksel ve çevresel faktörlerle benzerliğe sahip, kirlilikten etkilenmemiş bölgelerden toprak numunesi alınarak ölçüm yapılır. Bu ölçüm

kirlilik şüphesinin gerçekçi olup olmadığının değerlendirilmesinde kullanılır. Ölçüm noktası müşteri ile birlikte kararlaştırılır.

Yüzey Altı Toprağı için,

Kirliliğin sınırlarının yüzey toprağı ölçümleri ile belirlenemediğı durumlarda veya kirlenmenin zamana bağılı olarak kısa sürede değışme ihtimalinin olduğı durumlarda sistematik örnekleme sistemi ile sondaj deliğinin açılacağı noktalar belirlenir. Bunun için yüzey toprağı analizi için kullanılan örnekleme noktaları kullanılabilir. Faaliyet sahibinden de, numunelerin alınacağı noktalar için onay alınır.

Uçucu maddeler tarafından kirlenmiş sahalarda daha az sayıda sondaj deliğı ile kirlilik dağılımını saptayabilmek için ilk önce belirlenen uygun derinliklerden toprak gazından PID, FID gibi uçucu organik ölçüm cihazları kullanılarak örnekler alınıp kirlenmenin olduğı alanlar tespit edildikten sonra sondaj deliklerinin nerede açılacağı belirlenmelidir. Mobil ölçüm cihazlarına ait kalibrasyonlar raporda muhakkak belirtilmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

Toprak derinliğinden alınan örnekler kirliliğın dağılımına ve sahaya göre,

- Kirliliğın ulaştığı derinlik boyunca
- Yeraltı suyu tablasına (akifere) kadar olan derinlik boyunca veya
- Ana kayaya kadar olan derinlik boyunca

alınır. Saha örnekleme analiz planında hangi derinlik boyunun baz alındığı nedenleriyle verilmelidir. Toprak yüzeyi altındaki alt katmanlardan toprak örneğinin alınması, açılacak sondaj delikleri yardımıyla yapılmalıdır.

Sahadaki kirletici durumuna göre seçilen derinlik boyuna kadar, yönetmeliğın ön gördüğü şekilde her 1 m’de (gerekli görülürse daha yakın aralıklarla) en az bir örnek alınır. Kirlilik kaynağı yer altındaysa ve yeri biliniyor ya da çeşitli yöntemlerle yeri (örneğin, manyetometre ile gömülü tankların tespit edilmesi) belirlenebiliyorsa, bu kaynaklara en yakın bölgeden, mümkünse hemen altındaki toprak kolonundan itibaren her 1 m’de (gerekli görülürse daha yakın aralıklarla) en az bir örnek alınmalıdır. Her bir sondaj deliğı noktası için en yüksek ölçüm değeri belirlenir. Bu değerler incelenerek gerekli görülürse kirliliğın yoğun olma ihtimali olan bölgelerde ek sondaj delikleri açılıp örnekler alınabilir. Aynı şekilde örnekleme aralığı 50 cm’ye kadar indirilebilir. Sınırlı sayıda veriden yüzey altı toprağındaki kirlilik dağılımının

belirlenmesi için hidrojeoloji, stratigrafi ve jeostatistik metotlarından yararlanılabilir.

İlk 3-4 metrelik sıg sondaj işlemi, hafif sondaj makineleri kullanılarak (light drilling equipments) kullanılarak yapılacaktır. 3-4 m' den sonraki delme işlemleri için, uygun sondaj makineleri kullanılacaktır. Sondaj noktaları istasyon sahasında toprak yüzeyde veya betonla kaplı yüzeylerde olabilir. Bu sebeple beton kaplı yüzeylerde toprağa ulaşmak için delici matkap ile 60 mm çaplı delik açılması gerekecektir.

Sondaj noktaları darbeli olarak açılır ve değişik çaplardaki pencereli numune alıcılar kullanılır. Beton yüzeyin kırılması ve bunun altında yer alan kum ve çakıl tabakasının kuyudan çıkarılmasından sonra; ilk olarak 60 mm çaplı, 1,0 m uzunlukta pencereli numune alıcı, sonra 50 mm çaplı, 2,0 m uzunlukta numune alıcı kullanılarak maksimum derinliğe kadar inilmeye çalışılır. Rastlanılan litolojik birimler log formlarına kaydedilir. Numune alıcıdan alınan toprak numuneleri PID ölçümü yapılması için kilitli poşetlere doldurulur ve toprak içindeki Uçucu Organik Bileşikler (VOC) tespit edilir. Ölçümler sonucu özellikle PID değeri okunan derinliklerden alınan toprak numuneleri cam numune şişelerine doldurulur.



Şekil 4.1 : Manuel (Hafif) sondaj seti.

Numune alıcı her numune alma noktasından sonra basınçlı su ile temizlenmeden diğer noktaya geçilmemelidir.

Akaryakıt ürünlerinden dolayı kirlenme potansiyeli olan Akaryakıt ve LPG İstasyonları, dolum tesisleri ve rafineriler gibi sahalarda, muhtemel kirlilik nedeni akaryakıt ve LPG sızıntısı ile tehlikeli atıklar olabileceğinden ve kirletici kaynağı yer altı ve yerüstü tankları, dolum noktaları, pompa ve dispenser üniteleri, altyapı ve boru hatları, atıklar, varsa yağ değişim üniteleri vb olabileceğinden ötürü, örnekleme

noktalarının seçiminde bu bölgeler öncelikli olarak göz önünde bulundurulur; bu kaynakların derinlikleri ile toprağın yapısal özellikleri dikkate alınarak, uygun örnek sayıları tespit edilir.

Yeşil alanlarda, Test – Pit Yöntemi ile (JSB ve benzeri araçlarla) çukurlar açılır ve toprak numuneleri alınır.

Toprak numuneleri uçucu organik bileşiklerin kaybını önlemek için TS 9923 standartlarına uygun olarak, numune kabında gaz çıkışına izin vermeyecek şekilde, boşluk bırakmadan doldurulur ve sızdırmazlığı sağlanır.

Toprak numunesi alma işlemleri sırasında, altyapı tesisatlarına zarar vermeden, emniyetli şekilde sondaj işlemi yapılması için, sahanın altyapı ve tesisat sistemlerini gösteren haritaların faaliyet sahibinden alınması gerekir. Tüm sondaj ve kazı işlemleri öncesinde sahanın metal ve benzeri dedektörler ile taranması sağlanır.

Uçucu yada yarı-uçucu hidrokarbon analizleri için numune alma işlemi gerçekleştirilirken, derinliğe bağlı olarak tespit yapılması gerektiğinden kompozit numune alınamaz. Alınan numunelerin derinlikleri kayıt altına alınmalıdır. Uçucu olmayan hidrokarbon analizlerinde karışık numune oluşturulabilir.

Uygulamada toprağa (delme sıvısı yada hava gibi) kirlilik yaratabilecek ve cross kontaminasyona neden olabilecek kimyasallar, gerekmedikçe ve onay alınmadan kullanılmamalıdır. Ancak zeminin yapısı bunu zorunlu kılıyorsa;

- Temiz su (şebeke suyu) dışında herhangi bir kimyasal, karot tekniği olsa dahi kullanılmamalıdır.

Toprak yapısını jeolojik haritalar ve loglar ile sunarken ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak müşteriye sunacaktır. Bu çalışma toprağın fiziksel koşullarını (nem, koku, renk vs.) içermelidir.

Örnekleme öncesi, sırası ve sonrasında saha fotoğraflaması yapılarak, gerçekleştirilen işlemler kayıt altına alınmalıdır (Bakanlığa sunulacak raporlarda fotoğraflar da eklenmelidir). Örnek alınacak noktaların topografik ölçümleri yapılmalıdır.

4.2.3 Sondaj noktaları derinliklerinin belirlenmesinde dikkat edilecek hususlar

SÖAP'da hedeflenen derinliklere ulaşmak asıl amaçtır. Ancak aşağıdaki durumlarda bu derinlik hedefleri değişebilir:

Eğer delme işleminde hedeflenen derinlikte hala kirlilik devam ediyorsa, kirlenmemiş toprak derinliğine ulaşınca kadar delme işleminin devam etmesi için faaliyet sahibinden onay alınır.

Eğer yer altı suyuna (yada askıda yüzey altı suyuna) rastlanırsa, yer altı suyunun incelenmesi yada incelenmemesi gerektiğine karar verilir:

- Eğer gerekiyor ise uygun gözlem kuyusu kurulacak derinliğe kadar delme işlemi devam eder.
- Eğer gerekli değilse ve planda hedeflenen derinliğe ulaşılmış ise delme işlemi durdurulur. Ulaşılmadı ise ulaşınca kadar devam edilir.
- Eğer delme işlemi esnasında askıda yüzey altı suya rastlanılırsa kısa bir pompa testi yapılarak dışarı atılması ve yenilenmesi sağlanır. Burada amaç suyun geçici mi yoksa kalıcı bir tabaka mı olduğunun değerlendirmesinin yapılmasıdır.

4.2.4 YAS kuyusu kurulumu ve örnek alınması ile ilgili dikkat edilecek hususlar

Yeraltı suyunun örneklenmesinde suya karışmayan ve yoğunluğu sudan az veya çok olabilecek tehlikeli maddelerin varlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla mevcut duruma uygun olarak su tablasından, akiferin uygun derinliklerinden veya akifer tabanına yakın yerlerden örnek alınmalıdır. Örnekleme noktalarının seçiminde yeraltı suyunun akış yönünün belirlenmesi önemlidir. Çünkü, kirliliğin topraktan yeraltı suyuna geçmiş olması, kirliliğin daha hızlı ve daha fazla alıcı ortama yayılması anlamına gelebilmektedir.

Yeraltı suyu akış yönünün belirlenmesi aynı derinlikte ve birbirlerine uygun mesafede bulunan eşkenar üçgen şeklinde konuşlandırılmış en az 3 gözlem kuyusundan elde edilen verilere dayanarak yapılmalı ve yeraltı su seviyelerindeki olası mevsimsel değişimler dikkate alınmalıdır. Genel yaklaşım, bu kuyulardan en az bir tanesinin, kirlenmenin olmadığı yerde kirlenmeye göre akış-yukarı istikamette, bir diğerinin kirlenmenin yoğun olduğu bölgede ve en az bir kuyunun da kirlenmeye

göre akış-aşağı yönünde kalan bir noktada açılmasıdır (TKKNKKDSY,Teknik Rehber).

Yer altı suyu gözlem kuyuları açılırken:

- Gözlem kuyularında genellikle, granüler zeminlerdeki akiferler için ASTM D5092, çatlaklı kayalık bölgelerdeki akiferler için ASTM D5717 standartları uygulanır.
- Gözlem kuyularında, akiferin doğal yapısının bozulmayacak şekilde (yağmur sularının sızması, derinlerdeki askıda kalan su birikintilerinin birbirine karışmaması, dışarıdan herhangi bir tehlikeli sıvı sızması gibi..) kurulması için ASTM D5787 standardı uygulanır.
- Sahanın karakterizasyonuna göre alternatif delme yöntemleri belirlemede ASTM D6286 standardı uygulanır.

Yeraltı su gözlem kuyusunun sondaj derinliği, toprağın jeolojik özelliklerine göre değişiklik gösterebilmekle birlikte, genel olarak 15 ± 5 m. olmaktadır. Sondaj delgi çapı yaklaşık 152-178 mm olarak ve auger sistemiyle yapılır. Sondaj işleminde, kirliliğin yayılmasına ve bulaşmasına sebep olabileceği için, mecbur kalınmadıkça su kullanılmamalıdır. Delinen kuyu PVC boru ile teçhizat edilir. Bu borunun çapı değişebilmekle birlikte, ideal ve yaygın olan 4 inçlik boru çapıdır. Kuyu içerisinde, yeraltı suyu seviyesine kadar kapalı boru, yeraltı su seviyesinden sonra ise 4-5 m. ilerlenecek şekilde delikli boru kullanılır. Kuyu çapı ile boru çapı arasına, 1-3 mm çaplı sondaj dere çakılı, dolgu malzemesi olarak konularak doldurulur. Kuyu açılımı sırasında herhangi bir koku geldiği anda durum kuyu loguna işlenmelidir. Bir kuyu açma işlemi için kullanılan tüm ekipmanlar, diğer kuyuya aynı işlem için geçmeden önce temiz su (şebeke suyu) kullanılarak yıkanmalı; temizlenmeden diğer kuyuya geçilmemelidir. Boru altında koni şeklinde kapak, boru üstünde ise daha sonradan kullanımda açılacak şekilde PVC kapak olmalıdır. Kuyu, güvenliği sağlamak amacıyla, ayrıca sac kapak ile koruma altına alınmalıdır.

4.2.5 Yeraltı gözlem kuyularında yapılacak ölçümler, örneklemeler, pompa testleri

Yer altı suyu gözlem kuyularında yapılacak ölçümler, örneklemeler, pompa veya slug testleri (akifer akış yönü tespiti) sayesinde, su seviye ve kalitesi hakkında

bilgiler toplamak ve böylece su debisi, akış yönündeki ve kalitesindeki değişimlerin değerlendirilmesini sağlamak amaçlanır.

Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki tanımlamalar raporlanır:

- Sahanın hidrojeolojik karakteristiğinin değerlendirilmesi,
- Kirliliğin boyutu, yapısı ve miktarının değerlendirilmesi ya da tanımlanması,
- Kirliliğin kaynağı ve etkisi, farklı derinliklerdeki konsantrasyonunun değerlendirilmesi,
- Yer altı suyunda suda çözünmüş kirliliğin akış yönü ve transfer süresinin değerlendirilmesi
- Yeraltında kirliliğe neden olan tüm bilgilerin toplanması ve risk yönetim planının geliştirilmesi için, doğal yapıdaki bozulmaları ve potansiyel delillerin değerlendirilmesi

Tüm bu bahsedilen bilgiler kavramsal saha modeli ile birleştirilir.

Kuyularından numune almadan önce yapılan temizleme işleminde ve numune alımı sırasında, aşağıdaki parametreler ölçülmelidir:

- Çözünmüş oksijen miktarı (mg/lt), düşük türbülans metodu kullanılarak.
- Redoks ölçümü (mV)
- Elektriksel iletkenlik (mS veya $\mu\text{S}/\text{cm}$) çözünmüş katı madde (TDS) (mg/lt)
- pH ve Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

4.3 Numune Analizleri ve Değerlendirilmesi

Sahadan alınan toprak ve yeraltı suyu numuneleri, uluslararası ya da ulusal akreditasyonu olan bir laboratuarda analiz edilir. Numunelerin laboratuvar ortamına gönderilmeden önce, saklama koşullarına uygun olup olmadıklarına özellikle önem verilmeli ve uygun ortam şartları sağlanmalıdır.

	Yeraltı suyundaki LNAPL Kalınlığı ve derinliğini ölçmeye yarayan interfaz metre
	Yeraltı Suyunun Derinliğini Ölçmeye Yarayan Su Seviyesi Ölçüm Cihazı
	Topraktaki VOC seviyesini gösteren (Head Space Analizi) Cihaz
	Toprak Gazı Araştırması sırasında kullanılan, O ₂ , CO ₂ ve H ₂ S seviye göstergesi cihazı
	Gözlem Kuyusu içerisindeki yeraltı suyunun çözünmüş O ₂ , pH, Tuzluluk, Redox parametrelerinin ölçülmesini sağlayan multiprob.
	Toprak Gazı Araştırmaları esnasında sampler ile hava örneği toplanmasını sağlayan cihaz.
	Hava akım hızını ölçmeye yarayan kit
	Gözlem kuyusundan yeraltı suyu örneği almaya yarayan Çelik Bailer
	Gözlem kuyusundan yeraltı suyu alınmasını sağlayan peristaltik pompa
	Gözlem kuyusundan yeraltı suyu alınmasını sağlayan düşük debili elektro dalgıç pompa
	Manuel Sondaj Seti (Hafif Sondaj Makinesi)

Şekil 4.2 : Saha çalışmaları esnasında kullanılan hafif makineler.

4.4 Petrol İçeren Numunelerde Kontrol Edilmesi Gereken Parametreler

Ham petrol, işlenmiş petrol ve petrol ürünlerinin kullanıldığı sektörlerde, toprak ve yeraltı suyunda kirlilik göstergesi parametreleri, TKKNKKSDY'in EK-2'sinde, Tablo 2 altındaki listede belirtilmiştir.

Ham petrol çıkarılan sahalardan, akaryakıt istasyonlarındaki perakende satış işlemlerinin yapıldığı faaliyet sahalarına kadar, TOX, TPH, BTEX, TVOCs ve Ağır metal parametrelerinin kontrolü, yönetmelikçe zorunlu kılınmaktadır.

Çizelge 4.1 : Potansiyel toprak kirleticisi faaliyetler ve faaliyete özel kirlilik göstergesi parametreleri listesi.

Sektör Kodu	Faaliyet	Kontrol Edilmesi Gereken Parametreler
610	Ham petrol çıkarımı	TOX, TPH, BTEX, TVOCs*, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn
1920	Rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı	TOX, TPH, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, V, Zn
4671	Katı, sıvı ve gazlı yakıtlar ile bunlarla ilgili ürünlerin toptan ticareti	TOX, TPH, BTEX, TVOCs*, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, V, Zn
4730	Belirli bir mala tahsis edilmiş mağazalarda otomotiv yakıtının perakende ticareti	TOX, TPH, BTEX, TVOCs*, Ba, Cu, Cd, Pb, Ni, Zn

TOX parametresi, Toplam Organik Halojenleri göstermekte olup, genellikle toprak ve yeraltı suyunda bakılması gereken parametrelerdendir. TOX parametresini oluşturan kirleticisi maddeler, yönetmeliğin kirleticisi sınır değeri listesinde, farklı sektörlerden gelen farklı kirleticiler mevcut olduğu için çeşitli şekillerde yer almaktadır. Örneğin petrol ve petrol ürünlerinden kaynaklı kirleticiler ile ilgili analiz yapılırken, yönetmelikte de geçen Triklorofenol ve Triklorobenzen parametrelerine bakılmaktadır. Laboratuvarla bu parametreler için EPA 9020 B standardı kullanılır.

TPH parametresi için, yine yönetmeliğin kirleticisi listesinde belirtildiği gibi, Toplam petrol hidrokarbonları alifatik ve aromatik olarak ayrılarak (EC5 - EC8), EC8> - EC16) ve EC16> - EC35 aralıklarına bakılmaktadır.

BTEX parametresinde, benzen, toluen, etilen ve ksilen değerlerine bakılmaktadır. Yönetmeliğin jenerik sınır değeri listesinde bu parametrelerin limit değeri belirtilmektedir.

Bunun yanı sıra, toprakta birikicilik yaratabilecek akaryakıt buharı olasılığına karşılık, topraktan numune alınarak, EPA 5021:A:2003/EPA 8015 D:2013 standardına uygun olarak uçucu organik bileşik (VOCs) analizi ve aynı zamanda toprak ve yeraltı suyunda da ağır metal analizi yapılmaktadır.

Yönetmeliğin teknik rehberinde de, analizlerin TSE, ASTM ve EPA standartlarına uygun olması istenir.

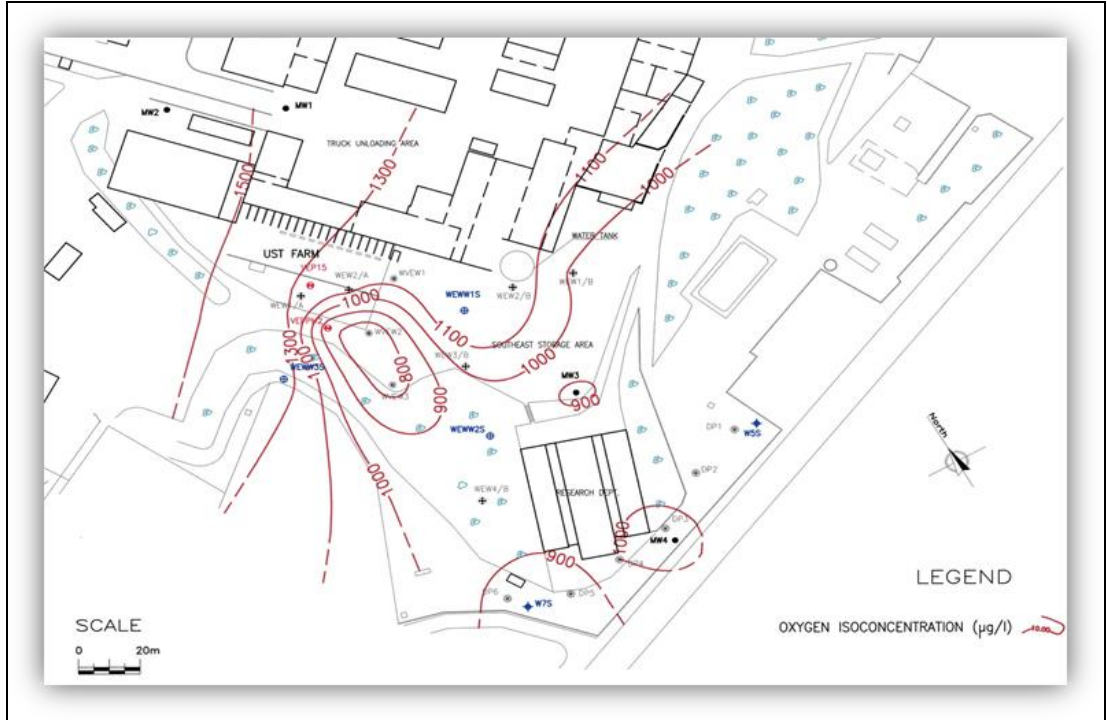
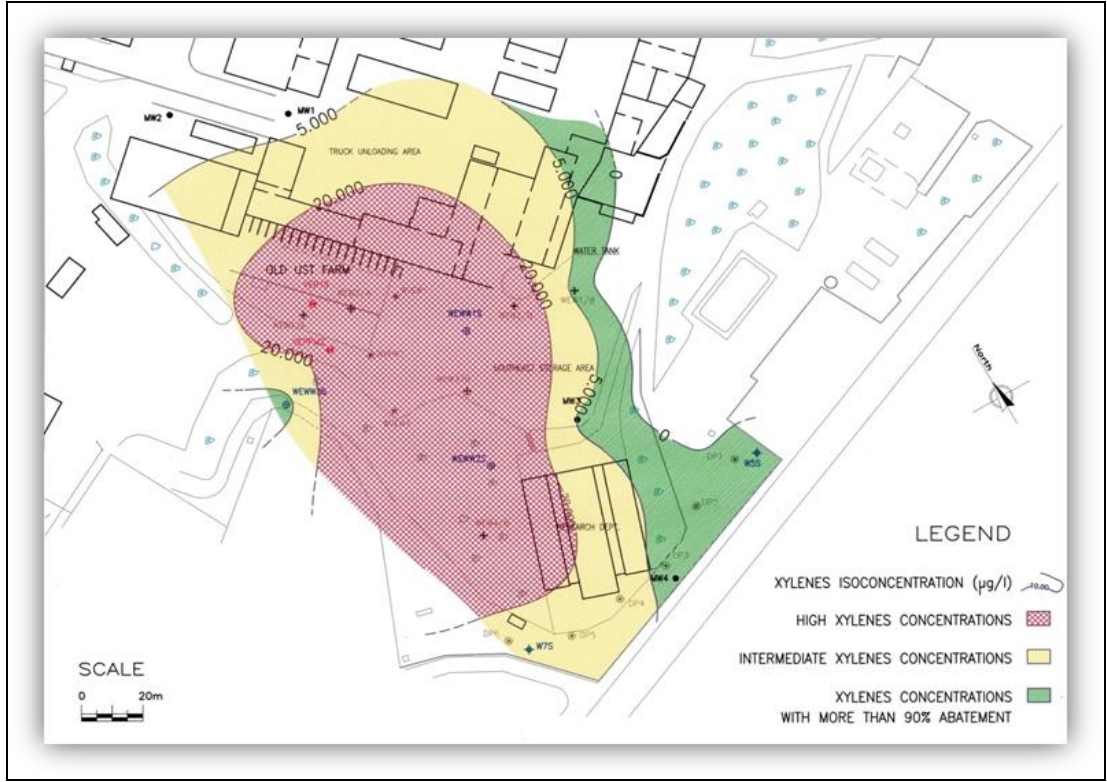
4.5 Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu ve Nihai Raporun Hazırlanması

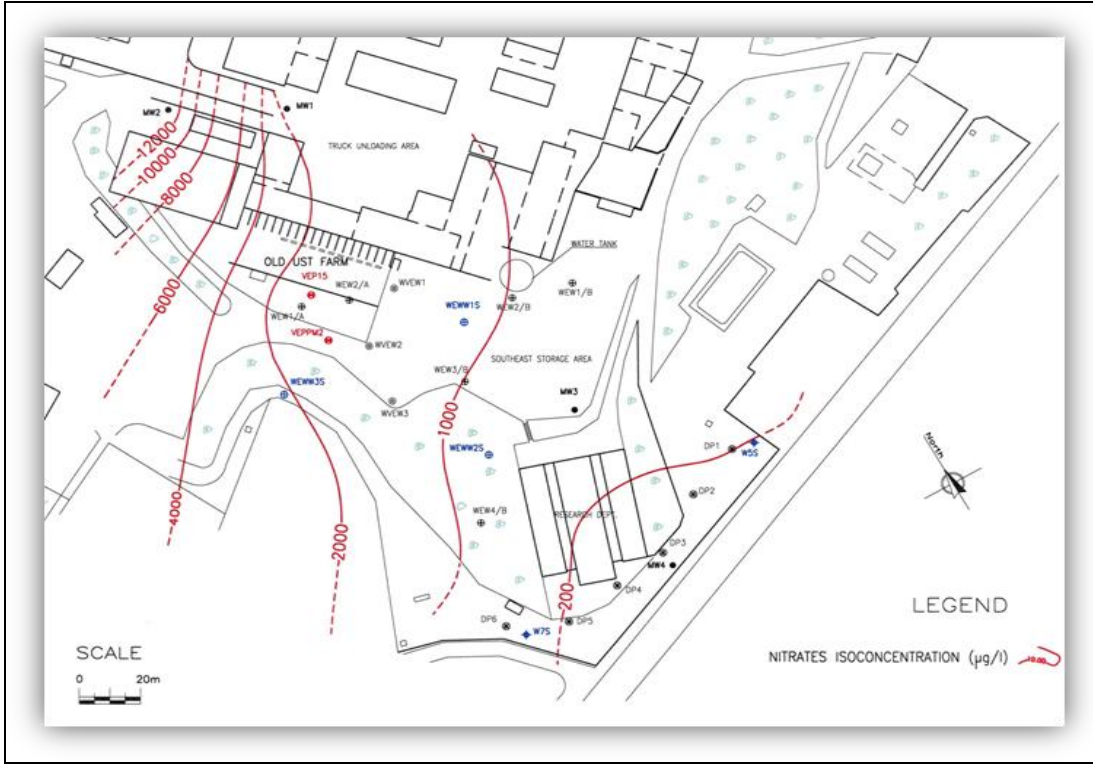
Yapılan sondaj çalışmaları sonrasında, alınan laboratuvar analiz sonuçlarına göre, Bakanlıkça yeterlilik belgesi sahibi kuruluşlar tarafından, yönetmelik teknik rehberi doğrultusunda gerekli hesaplamalar ve yorumlamalar yapılarak, rapor hazırlanır. Bakanlığın onayına sunulur ve laboratuardan alınan analiz sonuçlar sonrasında, jenerik ya da sahaya özgü risk analizleri yapılır.

Jenerik risk değerlendirmesinde, kirliliğe maruziyet yolları, deri yoluyla emilim, toprağın yutulması ile oluşabilecek riskler, tozların ve uçucu maddelerin dış ortamda solunması ve kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi olasılığı için riskler hesaplanır. Eğer ortamda olası alternatif reseptörler var ise, insan, fauna, flora, çevre bileşenlerinin dışında, diğer reseptörler için de kirliliğin risk değeri hesaplanır.

Sahaya özgü risk değerlendirmesi ise, sahaya özgü risklerin ortaya konulması ile yapılır. Dolayısıyla, sahada yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar birebir dikkate alınır; yönetmeliğe göre sonuçlanır.

Petrol ve petrol ürünlerinde, yönetmeliğin ön gördüğü parametrelere göre, limit değerler dikkate alınır. Bu risk değerlendirmesi yapılırken, dünya literatüründe kabul görmüş çevresel risk değerlendirme yazılımları kullanılabilir. Örneğin: RISK, RBCA vb yazılımlar.. Bu risk değerlendirmesinin sonrasında, sahanın kirli olup olmadığına karar verilir ve eğer kirlilik var ise, temizleme aşamasına geçilir.





Şekil 4.5 : Nitrat durumunu gösteren harita (Petroltecnica).

5. PETROLLE KİRLENMİŞ SAHALARIN TEMİZLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

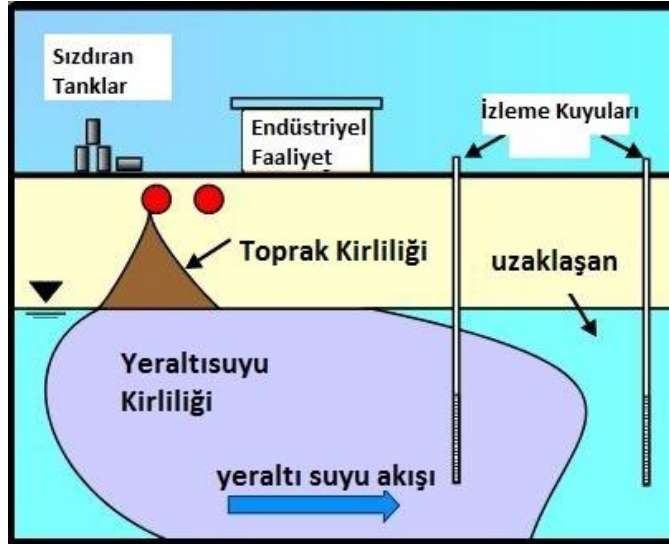
Petrol ürünlerinin toprak ve yeraltı suyundan giderimi için uygulanan birçok yöntem bulunmaktadır. Petrol kirliliği gideriminde yöntem seçilirken;

- Uzun dönemde verimliliği, faydası
Uzun vadede alternatif kirlilik giderim yöntemlerinden hangisinin daha iyi sonuç vereceğinin kalitatif değerlendirmesi
Yan riskleri de içeren toplam bir risk değerlendirmesinin yapılması (sahada kalan veya artırılmamış kirleticilerden kaynaklı riskler)
- Kısa sürede güvenilir bir çözüm sunabilmesi
Uygulama dönemi bitiminde sahada kalan artırılmış kısım ya da bakiye fazdaki artırılmamış kirleticiler için alternatiflerin değerlendirilmesi
Bірçok sahada, alternatif bir kirlilik giderim yöntemiyle ikame etmenin daha iyi olup olmayacağının dikkate alınması gereklidir.
- Uygulanabilirliği
Teknolojinin performansını değerlendirme
Mevcut koşullar altında sahaya kurulup işletilebilecek yöntem olup olmadığının değerlendirilmesi
Kanun koyucu otoriteleri tarafından gerekli izinleri sağlayabilirliğin ölçülmesi
- Kısa dönemde sağladığı fayda
Uygulama süresince, insan sağlığına ve çevreye etkilerinin değerlendirilmesi
Uygulama sahasında sağlık ve çevre riskleri ile, çalışan sağlığının değerlendirilmesi
- Maliyeti
Alternatif yöntemleri uygularken oluşabilecek toplam giderlerin değerlendirilmesi

İlk yatırım maliyetini değerlendirme (kurulumda)

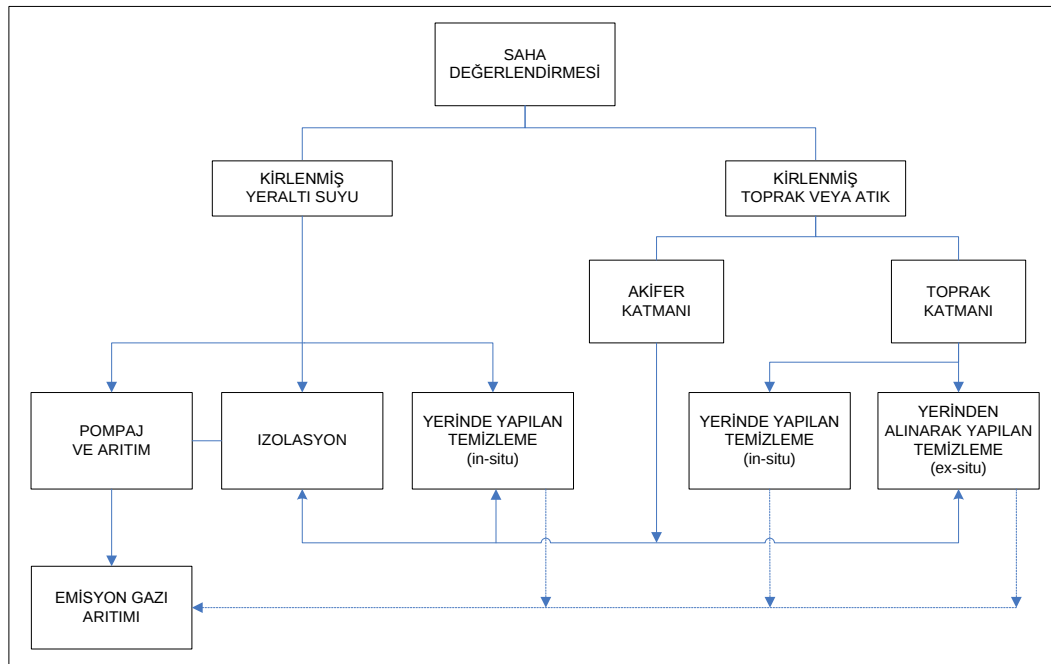
İşletme ve bakım giderlerinin değerlendirilmesi (kurulum sonrasındaki tüm bakım ve işletme harcamaları)

önemle dikkat edilmesi gereken hususlardır. [10]



Şekil 5.1 : Petrol kirliliğinin yayılma yolları.(Pedro Garcia,University of Valladolid)

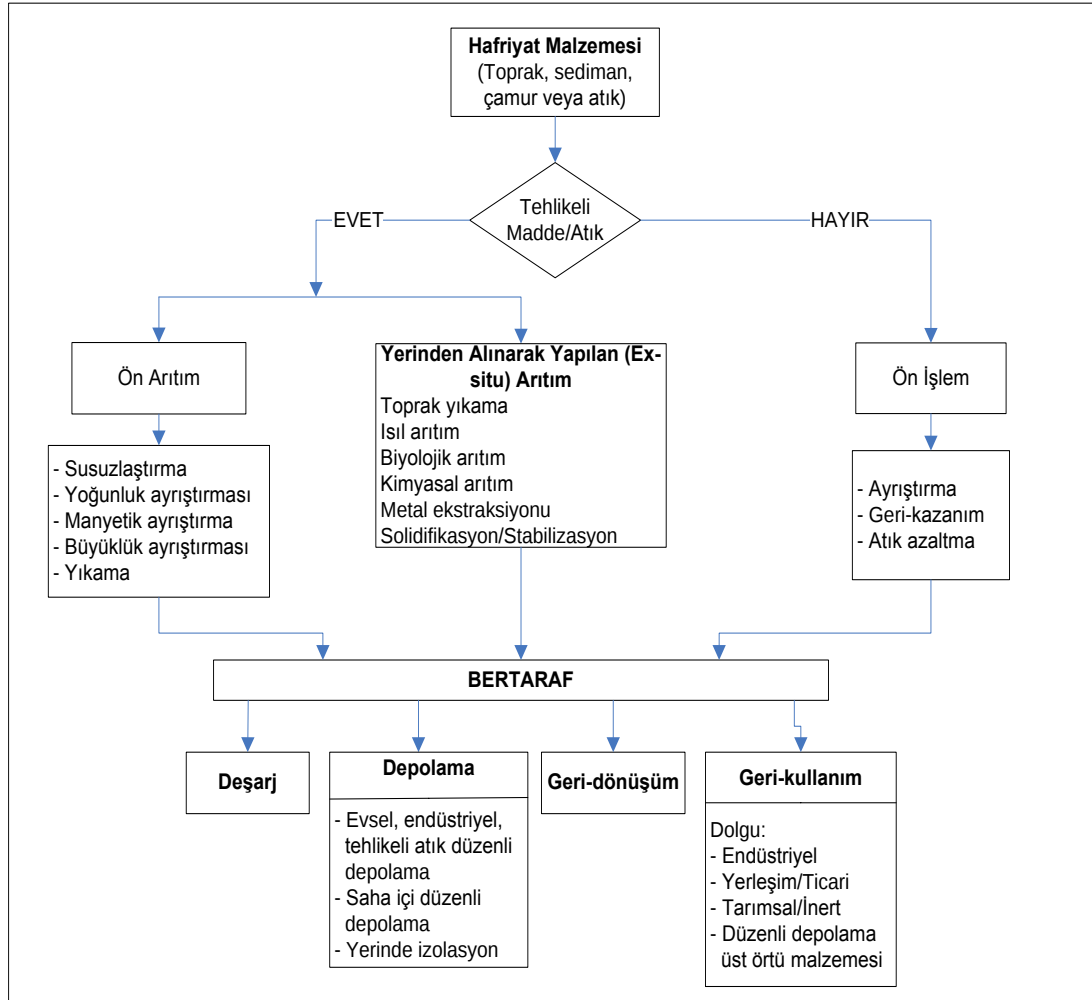
Şekil 5.2'de de görüleceği üzere, petrol kirliliğinin toprak ve yeraltı suyundan giderimi için dünya literatüründe kabul gören In-situ ve Ex-situ adıyla tanımlanan, yerinde (saha içi) ve yerinden alınarak uygulanan yöntemler mevcuttur.



Şekil 5.2 : Kirlenmiş sahalarda temizleme stratejisi geliştirmede kullanılabilecek genel temizleme seçeneklerini gösteren akım şeması (TKKNKSDY).

5.1 Ex-situ Yöntemler

Ex-situ yöntemlerle, kirlenmiş toprak, moloz malzeme, çamur veya endüstriyel atıklar, tehlikeli maddeler ve atıklar, sahanın dışında kurulan mobil ya da sabit tesislerde, teknolojik yöntemler uygulanarak temizlenirler. [12]

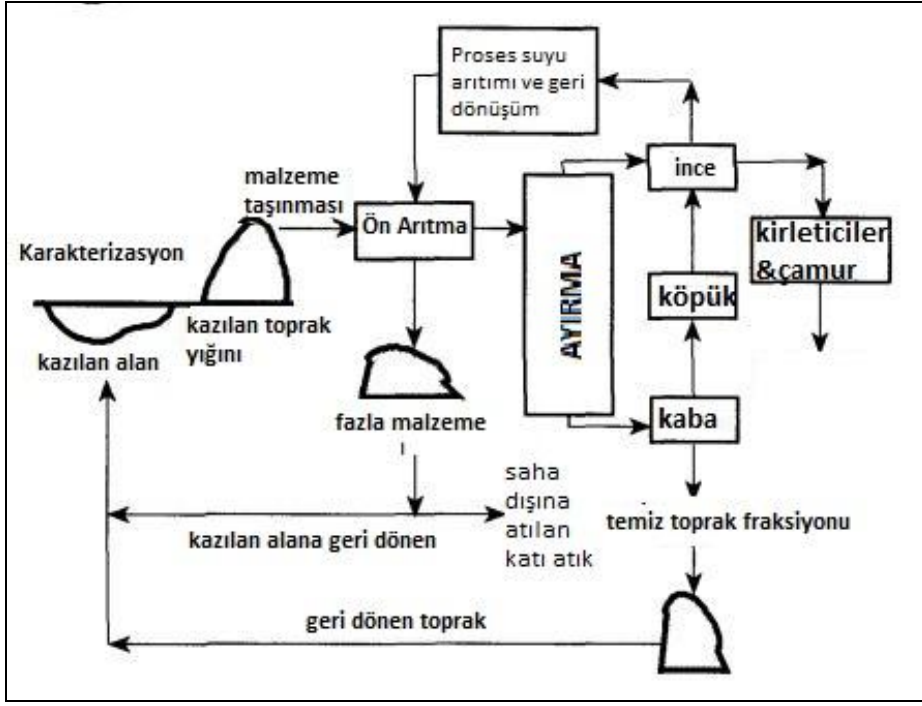


Şekil 5.3 : Hafriyat malzemesinin yerinden alınarak (ex-situ) arıtımı için kullanılabilecek yöntemler (TKKNKKSDY).

Şekil 5.3'de görüleceği üzere, yerinden çıkarılan kirlenmiş toprak ya da hafriyat malzemesi olarak adlandırılan atıklar, uygun bertaraf yönteminin uygulanabilmesi için, saha dışındaki uygun tesislere gönderilir. Ex-situ arıtımın çeşitli yöntemleri bulunmaktadır.

5.1.1 Toprak yıkama

Kirliliği bertaraf etmek için yerinden alınarak taşınan toprağın, saha dışında su ya solventlerle yıkanmasıdır. Katı - sıvı ayrıştırması prensibine dayanır. Organik kirlleticilerin ve çözülebilir inorganik kirleticilerin giderimini sağlar.



Şekil 5.4 : Toprak yıkama yöntemi.

İşletimi kolay, Organik kirleticilerin gideriminde verimlidir (özellikle VOCs "uçucu organik bileşikler", yarı uçucu organik bileşikler, halojenler) Organik bağlı metallerin giderimi için başarılı bir yöntemdir. Ancak, yıkama zamanı uzundur ve düşük permeabilitesi olan kil ve kil-toprak karışımında toprak tutucuda problemler meydana gelebilmektedir.

Toprak yıkama, yeni toprak kirliliği kontrolü yönetmeliği (TKKNKSDY) ile birlikte Türkiye'de uygulama şansı bulabilecek bir yöntem olabilir.

5.1.2 Isıl arıtım

Diğer giderim teknolojilerin uygulamasından sonra arda kalan bakiye fazdaki organik kirleticilerin giderilmesi için uygun bir yöntemdir. Maliyetin yüksek olmasına rağmen, bakiye olarak kalan organik kirleticilerin gideriminde iyi bir çözüm olması nedeniyle tercih edilmektedir. Desorpsiyon, yakma, indirgeme ve vitrifikasyon teknolojileri ısı arıtım metodlarındandır.

Isıl Desorpsiyon: Toprak, reaktörlerin içerisine yerleştirilir ve sıcaklık 95-300 °C ya da 300-500 °C sıcaklığa kadar ısıtılarak, içerisindeki su ve kirletici buharlaştırılır.

Yakma: Atığın yanması, tehlikeli atık yakma üniteleri, çimento fırınları ya da endüstriyel kazanlarda gerçekleştirilir. Buradaki en önemli dizayn parametresi atığın

ısıtıl değeridir. Birçok konsantre organik atık ilave ek yakıt olmaksızın yanabilmektedir.

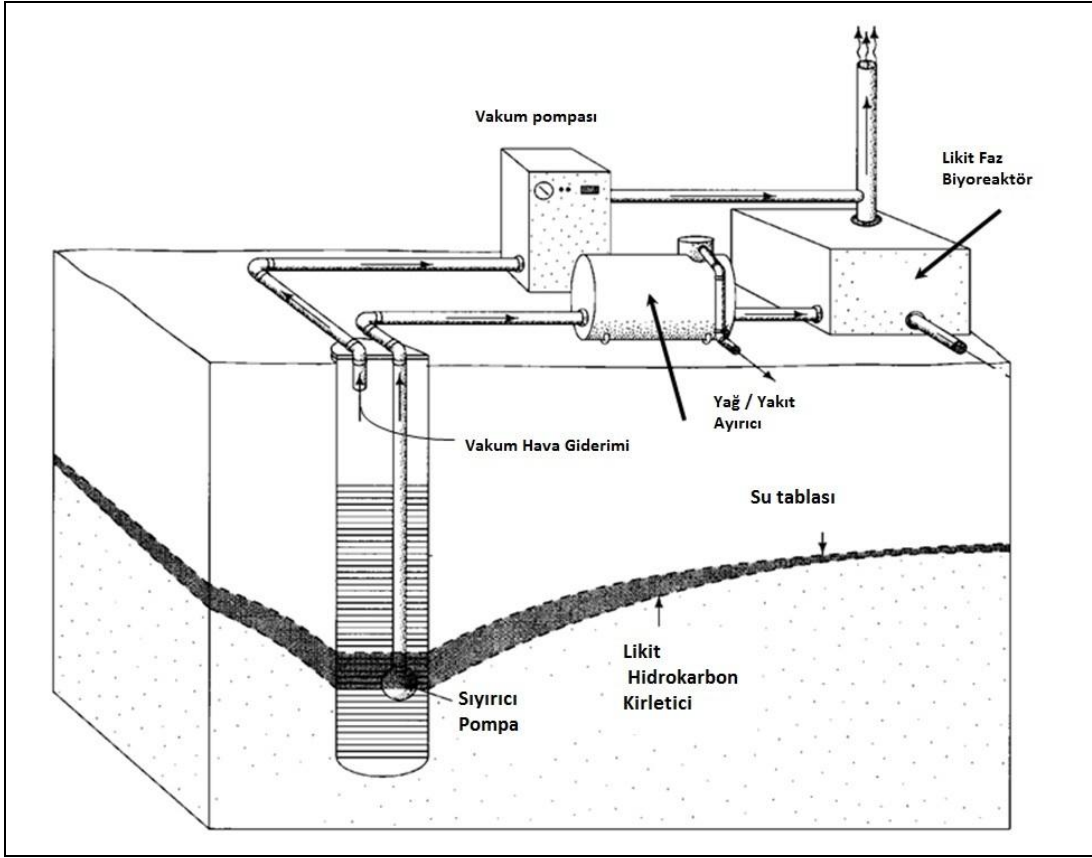
İndirgeme: Kirlenmiş toprağın hidrojen peroksit, ozon, klor vb oksitleyici maddeler ya da alkali polietilen glikolit gibi indirgeyici maddelerle ısıtılabilen haznelerde karıştırılarak arıtılmasıdır.

Vitrifikasyon: Kirlenmiş toprak, reaktörlerde 1600 - 2000 °C'ye ısıtılır ve katıların erimesi kirleticilerin ise kristal yapıya geçmesi sağlanır. Genellikle maliyeti yüksek olduğu ve uygulamasındaki teknolojik gereksinimler dolayısıyla, daha az tercih edilmektedir.

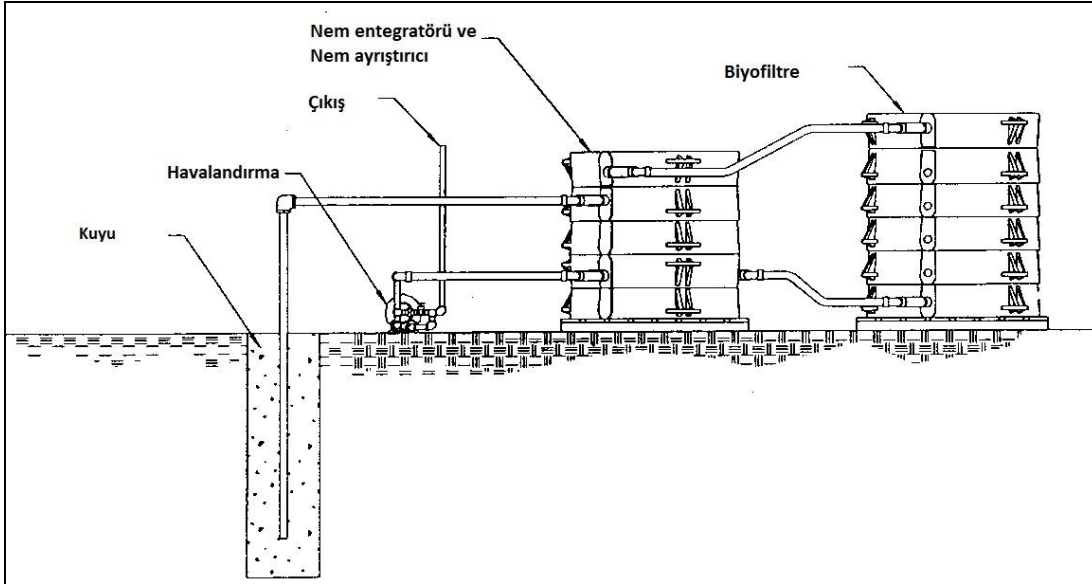
5.1.3 Biyolojik arıtım (pompala & arıt teknolojisi)

Biyolojik parçalanmada, katı, sıvı ve buhar ortamından, organik kirleticileri besin kaynağı olarak kullanıp parçalayabilen mikroorganizmalar kullanılırlar. Kirlenmiş toprak, biyolojik parçalanabilirliği kuvvetlendirmek amacıyla, reaktörlerde veya geçirimsiz tabanlı lagünlerde su, besin ve mikroorganizma ile karıştırılır. Buna siluri fazda arıtım da denilmektedir. Çoğu organik kirletici, bakteriler tarafından parçalanarak, karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Biyolojik prosesler, gerek topraktaki, gerekse yeraltı suyundaki kirleticiler için kullanılabilir. Öte yandan, yerinde ve kirlilik ortamının dışında uygulanabilmektedir. Biyolojik arıtımın avantajı, düşük maliyetli olması, uygulama kolaylığı ve birçok organik kirleticinin gideriminde etkili olmasıdır. Öte yandan, uzun vadede etkisini göstermesi ve inorganik kirleticilerde efektif bir çözüm olmaması, yöntemin dezavantajlarıdır.

Petrol kirliliğinin giderimi alanında, bakterilerle biyolojik parçalanma sağlanması, bilinen ve yaygın olarak da tercih edilen bir yöntem olmuştur. Örneğin, akaryakıt döküntüleri, zemine sızıntı olması gibi durumlarda, hidrokarbon ile beslenen bakterileri içeren temizlik malzemeleri, günümüzde akaryakıt ticareti yapılan birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak, bu bakteriler, genellikle dış ülkelere ithal edilerek kullanıldığı için, zaman zaman ortam koşullarına uyum gösterememekte ve istenilen verimi veremedikleri de görülmektedir. Bunun için, kullanılan bakterinin aktiviteleri ve yaşamsal kriterlerinin, ortamın fiziki koşullarına göre doğru değerlendirilmesi ve uygun bakteri seçimi önem kazanmaktadır. Petrol hidrokarbonlarının gideriminde aerobik ve anaerobik bakteriler kullanılabilir.



Şekil 5.5 : Biyolojik arıtım- pompa & arıt teknolojisi. (Present.of Pedro Garcia)



Şekil 5.6 : Biyolojik arıtım- biyofiltrasyon. (Present.of Pedro Garcia E., Valladolid)

5.1.4 Kimyasal arıtım

Adsorpsiyon/desorpsiyon, iyon değişimi, organik kirleticilerin oksitleyicilerle parçalanması, ya da organik solventler veya su bazlı yıkama çözeltileri kullanılarak ekstrakte edilmesi, başlıca ex-situ kimyasal arıtım yöntemleridir.

5.1.4.1 Adsorpsiyon (GAC kullanımı ile)

Su ve buhardan organik kirleticilerin giderimi için karbon adsorbsiyon yönteminde GAC (granüler aktif karbon) kullanılmaktadır. Kirlenmiş hava/su GAC ünitesi boyunca pompalanır ve kirleticiler, elektrostatik kuvvetlerin etkisiyle karbon partiküller üzerinde adsorblanır. Organik kirleticilerin gideriminde oldukça efektif bir giderim yöntemidir. Prosesin atıklarının arıtımında ve tehlikeli atık gideriminde ortak kullanılabilen bir yöntemdir. Kurulumu kolaydır. Birçok organik kirleticinin tamamen giderilmesini sağlar; aynı zamanda su ve buharın da arıtılmasına olanak verir. Ancak işletme giderleri yüksektir. Aynı zamanda, granüler aktif karbon periyodik olarak değiştirilmelidir ve kirleticiler mineralize edilmezler.

5.1.4.2 İyon değişimi

İyonların yer değiştirmesi prensibine dayanarak, zararlı pozitif ve negatif iyonların, yerini zararsız olanlarla değiştirilmesidir.

5.1.4.3 Organik solventler ya da su bazlı yıkama çözeltilerinin kullanılması

Kirlenmiş toprağın sürfaktan, desorbe edici veya çözücü maddeler içeren su ile ya da solventlerle yıkanarak, kirleticilerin topraktan suya geçmesi sağlanır. Prosesten çıkan suyun arıtılması gerekir ve eğer solvent ile bir yıkama söz konusu ise, toprağın solventten ayrıştırılması sağlanır.

5.1.4.4 Metal ekstraksiyonu

Asidik, bazik tutucu çözeltilerle yıkama, flotasyon, elektrokinetik, sonar karıştırma, fitoremediasyon yöntemleri başlıca metal ekstraksiyon yöntemleridir. Özellikle petrol ürünlerinin içerisindeki ağır metallerin giderimi için tercih edilirler.

Metal ekstraksiyon yöntemleri arasında en yaygın uygulama şekli fitoremediasyon yöntemidir. Ex-situ Fitoremediasyon ile, taşınan kirlenmiş toprakta yetiştirilen özel bitki türlerinin depolayıcı özelliklerinden yararlanılarak, topraktaki kirleticinin tutulması sağlanır.

5.1.5 Stabilizasyon / solidifikasyon

Kirlenmiş toprak pozzolan maddelerle karıştırılarak daha da katılaşması sağlanır; bu sayede kirleticilerin stabilize bir maddenin içinde fiziksel veya kimyasal olarak bağlanarak veya hapsedilerek mobiliteleri düşürülür. Bertaraf sonrasında elde edilen

ürün çıktıları, direkt olarak deşarj edilebildiği gibi, düzenli depolama, izolasyon ya da geri dönüşüm malzemesi olarak kullanım ya da endüstriyel, ticari ya da tarımsal amaçlarla geri kullanılma şeklinde değerlendirilebilir.

5.1.6 Parsel arıtımı (landfarming)

Özellikle petrol kirliliğinin iyileştirilmesi sürecinde başvurulmuş yöntemlerden biridir. Kirlenmiş toprak, belirlenmiş parsellere serilir ve besin, hava ve karbon kaynağı eklenmesiyle, mikroorganizma aktivitesi için uygun hale getirilir. Mikroorganizmalar tarafından parçalanmış kirlenmiş toprak, besin kaynağı olarak kullanılır.

5.1.7 Katı faz kompostlaştırma

Özellikle Petrol Hidrokarbonlarının gideriminde etkili bir yöntemdir. Toprak besin maddeleri ve mikroorganizma içeren gözenek veya hacim artırıcı maddeler ile karıştırılarak vakum uygulayabilen perfore borular üzerine yığılır. Uçucu kirlenmiş toprak gazı çekilerek yerine biyolojik parçalanmayı desteklemek için hava basılır.

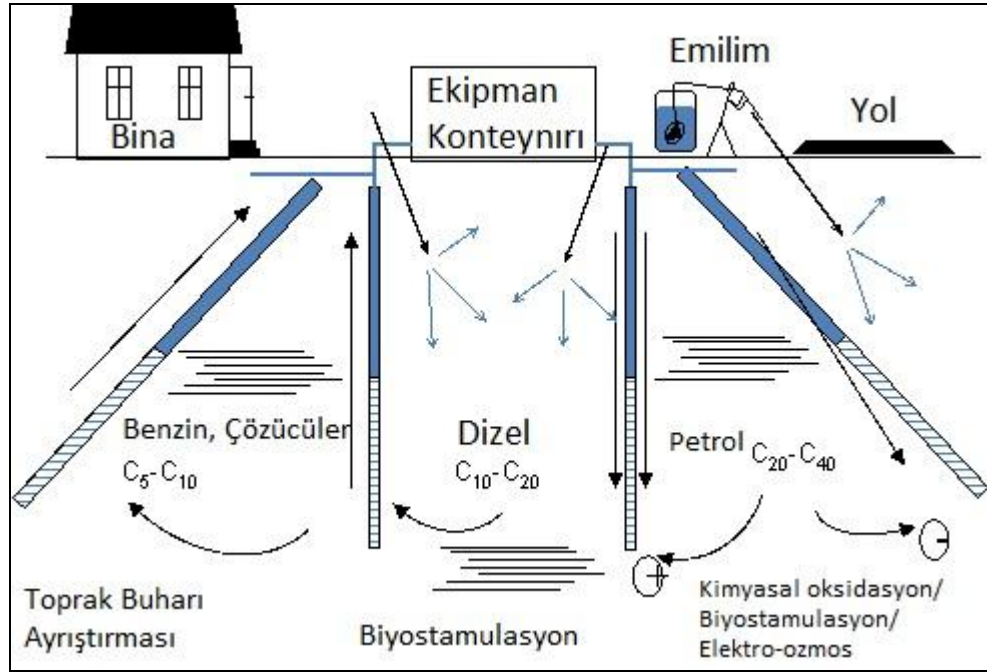
5.2 In-situ Yöntemler

In-situ olarak kullanılan yöntemler, genellikle kirlenmiş sahanın hacminin büyük olması halinde tercih edilebilir; çünkü kirlilik kaynağının yerinden alınarak taşınması ve dışarıda temizlenmesi çok ciddi maliyetler doğurabilmektedir.

5.2.1 Toprak gazının vakumla ekstraksiyonu (soil vapor extraxtion)

Toprak Buharı Ayırıştırması (SVE) toprağa vakum uygulayarak, doymamış bölgeden VOC'lerin giderimini sağlar. Toprağa vakum uygulamak amacıyla kuyular açılır ve bu sayede uçucu kirlenmiş toprak gazı toplanır. Toplanan gaz genellikle ısıtma yöntemleri ve filtre sistemleri kullanılarak arıtılır. Akaryakıt ürünleri, klorlu çözücüler gibi yüksek buhar basıncı olan bileşiklerde oldukça etkilidir ve Türkiye'de petrol giderimi konusunda yapılan çalışmalarda, genellikle pompalı & arıtma teknolojisi ile birlikte bu yöntem seçilmektedir. Düşük maliyetlidir, kurulum aşaması ve işletmesi basittir. Doymamış bölgeden VOC'lerin gideriminde yüksek verim sağlarken; uçucu olmayan bileşikler, düşük permeabilitesi olan toprak ve yüzeye yakın olan yeraltı suları için çok uygun bir yöntem değildir. Gazın farklı bir proseste

arıtılmasına ihtiyaç duyulabilir. Yeraltı suyu kirliliği için direkt olarak başvurulabilecek bir yöntem değildir.



Şekil 5.7 : In-situ yöntemler - toprak gazı ayrıştırması.

5.2.2 Biyoventilizasyon

Kirleticilerin biyolojik degradasyonun desteklenmesi amacı ile açılan kuyularla toprağa hava (oksijen) verilir. Oksijen ile, kirletici parçalanması gerçekleşir

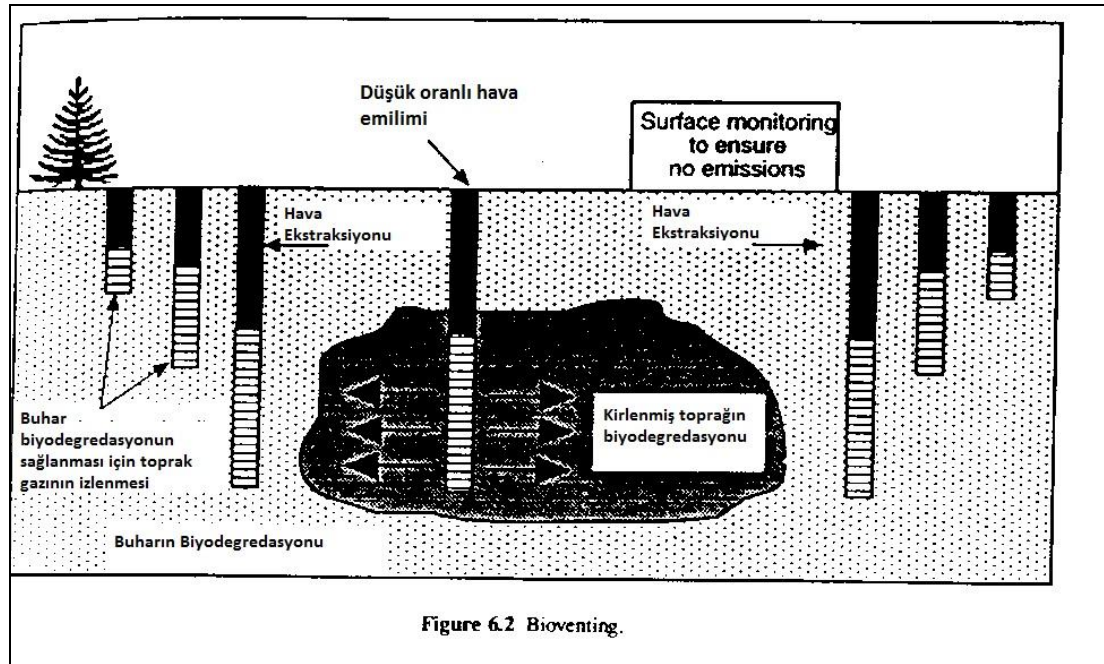
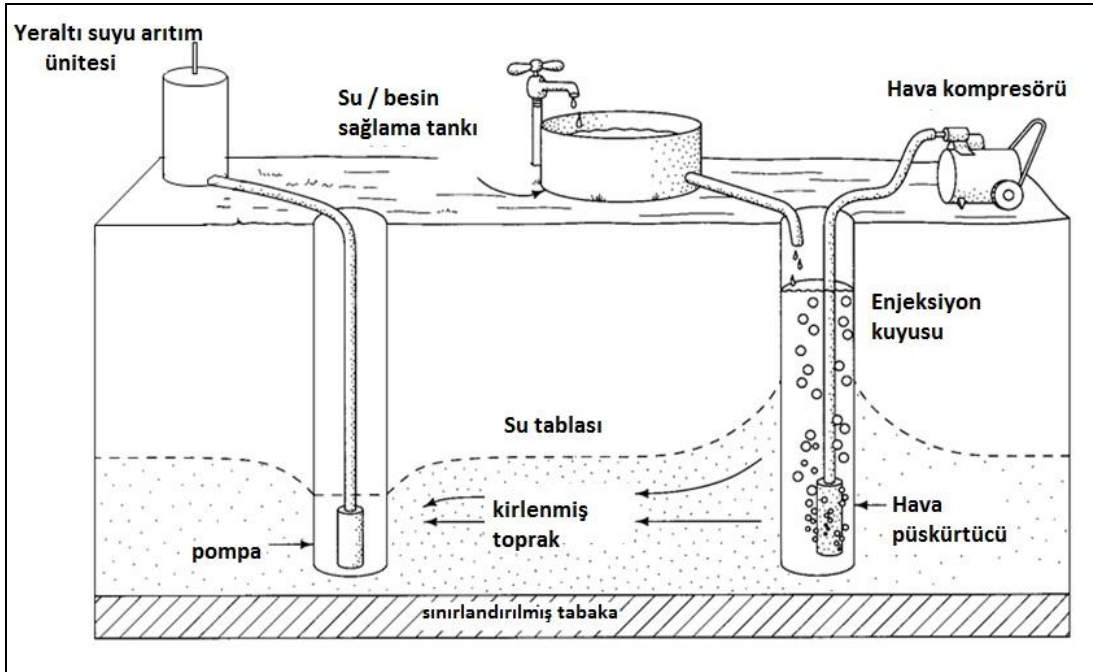


Figure 6.2 Bioventing.

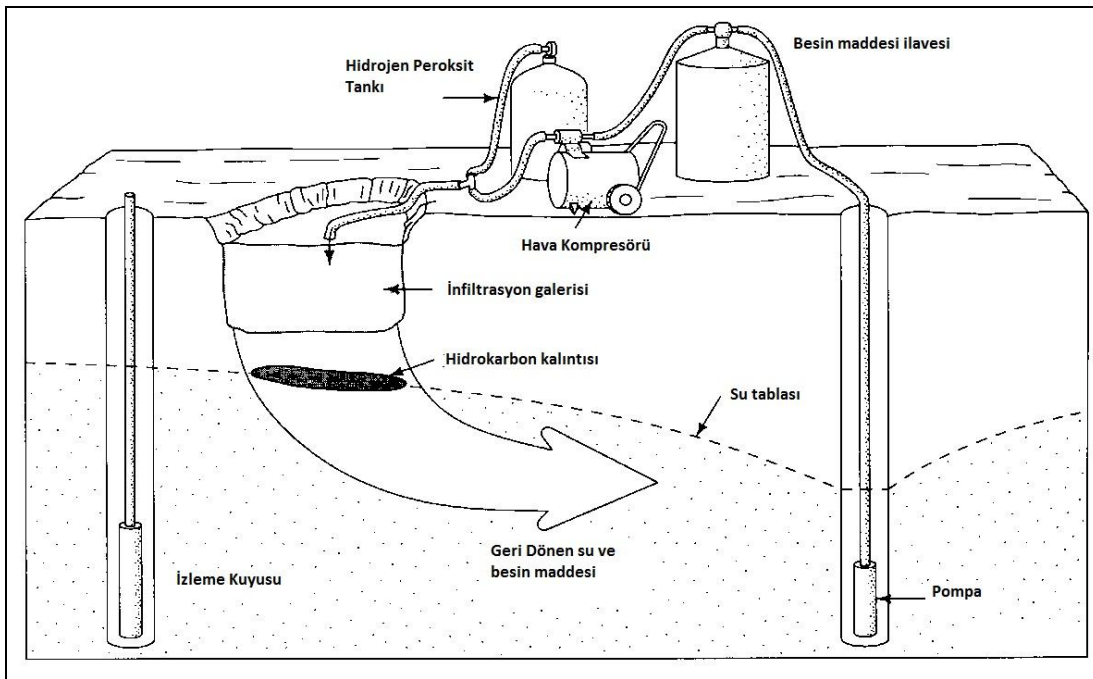
Şekil 5.8 : Biyoventilizasyon. (Present.of Pedro Garcia E., Valladolid)

5.2.3 Biyolojik arıtma (biyoremediasyon yöntemleri)

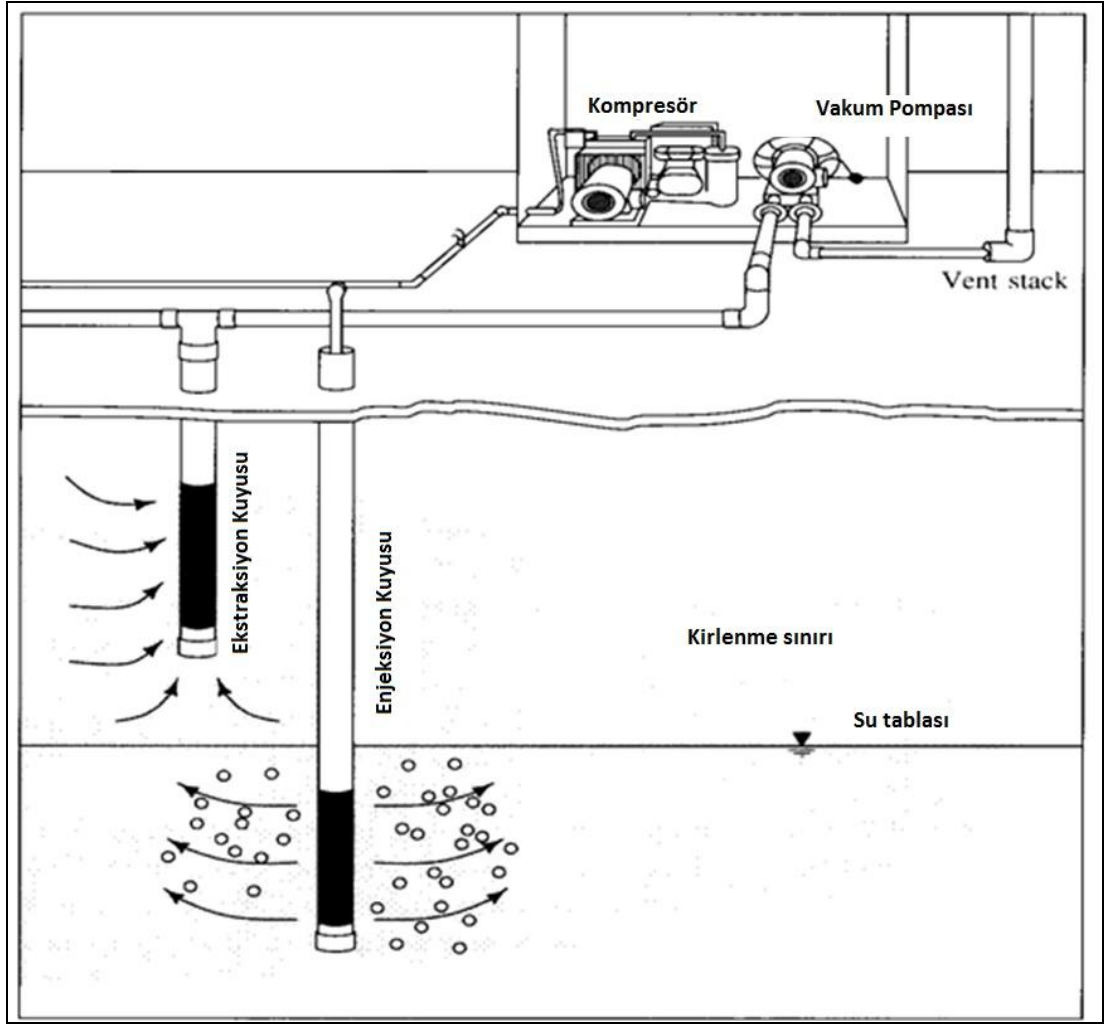


Şekil 5.9 : Air sparging- hava basarak temizleme. (Present.of Pedro Garcia E.)

Toprak ve yeraltı suyunda doğal olarak bulunan mikroorganizmaların kirleticileri parçalamasını sağlamaları için oksijen ve besin maddeleri ilavesiyle desteklenmesi ile temizleme gerçekleştirilir.



Şekil 5.10 : İnfiltrasyon galerisi - geri dönüşüm sistemi. (Present.of Pedro Garcia E.)



Şekil 5.11 : Hava kabarcıklı biyolojik arıtım - hava enjeksiyonu ve ayırıştırma sistemi.

Kirleticilerin biyolojik parçalanmasının sağlanması amacıyla enjeksiyon kuyuları aracılığı ile yeraltı suyuna hava (oksijen) verilir. Vakumlama sistemi ile, kirlenmiş bölgedeki buharın çekilmesi sağlanır.

5.2.4 Vitrifikasyon

Ex-situ vitrifikasyondan farklı olarak, reaktörlerde uygulama yerine, elektrotlar kullanılarak, toprağın yerinde ısıtılması sağlanır. 1600 - 2000 °C'ye ısıtılan kirlenmiş topraktaki katıların erimesi, kirleticilerin ise kristal yapıya geçmesi sağlanır.

5.2.5 Yerinde toprak yıkama

Kirlenmiş bölgeden kirleticilerin çözünmesi veya parçalanması için, reaktif sıvı akışı sağlanır. Reaktif sıvı daha sonra sığ kuyular ile toplanarak yüzeyde arıtılır.

5.2.6 Toprak karıştırma (solidifikasyon /stabilizasyon)

Amaç kirleticilerin katı maddelerle birleşerek, hareketsiz hale getirilmesidir. Bu amaçla, kirli toprak kireç ve benzeri pozolan malzemelerle karıştırılarak stabil hale gelmesi sağlanır. Daha çok, topraktaki metal gideriminde etkilidir.

5.2.7 Fitoremediasyon

Özellikle Petrol hidrokarbonlarının ve uçucu organiklerin gideriminde etkili bir yöntemdir. Kirilenmiş toprak üzerinde bitki yetiştirmek suretiyle arıtım sağlanır. Sonuç, toprak özellikleri, kirletici türü ve konsantrasyonu ile bitkinin absorplama kapasitesine bağlıdır.

5.2.8 Yerinde ısı desorpsiyon

Toprağın içerisine batırılan ısıtıcılar kullanılarak, toprakta bulunan kirleticilerin uçmasını sağlanır.

5.2.9 Pompala & arıt

Kirilenmiş yeraltı suyunun pompa ile arıtılarak tekrar geri deşarj edilmesidir. HDPE perfore borular içerisinden pompa geçirilerek arıtım sağlanabilir.

6. TKKNKSDY'İN SEÇİLEN ÇALIŞMA SAHASINDA UYGULAMASI

6.1 Birinci Aşama Değerlendirme (Saha Araştırması)

Faaliyet sahası, Balıkesir'de nüfusun 5000 kişiden fazla olduğu Y Mahallesi'nde, yerleşim yerlerinin içerisinde bulunmaktadır. Faaliyet sahasının, çevresindeki konut, hastane, okul, toplu taşıma durakları gibi yerleşim alanlara mesafesi, 0,3 km'den daha azdır. Faaliyet sahası Balıkesir merkez çıkışı ve iç kesimlerde olduğu için, yüzey sularına uzaklığı fazladır ve herhangi bir etkileşim söz konusu değildir. Faaliyet sahası Marmara Bölgesi içerisinde yer almaktadır. En yakın orman vasfı taşıyan arazi 0,4 km mesafede bir parktır. En yakın rekreasyon alanı olan çocuk parkına mesafesi 0,04 km olarak belirlenmiştir.

Faaliyet Sahası, TKKNKSDY kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, yönetmeliğin EK-3 Faaliyet Ön Bilgi Formu ve EK-7 Şüpheli Saha Denetim Form'u doldurulmuş ve çalışma sonucunda, sahanın risk puanı belirlenmiştir.

Saha içi toprak kirliliği şüphesi, saha içi yer altı suyu kirliliği şüphesi, tesis dışı toprak ve yer altı suyu kirliliği şüphesi, kirletici miktarı ve kirlenmiş alanın büyüklüğü, sondaj ya da herhangi bir numune alma ve analiz etme işlemi gerçekleştirilmediğinden, sahada yapılan denetimler sonucunda “belirsiz” olarak işaretlenmiştir. Numune alma ve analiz işlemleri, Birinci Aşama Değerlendirme sonucunda alınan puana ve yönetmelik gereklerine göre, İkinci Aşama Değerlendirme kısmında gerçekleştirilecektir. Sahada bu amaçla numune alınacak yerler tespit edilmiştir ve faaliyet sahibinin onayına sunulmuştur.

Kirlenmenin oluş şekli, Sahanın “Akaryakıt ve LPG İstasyonu” olarak sınıflandırılması, kullanılmakta olan ürünlerin akaryakıt ve LPG türevlerinden olup tehlikeli kimyasallar grubunda yer almasından ötürü, “sızıntı” şekli olarak seçilmiştir.

Kirletici kaynağı, şüpheli sahaya doğrudan etki ettiğinden “birincil kaynak” olarak ele alınmıştır.

Kirlilik kaynağının yerinin, yeraltında konumlandırılmış akaryakıt tankları ve LPG tankı ile boru hatları olabileceği belirlenmiştir. Buna bağlantılı olarak, birinci dereceden kirlletici kaynağı olan yer altı akaryakıt tanklarının “tek cidarlı” olması, sızıntı testleri ile bakım-onarım çalışmaları ile ilgili bir belgeye ulaşılamamasından ancak 2010 yılında beton tank havuzu yapılmış olduğuna dair bilgi alınmasından ötürü, kirlilik kaynağının kontrolünde “ kaynakta etki azaltıcı önlem alınmış” olarak işaretlenmiştir. Kaynak, yeraltında olduğundan dolayı, “darbelere karşı dayanıklı ve iyi durumdaki konteyner” olarak seçilmiştir.

Kirleticinin “sıvı” halde bulunması, akaryakıt ürünlerinin depolanması söz konusu olduğu için diğer seçeneklere göre daha muhtemeldir.

Sahanın, insan –flora-fauna sağlığı üzerine etkisi, sahadan herhangi bir analiz yapılmadığından ötürü “belirsiz” olarak işaretlenmiştir.

Faaliyet sahası, nüfusun 5000 kişiden fazla olduğu Y Mahallesi’nde, yerleşim yerlerinin içerisinde bulunmaktadır. Dolayısıyla, çevre arazilerinin kullanım şekli “yerleşim ve rekreasyon alanı” olarak belirlenerek, çevre arazilerinin sahaya olan mesafeleri “ 0,3 km’den az” olarak tespit edilmiştir.

Faaliyet sahasının, yüzey sularına uzaklığı için, en yakın deniz mesafesi olarak Burhaniye sahil referans noktası alınmış, yüzey sularıyla direkt olarak herhangi bir etkileşim olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla, yüzey sularının sahaya olan mesafesi “>5 km” olarak alınmıştır.

Faaliyet sahasının içinde, 1 adet 50 ton/gün kapasiteli su kullanım izni bulunan kuyu bulunmakta ve bu kuyu suyu, arıtma olmaksızın araç yıkama ve lavabolarda kullanılmaktadır. Bunun dışında yangın rezervi için sürekli olarak bekletilen 20 m³’lük bir su deposu bulunmaktadır.

Faaliyet sahasının içerisinde herhangi bir endüstriyel kaza meydana gelmemiştir.

Sahada 050103 atık kodlu “tank dibi çamuru” ve 130703 atık kodlu “diğer yakıtlar” türünde tehlikeli atık oluşmakta, geçici olarak depolanmakta ve TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Çevre Bilgi Sistemi dahilinde atık beyanı yapılarak, ilgili yönetmeliklere uygun şekilde bertaraf edilmektedir.

Sahada birinci aşamada, sondaj çalışması yapılmadığından ve faaliyet sahibinden yer altı suyuna ilişkin net bilgi alınamadığından ötürü, akifer yapısı ve akifere olan

mesafe, “belirsiz” olarak işaretlenmiş; faaliyet sahibinden su kuyusu kullanım iznine ilişkin belge ve derinlik ile debiye dair bilgi alınmıştır.

Yağış miktarına ilişkin, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden alınan bilgilere ve faaliyet sahasının il sınırları içerisinde kalmasından ötürü, yağış miktarı il bazında ele alınarak, ”350-1000 mm/yıl” olarak belirlenmiştir. Bölgede taşkın potansiyeli gözlemlenmemiştir. Arazi eğimi, %2’den küçüktür.

Elde edilen verilere dayanarak, yapılan puanlamalı değerlendirme sonucunda, Faaliyet Sahası – Balıkesir akaryakıt istasyonunun, faaliyet ön bilgi formu ve denetim formlarının toplamından 86 puan alarak, “Takip Gerektiren Saha” sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Bir sonraki adım olan, İkinci aşama değerlendirme faaliyetleri için, belirlenen Saha Analiz Örnekleme Programı onayı sonrasında, sahada numune alma-analiz ve risk değerlendirme çalışmaları yaptırılarak, sahanın çevresel kirlilik durumum raporlandırılacaktır.

Hesaplama yöntemi sonucunda belirtilen saha sınıfı, TKKNKKSDY Ek-8 puan değerlendirmeye göre belirlenmiştir.

Doldurulan "Faaliyet Ön Bilgi Formu ve Denetim Formu EK A'da sunulmaktadır.

ŞÜPHELİ SAHA BİRİNCİ AŞAMA PUANLAMALI DEĞERLENDİRME TABLOSU													
DENETİM FORMU PUANLI DEĞERLENDİRME													
SORU	DURUM 1		DURUM 2		DURUM 3		DURUM 4		DURUM 5		Katsayı	DURUM	PUAN
Saha içi toprak kirliliği şüphesi ¹	Belirsiz	0,5	Yok	0	Var	1					20	1	10
Saha içi yeraltı suyu kirliliği şüphesi ¹	Belirsiz	0,5	Yok	0	Var	1					20	1	10
Tesis dışı toprak veya yeraltı suyu kirliliği şüphesi ¹	Belirsiz	0,5	Yok	0	Var	1					10	1	5
Kirlenmenin oluş şekli	Belirsiz	1	Döküntü	0	Sızıntı	0	Deşarj	1			1	3	0
Kirlilik kaynağı	Birincil kaynak	1	İkincil kaynak	0							1	1	1
Kirletici miktarı ²	Belirsiz	0,5	<1 m ³ veya ton	0	1-10 m ³ veya ton	1	11-100 m ³ veya ton	2	>100 m ³ veya ton	3	10	1	5
Kirlenmiş alan büyüklüğü ²	Belirsiz	0,5	<10 m ²	0	10-100 m ²	1	100-1000 m ²	2	>1000 m ²	3	10	1	
Kirleticinin muhafaza durumu	Belirsiz	2	Kirlenmiş toprak, ambalajsız mamuller veya kötü durumdaki konteyner	2	Paslanmış, hasar görmüş konteyner	2	Darbelere karşı dayanıksız ancak iyi durumdaki konteyner	1	Darbelere karşı dayanıklı ve iyi durumdaki konteyner	0	3	5	0
Kirlilik kaynağının kontrolü	Kaynak kontrol altına alınmamış	2	Kaynakta etki azaltıcı önlem alınmış	1	Kaynak kontrol altına alınmış	0					1	2	1
Kirleticinin fiziksel hali	Belirsiz	1	Katı	0	Çamur	1	Sıvı	2			3	4	6
İnsan sağlığı üzerine etki şüphesi	Belirsiz	0,5	Yok	0	Var	1					20	1	10
Yüzey suları üzerine etki şüphesi	Belirsiz	0,5	Yok	0	Var	1					20	2	0
Fauna/flora üzerine etki şüphesi	Belirsiz	0,5	Yok	0	Var	1					20	1	10
TOPLAM DENETİM PUANI												58	

- 1 “Kirlilik Durumu ile İlgili Bilgiler” bölümündeki; (i) saha içi toprak kirliliği şüphesi, (ii) saha içi yeraltı suyu kirliliği şüphesi ve (iii) tesis dışı toprak veya yeraltı suyu kirliliği şüphesi sorularının tamamına “Yok” yanıtı verilirse, saha diğer sorular dikkate alınmaksızın “Takip Gerektirmeyen Saha” sınıfına girer.
- 2 Kirletici miktarı ve kirlenmiş alan büyüklüğü soruları birlikte değerlendirilecektir. Bu iki soru için hesaplanan puanlardan yüksek olanı toplam puana yansıtılacaktır.

Şekil 6.1 : Denetim formu risk puanı hesaplaması.

FAALİYET ÖN BİLGİ FORMU PUANLI DEĞERLENDİRME														
SORU	DURUM 1		DURUM 2		DURUM 3		DURUM 4		DURUM 5		Katsayı	DURUM	PUAN	
Çevre arazilerin kullanım şekli ¹	Vasıfsız arazi	0	Sanayi alanı	1	Tarım veya Orman alanı	2	Yerleşim veya rekreasyon alanı	3			1	4	3	15
Çevre arazilerin (yerleşim, tarım, sanayi alanı gibi) sahaya olan mesafeleri ¹	> 5km	0	2-5 km	2	1-2 km	3	0.3-1 km	4	< 0.3 km	5	1	5	5	
Yüzey sularının kullanım amacı ²	Kullanım dışı	1	Proses/Diğer	2	Sulama	3	İçme	4			1	1	1	0
Yüzey sularının sahaya olan mesafesi ²	> 5km	0	2-5 km	1	1-2 km	2	0.3-1 km	3	< 0.3 km	4	1	1	0	
Saha ve çevresindeki su kuyularının kullanım amacı ³	Kullanım dışı	1	Proses/Diğer	2	Sulama	3	İçme	4			1	2	2	8
Saha ve çevresindeki su kuyularının sahaya olan mesafesi ³	> 5km	0	2-5 km	1	1-2 km	2	0.3-1 km	3	Saha içi veya < 0.3 km	4	1	5	4	
Akifere olan mesafe	Belirsiz	1	> 10m	0	5-10 m	1	< 5 m	2			5	1	5	5
TOPLAM FAALİYET ÖN BİLGİ FORMU PUANI												28		

TOPLAM PUAN	86
-------------	----

- ¹ “Saha Çevresi ile İlgili Bilgiler” bölümünde yer alan “çevre arazilerin kullanım şekli” ile söz konusu “arazinin sahaya olan mesafesi” için geçerli olan puanlar birbirleriyle çarpılacaktır. Her bir arazi kullanım şekli için bu yöntemle hesaplanan puanlardan en yüksek olanı toplam puana yansıtılacaktır.
- ² “Yüzey Suyu Kaynakları ile İlgili Bilgiler” bölümünde yer alan “yüzey sularının kullanım amacı” ile söz konusu “yüzey sularının sahaya olan mesafesi” için geçerli olan puanlar birbirleriyle çarpılacaktır. Her bir yüzey suyu kaynağı için bu yöntemle hesaplanan puanlardan en yüksek olanı toplam puana yansıtılacaktır.
- ³ “Yeraltı Suyu ile İlgili Bilgiler” bölümünde yer alan “saha ve çevresindeki su kuyularının kullanım amacı” ile söz konusu “saha ve çevresindeki su kuyularının sahaya olan mesafesi” için geçerli olan puanlar birbirleriyle çarpılacaktır. Her bir su kuyusu için bu yöntemle hesaplanan puanlardan en yüksek olanı toplam puana yansıtılacaktır.

TKKNKSDY Ek-8'e göre Puan Skalası	
TOPLAM PUAN < 36	Takip Gerektirmeyen Saha
36 < TOPLAM PUAN < 130	Takip Gerektiren Saha
TOPLAM PUAN >130	Kirlenmiş Saha (Acil müdahale)
DENETİM PUANI	58
ÖN BİLGİ FORMU PUANI	28
TOPLAM PUAN	86

Şekil 6.2 : Faaliyet ön bilgi formu risk puanı hesaplaması ve toplam risk puanı hesaplaması.

SÖAP hazırlanarak, sahadan toprak ve yeraltı suyu örnekleri alınması, kirlilik tespitine yönelik analiz çalışmalarına başlanmasına karar verilmiştir

6.2 İkinci Aşama Değerlendirme

Faaliyet Sahası–Balıkesir’de, TKKNKSDY kapsamında, Birinci Aşama Değerlendirmenin ardından, sahada Çevresel Durum Tespitini kantitatif olarak belirleyebilmek için, sahadan numune alınması gerekliliği tespit edilmiştir.

Bunun için sahada örnekleme planı (SÖAP) hazırlanmış ve Faaliyet sahibine sunulmuştur. Bu örnekleme planına göre sahada yeraltı planı bulunamadığı için, öncelikli risk teşkil edebilecek noktalar belirlenerek, emniyetli 4 adet noktadan sondaj yapılmıştır. Bunun yanı sıra, hali hazırda istasyonda bulunan ve kullanılan su kuyusundan örnek alınarak, analize gönderilmiştir.

Sondaj noktalarının belirlenmesinde, saha ön araştırmasında, istasyon yetkilileri ve deneyimli çalışanlarından alınan bilgiler ışığında doldurulan “faaliyet ön bilgilendirme formu”, puanlı değerlendirmeler ve ön araştırmada elde edilen sonuç verilerinden yararlanılmıştır.

Faaliyet sahasında 5 adet yeraltı tankı ve 1 adet LPG tankı bulunmaktadır. Faaliyet Sahası, 1994 yılından bu yana akaryakıt istasyonu olarak kullanılmaktadır. 2010 yılında Faaliyet Sahasının bünyesine geçmesiyle birlikte, tankların bulunduğu alan için, tank havuzu yapılmıştır.

Faaliyet sahasında, geçmişte herhangi bir kaza meydana gelmediği bilgisi alınmıştır.

İstasyonda, faaliyet sahibinden bağımsız olarak çalışan 1 adet lastik değişim dükkanı, şuanda kullanımda olmayan ancak faaliyet sahasının içerisinde konumlandırılmış bir adet restoran bulunmaktadır.

İstasyonda Şehir şebeke suyu yerine, DSİ izinleri bulunan yeraltı kuyusundan çekilen su, gerek lavabolarda, gerekse araç yıkamada kullanılmaktadır. Su kuyusundan çekilen su, herhangi bir arıtma olmaksızın doğrudan kullanılmaktadır. Kuyudan çekilen su 50 ton kapasiteli bir su tankında depolanmaktadır.

Sahanın zemini, 20-50 cm arasında beton ile kaplı olup, istasyon ana binasının arka tarafı ve istasyon girişinin olduğu bölgelerde çimlendirme yapılan toprak alanlar mevcut olduğu görülmüştür.

İstasyonun beton yüzeyinde gözle görülebilen herhangi bir kirlilik tespit edilmemiştir.

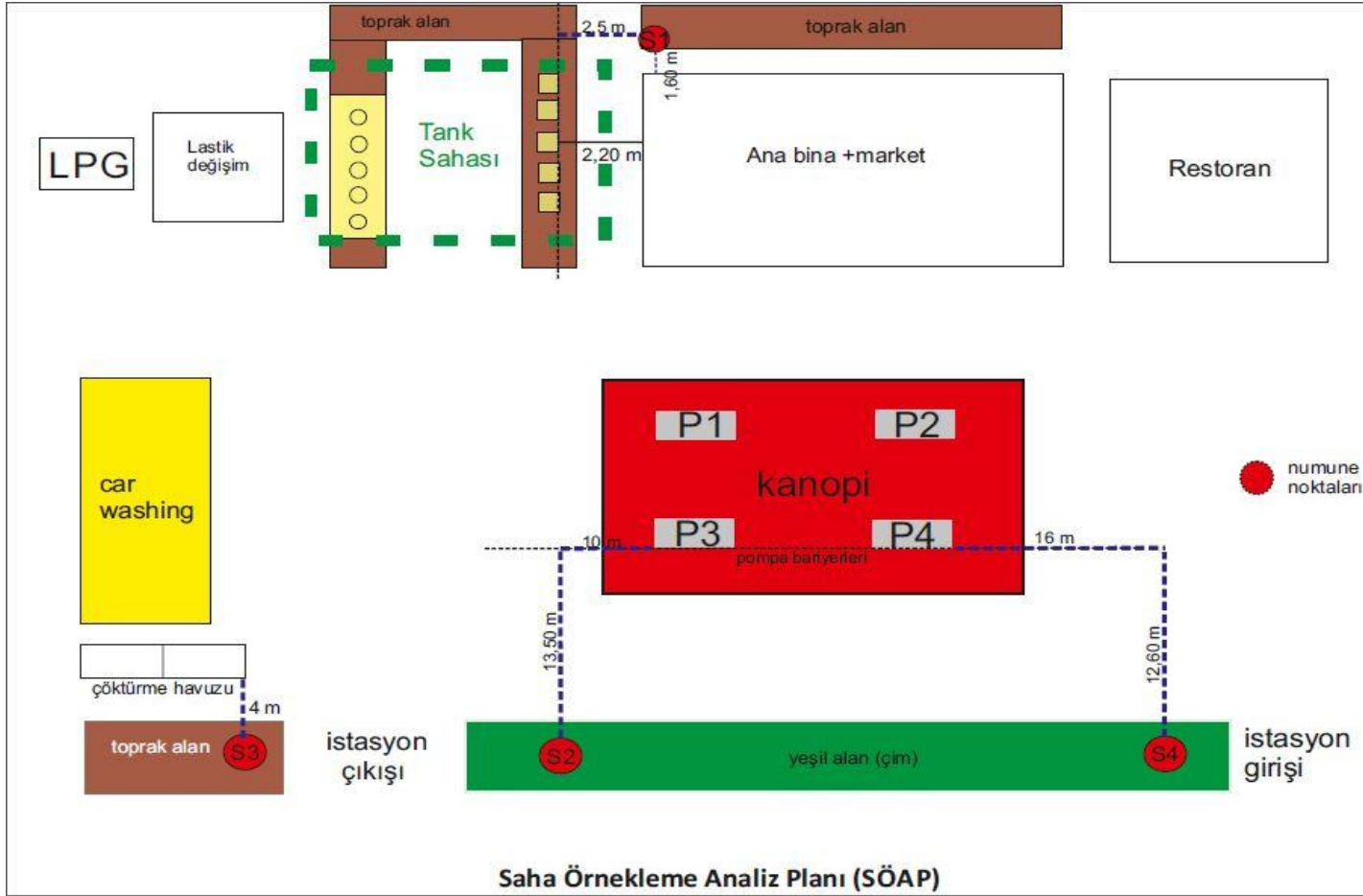
Saha Örneklem Analiz Planına göre, belirtilen noktaların GPS koordinatları belirlenmiştir.

S1 noktası, ana hizmet binasının arkasında, binaya 1,6 m, yan taraftaki tankların menhollerine ise 2,5 m mesafededir.

S2 noktası, pompa sahasına (pompa bariyerleri referans alınmıştır) yatayda 10 m, düşeyde 13,5 m uzaklıktadır.

S4 noktası, pompa sahasına (pompa bariyerleri referans alınmıştır) yatayda 16 m, düşeyde 12,6 m uzaklıktadır.

S3 noktası, araç yıkamanın çıkışında bulunan çöktürme havuzuna 4 m. Uzaklıkta seçilmiştir



Şekil 6.3 : Saha örnekleme analiz planı (SÖAP).



Şekil 6.4 : Dolum ağızları.



Şekil 6.5 : Potansiyel kirlilik kaynağı tankların menholü.



Şekil 6.6 : Araç yıkamanın bitimindeki çöktürme havuzu.



Şekil 6.7 : Izgaraların durumu.

6.2.1 Sondaj kuyuları

Çalışma alanında D 500 model makine ile 07.01.2013 – 08.01.2013 tarihleri arasında derinlikleri 2.00-3.00 m. olan 4 lokasyonda zemin sondajları yapılmıştır



Şekil 6.8 : SK1 numune noktası.

SK 1 noktasında, 0.00-2.00 metreleri arası sondaj yapılmıştır ve dolgu çeşidi killi, kumlu yer yer çakıllı bitkisel toprak dolgusu olarak gözlemlenmiştir.



Şekil 6.9 : SK1 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.



Şekil 6.10 : SK2 numune noktası.

00.00-02.50 m'ler arasında sondaj yapılmıştır ve toprak dolgusunun Killi, kumlu kiremit parçalı dolgu olduğu görülmüştür.



Şekil 6.11 : SK2 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.



Şekil 6.12 : SK3 numune noktası.

00.00-02.00 m'ler arasında sondaj yapılmıştır ve toprak dolgusunun Killi, kumlu bitkisel toprak içerikli, kiremit parçalı dolgu olduğu görülmüştür.

**Marka gizliliği dolayısıyla, fotoğrafta kapatma uygulanmıştır.*



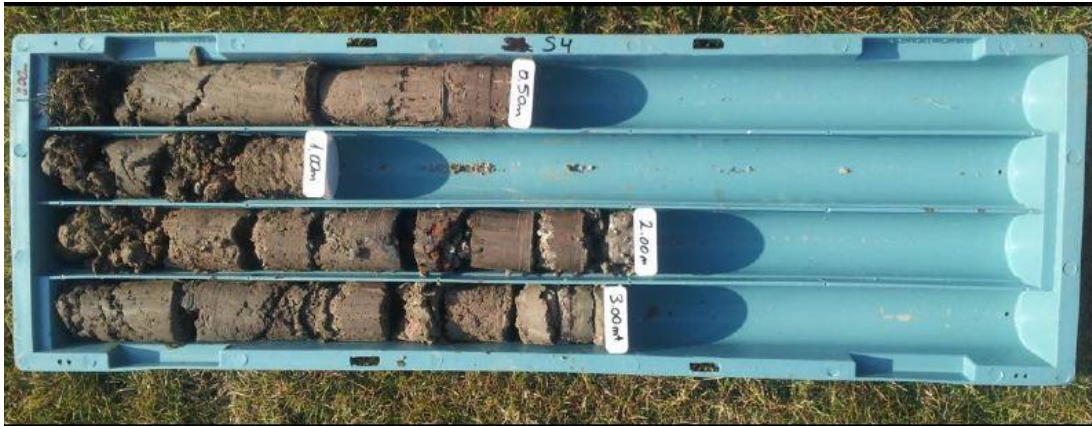
Şekil 6.13 : SK3 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.



Şekil 6.14 : SK4 numune noktası.

00.00-02.00 m'ler arasında sondaj yapılmıştır ve toprak dolgusunun Killi, kumlu yer yer çakıllı çakıllı bitkisel toprak, kiremit parçalı dolgu olduğu görülmüştür.

02.00-03.00 m'ler arasında sondaj yapılmıştır ve kil yapısının yeşilimsi, kahverengi renkli ince taneli, kumlu Kil - Alt seviyeleri sarımsı, bej renkli, ince taneli, killi Kum olduğu görülmüştür.



Şekil 6.15 : SK4 sondajına ait karot sandık fotoğrafı.

6.2.2 Arazi deneyleri

6.2.2.1 Standart penetrasyon deneyi

Sondaj kuyuları içinde zemin tabakalarının kıvamını tespit etmek amacıyla SPT deneyi yapılır. Deney, dış çapı 50.8 mm., iç çapı 34.9 mm. Olan yarıklı tüpün 63.5 kg ağırlıkta bir tokmak ile zemine 15 er cm.lik 3 adet giriş için vurulan darbe sayılarak yapılmıştır. Tokmağın serbest düşüş yüksekliği 0.76 m.'dir. Son iki 15 cm.'lik giriş için vurulan darbe sayıları toplamı standart penetrasyon direnci (N) sayısını vermektedir. Sondajlarda SPT deneyi yapılmamıştır.

6.2.2.2 TCR & RQD

Kaya kalitesi RQD, tanımı sondajda 10 cm'den büyük karotların toplam uzunluğunun, toplam sondaj uzunluğuna bölünmesi ile bulunan bir % değerdir. Toplam karot verimi (TCR) alınan tüm karotların uzunluğunun toplam sondaj derinliğine bölünmesi ile bulunur. Sağlam Karot Verimi (SCR) ise silindirik şeklini koruyan toplam karot uzunluğunun ilerleme aralığının uzunluğu bölünmesi ile bulunan bir % değerdir.

Çizelge 6.1 : Sondaj numunelerinin TCR,SCR ve RQD değerleri.

Sondaj No	Derinlik (m)	TCR (%)	SCR (%)	RQD (%)	Birim
SK1	0.00-1.50	14	—	—	Çok Düşük
	1-50-3.00	29	—	—	Çok Düşük
SK2	0.00-1.50	80	—	—	Çok Düşük
	1.50-2.00	30	—	—	Çok Düşük
SK3	0.00-1.00	62	—	—	Çok Düşük
	1.00-2.00	45	—	—	Çok Düşük
SK4	0.00-1.00	78	—	—	Çok Düşük
	1.00-2.00	62	—	—	Çok Düşük
	2.00-3.00	58	—	—	Çok Düşük

Çizelge 6.2 : RQD kaya değeri sınıflaması (Deree, 1964).

RQD %	Kaya Kalitesi
0 - 25	Çok Düşük
25 - 50	Düşük
50 - 75	Orta
75 - 90	İyi
90 - 100	Çok İyi

6.2.3 Laboratuvar analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve durum tespiti

Faaliyet Sahasında çevresel sondaj faaliyetlerinde alınan toprak numuneleri, Bakanlık yeterliliğimiz kapsamında sözleşmeli firmamız olan Z Labaratuvarı'na, analizleri yapılmak üzere gönderilmiştir.

"Toprak derinliğinden alınan örnekler kirliliğin dağılımına ve sahaya özgü olarak, kirliliğin ulaştığı derinlik boyunca, yeraltı suyu tablasına (akifere) kadar olan derinlik boyunca veya, ana kayaya kadar olan derinlik boyunca" (TKKNKKSDY, 2010) alınmıştır.

Buna istinaden 4 tane sondaj noktasının her birinden, derinlikleri 1 m ile 3 m arasında değişiklik gösteren ikişer adet örnek alınarak, analiz edilmiştir.

Numune alma amacıyla kullanılan sondaj makinesinin ilgili ekipmanları, bir noktadan diğer noktaya geçerken basınçlı su ile temizlenmiştir.

Uygulamada toprağa (delme sıvısı yada hava gibi) kirlilik yaratabilecek ve cross kontaminasyona neden olabilecek herhangi bir kimyasal temizlik malzemesi kullanılmamıştır.

Alınan numunelerin GPS koordinatları ve derinlikleri kayıt altına alınmıştır.

Alınan numuneler Çizelge 6.3'de belirtilen metotlar kullanılarak analiz edilmiştir:

S2 noktası, pompa sahasına (pompa bariyerleri referans alınmıştır) yatayda 10 m, düşeyde 13,5 m uzaklıktadır.

Çizelge 6.3 : Analizlerde uygulanan metotlar.

Metot Numarası- Tarihi	Metot Adı
EPA 200.7	Trace Elements in Water, solids, and biosolids by Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry
EPA 5021:A:2003/EPA 8015 + D:2013	Volatile Organic Compounds in various sample matrices using equilibrium headspace analysis / Nonhalogenated organics using GC / FID
EPA 9020 B	Total Organic Halides (TOX)
ISO 9377-2	Water quality- Determination of hydrocarbons oil index- Part 2: Method using solvent extraction and gas chromatography
SM 3030 B-K	Asitle Özütleme Metodu

Çizelge 6.4 : Laboratuvar analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.

BALIKESİR X PETROL TOPRAK VE SU NUMUNELERİ ANALİZ SONUÇLARI DEĞERLENDİRME TABLOSU

Numune noktası	Derinlik (m)	Birim	Parametre									
			Bakır (Cu)	Baryum (Ba)	Çinko (Zn)	Kadmiyum (Cd)	Kurşun (Pb)	Nikel (Ni)	BTEX	TPH	TOX	VOC
S1	1,5	mg/kg	20,38	294	61,63	<1,25	27,93	35,42	<0,02	69,5	28,79	0,096
S1	3	mg/kg	21,37	231,8	52,74	<1,25	14,92	24,87	<0,02	88,9	133,16	0,692
S2	1,5	mg/kg	22,29	187,9	58,99	<1,25	13,3	50,46	<0,02	295,8	44,7	0,093
S2	2,5	mg/kg	22,16	209,3	60,72	<1,25	12,67	34,44	<0,02	80,7	80,7	0,121
S3	1	mg/kg	25,18	203,7	63,2	<1,25	12,76	85,52	<0,02	360,6	91	0,053
S3	2	mg/kg	25,38	500,6	62,59	<1,25	19,18	35,14	<0,02	246,9	130,66	<0,045
S4	2	mg/kg	26,1	209,3	64,46	<1,25	14,06	31,73	<0,02	256,4	44,22	0,097
S4	3	mg/kg	38,73	419	74,67	<1,25	21,44	40,75	<0,02	494,3	62,41	0,075
Su numunesi	-	mg/L	<0,010	0,301	0,043	<0,001	<0,010	0,003	<0,004	<1	290,59	<0,0085

TKKNKSDY Ek-4 "jenerik sınır değerler" kapsamında değerlendirilmiştir. Akifere olan mesafenin belirsiz oluşu ve kirletici kaynağının alanının 10 hektarlık alandan daha küçük olması sebebiyle SF:10 alınmıştır.

	Analiz sonucu, limit değerlerin altında ve uygundur.
	Analiz sonucu, limit değerlere yakın ancak limit değerlerin üstündedir.
	Analiz sonucu, limit değerlerin üstünde ve uygun değildir.

Su numunesi için, atıksuların deşarjı yönetmeliğindeki sınır değerler dikkate alınmıştır.

TOX: Triklorofenol ve Triklorobenzen parametrelerinin limit değerleri baz alınmıştır.

Çizelge 6.4'de gösterilen yeşil değerler sınır değerlerin altında kalan değerleri yansıtmakta olup; kirlilik görülmemiştir. Laboratuvar analizlerinden bir örnek EK 2'de paylaşılmaktadır.

Kahverengi değerler, kirliliğin sınır değerlere yakın ancak üzerinde olduğu bölgelerdir.

Kırmızı değerler, kirliliğin görüldüğü bölgeleri yansıtmaktadır.

Yapılan analizlerin sonuçları; TKKNKKSDY Jenerik sınır değerlerin baz alınarak değerlendirilmiş ve buna göre, Nikel (Ni) oranının tüm sondaj noktalarda, baryum (Ba) oranının S3 noktasının 2 m derinliğinde, S4 noktasının 3m derinliğinde limit değerlerin üstünde olduğu gözlemlenmiştir.

Bunun yanı sıra, Toplam Petrol Hidrokarbonlarına, S2 noktasının 2,5 m derinliğinde, S3 noktasında 1 ve 2 m derinliklerinde, S4 noktasının 2 ve 3 m derinliklerinde, yönetmelikte verilen sınır değerlerin üstünde kaldığı gözlemlenmiştir.

TOX parametresi için Triklorofenol ve Triklorobenzen parametrelerinin limit değerleri baz alınmış, ve buna göre limit değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, yeraltı suyu numunesi için parametreler incelenirken; TKKNKKSDY kapsamında yeraltı suyu ile ilgili parametreler ve sınır değerlerinden bahsedilmediğinden ve yine Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve bozunmaya karşı korunması hakkında yönetmelik kapsamında Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün parametreleri henüz belirlememesinden ötürü, Atıksuların deşarjı yönetmeliği dikkate alınmış ve buna göre analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, su numunesinin TOX değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Sınır değerlerin üzerinde çıkan değerler için, bir sonraki aşamada sahada daha fazla toprak numunesi alınması ve yeraltı suyunun kirliliğinin tespiti için gözlem kuyuları kurularak çevresel kirlilik haritasının çıkarılması, yeraltı suyu akış yönünün belirlenmesi ve kirliliğin yayılımını gördükten sonra, yönetmelikte bahsedilen kirlilik giderim yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir.

TKKNKKSDY kapsamında, önerilen kirlilik giderimi çalışmaları arasında, kirlenmiş toprağın yerinden taşınarak yapılabileceği toprak yıkama, sahada yapılabilecek biyolojik arıtım, organik bazlı solventler kullanılarak yapılan kimyasal arıtma yöntemleri, biyoremediasyon, biyolventilizasyon, toprak gazının ekstraksiyonu gibi

birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak, yöntem seçimindeki en önemli kriterler maliyet ve kirliliğin yayılmasını en kısa sürede önleyecek uygun yöntemin belirlenmesidir. Yapılacak çalışmada organik kirleticilerin giderimi söz konusu olduğu için, faaliyet sahasında gözlem kuyuları açılarak, toprak gazının vakumlama yöntemiyle kuyuların içine yerleştirilen borulardan toplanması ve sonrasında karbon filtrelerden geçirilerek, topraktan alınması yönteminin en makul olan yöntemlerden biri olduğu ön görülmüştür. Bununla birlikte, sayısı artırılacak örneklemeler ve çıkarılacak kirlilik haritası sonrasında, kirlilik yayılım yönünün ve büyüklüğünün tespit edilmesi ile birlikte, sahada kimyasal arıtma yöntemleri; aynı zamanda kirleticilerin çözünmesi ve desorpsiyonunu sağlamak amacıyla reaktif sıvı akışı sağlanması yoluyla yerinde toprak yıkama yöntemlerinin de uygulanabileceği gözlemlenmiştir. Reaktif sıvılar daha sonra sığ kuyularla toplanarak yüzeyde arıtılır.

Saha çalışmaları sırasında, faaliyet sahasında yeraltı tesisat planı olmadığı için, yeraltındaki tesisat ve servislere zarar vermemek dolayısıyla, 3 m'den daha derin sondaj yapılmamıştır. Çalışmanın bir sonraki aşamasında, sahada öncelikle radar çalışması yapılarak, zeminin dedektörle taranması, sonrasında temizlik çalışmaları için örneklem yerlerinin belirlenmesi önerilmiştir.

6.2.4 Sondaj, numune alma ve analizler için maliyet analizi

Numune alınan saha, Balıkesir'de yer aldığı ve çalışma için, İstanbul'dan ulaşım sağlanıldığı için, sondaj ekipleri ve makineleri için gidiş-dönüş mesafesi yaklaşık 780 km olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6.5 : İkinci aşama değerlendirme çalışmaları için maliyet analizi.

	Birim Fiyat (TL/----)	Birim	Miktar	Fiyat (TL)
Sondaj Hizmetleri				
Sondaj Makinesi	3,30	TL/KM	780	2.574,00
Mobilizasyon/demobilizasyon				
Sığ sondaj yapılması (3-4m) ve toprak numunesi alınması	130,00	TL/metre	10,5	1.365,00
Laboratuar Analizleri				
Toprak numunesi analizleri	650,00	TL/ADET	8	5.000,00
Yeraltı suyu numunesi analizleri	720,00	TL/ADET	1	720,00
TOPLAM		TL		9.659,00

Sondaj için, İstanbul'da, jeolojik ve jeofizik etütler ve çevresel sondaj yapan, Bakanlık ile sözleşmeli çalışılan firmadan hizmet alınmıştır.

Sondaj makinesinin mobilizasyon ve demobilizasyon işlemleri için, birim fiyat alınmış ve km ile çarpılarak toplam fiyat bulunmuştur. (Çizelge 6.5)

Normal koşullarda, sık sondaj light drilling denilen hafif sondaj makineleriyle yapılabilen olmakla birlikte, bu saha çalışmasında, iş güvenliği risklerini azaltmak adına profesyonel bir firmadan hizmet alınması uygun görülmüş ve sondaj makinesi kullanılmıştır.

Karot sandıklarına alınan numuneler, sahaya gelen laboratuvar çalışanları tarafından, saklama koşullarına uygun şekilde alınarak akredite laboratuvara gönderilmiştir.

Toprakta petrol hidrokarbonları, BTEX, TOX ve ağır metal analizleri, Türkiye'de henüz çok fazla bu tip analizler yapılmadığı için, Bakanlığın belirlediği standart listeler üzerinden hesaplanmaktadır. Numune analiz maliyeti, numune sayısı arttıkça azalmaktadır. Toprak ve yeraltı suyunda bu tip parametrelerin analizlerinin yapılabilmesi için, GC (Gaz Kromatografi), HPLC ve benzeri organik bileşik ölçüm cihazları, PID /FID (Fotoiyonizasyon Dedektörü / Alev İyonizasyon Dedektörü) gibi maliyeti yüksek cihazlar kullanılması gerektiği için ve aynı zamanda laboratuvarlara gelen analiz taleplerinin şuan için az olmasından ötürü, laboratuvarların rekabet edebilirliğini sağlamak adına, Bakanlığın bu analizlerde belirlediği taban fiyatlar oldukça yüksektir. Bu çalışmanın, uygulayıcı tarafından bir örnek teşkil etmesi ve bakanlık tarafından verilen yeterlilik belgesi kapsamında sözleşmeli bir akredite laboratuvarla çalışıldığı için, özel bir indirim oranı alınabilmiştir.

Saha çalışmasına, Mühendislik ve Raporlama maliyeti katılmamıştır.

6.3 İyileştirme çalışmaları (Temizleme aşaması)

İyileştirme çalışmaları için, Sondaj ve Numune alma aşamasında çalışma yapılan Balıkesir'deki akaryakıt istasyonunun dışında farklı bir saha olarak İstanbul Anadolu yakasında bulunan bir akaryakıt istasyonunda yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Bu çalışmanın ikinci aşama değerlendirme aşamasını yeterlilik belgesi sahibi olan bir başka firma tamamlamıştır.



Şekil 6.16 : İstanbul Anadolu yakasında bulunan bir akaryakıt istasyonu.

Faaliyet sahası, daha önceden de akaryakıt istasyonu olarak kullanılmış, ancak faaliyet sahibinin değişmesi dolayısıyla bakıma alınmış ve yenilenme çalışmaları sırasında, toprakla ilgili bir kirlilik söz konusu olup olmadığının tespit edilmesi istenmiştir.

Dolayısıyla, istasyon faaliyetlerinden dolayı bir akaryakıt/petrol ürünü kirliliği olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla çevresel sondaj yapılması ve bu sondajlarla sahadan toprak numunesi alınması için, faaliyet sahibi bakanlığın bu kapsamda yeterlilik verdiği firmalardan hizmet almak istemiştir. Bunun için bir firma ile anlaşılmış ve birinci ve ikinci aşama değerlendirme çalışmaları bu firma tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonrasında, sahada kirlilik olduğunun tespit edilmiştir.

Bu firmanın yapmış olduğu çalışmalar dikkate alınarak, sahaya özel "kirlilik giderim projesi " hazırlanmış ve bunun için 2 alternatif sunulmuş; bu projelerin maliyetleri ortaya konulmuş ve karşılaştırma yapılması sağlanmıştır.

Sahada, kirlilik giderimine yönelik proje ortaya koyabilmek adına, sahada önceden yapılan numune alma ve analiz çalışmaları ile ilgili bilgi toplanmıştır. Bu bilgilere göre:

Numune alma aşamasında, sahanın çevresi ve topografik özellikleri değerlendirilmiş; özellikle akaryakıt ürünlerinin sızmasının yüksek olduğu noktalar seçilerek, buralar sondaj yerleri olarak belirlenmiştir.

SK1: Uzak dolum ve nefeslikler,

SK2: Tank Sahası (Doğu),

SK3: Tank Sahası (Güney/Eğim Yönü),

SK4: Eski Ürün Hattı Güzergahı,

SK5: Eski Ürün Hattı Güzergahı ve Kanopi altı (Pompaların ortası),

SK6: Kanopi yanı (Güney/Eğim Yönü),

SK7: Kanopi yanı (Doğu/Eski Ürün Hattı bitişi) temsil edici noktalar olarak belirlenmiştir.

Tank sahasının eğim yönünde yapılan sondajda (SK3) ve eski ürün hattında yapılan sondajlarda (SK4, SK5), yakıt kokusu tespit edilmesi sonucunda kanopi etrafında muhtemel bir yayılmanın tespiti amacıyla SK6 ve SK7 numaralı sondajlar kanopi etrafında gerçekleştirilmiştir.

Açılan zemin sondajlarında pencereli numune alıcı kullanılmıştır. Sondajlar sırasında, cross-kontaminasyonu önlemek adına su kullanılmamış ve kullanılan ekipmanlar bir sondajdan diğer sondaja geçirilirken tazikli su ile temizlenmiştir

Numune alma derinlikleri ve sayıları şu şekilde olmuştur.

SK1: 0,50-1,00 m/1,50-2,00 m

SK2: 0,50-1,00 m/3,00-3,70m

SK3: 1,00-1,70 m/2,20-2,70 m/3,50-4,10 m

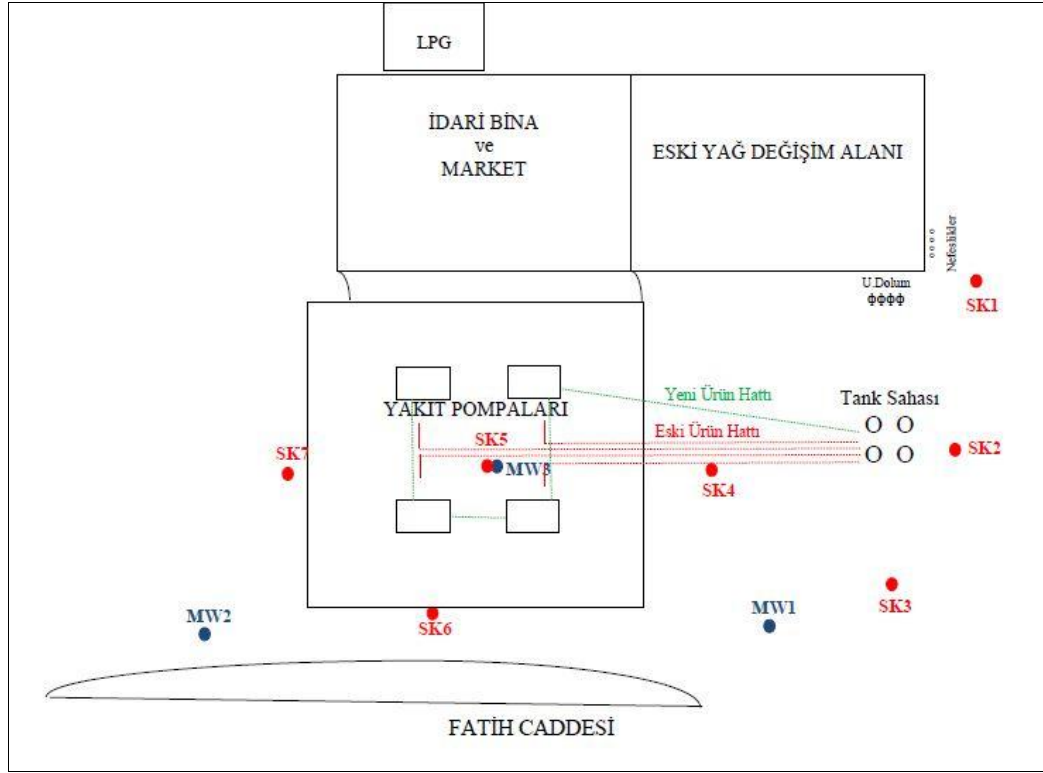
SK4: 0,50-1,00 m/1,50-2,00 m

SK5: 0,30-0,80 m/1,20-1,70 m

SK6: 0,50-1,00 m/1,30-1,80 m

SK7: 0,40-0,90 m/1,30-1,80 m

Eski ürün hattı ve pompa adalarının bulunduğu alan ve çevresinde yoğun olarak yakıt kokusu tespit edilmesi nedeni ile istasyon genelinde yakıt kirliliği olduğu, analiz sonuçlarına göre özellikle ürün hattı ve kanopi etrafındaki sondajlarda önemli miktarlarda TPH ve VOC parametrelerinin tespit edilmiştir. Sonrasında, MW1, MW2 noktalarından ise ayrıca su numunesi alınarak incelenmiştir.



Şekil 6.17 : Numune noktaları ve gözlem kuyularının istasyon planında gösterimi.

MW2 kuyusunda 10 cm kalınlığında ürün bulunması nedeniyle, kanopi altında 10 m derinlikte bir sondaj kuyusu daha açılmıştır.

Çizelge 6.6 : Gözlem kuyularında zeminin jeolojik özellikleri ve kirlilik durumu.

Numunenin Alındığı Yer	Derinlik (m)	Saha Gözlemleri		
		Tanımlama	Görsel Kirlilik	PID (ppm)
MW1	0,0 - 0,2	Dolgu Malzeme	Koku Yok	0
	0,2 - 3,0	Açık Gri, Açık Kahverengi, Kahverengi Az, İnce Çakıllı, Siltli KİL	Az Koku Var	23
	3,0 - 15	Açık Gri, Krem, Beyaz, Açık Kahverengi, Mor, Az Killi SİLT	Koku Yok	7
MW2	0,0 - 0,4	Dolgu Malzeme	Koku Yok	0
	0,4 - 4,3	Açık Gri, Açık Kahverengi, Açık Sarı Az İnce Çakıllı, Siltli KİL	Koku Var	28
	4,3 - 10	Koyu Kahverengi, Mor Açık Gri Az Kumlu, Killi SİLT	Koku var	287
MW3	0,0 - 0,5	Dolgu Malzeme	Koku Yok	0
	0,5 - 3,8	Açık Gri, Açık Kahverengi, Açık Sarı Az İnce Çakıllı, Siltli KİL	Koku Var	300
	3,8 - 10,5	Açık Kahverengi, Mor, Açık Gri Az Killi SİLT	Koku Var	240

Çizelge 6.7 : Numune noktalarında zeminin jeolojik özellikleri ve kirlilik durumu.

Numunenin Alındığı Yer	Derinlik (m)	Saha Gözlemleri		
		Tanımlama	Görsel Kirlilik	PID (ppm)
SK1	0,00 - 1,00	İnce Çakıllı A. Kahve Siltli KİL	Yok	5
	1,00 - 2,00	Kızıl Renkli Az Siltli KİL	Yok	0
SK2	0,00 - 0,80	İnce ve Bol Çakıllı K. Gri (Yer yer kıızıl) Çok Siltli KİL	Yok	0
	0,80 - 1,50	Bol Çakıllı Çok Siltli K. Gri Renkli KİL (Nemli)	Yok	0
	1,50 - 3,00	Az Siltli ve Az Çakıllı Kızıl Renkli Sert KİL (Nemli)	Yok	0
	3,00 - 3,70	Az Siltli, Az Çakıllı ve Kireçtaşlı Kızıl Renkli Sert KİL	Yok	17
	0,00 - 0,50	Tank Çukurundan Çıkan Zeminde Serilmiş Malzeme	Yok	298
SK3	0,50 - 1,10	Az Çakıllı ve Az Siltli Kahve - kıızıl Renkli KİL	Yok	146
	1,10 - 4,00	Kahve - Kızıl Renkli Az Siltli KİL	Yok	155
SK4	0,00 - 2,00	Kahve - Kızıl Renkli Siltli KİL	Yok	311
SK5	0,00 - 0,60	K. Gri Kumlu Kahve - Kızıl Siltli KİL	Var	444
	0,60 - 2,00	Sonlara Doğru Koyulaşan Kahve - Kızıl-Bordo Renkli Az Siltli KİL	Var	401
SK6	0,00 - 0,60	K. Gri Kumlu Kahve - Kızıl Siltli KİL	Var	417
	0,60 - 2,00	Sonlara Doğru Koyulaşan Kahve - Kızıl - Bordo Renkli Az Siltli KİL	Var	256
SK7	0,00 - 0,60	Kahve - Kızıl Renkli Siltli KİL	Var	227
	0,60 - 2,00	Sonlara Doğru Koyulaşan Kahve - Kızıl - Bordo Renkli Az Siltli KİL	Var	398

Yapılan analizler sonucunda toprak numunelerinde; MW2 ve MW3 noktalarında tüm derinliklerde eser miktarda TPH tespit edilmiştir.

MW1 ve MW2 noktasında herhangi bir derinlikte VOC değeri tespit edilmemiştir. MW3 noktasında ise 7,5 m'den itibaren alınan toprak numunelerinde VOC parametrelerinin limitlerin üzerinde olduğu, toprak numuneleri üzerinde yapılan metal analizlerinde, kadmiyum parametresi sadece MW1/1 noktasında tespit limitlerinin üzerinde olduğu, yapılan su analizlerinde ise; MW1 kuyusundan alınan numunede, kısa zincirli (C6-C10 aralığındaki) TPH'lerin varlığı tespit edilmiştir.

MW3 kuyusundan alınan su numunesinde de yüksek miktarlarda kısa zincirli (C6-C10 aralığındaki) TPH'lerin varlığı tespit edilmiştir.

Yeraltı suyu ve toprağın kirliliği söz konusu olduğu için, firma sahibi kirlilik giderimi için başvuruda bulunmuştur ve bunun üzerine 2 farklı şekilde yaklaşımda bulunarak proje teklifi verilmiştir:

6.3.1 Teknik Yaklaşım

6.3.1.1 İlk 6 ay süresince izlenecek yol haritası

Sahada yapılan birinci ve ikinci aşama değerlendirme çalışmaları ve bulgular sonucunda, akiferin hidrolik karakterini ve yer altı suyu içerisindeki kirliliğin yayılımını daha iyi anlayabilmek için yeterli bilgi toplamak amacıyla, öncelikli bütünleştirici araştırma yöntemleri önerebilmek için şu adımların izlenmesi gerektiği ortaya konmuştur:

1. Adım: MW1 gözlem kuyusunda Slug test (suyun hidrolik yüksekliğini ölçen test) uygulayarak, hidrolik iletkenliği tespit etmek
2. Adım: MW1 gözlem kuyusunda akiferin verimliliğini (üretkenliğini) anlamak için Pompa testi yapmak
3. Adım: MW2 gözlem kuyusunda, bail down testi yaparak ürünün kalınlığını tespit etmek

Yukarıda listelenen 3 aktivitenin, remediasyon aktivitelerini belirlemek için yapılması gereken öncelikli çalışmalar olduğu belirtilmiştir; çünkü akiferin karakteristik özellikleri ve davranış şekli hakkında detaylı bilgi olmadan doğru remediasyon stratejisini belirlemek mümkün değildir.

Bu 3 adım için, ekipmanların olması halinde çalışma süresi 1-2 gündür. Bu adımların ardından, bütünleşik araştırma sonuçları ile, yer altı suyundaki kirletici miktarının izlenmesi ve kontamine olmuş kuyudaki serbest ürünün toplanarak sahadaki güvenli koşulları sağlanması için uygulanması gereken yaklaşımları içeren bir rapor hazırlanması uygun görülmüştür.

4. Adım: Skimmer (Sıyırıcı) kurulumu - serbest ürünün geri kazanılması ve yeraltı suyundan alınması

5. Adım: Uygun Remediasyon projesi stratejisinin belirlenmesi

Bu araştırma kapsamında, doğru bir risk analizi yapmak ve remediasyon projesi oluşturmak için, istasyonun içinde ve dışında daha fazla gözlem noktası oluşturmak

gerekmiştir; ancak, sahanın lojistik durum sebebiyle bunu yapmak pratikte uygun görünmediğinden, olası kirlilik giderim yöntemleri için uygulanabilirlik dikkate alınarak, maliyet çalışması hazırlanmıştır. Sahanın bulunduğu yer ve lojistik durumu dolayısıyla, ayrıca; sahada güvenlik önlemi alınması, kontaminasyon trendinin izlenmesi, yer altı suyundaki kirleticinin azalıp azalmadığının izlenmesi gerekli görülmüştür. Bu çalışmalar neticesinde, Risk analizi ve Remediasyon projesinin uygulanabilirliğinin artacağı ön görülmüştür.

6.3.1.2 6-18 ay süresince izlenecek yol haritası

6 ay süresince yapılacak olan operasyonlar sonrasında, "kirliliğin mevzuatta istenen düzeye inmemesi halinde", 2 alternatif remediasyon yöntemi sunulmuştur:

Bunlardan birincisi "Pompala & Arıt Teknolojisi"dir.

Bu yöntem için, hidrolik bir bariyer oluşturabilmek adına, 2 tane 6 inçlik ve 10 m derinliğinde kuyu oluşturularak içerisine uygun PVC boru yerleştirilmesi ve bu iki kuyu içerisine birer tane 50 l/dak debisi olan pompa yerleştirilmesi; bunun yanı sıra sisteme Granüler Aktif Karbon filtreleri dahil edilerek, suyun şebekeye transferi sağlanması birinci alternatif olarak sunulmuştur.

Diğer yöntem önerisi ise "DPHVE (Çift Fazlı Yüksek Emişli Ekstraksiyon) Yöntemi" ile kirlilik giderimi olmuştur.

Bu yöntemin uygulanabilmesi için, 2 inç çapında yaklaşık 6 m derinliğinde 4 adet kuyu açılarak, hem toprağın içindeki akaryakıt buharını hem de yer altı suyunu arıtmak için DPHVE sistemi kurulması, ikinci alternatif olarak sunulmuştur.

Sahanın başarılı bir şekilde temizlenmesinin sağlanması için en önemli kriter, 6 ay süresince sahanın izlenmesi ve bu gözlemlerin haftalık ve aylık raporlar halinde hazırlanmasıdır. Bu şekilde ilk 6 aylık periyotta yapılan işlemlerin işe yarayıp yaramadığı ve kirlilik boyutundaki değişim miktarlarının saptanması amaçlanmıştır.

Eğer, kirlilik giderimi devam ediyor ise, bu 2 yöntemden birinin tercih edilerek uygulamaya konulacağı hakkında faaliyet sahibine bilgi verilmiştir . 6 ay sonunda sahanın kirlilik durumunun uygun kriterleri sağlaması durumunda, çalışmanın sonlandırılması hedeflenmiştir.

Çalışma süresince, sahanın kirlilik konsantrasyonunun düşmesi durumunda, Remediasyon işlemlerinin süresinde kısalma olabileceği ve açılacak yeraltı suyu gözlem kuyuları için DSİ'den izin alınması gerekliliği göz önünde bulundurulmuştur.

6 ay sonunda kirliliğin giderilmemesi ve çalışmanın remediasyon teknolojileriyle devam etmesi halinde, projenin süresi yaklaşık olarak 18 ay olarak ön görülmüştür.

Çizelge 6.8 : Operasyonlar için zaman çizelgesi.

GANNT - ZAMAN ÇİZELGESİ										
Operasyon	Hafta 1	Hafta 2	Hafta 3	Hafta 4	Hafta 5	Hafta 6	Hafta 7	Hafta 8	Hafta 9 - 6 aya kadar	6 ay - 18 ay (1 yıl)
1. MW1 GÖZLEM KUYUSUNDA Slug test uygulayarak, hidrolik iletkenliği tespit etmek										
2. MW1 gözlem kuyusunda akiferin verimliliğini (üretkenliğini) anlamak için pompa testi yapmak										
3. MW2 gözlem kuyusunda, baildown testi yaparak ürünün kalınlığını tespit etmek										
4. Raporlama										
5. Müşterinin kararını sorma/bekleme										
6. Güvenlik ekipmanlarının kurulumu										
7. Betonun dökülmesi (zemin)										
8. İzleme (yer altı suyu gözlemlleme, durum kontrolü)										
9. Remediasyon çalışması (2 yöntemden birinin tercih edilmesi durumu)										

Tahmini Toplam Çalışma Süresi: 18 AY

6.3.2 Maliyetlerine göre yöntemlerin karşılaştırılması

Çizelge 6.9 : İlk 6 ay için yapılacak olan izleme çalışmalarının maliyeti.

İLK 6 AYLIK YAPILACAK AKTİVİTE/OPERASYONLAR	Çalışma Günü / Adet	Ekipman Maliyeti	Rapor Maliyeti	Personel Maliyeti	Birim fiyat TL	Toplam Fiyat TL
1.Adım /MW2'DE BAIL DOWN TEST						
Ekipman Maliyeti		150,00	-	-	150,00	150,00
1 Proje Mühendisi (TL/GÜN)	0,5	-	-	200,00	200,00	100,00
1 Teknisyen (TL/GÜN)	0,5	-	-	100,00	100,00	50,00
2.Adım/ MW1'DE POMPA TESTİ						
Ekipman Maliyeti		3.500,00	-	-	3.500,00	3.500,00
1 Proje Mühendisi (TL/GÜN)	0,5	-	-	200,00	200,00	100,00
1 İşçi (TL/GÜN)	0,5	-	-	100,00	100,00	50,00
3.Adım/ Sonuçların Değerlendirilmesi & Raporlama						
1 Proje Mühendisi (TL/GÜN)	1	-	2.500,00	200,00	2.700,00	2.700,00
4.Adım/Ürünün geri kazanılması için, MW2 gözlem kuyusuna Pnömatik Skimmer Yerleştirilmesi						
Ekipman Maliyeti		1.160,00	-	-	1.160,00	1.160,00
Elektrik Paneli (Elektrik)	2	-	-	-	0,00	0,00
1 Proje Mühendisi (TL/GÜN)	4	-	-	200,00	200,00	800,00
1 Elektrik Teknisyeni (TL/GÜN)	2	-	-	100,00	100,00	200,00
1 Tesisatçı (TL/GÜN)	2	-	-	100,00	100,00	200,00
1 Ekskavatör (TL/GÜN)	2	-	-	100,00	100,00	200,00
Diğer gereksinimler (Elektrik kablosu, oluklu boru vb)		580,00	-		580,00	580,00
5. Adım /Bütünleşik Araştırma Sonuçları Raporu						
1 Proje Mühendisi (TL/GÜN)	1	-	2.500,00	200,00	2.700,00	2.700,00

Çizelge 6.9 (devam) : İlk 6 ay için yapılacak olan izleme çalışmalarının maliyeti.

İLK 6 AYLIK YAPILACAK AKTİVİTE/OPERASYONLAR	Çalışma Günü / Adet	Ekipman Maliyeti	Rapor Maliyeti	Personel Maliyeti	Birim fiyat TL	Toplam Fiyat TL
Diğer Faaliyetler						
Kırtasiye (TL / ADET)	2	-	30,00	-	30, 00	60,00
6 ay boyunca sürececek olan laboratuvar analizleri bedeli (TL / ADET)	18	-	650,00	-	650,00	11.700,00
Numune alma hizmetleri için operatör maliyeti (TL / GÜN)	6	-	-	100,00	100,00	600,00
Raporlama (TL /GÜN)	6		200,00		200,00	1.200,00
Atık Bertarafı (TL /ADET)	6	250,00			250,00	1.500,00
Ekipman Kirası (TL /AY)	6	300,00			300,00	1.800,00
TOPLAM FİYAT						35.752,86

Çizelge 6.10 : DPHVE ile remediasyon maliyeti.

DPHVE OPERASYONLARI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT (TL)	AÇIKLAMA
1- 5 kuyu için DPHVE Sisteminin Mobilizasyonu (kurulum tasarımı) -(Sondaj Hariç)	TL / cad (tasarım)	1	10.382,00	10.382,00	
İyileştirme Sistemi Yıllık Çalışma Bedeli	TL / Ay	12	2595,50	31.146,00	
Kuyu Kurulumu (2 inch çaplı - 6 m)	TL/ adet	4	1.020,00	4.080,00	
Sondaj makineleri mobilizasyon	TL / km	3,3	40,00	132,00	Sultanbeyli mesafesi: 40 km (gidiş-geliş)
Aktif Karbon Yenilemesi	KG	1800	12,00	21.600,00	(12 aylık kullanım) .150 kg*12 adet paket 1 paket: 12 TL/ kg
GAC Arıtma Sisteminin Yıllık Gideri	Tasarım TL / 3 aylık periyot	4	10.382,00	41.528,00	12 ay boyunca, 4 periyot halinde
Saha Proje Ekibi Çalışma Bedeli	TL/day	48	200	9.600,00	1 proje mühendisi ayda 4 kez saha ziyareti, yılda 48 kez
1 Teknisyen	TL/day	48	100,00	4.800,00	1 teknisyen ayda 4 kez saha ziyareti, yılda 48
1 Tesisatçı	TL/day	2	100,00	200,00	
1 Ekskavatör	TL/day	2	100,00	200,00	
Teknik raporlar	TL/adet	12	200	2.400,00	12 ay boyunca aylık rapor hazırlanacak
Laboratuar analizleri	TL/adet	36	650	23.400,00	3 tane gözlem kuyusu 12*3 =36 örnek/yıl alınacak
Atık bertarafı	TL/adet	12		3.000,00	aylık 250 TL
Diğer giderler (boru, elektrik hatları, mobil analizler, etc..)	-	-		1.500,00	
TOPLAM FİYAT				153.968,00	

Çizelge 6.11 : Pompala & arıt yöntemi ile remediasyon maliyeti.

POMPALA & ARIT TEKNOLOJİSİ OPERASYONLARI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT(TL)	AÇIKLAMA
Slug Test + Pompa Aktiviteleri (test aşamasında)	cad (tasarım)	1	246,50	246,50	
Kuyu Kurulumu (6 inch çaplı - 10 m)	TL / adet	2	1700,00	3.400,00	
Sondaj makineleri mobilizasyon	TL / km	3,3	40,00	132,00	sultanbeyli MESAFE: 40 km (gidiş-geliş round trip)
Test için Pompa Aktiviteleri	cad (tasarım)	2	197,32	394,63	
Pompa Aktivitesinin Saatlik giderleri (test aşamasında)	H	72		5.919,48	2 pompanın günde 72 saat çalışması durumunda
Aktif Karbon Yenilemesi	KG	1800	12	21.600,00	Türkiye'de aktif karbon/kg fiyatı: 9-15 TL arasında değişmektedir (KDV dahil 12 TL kabul edilmiştir) (12 paket*150 kg=1800 kg)
GAC Arıtma Sisteminin yıllık giderleri	tasarım TL / 3 aylık periyot	4	10.382,0 0	41.528,00	12 ay boyunca
Ekipman Kurulumları (pompa+skimmer)	TL / cad (tasarım)	2	5.191,00	10.382,00	
Skimmer Kurulumu	TL / cad (tasarım)	2	1.253,00	2.506,00	
Yıllık ekipman kiralama bedeli	TL / cad (tasarım)	2	3.580,00	7.160,00	
3 aylık periyotlar için skimmer'ın kiralama bedeli	TL / cad (tasarım)	1	3.244,38	3.244,38	

Çizelge 6.11 (devam) : Pompala & arıt yöntemi ile remediasyon maliyeti.

POMPALA & ARIT TEKNOLOJİSİ OPERASYONLARI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT(TL)	AÇIKLAMA
İlk 3 aylık periyottan sonraki skimmer kiralama bedeli	TL / 3 aylık periyot	3	1.297,75	3.893,25	12 ay - 3 aylık çeyreklerde 4 kez kullanılacak demektir. İlk 3 aydan sonra, geriye 3 periyot kalmaktadır.
Saha Proje Ekibi Çalışma Bedeli	TL/day	48	200,00	9.600,00	1 proje mühendisi ayda 4, yılda 48 kez saha ziyareti
1 Teknisyen	TL/day	48	100,00	4.800,00	1 teknisyen ayda 4, yılda 48 kez saha ziyareti
1 Tesisatçı	TL/day	2	100,00	200,00	
1 Ekskavatör	TL/day	2	100,00	200,00	
Teknik raporlar	TL / adet	12	200	2.400,00	12 ay boyunca, 12 rapor hazırlanacak
Laboratuvar Analizleri	TL / adet	36	650	23.400,00	3 adet gözlem kuyusu 12*3 =36 numune/yıl
Atık bertarafı	TL / adet	12	250	3.000,00	Aylık 250 TL
Numune alma hizmetleri için operatör maliyeti	TL / adet	12	100	1.200,00	
Kırtasiye	TL / adet	12	30	360,00	
Diğer giderler (borular, elektrik hatları, mobil analizler vs..)	-	-		1.500,00	
TOPLAM FİYAT				143.202,24	

- Ekipman giderleri için, alınan tekliflerin ortalama rakamları yansıtılmıştır.
- Personel giderleri, ofis giderleri vb sabit giderler, yeterlilik belgesi olan bir danışman firmanın giderleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.
- Numune alma ve sondaj harcamaları için, sözleşmeli laboratuvar ve sondaj firmasından alınan fiyatlar yansıtılmıştır.
- Fiyatlandırmada, en yakın tahmini değerler ve miktarlar göz önünde bulundurulmuştur.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez kapsamında, faaliyet sahası olarak ele alınan, şehir içinde konumlanmış 2500 m²'lik standart bir akaryakıt istasyonunda kirlilik tespitinin yaklaşık 10.000 TL civarı olduğu görülmüştür. (Çizelge 6.5) Alan büyüdükçe, alınacak numune sayılarının artması gerekecek; buna bağlı olarak, toplam sondaj ve analiz bedelinde de artış görülecektir. Buna göre, ortalama bir akaryakıt istasyonunun kirlilik tespit giderlerinin maliyetinin 10.000 ile 25.000 TL arasında değişmesi beklenmektedir.

Yine aynı büyüklükteki bir başka akaryakıt istasyonunda, kirlilik tespit çalışmasıyla birlikte kirlilik olduğu saptanmış; buna istinaden giderim çalışmalarına yönelik bir çalışma yapılmıştır.

Yeraltı suyunda kirlilik görüldüğü takdirde, yayılımın daha geniş bir alanı etkilemesi söz konusu olduğundan, acil olarak müdahale edilmesinin önemli olduğu görülmüştür. Bunun için, bu sahada öncelikle skimmer (yağ toplayıcı) ile ürünün toplanması uygun olacaktır. Sahada kirlilik olduğu için, yapılacak olan 6 aylık izleme çalışmasının maliyeti 36.000 TL olarak hesaplanmıştır.(Çizelge 6.9) Bu maliyet, sahanın büyüklüğünün artmasıyla birlikte, 30.000 - 50.000 TL arasında değişebilecektir.

Yapılacak izlemeler sonucunda kirlilik mevcudiyeti devam ediyorsa, giderim çalışmasına başlanılmak üzere, iki yöntem için maliyetler çıkartılmıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere, bir kirlilik giderim çalışmasına başlamadan önce, öncelikle kirliliğin yayılmasının kontrol altına alınması gerekmektedir. Sonrasında, sahada bir süre izleme çalışmaları yürütülerek, bariyer ya da kontrol yönteminin işe yarayıp yaramadığını anlaşılmalı ve yöntem seçimine gidilmelidir.

2500-3000 m²'lik bu akaryakıt istasyonunda, sadece saha içerisinde yapılan analiz sonuçları doğrultusunda "DPHVE (Dual Phase High Vacuum Extraction- Çift Fazlı Yüksek Emişli Ekstraksiyon)" ve "Pump & Treat- Pompala & Arıt" yöntemleri ile petrol kirliliği giderimi için çalışma yapılması planlanmış ve maliyetleri 1. Yöntem için: yaklaşık 154.000 TL, 2. Yöntem için: 144.000 TL olarak bulunmuştur.

Görüleceği üzere, maliyetler birbirine yakın olmak ile birlikte, bu yöntemler sahada hızlı çözüme ulaşabilecek etkili yöntemler olduğu için tercih edilmişlerdir. Bununla birlikte, Pompa ile arıtma yöntemi yaklaşık 10.000 TL kadar daha düşük olarak hesaplanmıştır. Bu analizden anlaşılabileceği üzere, ortalama bir akaryakıt istasyonunda, temizleme aşamasında 100.000 - 150.000 TL arasında değişim gösterebilen maliyetlerin ortaya çıkabileceği görülmektedir.

Temizleme aşamasında, verim ve uygulama kolaylığı sağlanması için, tespit aşamasındaki yaklaşımın önemi büyüktür. Numune alma çalışmalarının büyük bir titizlikle gerçekleştirilmesi ve numune alma sırasında, ayrıca bir kirliliğe sebep olmamaya özen gösterilmesi gerekmektedir. Bunun için, "çevresel sondaj" kavramının iyi anlaşılması, numune alma aşamasında kirliliğin bir yerden farklı bir yere taşınmamasına özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.

Tezin ilk aşamalarında belirtildiği üzere, Türkiye’de 12.878 adet akaryakıt istasyonu ve 25 adet ihrakiye lisansı bulunmaktadır. Bu istasyon sayısına göre yaklaşık 51.512 adet yer altı depolama tankı olduğu düşünülmektedir. Bu tankların hepsi, bakanlığın değerlendirme kriterlerine göre, 10 yaşın üstünde ve tek cidarlı olmaları halinde, birer potansiyel kirlenici kaynağı olup, sahanın risk puanını yükseltmektedirler; dolayısıyla durumlarının izlenmesi gerekmektedir.

Bu verilerden yola çıkarak, mevcut 12.878 istasyonun yarısı 10 yaşın üzerindeyse ve tankları da buna istinaden tek cidarlıysa, 6440 Adet istasyonda var olan 25760 adet tankın, paslanma, korozyon gibi sebeplerden ürün sızdırma riski olduğu düşünülmektedir.

Bu hesaplardan yola çıkarak 6440 tane istasyonun da yaklaşık yarısında, sızdırma kaynaklı kirliliğin olabileceği düşünülerek; 3000 istasyonda remediasyon teknolojilerinin uygulanabilme potansiyeli bulunmaktadır.

Bu potansiyel tehlikenin sadece iki yöntemi dikkate alarak dahi, maliyetlerini düşünecek olursak, ortaya çok çarpıcı sonuçlar çıkmaktadır:

Pompala & Arıt Yöntemi ile 461.904.000,00 TL, DPHVE ile 429.606.720,00 TL hesaplanmıştır.

Akaryakıt istasyonlarının dışında, Türkiye'deki petrol ürünlerinin miktarlarına bakıldığında: Tüpraş rafinerilerinin 28,1 milyon ton, Doğu Akdeniz rafinerisi 15 milyon ton ve Star rafinerisi 10 ton kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. Bunun

yanı sıra 235 adet madeni yağ şirketi, 112 depolama-dağıtım noktası bulunmaktadır. 2014 yılı itibariyle, Biodizel alanında 22 lisanslı firma, boru hattı iletim şirketi olarak 27 firma, 75 adet lisanslı LPG firması ve 10150 adet LPG istasyonu bulunmaktadır.

Bu sahalar dikkate alındığında, petrol kirliliğinin olabileceği potansiyel kirli sahaların temizlenmesinin doğurabileceği maliyet yanında, akaryakıt sahaları için harcanabilecek yaklaşık 500.000.000,00 TL'lik maliyet oldukça küçük kalmaktadır.

Türkiye, akaryakıt sektöründe gün geçtikçe büyüyen, EPDK'dan alınan verilere göre 80 tane dağıtım şirketini barındıran bir şirkettir. Daha önceki yönetmeliklerin sağlayamadığı denetim eksiklikleri sebebiyle, bu sahalarda toprak kirliliği durum tespit çalışmaları henüz yapılmamıştır ve yeni yönetmelik ile birlikte, gerek dağıtım şirketlerini, gerek rafinerileri, gerekse petrolün perakende ticaretini yapan akaryakıt istasyonlarını, çok önemli denetimlerin bekleyeceği ve çok ciddi maliyetlerle karşı karşıya kalacakları kaçınılmazdır.

Öte yandan, Türkiye'de petrol kirliliğinin giderimi konusunda faaliyet gösteren çok fazla danışmanlık şirketi bulunmamaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevre Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü'nden alınan güncel verilere göre (2014), Bakanlığın TKKNKKSDY kapsamında yeterlilik belgesine sahip 13 firma bulunmaktadır. Bu firmaların yarısı kadarı aktif olarak akaryakıt sektörüne çalışma hazırlamaktadır; ancak mevcut remediasyon uygulamalarının yetersiz sayıda olmasından ötürü, deneyimli personel eksikliği olduğu bilinmektedir.

Bir başka ilgi çekici nokta ise, bu 13 şirketin 5 tanesi yabancı ortaklı/partnerli çalışan şirketler olup, bu alanda çalışmalar ortaya koyabilmiştir. Diğer şirketlerin de, bu yönetmelik kapsamında, farklı endüstri kollarında uzmanlaştıkları gözlemlenmekle birlikte, petrol kirliliğine yönelik çalışmalar da yapmaya çalıştıkları bilinmektedir.

Türkiye'de, "Toprak kirliliğinin kontrolü", çevre mühendisliği anabilim dalında, teorik düzeyde gösterilen bir konu olmakla birlikte, uygulamaya yönelik olarak kısıtlılık olduğu, uygulamaların çoğunun akademik deneyler düzeyinde kaldığı, uygulamalı yöntemlerin çoğunun biyoremediasyon ve fitoremediasyon çalışmaları oldukları görülmektedir. Yeni yönetmelikle birlikte, sunulabilecek alternatif yöntemlerin saha uygulamaları için, ilgili kamu kuruluşları yetkilileri ve akademisyenlerin, yönetmeliğin ilk 5 yıllık uygulama sürecinde önemli rol oynamaları gerekecektir.

Saha uygulamalarında kullanılan/kullanılacak ekipmanların çoğu, yurt dışından ithal edilmektedir ve gümrükleme maliyetleri oldukça yüksektir. Şuanda bu tip çalışmaları sahalarında yaptırabilen şirketler, global kurumsal kimlikleriyle Türkiye'de de faaliyet gösteren şirketlerdir. Sektördeki diğer orta ve küçük ölçekli şirketlerin bu tip çalışmaları yaptırabilmesi için, ekipman tedariğinin Türkiye'den sağlanması gerekliliğini de beraberinde getirecektir. Bu durumda, kısa vadede remediasyon uygulamaları için ekipman üretebilecek şirketlere ihtiyaç duyulacaktır.

TKKNKKSDY, Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde uygulamaya konulan, içeriği AB mevzuatından alınan bir yönetmeliktir. Bakanlık, yönetmeliğin daha iyi anlaşılabilmesi için, bir teknik rehber yayınlamıştır. Bu teknik rehberde, bazı hesaplamaların yapılmasını kolaylaştıracak iyileştirmelere ihtiyaç duyulmakla birlikte, kirletici parametrelerin sınır değerlerinin olduğu ek listesinde daha açık tanımlamalar yapılmasına ihtiyaç duyulduğu aşikardır.

Örneğin, petrol kaynaklı kirleticiler için TOX parametresinin izlenmesi gerekmektedir. Laboratuvarlar bu analizleri yaparken bir bütün olarak değerlendirerek sonuç vermektedirler; ancak Yönetmeliğin ekinde belirtilen listede TOX parametresi toplam bir limit değer olarak gösterilmemektedir. Dolayısıyla, analizleri yapan laboratuvar ve bu sonuçları yorumlayan şirketler açısından, bir anlam karmaşası doğmaktadır. Diğer bir örnekle; yönetmelikte toprak kirliliğine maruziyet yolları doğrultusunda limit değerler verilmiştir; ancak yer altı suyundaki kirletici miktarları ile ilgili parametreler yer almamaktadır. Bu gibi mevzuattan doğan eksikliklerin giderilmesi için, Bakanlık tarafından yönetmelik üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Bakanlık tarafından, kısa vadede, yeterlilik belgesi alan şirketlerin mühendis ve teknisyen kadrolarına, bilhassa kantitatif analizlerle ve uygun yazılımlarla Risk Değerlendirmeleri yapabilmeleri için, eğitimler vermelidir.

KAYNAKLAR

- [1] (t.y) http://www.pigm.gov.tr/dunyada_petrol.php T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Petrol İşleri Genel Müdürlüğü - *Dünya'da Petrol*
- [2] Çelebi, 2004:21
- [3] (t.y) <http://tr.wikipedia.org/wiki/Petrol>, 20.07.2014
- [4] (t.y.) <http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/jeofizik/Petrol1.htm>, alındığı tarih: 20.07.2014
- [5] Obert, 1973 & Pulkrabek, 1997
- [6] (t.y) <http://www.tpao.gov.tr>, alındığı tarih: 20.07.2014
- [7] (t.y) <http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/jeofizik/Petrol1.htm>, alındığı tarih: 20.07.2014
- [8] (t.y) <http://www.pigm.gov.tr/uretimi.php>, alındığı tarih: 23.07.2014
- [9] EPA, How to Evaluate Alternative Technologies for Underground Storage Tank Sites, May 1995
- [10] (t.y) http://tr.wikipedia.org/wiki/Toprak_kirlili%C4%9Fi, Wikipedia, alındığı tarih 15.08.2014
- [11] (t.y) Pedro A. García Encina, Department of Chemical Engineering University of Valladolid
- [12] Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Teknik Rehberi

EKLER

EK A: Faaliyet ön bilgi formu (TKKNKKSDY-EK 3) Balıkesir İstasyonu

EK B: Denetim Formu (TKKNKKSDY-EK 7) Balıkesir İstasyonu

EK C: Laboratuvar analiz raporu örneği - Balıkesir İstasyonu

EK A: Faaliyet Ön Bilgi Formu (TKKNKKSDY- EK 3)

Bu form, toprak kirliliği potansiyeli bulunan endüstriyel faaliyetler ile ilgili genel bilgilerin toplanması amacıyla hazırlanmıştır. Form, ilgili endüstriyel faaliyet görevlileri tarafından doldurulur. Formu doldurmadan önce lütfen formun sonundaki açıklamaları okuyunuz. Form alanlarını açıklamalarda anlatıldığı şekilde ve mümkün olduğunca eksiksiz olarak doldurunuz.

FAALİYET ÖN BİLGİ FORMU	☒ İlk Düzenleme	☐ Yenileme
--------------------------------	---	-----------------------------------

1. GÖREVLİ KİŞİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Ad-soyad:			
Ünvan:			
Telefon:		Faks:	
E-posta:			

2. FAALİYET İLE İLGİLİ BİLGİLER

Tesis adı:			
İl:	Balıkesir	İlçe:	Merkez
Mevkii:			
Adres:			
Parsel No:		Posta kodu:	-
Enlem:	Gizlenmiştir.	Boylam:	Gizlenmiştir.
Telefon:		Faks:	
İnternet adresi:	YOK		
Faaliyet alanı:	AKARYAKIT İSTASYONU		
NACE kodu:	46.71.01		

3. FAALİYET SAHASI GEÇMİŞİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Faaliyet sahasının geçmiş kullanım şekilleri:		
Başlangıç yılı:	Bitiş yılı:	Kullanım şekli:
EKİM 1994	2010	Z AKARYAKIT
15.07.2010	DEVAM	X PETROL

4. TEHLİKELİ KİMYASALLAR İLE İLGİLİ BİLGİLER

Faaliyet sahasında, Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkındaki Yönetmeliğin Ek 2 listesinde yer alan kimyasal bulunuyor mu?	☒ Evet ☐ Hayır (Bölüm 6'ya geçiniz.)

5. DEPOLANAN TEHLİKELİ KİMYASALLAR İLE İLGİLİ BİLGİLER			
Kimyasal adı:	EURODİZEL		
CAS No:	68334-30-5	Bileşim (%):	%100 Motorin
Fiziksel hal:	☐ Katı	☒ Sıvı	☐ Gaz ☐ Sıvılaştırılmış gaz
Depolama şekli:	☐ Depolama	☐ Yerüstü tankı	☒ Yeraltı tankı
Kapasite (m³):	20 M³	Yaş (yıl):	>10 YAŞ
Depolama			
Ambalaj şekli:	☐ Çuval ☐ Varil ☐ Diğer:		
☐ Kapalı alan:	☐ Koruma örtüsü	☐ Zemin izolasyonu	☐ Drenaj sistemi
Tank			
Malzeme:	☒ Çelik ☐ Galvanizli metal ☐ Kompozit ☐ Cam elyafı takviyeli plastik ☐ Diğer:		
☐ Korozyon koruması	☐ Sızıntı kontrolü	☒ Esnek borulama	☐ Borularda sızıntı kontrolü
Yerüstü			
Tank tipi:	☐ İç yüzer tavan ☐ Dış yüzer tavan ☐ Kubbe tavan ☐ Küre ☐ Dikey sabit tavan ☐ Yatay silindir ☐ Diğer:		
Zemin türü:	☒ Beton ☐ Asfalt ☐ Toprak ☐ Diğer:		
☐ Zemin izolasyonu	☐ Taşkın havuzu		
Yer altı			
Tank tipi:	☒ Tek cidarlı ☐ Çift cidarlı		
☐ Katodik koruma	☒ Taşma kontrolü (OTOMASYON+ TAŞKAN KOVASI)		

Kimyasal adı:	EURODİZEL		
CAS No:	68334-30-5	Bileşim (%):	%100 Motorin
Fiziksel hal:	☐ Katı	☒ Sıvı	☐ Gaz ☐ Sıvılaştırılmış gaz
Depolama şekli:	☐ Depolama	☐ Yerüstü tankı	☒ Yeraltı tankı
Kapasite (m³):	20 M³	Yaş (yıl):	>10 YAŞ
Depolama			
Ambalaj şekli:	☐ Çuval ☐ Varil ☐ Diğer:		
☐ Kapalı alan:	☐ Koruma örtüsü	☐ Zemin izolasyonu	☐ Drenaj sistemi
Tank			
Malzeme:	☒ Çelik ☐ Galvanizli metal ☐ Kompozit ☐ Cam elyafı takviyeli plastik ☐ Diğer:		
☐ Korozyon koruması	☐ Sızıntı kontrolü	☒ Esnek borulama	☐ Borularda sızıntı kontrolü
Yerüstü			
Tank tipi:	☐ İç yüzer tavan ☐ Dış yüzer tavan ☐ Kubbe tavan ☐ Küre ☐ Dikey sabit tavan ☐ Yatay silindir ☐ Diğer:		
Zemin türü:	☒ Beton ☐ Asfalt ☐ Toprak ☐ Diğer:		
☐ Zemin izolasyonu	☐ Taşkın havuzu		

<i>Yer altı</i>	
Tank tipi:	☒ Tek cidarlı ☐ Çift cidarlı
☐ Katodik koruma	☒ Taşma kontrolü (OTOMASYON + TAŞKAN KOVASI)

5. DEPOLANAN TEHLİKELİ KİMYASALLAR İLE İLGİLİ BİLGİLER

Kimyasal adı:	KURŞUNSUZ 95		
CAS No:	86290-81-5	Bileşim (%):	60-100 % Gazolinbenzen 10-30 % ter-bütülmeterler
Fiziksel hal:	☐ Katı ☒ Sıvı ☐ Gaz ☐ Sıvılaştırılmış gaz		
Depolama şekli:	☐ Depolama ☐ Yerüstü tankı ☒ Yeraltı tankı		
Kapasite (m³):	20 m³	Yaş (yıl):	>10 YAŞ
Depolama			
Ambalaj şekli:	☐ Çuval ☐ Varil ☐ Diğer:		
☐ Kapalı alan:	☐ Koruma örtüsü ☐ Zemin izolasyonu ☐ Drenaj sistemi		
Tank			
Malzeme:	☒ Çelik ☐ Galvanizli metal ☐ Kompozit ☐ Cam elyafı takviyeli plastik ☐ Diğer:		
☐ Korozyon koruması	☐ Sızıntı kontrolü	☒ Esnek borulama	☐ Borularda sızıntı kontrolü
<i>Yerüstü</i>			
Tank tipi:	☐ İç yüzer tavan ☐ Dış yüzer tavan ☐ Kubbe tavan ☐ Küre ☐ Dikey sabit tavan ☐ Yatay silindir ☐ Diğer:		
Zemin türü:	☒ Beton ☐ Asfalt ☐ Toprak ☐ Diğer:		
☐ Zemin izolasyonu	☐ Taşkın havuzu		
<i>Yer altı</i>			
Tank tipi:	☒ Tek cidarlı ☐ Çift cidarlı		
☐ Katodik koruma	☒ Taşma kontrolü (OTOMASYON+TAŞKAN KOVASI)		

Kimyasal adı:	KURŞUNSUZ 97		
CAS No:	86290-81-5	Bileşim (%):	60-100 % Gazolinbenzen 10-30 % ter-bütülmeterler
Fiziksel hal:	☐ Katı ☒ Sıvı ☐ Gaz ☐ Sıvılaştırılmış gaz		
Depolama şekli:	☐ Depolama ☐ Yerüstü tankı ☒ Yeraltı tankı		
Kapasite (m³):	20 m³	Yaş (yıl):	>10 YAŞ
Depolama			
Ambalaj şekli:	☐ Çuval ☐ Varil ☐ Diğer:		
☐ Kapalı alan:	☐ Koruma örtüsü ☐ Zemin izolasyonu ☐ Drenaj sistemi		
Tank			
Malzeme:	☒ Çelik ☐ Galvanizli metal ☐ Kompozit ☐ Cam elyafı takviyeli plastik ☐ Diğer:		
☐ Korozyon koruması	☐ Sızıntı kontrolü	☒ Esnek borulama	☐ Borularda sızıntı kontrolü

<i>Yerüstü</i>			
Tank tipi:	☐ İç yüzer tavan ☐ Dış yüzer tavan ☐ Kubbe tavan ☐ Küre ☐ Dikey sabit tavan ☐ Yatay silindir ☐ Diğer:		
Zemin türü:	☒ Beton ☐ Asfalt ☐ Toprak ☐ Diğer:		
☐ Zemin izolasyonu		☐ Taşkın havuzu	
<i>Yer altı</i>			
Tank tipi:	☒ Tek cidarlı ☐ Çift cidarlı		
☐ Katodik koruma		☒ Taşma kontrolü (OTOMASYON+ TAŞKAN KOVASI)	
5. DEPOLANAN TEHLİKELİ KİMYASALLAR İLE İLGİLİ BİLGİLER			
Kimyasal adı:	MOTORİN		
CAS No:	68334-30-5	Bileşim (%):	%100 Motorin
Fiziksel hal:	☐ Katı ☐ Sıvı ☐ Gaz ☐ Sıvılaştırılmış gaz		
Depolama şekli:	☐ Depolama ☐ Yerüstü tankı ☒ Yeraltı tankı		
Kapasite (m ³):	20 m ³	Yaş (yıl):	>10 YAŞ
Depolama			
Ambalaj şekli:	☐ Çuval ☐ Varil ☐ Diğer:		
☐ Kapalı alan:		☐ Koruma örtüsü ☐ Zemin izolasyonu ☐ Drenaj sistemi	
Tank			
Malzeme:	☒ Çelik ☐ Galvanizli metal ☐ Kompozit ☐ Cam elyafı takviyeli plastik ☐ Diğer:		
☐ Korozyon koruması		☐ Sızıntı kontrolü ☒ Esnek borulama ☐ Borularda sızıntı kontrolü	
<i>Yerüstü</i>			
Tank tipi:	☐ İç yüzer tavan ☐ Dış yüzer tavan ☐ Kubbe tavan ☐ Küre ☐ Dikey sabit tavan ☐ Yatay silindir ☐ Diğer:		
Zemin türü:	☒ Beton ☐ Asfalt ☐ Toprak ☐ Diğer:		
☐ Zemin izolasyonu		☐ Taşkın havuzu	
<i>Yer altı</i>			
Tank tipi:	☒ Tek cidarlı ☐ Çift cidarlı		
☐ Katodik koruma		☒ Taşma kontrolü (OTOMASYON+ TAŞKAN KOVASI)	
Kimyasal adı: LPG			
CAS No:	68476-85-7	Bileşim (%):	%100 petrol gazları, sıvılaştırılmış
Fiziksel hal:	☐ Katı ☐ Sıvı ☐ Gaz ☒ Sıvılaştırılmış gaz		
Depolama şekli:	☐ Depolama ☐ Yerüstü tankı ☒ Yeraltı tankı		
Kapasite (m ³):	10 m ³	Yaş (yıl):	5 YIL
Depolama			
Ambalaj şekli:	☐ Çuval ☐ Varil ☐ Diğer:		
☐ Kapalı alan:		☐ Koruma örtüsü ☐ Zemin izolasyonu ☐ Drenaj sistemi	
Tank			

Malzeme:	☒ Çelik ☐ Galvanizli metal ☐ Kompozit ☐ Cam elyafı takviyeli plastik ☐ Diğer:		
☒ Korozyon koruması ☐ Sızıntı kontrolü ☐ Esnek borulama ☐ Borularda sızıntı kontrolü			
Yerüstü			
Tank tipi:	☐ İç yüzer tavan ☐ Dış yüzer tavan ☐ Kubbe tavan ☐ Küre ☐ Dikey sabit tavan ☐ Yatay silindir ☐ Diğer:		
Zemin türü:	☒ Beton ☐ Asfalt ☐ Toprak ☐ Diğer:		
☐ Zemin izolasyonu ☐ Taşkın havuzu			
Yer altı			
Tank tipi:	☒ Tek cidarlı ☐ Çift cidarlı		
☒ Katodik Koruma ☒ Taşma kontrolü			

6. ENDÜSTRİYEL KAZALAR İLE İLGİLİ BİLGİLER

Tesis acil durum planı var mı?	☒ Evet ☐ Hayır	
Faaliyet sahasında endüstriyel kaza meydana geldi mi?	☐ Evet ☒ Hayır (Bölüm 7'ye geçiniz.)	
Geçmiş endüstriyel kaza bilgileri:		
Tarih	Kaza türü	Kaza raporu
...../...../.....	☐ Yangın ☐ Patlama ☐ Kimyasal yayılımı	☐ Yok ☐ Var
...../...../.....	☐ Yangın ☐ Patlama ☐ Kimyasal yayılımı	☐ Yok ☐ Var
...../...../.....	☐ Yangın ☐ Patlama ☐ Kimyasal yayılımı	☐ Yok ☐ Var

7. TEHLİKELİ ATIKLAR İLE İLGİLİ BİLGİLER

Faaliyet sırasında tehlikeli atıklar oluşuyor mu?	☒ Evet ☐ Hayır (Bölüm 8'e geçiniz)	
Tehlikeli atıklar faaliyet sahasında geçici olarak depolanıyor mu?	☒ Evet ☐ Hayır (Bölüm 8'e geçiniz)	
Geçici depolanan atıklara ait bilgiler:		
Atık türü:	Atık kodu:	Miktar (ton):
Tank Dibi Çamuru	050103	
Diğer yakıtlar	130703	190 LT (07/2013)
Tehlikeli atık geçici depolama alanında geçirimsiz tabaka var mı?	☒ Hayır ☐ Evet:SAC TAVA YOK.	
Tehlikeli atık geçici depolama alanı çevresinde drenaj sistemi var mı?	☒ Hayır ☐ Evet	

8. ATIKSU İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Faaliyet sırasında endüstriyel atıksu oluşuyor mu?	☒ Evet ☐ Hayır (Bölüm 9'a geçiniz.)
Tesise ait endüstriyel atıksu arıtma tesisi var mı? Çöktürme havuzu vardır. Bunun dışında arıtma bulunmamaktadır.	☒ Evet ☐ Hayır (Bölüm 9'a geçiniz.)
Arıtma çamuru faaliyet sahasında geçici olarak depolanıyor mu?	☐ Evet:ton ☒ Hayır
Arıtılmış atıksu araziye deşarj ediliyor mu?	☐ Evet:m ³ /gün ☒ Hayır

9. FAALİYET SAHASI ÇEVRESİ İLE İLGİLİ BİLGİLER						
Çevre arazilerin kullanım şekli ve sahaya olan mesafeleri:		> 5 km	2-5 km	1-2 km	0.3-1 km	< 0.3 km
	Tarım arazisi	☒	☐	☐	☐	☐
	Orman arazisi	☐	☐	☐	☒	☐
	Vasıfsız arazi	☐	☐	☐	☒	☐
	Yerleşim alanı	☐	☐	☐	☐	☒
	Rekreasyon alanı	☐	☐	☐	☐	☒
	Sanayi alanı	☐	☒	☐	☐	☐
Sahaya en yakın yerleşim yeri:	Ad:					
	Tür:	☐ İlçe	☐ Köy	☐ Kasaba	☒ Mahalle	
	Nüfus:	☐ < 100	☐ 100-1000	☐ 1000-5000	☒ > 5000	

10. YERALTI SUYU İLE İLGİLİ BİLGİLER							
Akifer yapısı:	☒ Belirsiz ☐ Karstik ☐ Çatlaklı ☐ Alüvyal						
Akifere olan mesafe:	☒ Belirsiz ☐ > 10 m ☐ 5-10 m ☐ < 5 m						
Faaliyet sahası içerisinde veya çevresinde su kuyusu bulunuyor mu?	☒ Evet ☐ Hayır (Bölüm 11'e geçiniz.)						
Faaliyet sahası içerisinde veya çevresinde bulunan su kuyularının sayıları:	Saha içi	< 0.3 km	0.3-1 km	1-2 km	2-5 km		
	X						
Faaliyet sahasına en yakın su kuyularının konum, derinlik ve kullanım bilgileri: 1 adet günlük 50 ton kapasiteli kuyu bulunmakta ve tesiste kullanma ve araç yıkama amacıyla kullanılmaktadır.							
Faaliyet sahasına göre konumu ve mesafesi (m):	Derinlik (m):	Akış yönü ¹ :	Kullanım amacı:				
			İçme	Sulama	Proses	Diğer	Kullanım dışı
☒ İç ☐ Dış:	100 MT	☐ AY ☐ TY	☐	☒	☒	☒	☐
☐ İç ☐ Dış:		☐ AY ☐ TY	☐	☐	☐	☐	☐
☐ İç ☐ Dış:		☐ AY ☐ TY	☐	☐	☐	☐	☐
☐ İç ☐ Dış:		☐ AY ☐ TY	☐	☐	☐	☐	☐
☐ İç ☐ Dış:		☐ AY ☐ TY	☐	☐	☐	☐	☐

¹ AY = Yeraltı suyu akışı yönünde, TY = Yeraltı suyu akışının tersi yönde

11. YÜZEY SU KAYNAKLARI İLE İLGİLİ BİLGİLER						
Faaliyet sahası çevresinde yer alan yüzey suları ve sahaya olan mesafeleri:		> 5 km	2-5 km	1-2 km	0.3-1 km	< 0.3 km
	Akarsu / Kanal	☒	☐	☐	☐	☐
	Göl / Baraj	☒	☐	☐	☐	☐
	Deniz	☒	☐	☐	☐	☐
Yüzey suyu kullanılıyor mu?		☐ Evet ☒ Hayır (Bölüm 12'ye geçiniz)				
Kullanılan yüzey suları ve kullanım amaçları:						
Yüzey suyu adı:	Mesafe (km):	Kullanım amacı:				
		İçme	Sulama	Proses	Diğer	
		☐	☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	☐	

12. FAALİYET SAHASI İLE İLGİLİ DİĞER BİLGİLER	
Yağış miktarı:	☐ <350 mm/yıl ☒ 350-1000 mm/yıl ☐ 1000-1500 mm/yıl ☐ >1500 mm/yıl
Taşkın sıklığı:	☒ Taşkın potansiyeli yok ☐ 10-100 yılda bir ☐ 1-10 yılda bir ☐ > 100 yılda bir
Arazi eğimi:	☒ Düz (< %2) ☐ Hafif (%2-6) ☐ Orta (%6-12) ☐ Dik (> %12)
Toprak bünyesi:	☒ Belirsiz ☐ Kaba bünyeli (kumlu, çakıllı) ☐ Orta bünyeli (siltli, tınlı) ☐ Ağır bünyeli (killi)

13. HARİTALAR
☒ Faaliyet sahası vaziyet planı
☒ Faaliyet sahasının çevresini gösterir harita -

EK B: Denetim Formu (TKKNKSDY)**Şüpheli Saha Denetim Formu (TKKNKSDY- EK 7)****T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı**
Şüpheli Saha Denetim Formu

Kod No: ...- 01 Tarih.....

Bu form, toprak kirliliği şüphesi bulunan sahalara ile ilgili bilgilerin toplanması amacıyla hazırlanmıştır. Form, sahanın bulunduğu ilin İl Çevre ve Orman Müdürlüğü görevlileri tarafından doldurulur. Formu doldurmadan önce lütfen formun sonundaki açıklamaları okuyunuz. Form alanlarını açıklamalarda anlatıldığı şekilde ve mümkün olduğunca eksiksiz olarak doldurunuz.

1. GÖREVLİ KİŞİ İLE İLGİLİ BİLGİLER			
Ad-soyad:			
Ünvan:			
Telefon:		Faks:	
E-posta:			

2. DENETİM İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER			
Denetim nedeni:	☐ Ön değerlendirme	☐ Kaza	☐ Şüpheli Saha Bildirimi
	☒ Rutin denetim	☐ Doğal afet	☐ Diğer
Denetim nedeni ile ilgili açıklama:	SAHADA ÇEVRESEL RİSK DEĞERLENDİRMESİ İÇİN NUMUNE ALIMI ÖNCESİ ÖN KONTROLLER YAPILMIŞTIR.		
Saha türü:	☒ Endüstriyel tesis	☐ Sahipsiz saha	
Saha adı:			
İl:	BALIKESİR	İlçe:	MERKEZ

3. KİRLİLİK DURUMU İLE İLGİLİ BİLGİLER			
	Saha içi		Saha dışı
Toprak kirliliği şüphesi:	☐ Yok	☒ Belirsiz	☐ Yok
	☐ Var		☒ Belirsiz
Yeraltı suyu kirliliği şüphesi:	☐ Yok	☒ Belirsiz	☐ Yok
	☐ Var		☒ Belirsiz
Saha içi ve saha dışı, toprak ve yeraltı suyu kirliliği yoksa, Bölüm 7'ye geçiniz.			

4. KİRLİLİK İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Kirlenmenin oluş tarihi:	BİLİNMIYOR
Kirlenmenin nedeni:	☐ Kaza
	☐ Doğal afet
	☒ Depolama
	☐ Mevzuata aykırı şekilde atık bertarafı
	☒ İşletme kaynaklı kirlilik
	☐ Diğer:

Kirlenmenin oluş şekli:	☐ Belirsiz ☐ Döküntü ☒ Sızıntı ☐ Deşarj					
Kirlilik kaynağı:	☒ Birincil kaynak ☐ İkincil kaynak					
Kirlilik kaynağının konumu:	☐ Yüzeysel ☒ Yer altı					
Kirlilik kaynağının yeri:	KİRLİLİK KAYNAĞI AKARYAKIT – LPG TANKLARI İLE BORU HATLARINDAN KAYNAKLI OLABİLECEKTİR					
Kirletici miktarı:	☒ Belirsiz	☐ <1	☐ 1-10	☐ 11-100	☐ >100	☐ m ³ ☐ ton
Kirlenmiş alan büyüklüğü:	☒ Belirsiz	☐ <10m ²	☐ 10-100m ²	☐ 101-1000m ²	☐ > 1000m ²	
Kirleticinin muhafaza durumu:	☐ Belirsiz ☐ Kirlenmiş toprak, ambalajsız mamuller veya kötü durumdaki konteyner ☐ Paslanmış, hasar görmüş konteyner ☐ Darbelere karşı dayanıksız ancak iyi durumdaki konteyner ☒ Darbelere karşı dayanıklı ve iyi durumdaki konteyner					
Kirlilik kaynağının kontrolü:	☐ Kaynak kontrol altına alınmamış ☒ Kaynakta etki azaltıcı önlem alınmış (TANK HAVUZU VAR) ☐ Kaynak kontrol altına alınmış					
Acil müdahale yapılmış mı?	☐ Evet ☒ Hayır (Bölüm 5'e geçiniz)					
Acil müdahale bilgileri:	-----					

5. KİRLİLİĞE NEDEN OLAN MADDE İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Kirleticinin fiziksel hali:	☐ Belirsiz ☐ Katı ☐ Çamur ☒ Sıvı
Kirletici madde türü:	☐ Belirsiz ☐ Atık ☒ Kimyasal
Belirsiz	
Kirleticiden doğrudan örnek alınabiliyor mu?	☐ Hayır ☒ Evet
Atık	
Atık adı:	Atık kodu:
DİĞER YAKITLAR TANK DİBİ ÇAMURU	130703 050103
Kimyasal	
Kimyasal adı: DİZEL	

		CAS No:	68334-30-5
Tür:	☒ Tehlikeli ☐ Tehlikesiz		
Kimyasal adı: BENZİN			
		CAS No:	86290-81-5
Tür:	☒ Tehlikeli ☐ Tehlikesiz		
Kimyasal adı: LPG			
		CAS No:	68476-85-7
Tür:	☒ Tehlikeli ☐ Tehlikesiz		

6. KİRLİLİK NEDENİYLE GÖZLENEN OLUMSUZ ETKİLER İLE İLGİLİ BİLGİLER

İnsan sağlığı üzerine etki şüphesi:	☒ Belirsiz	☐ Yok	☐ Var
Yüzey suları üzerine etki şüphesi:	☐ Belirsiz	☒ Yok	☐ Var
Fauna/flora üzerine etki şüphesi:	☒ Belirsiz	☐ Yok	☐ Var

7. KİRLİLİK İLE İLGİLİ GÖRSEL BİLGİLER

- ☐ Şüpheli kirliliğin yerini ve yayılımını gösteren saha krokisi
☒ Fotoğraflar (..... adet)

8. NOTLAR

--

EK C: Laboratuvar Analiz Raporu Örneği

AST ÇEVRE ÖLÇÜM VE ANALİZ LABORATUVARI ANALİZ RAPORU Yeni Yol Sokak Etap İş Merkezi B Blok No : 20 D : 7-8 kat 2 Acıbadem Kadıköy / İSTANBUL Tel: +90 (216) 326 27 78 Faks: +90 (216) 545 87 03 www.astlab.com.tr info@astlab.com.tr		 AST Laboratuvar Hizmetleri AST Laboratuvar Rapor No TPR-150114-04 01.2014
---	--	--

ANALİZ RAPORU TEST REPORT

Talep Eden Ünvanı : MPT ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ VE MÜHENDİSLİK A.Ş.			
<i>Customer name</i>			
Talep Edenin Adresi : Hennem cd. Kible sk. No:72. Ümraniye / İstanbul.			
<i>Customer address</i>			
Talep/Teklif No :	AST.TPR.14-01.001R2		
<i>Order #</i>			
Rapor No :	TPR-150114-04	Rapor Tarihi :	28.01.2014
<i>Test report no</i>		<i>Date of test report</i>	
Numune Kayıt No :	TPR-150114-04	Numunenin Alındığı Yer :	SI / 1,5M
<i>Sample #</i>		<i>Location of sampling</i>	
Numune Cinsi/Durumu :	Toprak (Toprak)	Alındığı Koordinat :	N 39°39'47"
<i>Sample type/status</i>		<i>GPS Coordinates</i>	E 027°50'917"
Numuneyi Alan :	AST Laboratuvar Personeli	Numune Alınma Tarihi :	15.01.2014 -
<i>Sampler</i>		<i>Date of sampling</i>	
Numune Alınma Şekli :	-	Numune Kabul Tarihi :	15.01.2014
<i>Method of sampling</i>		<i>Sample date of receipt</i>	
Numunenin Getirilişi :	Yerinden Alınma	Analiz Tarihi :	15.01.2014 - 23.01.2014
<i>Sample handling</i>		<i>Date of test</i>	
Numune Miktarı / Ambalajı :	Kilitli Poşet / 1kg	Numuneye Uygulanan İşlemler :	-
<i>Sample Amount/Packaging</i>		<i>Sample pre-treatment</i>	

Metot Numarası - Tarih	Metot Adı
EPA 200.7	Trace Elements in Water, Solids, and Biosolids by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
EPA 3051 A	Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils
EPA 5021 A:2003/EPA 8015 D:2003	Volatile Organic Compounds in Various Sample Matrices Using Equilibrium Headspace Analysis/Nonhalogenated Organics Using GC/FID
EPA 9023:1996	Extractable Organic Halides (EOX) in Solids
TS 12090	Katı Atıklardan Numune Alma Kuralları
TS EN 14039	Atıkların nitelendirilmesi - C10-C40 aralığındaki hidrokarbon muhtevasının gaz kromatografisi ile tayini

Numune Kodu: (TPR-150114-04)

Yapılan Analizler	Analiz Metodu	Analiz Sonucu
Bakır (Cu) (mg/kg)	EPA 200.7	20,38
Baryum (Ba) (mg/kg)	EPA 200.7	294,0
BTEX** (mg/kg)	EPA 5021 A:2003/EPA 8015 D:2003	<0,02
Çinko (Zn) (mg/kg)	EPA 200.7	61,63
Kadmiyum (Cd) (mg/kg)	EPA 200.7	<1,250
Kurşun (Pb) (mg/kg)	EPA 200.7	27,93
Nikel (Ni) (mg/kg)	EPA 200.7	35,42
Toplam Organik Halojenler (TOX)** (mg/kg)	EPA 9023:1996	28,79
Toplam Petrol Hidrokarbonları (mg/kg)	TS EN 14039	69,5
Uçucu Organik Bileşikler** (mg/kg)	EPA 5021 A:2003/EPA 8015 D:2003	0,096

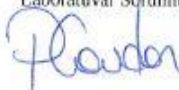
S1-2 Numaralı numunedir.

**İşaretili Analizler İş Birliği ve Taşeron laboratuvar tarafından yapılmıştır.

TS: Türk Standartları

EN: European Norms

EPA: Environmental Protection Agency

Analiz Sorumlusu Pelin ÇAVDAR Laboratuvar Sorumlusu 	Raporu Hazırlayan Duygu BALKAN Numune Kabul ve Raporlama Sorumlusu 	Raporu Onaylayan Uğur ÖNCEL Teknik Müdür 
---	--	--

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Öyküm HIZ
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 16.08.1986
E-Posta : oykm86@gmail.com



ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2009, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Mühendisliği Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

13.10.2014 - devam

Şirket Adı : Yıldırım Holding (Yılmaçen)
Pozisyon : EHS Koordinatörü
Çalışma Konuları : Çevresel Risk Yönetimi (ERA/ESA/EIA), Çevre-Kalite-Sağlık-Emniyet Yönetimi (EHS-Q), Saha Faaliyetleri Yönetimi, EHS Organizasyonlarının Dünya Standartlarında uygulanması, ISO 14001-ISO 9001-OHSAS 18001 Entegre Yönetimi, EHS Organizasyonlarının Projelendirilmesi & Bütçelendirilmesi, Çevresel Durum Tespiti & Değerlendirme, EHS Eğitimleri, Çevre ve Sosyal Etkilerin değerlendirilmesi

10 .10.2012 / 04.10.2014

Şirket Adı : MPT Çevre Teknolojileri ve Mühendislik A.Ş.
Pozisyon : Teknik Direktör - Kurumsal QHSE Yöneticisi
Çalışma Konuları : Kirlenmiş Sahaların İyileştirilmesi ve Toprak Kirliliği Kontrolü, Kirlenmiş Sahaların Risk Değerlendirmesi ve Risk Yönetimi (ERA/ESA/EIA), Çevre-Kalite-Sağlık-Emniyet Yönetimi (QHSE), Çevresel Acil Durumlara Müdahale Organizasyonları ve Saha Faaliyetleri Yönetimi, Çevresel Durum Tespiti & Değerlendirme, Tedarikçi Yönetimi ve Teknik Satın almalar, Kamu Kuruluşları İlişkilerinin yürütülmesi, Akaryakıt tankları ve boru hatlarının sızıntı-kaçak testleri ve temizlenmesi, Robotik Tank Teknolojilerinin yürütülmesi, Tehlikeli atıkların ve kimyasalların kontrolü, Çevre ve Atık Yönetimi,, Yenilenebilir Enerji,, Yer altı suyu kirliliği kontrolü ve kirlilik giderimi çalışmaları

14 .08.2009 / 05.10.2012

Şirket Adı : ASD ORMAN ÜRÜNLERİ PAZ. SAN. TİC. A.Ş
Pozisyon : Proje Satış Mühendisi

01.06.2009/ 20.08.2009

Şirket Adı : PİARPI HAVUZ SAUNA SİSTEMLERİ A.Ş
Pozisyon : Çevre Mühendisi