

# Akaryakıt İstasyonları Özelinde Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik'in Aşamaları ve Uygulamaları

*Phases and Applications of the Regulation on Control of Soil Pollution and Point Source Contaminated Sites Specific to Fuel Stations*

Orhan GÖKYAY<sup>1</sup> , Gökberk KARA<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Marmara Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34722, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, 34722, İstanbul, Türkiye

## Öz

Sanayinin gelişmesi, nüfusun artması ve şehirleşme gereksinimi, daha çok enerjinin ve kimyasal maddenin tüketimini doğurmuştur. Buna bağlı olarak akaryakıt istasyonlarının sayısı 1990'lı yıllara göre artan bir ivme göstermiştir. Enerji Piyasası Denetleme Kurulu (EPDK) 2022 verilerine göre Türkiye genelinde yaklaşık on üç bin lisanslı aktif akaryakıt istasyonu olduğu ve bu istasyonların faaliyetleri gereği yeraltı akaryakıt tanklarında sürekli olarak binlerce litre akaryakıt ürünleri barındırdıkları bilinmektedir. Akaryakıt istasyonlarının birçoğunun mücavir alan sınırları içerisinde olması, mevcut yeraltı akaryakıt tanklarının yaşlarının 10, hatta 20 yıl üzerinde olması, yeraltı ve yerüstü kaynaklarına yakın mesafede kurulmuş olmaları, gaz detektörü olmayan bodrum katlarının olması, yakıt istasyonlarında olası parlama, patlama, sızıntı gibi nedenlerle toprak ve yeraltı suyu kirliliği başta olmak üzere, çevre ve halk sağlığı açısından birçok potansiyel riski de beraberinde oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, 8.6.2010'da yayımlanan ve 237 adet sektörü ve de binlerce tesisi kapsayan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (TKKNKSDY)'in, faaliyetleri sebebiyle binlerce litre petrol ve türevi kimyasal barındıran akaryakıt istasyonlarının özelinde incelenmesi ve buralarda olası toprak ve yeraltı suyu kirliliğinde çevre ve halk sağlığı açısından TKKNKSDY aşamalarının ortaya konmasıdır. Bu şekilde yaşanan zorlukların azalacağına ve olası kafa karışıklıklarının giderileceğine inanılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Petrol Sızıntısı, Toprak ve Yeraltı Suyu Kirliliği, Halk ve Çevre Sağlığı, Akaryakıt İstasyonu, Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (TKKNKSDY)

## Abstract

The development of industry, the increase in population and the need for urbanization have led to the consumption of more energy and chemicals. Therefore, the number of fuel stations showed an increasing momentum compared to the 1990s. According to 2022 data of the Energy Market Supervision Board (EMSB), it is known that there are approximately thirteen thousand licensed active fuel stations throughout Türkiye and that these stations constantly contain thousands of liters of fuel products in underground fuel tanks due to their activities. Fuel stations pose many potential risks in terms of environment and public health, particularly groundwater pollution because most of them are within the borders of the adjacent area, the age of the existing underground fuel tanks is over 10 or even 20 years, they are established near underground and aboveground sources, there are basements without gas detectors, and due to possible flashes, explosions, leaks, etc.

The aim of this study is to examine the Regulation on Control of Soil Pollution and Point Source Contaminated Fields (RCSPPSCF), which came into force after being published in the Official Gazette No. 27605 on 8 June 2010, covers 237 sectors and thousands of facilities, specifically for fuel stations that contain thousands of liters of petroleum and derivative chemicals due to their activities and is to reveal the stages of RCSPPSCF in terms of environment and public health in possible soil and groundwater pollution in these areas. It is believed that the difficulties experienced will be reduced and possible confusions will be eliminated.

**Keywords:** Oil Spill, Soil and Groundwater Contamination, Environment and Public Health, Retail Petroleum Station, Regulation on Controlling Soil Pollution and Point-Source Polluted Fields (RCSPPSCF)

## I. GİRİŞ

Sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak Türkiye'de de motorlu kara taşıtlarının kullanımının ve dolayısıyla petrol ve petrol türevlerine olan ihtiyacın artması ile birlikte ülkenin tamamında yüzlerce akaryakıt istasyonu kurulmuştur ve kurulmaya devam etmektedir. Konumları gereği, şehirlerarası karayolları üzerinde akarsular, rekreasyon alanlarına yakın olmaları, mücavir alan sınırları içerisinde hastane, okul, ibadet alanları gibi hassas alanlara yakın olmaları, faaliyetleri gereği ise, büyük çoğunluğu ulaşım sektöründe kullanılmak üzere, içerisinde

petrol ve türevleri bulunan yeraltı ve/veya yerüstü depolama tankları bulundurmaları sebebiyle toprak ve yeraltı suyu açısından önem arz etmektedirler.

Akaryakıt istasyonları, toprak ve yeraltı suyu kirliliğinin noktasal olarak değerlendirilip, teşhis ve rehabilitasyon aşamalarını da içeren ve 237 sektörü kapsayan TKKNKSDY açısından incelendiğinde; akaryakıt istasyonlarındaki depolama tankları, toprak ve yeraltı suyu kirliliği için potansiyel kirletici kaynağı oluşturmaktadır. Ulaşım, barınma gibi günlük ihtiyaçlar için gerekli enerji kaynağının büyük çoğunluğunun karşılandığı petrol ve türevleri; kaza, sızıntı, sabotaj gibi durumlarda toprak kirliliği ve toprağın geçirimli olması, kirliliğin yeraltı suyuna ulaşması halinde hem bölgede yaşayanlar için hem de çevre sağlığı açısından ciddi problemler oluşturmaktadır [1].

Petrol sektörünün hem dünya hem de Türkiye ekonomisi üzerinde en önemli sektörlerden biri olduğu bilinmektedir. Sanayi ve ev içi tüketim gibi pek çok alanda kullanılan petrol ve ürünleri, dünya enerji ihtiyacının çok önemli bir bölümünü karşılamaktadır [2]. Petrol, içerisinde çevreye ve insan sağlığına önemli zararlar verebilecek toksik kimyasallardan oluşmaktadır.

Enerji Piyasası Denetleme Kurulu (EPDK) belirli aralıklarla Türkiye’de petrol piyasasındaki akaryakıt istasyonları sayılarını yayımlamaktadır. Türkiye’de Petrol Piyasası Bayilik Lisansı verilen ve yürürlükte olan akaryakıt istasyonu sayısı 2014 yılı için 12.878 adet olduğu bilinmektedir [3]. 2022 yılı EPDK istatistikleri incelendiğinde ise ülkemizde 12.961 benzin istasyonu bulunmaktadır. Aktif olarak faaliyet gösteren yaklaşık 13.000 akaryakıt istasyonun her birinde ortalama 4 adet akaryakıt depolama tankının olduğu varsayılırsa, Türkiye’de içerisinde benzin, mazot gibi 50.000’den fazla akaryakıt depolama tankı olduğu düşünülmektedir.

Akaryakıt istasyonları, petrol ve türevlerini depolayan tesisler, petrol rafinerileri öncelikli olmak üzere, birçok sektörde, bazı proseslerde ve sektörlerde hem yeraltı hem de yer üstü tanklarında benzin, mazot gibi petrol ürünleri depolanmaktadır. Akaryakıt istasyonlarının doğası gereği faaliyetlerinden kaynaklı potansiyel kirlilik, çevrenin ve insan sağlığının korunması için alınması gerekli tedbirleri zorunlu kılmaktadır. Çevre ve halk sağlığı açısından düşünüldüğünde, olası herhangi bir petrol sızıntısı, çevre kazası, parlama, patlama sonucu tahribat veya doğal afet (örneğin deprem, erozyon, toprak kayması) durumunda binlerce litrelik yeraltı veya yerüstü tanklarının kirletici konumunda olduğu görülmektedir [3].

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de akaryakıt depolayan, bilinen veya henüz varlığı bilinmeyen

sebeplerle toprak ve yer altı suyuna petrol sızıntısına neden olan firma, kurum ve kuruluşlar bulunmaktadır. Çevre ve halk sağlığını tehdit eden bu potansiyel kaynakların başlıca sebepleri; akaryakıt firmalarının periyodik çevresel yükümlülüklerini yerine getirmemeleri ve böylece ömrü dolan yer altı ya da yerüstü tankları kontrol etmemeleri tanktan toprağa akaryakıt sızmasına neden olmaktadır. Tank veya iletim hatlarından sızan akaryakıt bir süre sonra toprağa temas etmektedir. Toprak eğer geçirimli bir yapıdaysa ve yer altı suyu zemine yakın bir noktada ise kirliliğin yer altı suyuna da karışma potansiyeli bulunmaktadır. Akaryakıt kaynaklı kirlilik yeraltı suyu ile geniş alanlara ulaşmaktadır.

Akaryakıtın toprağa ve dolaylı olarak yeraltı suyuna sızması sebebiyle oluşan kirliliğin tespiti ve giderimi üzerine yapılmış çalışma ve denetimlerin Türkiye’de oldukça sınırlı olduğu bilinmektedir. Valilikler oluru ile Toprak Kirliliği Kirilenmiş Saha Değerlendirme ve İzleme Komisyonları sınırlı denetmenleri ile potansiyel şüpheli sahaları tespit etmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri tarafından yapılan planlı ve ani denetimler çerçevesinde; kimyasal madde barındıran depolama tankları, fabrikalar ve özellikle akaryakıt istasyonları toprağı kirleten veya kirletme potansiyeli olan hassas tesisler arasında yer almaktadır. TKKNKSDY gereğince kapsam dahilinde olan sektörlerle ve yetkililerce yapılan denetimlere bakıldığında, başta sanayinin yoğun olduğu Marmara Bölgesi olmak üzere, tüm Türkiye’de denetlenmediği fakat toprağa kimyasal sızdırma ihtimali olan şüpheli akaryakıt istasyonlarının da dahil olduğu endüstriyel tesislerin, sahaların olduğu bilinmektedir. Türkiye’de toprak ve yeraltı suyunun ne derecede veya ne kadar süredir kirlenmiş olduğu bilinmemekle beraber, toprak kirlilik haritasının çıkarılmasına ilişkin yapılan ve kayıt altına alınmış çalışmalar da oldukça kısıtlıdır [4].

Bu çalışmanın akaryakıt istasyonları özelinde TKKNKSDY’ni inceleyerek, karmaşık görünen süreçleri daha açık bir şekilde ortaya koymaktır. Yönetmeliğin gerektirdiği adımları doğru bir şekilde uygulamak zorlayıcı olabilmektedir. Bu çalışma pek çok gri alanın berraklaşmasına yardımcı olacaktır.

### 1.1. Petrol Kirliliğinin Toprak ve Yeraltı Suyuna Yayılımı ve Çevreye Etkisi

Petrol piyasası ve toprak kirliliği açısından incelendiğinde “petrol kaynaklı toprak kirliliği” tahribat etkisi yüksek çevre kirliliğine neden olmaktadır. “Kara İnci” olarak da isimlendirilmiş olan petrol ve türevlerinin bilerek veya bilmeyerek önce toprağa, sonra yeraltı suyuna sızma veya dökülmeleri, çevre kirliliğinin oluşmasına neden olduğu için, petrol kirliliği dünyada hassas olarak takip edilmektedir. Dünyada üretilen petrolün yılda yaklaşık 9 milyon metrik tona yaklaştığı bilinmektedir ve üretilen miktarın büyük bir kısmının çevre kirliliği oluşturma

potansiyeli olacak şekilde kullanımının olduğu öngörülmektedir [5]. Petrol ve petrol türevleri; toprak, yüzey suyu, yeraltı suyu, içme suyu, akarsu, göl, kıyı ve deniz kirlenmesine neden olmaktadır. Tüm dünya ülkeleri, petrol kullandığı için petrol kirliliğinin tehdidi altında yaşamaktadır. Nijerya Petrol Enstitüsü'nde 19 Temmuz 1970'te, petrol türevi maddelerden kaynaklı kirlilik nedeniyle, 607 hektar tarım arazisinin kirlendiği tespit edilmiştir [5].

24 Mart 1989'da Alaska'da Exxon-Valdez firmasına ait petrol tankerinden 42 milyon varil ham petrolün dökülmesi doğada kirlenme ve tahribata sebep olmuştur. Bu kirlenme, Prens William Koyu'nu oldukça etkileyerek güneybatı şeridindeki 750 km'den daha fazla bir alana yayılmış (Kenai Yarımadası, Kodiak Adaları ve Alaska Yarımadası) ve milyonlarca kuş ve balığı öldürmüştür [6].

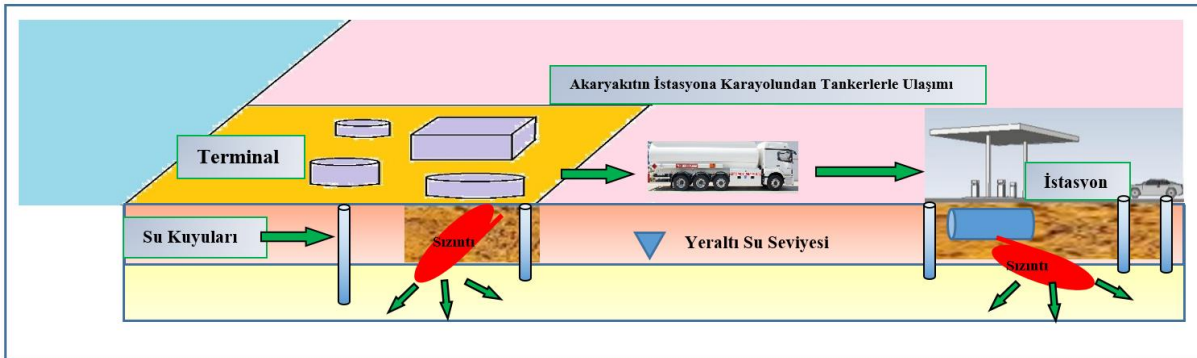
1967 – 2004 yılları arasında denizlerde meydana gelen petrol kirliliği vakaları olmuştur. 20 Nisan 2010 tarihinde Meksika Körfezi'nin kıyıya 40 deniz mili uzaklığında İngiliz BP petrol platformunda meydana gelen yangın ve patlama neticesinde, platformdan çevreye petrol yayılımı olduğu bilinmektedir [7].

Türkiye'de yaşanan pek çok tanker kazası, rafineri ve endüstriyel kirlenme olayları bulunmaktadır [8]. Endüstriyel kirlenme vakalarına örnek olarak, 13 Nisan 2005'te Şanlıurfa'nın Bozova İlçesi'nde petrol taşımacılığı yapan ve Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) firmasının olduğu tespit edilen petrol içeren boru hatlarında patlama olması sebebiyle çevreye ve Atatürk Barajı Göleti kıyılarında 4 cm kalınlığında kirlilik tabakası oluşmuş olması binlerce ton ham petrol sızmasının sonucudur. Güney Doğu Anadolu Bölgesinde enerji ve sulama amaçlı kullanılan bir baraj gölü olan Fırat Nehri üzerinde kurulu olan Atatürk Baraj Göleti, hem balık ve kaplumbağa üretimi yapılması açısından, hem de içme suyu tesisi olarak kullanılması sebebiyle önemli bir su kaynağıdır. Şanlıurfa İli, Bozova ilçesinde BOTAŞ petrol boru hatlarında sızma olması ve ardından da yangın olması sebebiyle endemik bir tür olan, Fırat Nehri kıyılarında görülen Rafetus kaplumbağaları, petrol kirliliğinden önemli ölçüde zarar görmüş, petrol kirliliğinden etkilenmişlerdir [9].

18 Ocak 2022'de Kahramanmaraş'a bağlı Pazarcık İlçesinde konumlanmış olan BOTAŞ'a ait ham petrol boru hattında patlama olmuş ve petrole bağlı toprak kirliliği meydana gelmiştir [10].

Denizlerde meydana gelen petrol kirliliği sebepleri, petrol tankerleri kazaları, petrol platformlarında meydana gelen kazalar, limanlarda petrol türevi maddelerin gemilere dolumu veya gemilerden boşaltımı olarak sayılabilir. Karada meydana gelen petrol kirliliği sebeplerini ise petrol arama esnasında sondaj çalışmaları sebebiyle petrol rezervuarlarındaki sızıntılar, petrolü karada borular vasıtasıyla taşıyan iletim hatlarında oluşabilecek sızıntılar ve sabotaj gibi vakalar oluşturmaktadır.

Petrolün, toprağa karışması durumunda hareketlilik potansiyeli olduğu ve yayılım neticesinde yeraltı suyuna da sızma olasılığı olduğu bilinmektedir. Petrol toprağı nemlendirir ve toprak yapısının geçirimli olması, hidrojeolojik koşulların imkân oluşturması ile yer altı suyunu da kirlitebilir. Petrolün doğasında bulunan hidrokarbonlar, yeraltı su seviyesine ulaştığında jeolojik ve hidrojeolojik koşullara bağlı olarak dikey ve yatay vaziyette su içinde yayılma eğilimi gösterirler. Petrol arama sondajlarından başlanarak, akaryakıt istasyonlarından araçlara doldurulmasına kadar olan atık materyallerinin toprakta ve yer altı suyunda oluşması potansiyel kontaminasyonun tahmini şeması Şekil 1'de gösterilmiştir. Petrol ve türevi maddelerinin oluşturabileceği bu kirlilik ile karşılaşılması durumunda alınması gereken önlemler; yer altı suyunu ve toprağın kirlenmiş kısmının iyileştirilmesini sağlamak, kaynağında, yani sızma olan alanda vuku bulmuş yatay dağılımı gidermek olmalıdır. Petrol türevi maddelere bağlı kirlenmiş olan toprakların iyileştirilmesi zordur. Özellikle ham petrole bağlı toprak kirliliğinin gideriminin ise daha zor olduğu bilinmektedir. Petrol hidrokarbonları, müdahale edilmez ve toprak temizleme çalışmaları yapılmaz ise, kirliliğin toprak içerisinde yayılımı ihtimalinden dolayı, kirlilik giderimi aylarca sürecektir olan yeraltı suyu kirliliğini de oluşturabilirler [11].



Şekil 1. Toprakta ve yeraltı suyunda petrolün rafinerilerden akaryakıt istasyonlarına olan dağıtım esnasında oluşan kirlilik (uyarlama) [1].

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

TKKNKSDY gereğince Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması kapsamında 237 adet sektör belirlenmiştir ve akaryakıt istasyonları da bu sektörlerden biridir. Bu çalışmada akaryakıt istasyonları açısından TKKNKSDY'nin süreçleri ve faaliyet sahiplerinin yükümlülükleri incelenmiştir.

### 2.1. Akaryakıt İstasyonları Özelinde TKKNKSDY Süreçleri

TKKNKSDY'nin yayımlanması, faaliyetleri gereği kirlenme potansiyeli barındıran 237 adet sektördeki faaliyet sahipleri için bazı zorunluluklar getirmiştir. Bu zorunluluklardan bir tanesi TKKNKSDY EK-3'te ilgili faaliyete ilişkin ön bilgilerin edinildiği formun doldurulması, imzalanması, ilgili Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü'ne sunulması işlemidir. Toprak veya yeraltı suyu kirliliğini gösterir parametreler ise potansiyel toprak kirlenme parametreleri olarak bilinmektedir ve sahaya özgü yani jenerik olarak yine TKKNKSDY EK-2 de belirtilmiştir. TKKNKSDY gereğince akaryakıt istasyonları Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması (NACE) kapsamında kısaca 4730 koduyla belirlenmiş olup, otomotiv yakıtının perakende satışını yapan tesisler olarak nitelendirilmiştir. Akaryakıt istasyonları özelinde; toprak ve yeraltı suyu açısından kirlenmiş ve/veya kirlenme potansiyeli olan tesislerde Kirlilik Tespitinde İzlenecek yol en basit haliyle Şekil 2'de açıklanmıştır.

Akaryakıt tesisinin şüpheli saha olduğunun anlaşılması ile kirlenmiş veya komşu tesisleri de kirlenme potansiyeli bulunan tesiste, alanda, sahada yapılması planlanan toprak örnekleme, analiz çalışmaları sürecin en başından itibaren plan dahilinde ilerlemelidir. Bu sebepledir ki, toprak veya yeraltı suyu örneklemleri başlamadan önce ilgili tesis yetkilisi, toprak ve yeraltı suyu sondaj örnekleme noktalarını, sondaj yöntemlerini, sondaj lokasyonlarını belirleyici planı, yani tesise ilişkin toprak ve yeraltı suyu analiz ve örnekleme planını (SÖAP), toprak yeterlilik belgesi almış olan yetkin kuruluşlara hazırlatması gerekir. SÖAP, uzman yeterlik sahibi kuruluş tarafından ilgili valilik oluru ile oluşturulan Kirlenmiş Saha Değerlendirme ve İzleme Komisyonu'na imzalı olarak sunulup, ancak Komisyonca onaylandıktan sonra toprak ve/veya yeraltı suyu örnekleme çalışması yapılmalıdır [12].

### 2.2. Petrolün Fiziksel ve Yapısal Özellikleri

Petrol 21. yüzyıldan beri önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Petrol kelimesi, Latince "Petro" (Taş) ve "Oleum" (Yağ) kelimelerinin birleşmesiyle "Taşyağı" anlamına gelmektedir. Fiziksel olarak doğada gaz, katı ve sıvı karışım halinde, birlikte "hidrokarbon" tanımlaması yapılmıştır. Gaz fazındaki petrole "Doğal

Gaz", sıvı halinde temin edilen petrole de "Ham Petrol" denilmektedir [13].

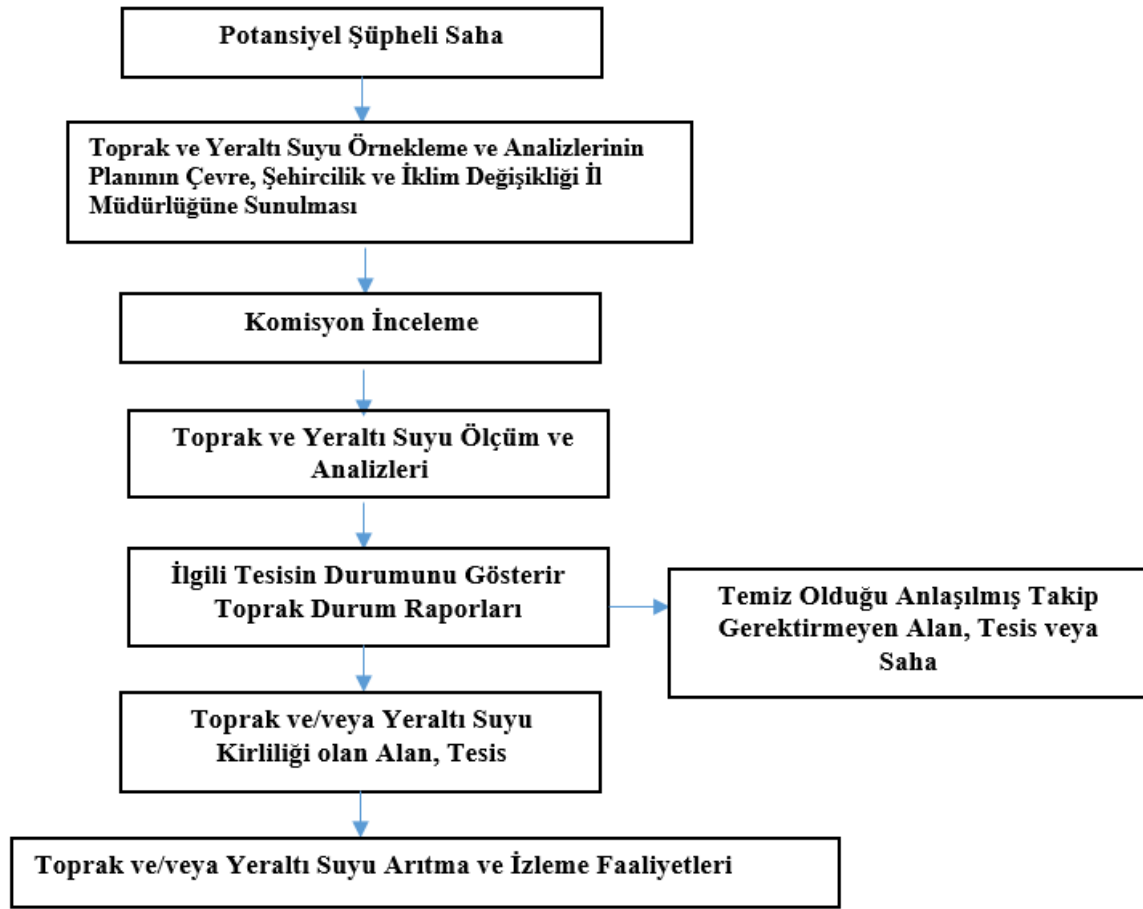
Ham petrolün fiziksel özellikleri incelenirse; yeşil veya yeşilimsi, siyah veya açık sarı renk içerdiği bilinmektedir. Yoğunluk arttıkça renk de koyulaşmaktadır. Hoş kokulu olan petrol içinde hafif hidrokarbonlar; kötü kokulu olan ham petrol içerisinde ise doymamış hidrokarbon, kükürt ve azot bulunduğu bilinmektedir [12]. Ham petrolün yoğunluğu, petrolün kimyasal bileşiminin bir yansımasıdır. Petrolün yoğunluğuna etki eden etmenler ise; içeriğinde bulunan gaz miktarı, kükürt oranı ve sıcaklığı sayılabilir. Petrol, yoğunluğu 1,00 gr/cm<sup>3</sup> olan sudan daha hafif bir madde olup, yoğunluğu 0,6 ila 1,00 gr/cm<sup>3</sup> olduğu bilinmektedir [14] ve su üzerine çıkmaktadır [15].

Petrol, hidrokarbonlar olarak nitelendirilen karbon ve hidrojen elementlerinden meydana gelmektedir. Ancak, karbon ve hidrojen elementleri, birçok karmaşık molekül yapıları oluşturmaktadır.

Petrol doğada, katı, sıvı veya gaz olarak bulunabilir. Sıvı olan petrol türlerinin kimyasal yapısı incelendiğinde oran olarak %82 – %87 karbon ve yaklaşık %12 – %15 hidrojen içermektedir. Petrolün çok düşük oranlarda azot, fosfor, kükürt ve oksijen de içerdiği bilinmektedir. Karmaşık sayılabilecek bir karışım olan petrolün, fraksiyonlarına ayrıldığında, n-alkanlar (doymuş), aromatik ve asfaltik (polar) hidrokarbonlardan oluştuğu görülmektedir. Doymuş hidrokarbonlar n-alkanları, dallı alkanları ve sikloalkanları içermektedir. n-alkan zincirleri genellikle petrol karışımında kolayca parçalanıp, alkilenebilen kısımlardır. Aromatik hidrokarbonlar aerobik bakteriler vasıtasıyla daha da küçük parçalara ayrılmaktadırlar. Petrol hidrokarbonların ağır grubunu oluşturan asfaltik kısımların küçük parçalara ayrılma işleminin metabolik süreci ise henüz çok az anlaşılmıştır [16]. Petrol dağıtım sektöründe beyaz yakıt, siyah yakıt ve havacılık yakıtı olarak sınıflandırılmaktadır. Beyaz olarak sınıflandırılmış olan ürünler motorlu araçlarda, siyah ürünler ise, sanayi ve ısınma kaynaklı olarak kullanılmaktadır [17].

### 2.3. Türkiye'de Toprak Kirliliği Mevzuatı

Ülkemizde toprak kirliliği; hava ve su kirliliği ile kıyaslandığında önemi daha sonra anlaşılmıştır, çevre mevzuatı incelendiğinde de toprak kirliliği ile ilgili yönetmelik, tebliğ ve bildirimlerin son 15-20 yılda gerçekleştiği görülmektedir. 10 Aralık 2001 tarihinde Çevre Bakanlığı tarafından "Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" yayımlanmış ve 31 Mayıs 2005 tarihinde ise revize edilmiştir. Türkiye'de toprak kirliliği konusunda yayımlanmış ilk yönetmelik olan bu yönetmelik, 8 Haziran 2010 tarihinde yürürlükten kaldırılarak, noktasal bazlı ve risk bazlı toprak ve yeraltı suyu açısından daha kapsamlı olan TKKNKSDY yürürlüğe girmiştir.



Şekil 2. Akaryakıt istasyonları özelinde TKKNKSDY çerçevesinde izlenecek Genel İş Akım Şeması [12].

Faaliyetleri gereği çevre açısından zararlı, zehirli, toksik, kanserojen yüzlerce litre kimyasalları yeraltı veya yer üstü depolama tanklarında depolayan endüstriyel tesislerde ya da petrol ve türevlerini yüzlerce kilometre ileten petrol firmalarının iletim hatlarında bilerek veya bilmeyerek yangın, parlama, patlama, sabotaj gibi kazalar meydana gelebilmektedir. Bunların neticesinde toprak ve yeraltı suyu kirliliği meydana gelmekte ve önlenmesi, rehabilitasyonu aylar süren çevre tahribatları oluşmaktadır. Türkiye’de TKKNKSDY gereğince kapsama dahil edilen 237 sektörde binlerce endüstriyel kuruluş faaliyet göstermektedir ancak kirlenmiş alanlar, toprak ve yeraltı suyu açısından iyileştirilmesi, rehabilitasyonunun yapılması gerekli alan, tesis, kuruluş sayısı henüz istatistik olarak bilinmemekle birlikte Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri tarafından yapılan denetimler de oldukça sınırlı sayıdadır ve 2015 yılından itibaren uygulanmaya başlanmıştır.

Toprak kirliliği olan veya potansiyel toprak kirliliği şüphesi olan sektör ve tesisleri teşhis etmek için, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından web tabanlı Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi oluşturulmuştur.

Bu uygulama sayesinde, çevresel açıdan toprak veya yeraltı suyu etkisi olan tesislerin web tabanlı takip edilmesi sağlanmış, toprak kirlilik şüphesi olan tesisler kayıt altına alınmaya başlanmış, toprak ve yeraltı suyu kirliliği temizleme ve izleme çalışmaları açısından envanter oluşmaya başlanmıştır [12].

TKKNKSDY Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2010 yılında yayımlanmış ve 2015 yılında tüm maddeleri ile birlikte yürürlüğe girmiştir. TKKNKSDY’ye ek olarak yine Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından teknik rehberler ve Kirlenmiş Sahalar Sistemi yayımlanmıştır. Kirlenmiş alanlarda toprak kirliliğinin giderilmesi için hangi aşamaların uygulanması ve temizleme iyileştirme faaliyetlerinin hangi yöntem, teknoloji kullanılarak yapılması gerektiği hususunda bu rehber dokümanların esas alınması gereklidir [12].

### III. BULGULAR VE TARTIŞMA

**3.1. Toprak ve Yeraltı Suyu Kirliliğini Noktasal İnceleyen TKKNKSDY’in Kapsamı ve Aşamaları**  
TKKNKSDY, 42 Madde, 13 Ek, 3 teknik rehberden ve teknik dokümandan oluşmaktadır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayımlanan Teknik Rehberler ve Kılavuzlar;

- Toprak ve yeraltı suyu açısından kirlenmiş tesislerin incelenmesi için oluşturulan Teknik Rehber (KSETR)
- Toprak ve yeraltı suyu açısından kirlenmiş alanların çevre ve halk sağlığı risklerinin değerlendirildiği teknik rehber (KSTDTR)
- Toprak ve yeraltı suyu açısından kirlenmiş alanların nasıl temizleneceği ve kontaminasyon gideriminin hangi yöntemlerle izleneceğine ilişkin oluşturulan teknik rehber (KSTİR)
- Toprak ve yeraltı suyu açısından kirlenmiş alanların arıtma teknolojilerini içerir İyileştirme Teknolojileri Kılavuzu'dur.

Teknik doküman ise;

-Kirlenmiş Sahalar Yönetim Sistemi Teknik Dokümanı (KSYSTD) olarak isimlendirilmiştir.

İlgili yönetmeliğin 13 adet eki bulunmaktadır. 2 numaralı eki incelendiğinde toprak ve yeraltı suyu kirliliği şüphesi barındıran ilgili tesisin faaliyetine özel, jenerik sektörel parametreler görülmektedir. 237 adet sektörü, binlerce endüstriyel tesisi kapsama dahil eden bu yönetmelik, faaliyet sahiplerine yönetmelik Ek-3'ünde belirtilen Tesisin toprak ve yeraltı suyu açısından incelendiği ön bilgilendirme formunun doldurulmasını zorunlu kılmıştır.

Tesis Ön Bilgi Formu, tesiste mevcut yeraltı depolama tanklarının içerdiği ürünler ve depolama tanklarının yaşları, tesisin çevresindeki toprak ve yeraltı suyu açısından hassas noktalar hakkında bilgi vermektedir.

TKKNKSDY süreçleri incelendiğinde üç aşamadan oluştuğu görülmektedir ve bunlar;

- I. Saha Örneklemesi ve Analizlerinin Değerlendirildiği Birinci Aşama Değerlendirme (BAD)
- II. Saha ve Kirlilik Konsantrasyonunun Belirlenmesi Amaçlı İkinci Aşama Değerlendirme (İAD)
- III. Temizleme Aşaması olarak nitelendirilmiştir.

TKKNKSDY'de açıklanan;

*Birinci aşama değerlendirme (BAD):* Bu süreçte kirlenme potansiyeli olan bir tesiste, alanda, sahada, toprak ve yeraltı suyu örnekleri alınarak, edinilen bilgi, ilgililerce toplanan veri, laboratuvar ve saha bulgularına göre tesisin takip gerektiren ya da takip gerektirmeyen bir saha olmasına karar verilen aşamadır.

*İkinci Aşama Değerlendirme (İAD):* Birinci aşama değerlendirme sonucunda eğer ki incelenen tesisin durumu toprak ve yeraltı suyu açısından takip gerektiren saha olarak belirlenmiş ise, o zaman ilgili

tesiste, sahada işletmede saha ve kirlilik karakterizasyonu ve risk analizi değerlendirmeleri yapılır ve alanın temizleme gerektiren kirlenmiş saha mı yoksa takip gerektirmeyen saha mı olduğu kanaatine varılan süreçtir.

TKKNKSDY'de ifade edilmiş olan Temizleme Aşaması süreci ise çevre ve halk sağlığı açısından bilgisayar programları veya TKKNKSDY teknik dokümanlarında belirtilen formülleri kullanarak yapılan risk değerlendirmesi neticesinde çevresel risk düzeyinin belirlenmesi ve iyileştirme çalışmalarının yapılması aşamasıdır [12].

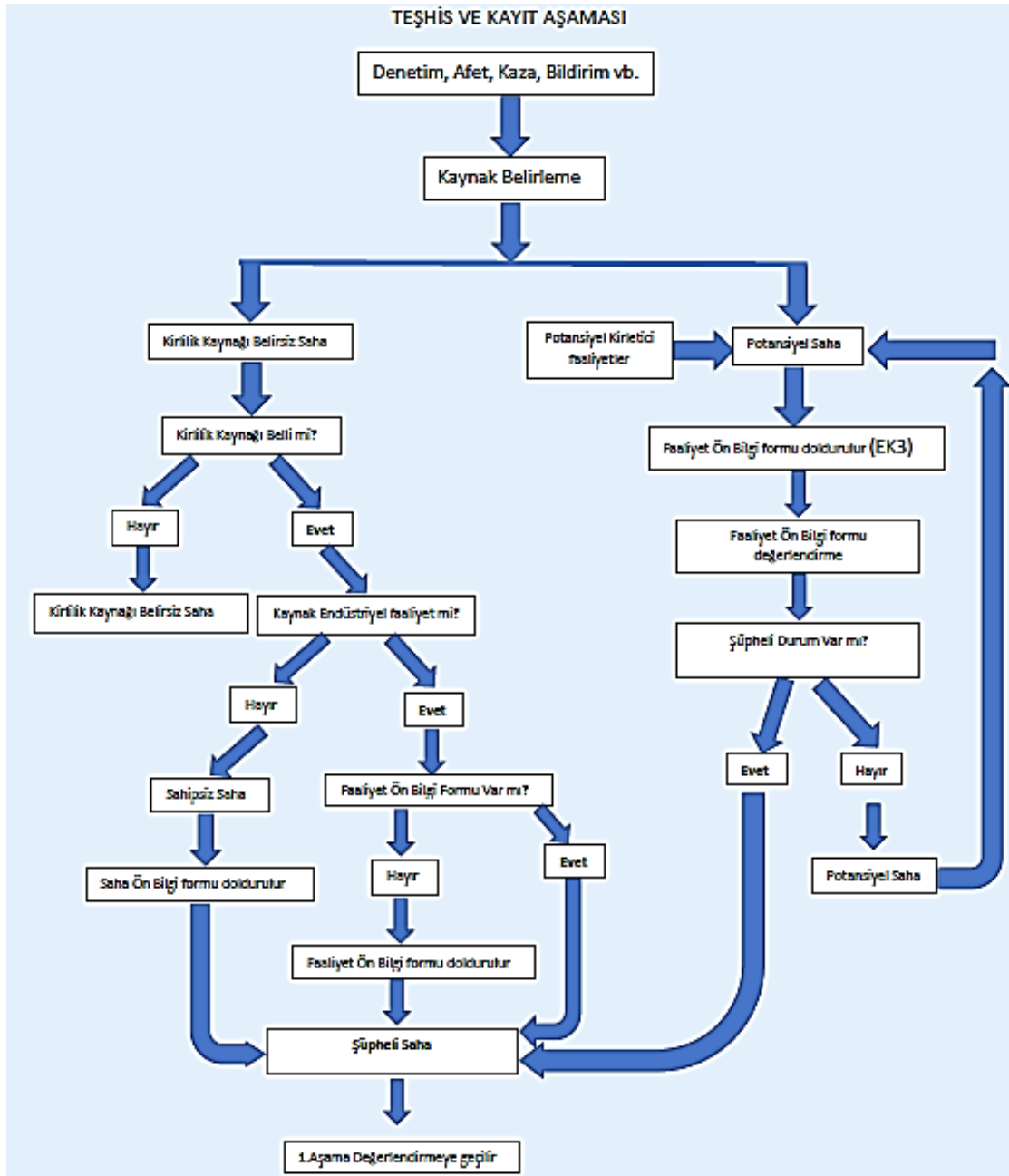
Toprak ve Yeraltı suyu kirliliği şüphesi bulunan bir tesisin yönetimi Kirlenmiş Saha Yönetim Sistemi (KSYS) ile mümkündür. KSYS'nin düzenli ve verimli olarak çalışması ise; Entegre Çevre Bilgi Sistemi'ne faaliyet sahiplerince girilen TKKNKSDY Ek 3 gereği doldurulan Faaliyet Ön Bilgi Formları, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri tarafından yapılan denetlemeler, KSYS'nin düzenli ve aktif olarak Entegre Çevre Bilgi Sistemi'nde envanter oluşturulması ile mümkündür [12].

Toprak ve Yeraltı Suyu kirliliği açısından kirlenme potansiyeli bulunan şüpheli saha; herhangi bir bildirim, kaza, sabotaj, ihbar sonucunda toprak ve veya yeraltı suyu kirliliği olasılığını bulunduran alanı, sahayı nitelendirmektedir.

Toprak ve yeraltı suyu kirliliğine örnek vermek gerekirse, akaryakıt istasyonlarındaki depolama tanklarından döküntü, sızıntı sonucunda yeraltı suyunda koku belirtisi olarak verilebilir [12].

Kirlenmiş sahalarda teşhis ve kayıt sistemi (KSTKS) işleyişini gösteren detaylı akım şeması Şekil 3'te belirtilmiştir. KSTKS süreçleri incelendiğinde; kirlenme potansiyeli bulunan alanlar, sahalarda iki farklı şekilde görülmektedir. Öncelikle toprak ve yeraltı suyu kirlenme kaynağı belirleme amaçlı çalışma yapılmalıdır. Toprak ve yeraltı suyu kirlenme kaynağı belirleme amaçlı çalışma ise Faaliyet Ön Bilgi Formu'nun değerlendirilmesi sonucunda yapılmaktadır.

TKKNKSDY kapsamında olan sektörlerdeki tesisler, örneğin akaryakıt istasyonları, yönetmeliğin 3 numaralı eki olan ön bilgi amaçlı soruları içerir form, faaliyet yetkililerince doldurulmaktadır. Toprak ve yeraltı suyu açısından doldurulan bu form, 14 bölümden ve onlarca sorudan oluşan ve doldurulduğunda da tesisin toprak ve yeraltı suyu açısından geçmişte yapılmış olan saha çalışmaları, çevre kazaları, depoladığı tehlikeli kimyasal maddeler, atık su hakkında bilgiler gibi bilgilere ulaşmaktadır. Ayrıca; tehlikeli atık sahalarda, sahanın lokasyonu ve çevresindeki rekreasyon alanları, korunan alanlar, sanayi alanları, hassas alanlar gibi yapılar da belirlenebilmektedir ve haritalarla desteklenmektedir.



Şekil 3. Toprak Kirliliği bulunan alanların tespit ve kayıt süreçlerinin detaylı şeması (KSTKS) [5].

Toprak veya Yeraltı Suyu açısından kontamine olmuş alanların, tesislerin, sahaların değerlendirildiği bölümler; Birinci Aşama Toprak ve Yeraltı Suyu Değerlendirmesi (BAD) ve İkinci Aşama Toprak ve Yeraltı Suyu Değerlendirmesi (İAD) bölümleridir. Toprak kirliliği şüphesi olan bir sahada, birinci aşamada (BAD) yürütülecek sondaj ve toprak, yeraltı suyu analiz çalışmaları ile, tesisin, yönetmelik açısından takip gerektirmeyen veya takip gerektiren bir saha olup olmadığı anlaşılacaktır. Tesis, takip gerektirebilecek bir saha olarak nitelendirilir ise, o halde tesise ilişkin toprak, yeraltı suyu etüt çalışmaları zenginleştirilerek, alan karakterizasyonu ve risk değerlendirmesi çalışmaları talep edilerek iyileştirme çalışması olması muhtemel kirlenmiş alan ya da temizleme gerektirmeyen saha olup olmadığının tespit

edilmesi yapılması gereklidir. İkinci Aşama Toprak ve Yeraltı Suyu Değerlendirmesi ise, ilgili tesise, alana özgü jenerik toprak ve yeraltı suyu açısından elde edilen verilerin incelendiği bölümdür. Toprak ve/veya yeraltı suyunun tesisler açısından kirlenici etkilerinin süreçlerinin incelendiği aşamalarına ilişkin detaylı bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri yetkililerince bir tesis eğer şüpheli saha olarak nitelendirilmiş ise o sahanın BAD aşaması yapılması gereklidir. Toprak ve Yeraltı Suyu etüdü çalışmaları yapabilecek ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından TKKNKSDY gereğince Yeterlik Belgesi almış olan kuruluşlarca BAD aşaması ilgili sahada yapılır. BAD öncelikli hedefi, şüpheli

sahada örnekleme ve ölçüm çalışmaları yapılmasıdır. Kirlenme potansiyeli bulunan şüpheli sahada Bakanlık yetkilileri tarafından denetleme ve keşif yapılması ve yönetmelikte belirtilen Denetim Formu'nun doldurulması sağlanmalıdır. Tesis denetimi ile şüpheli sahanın, ilgili konumunda, toprak kirliliği şüphesini doğuran hadise, kontaminasyonun nedeni, çevresel açıdan toprağa ve doğaya zarar verici maddeler hakkında bilgilerin toplanması, olası çevresel zarar potansiyellerinin araştırılması gibi hususlar amaçlanmaktadır. Bu sayede, tesis sahasının toprak ve yeraltı suyu kontaminasyonu çerçevesinde değerlendirilmesi amacıyla, doldurulan forma ilave olarak;

- Tesis sahasında sanayi kaynaklı uygulama veya faaliyet varsa; tesis yetkilisi vasıtasıyla önceden doldurularak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü'ne teslim edilmiş olan yönetmelik üçüncü eki olan "Tesis Ön Bilgi Formu",
- Tesis, endüstriyel kaynaklı faaliyetle işgal etmiyorsa veya saha sahihsiz alan ise; Bakanlık yetkili uzmanları aracılığı ile "Saha Ön Bilgi Formu" doldurulacaktır.

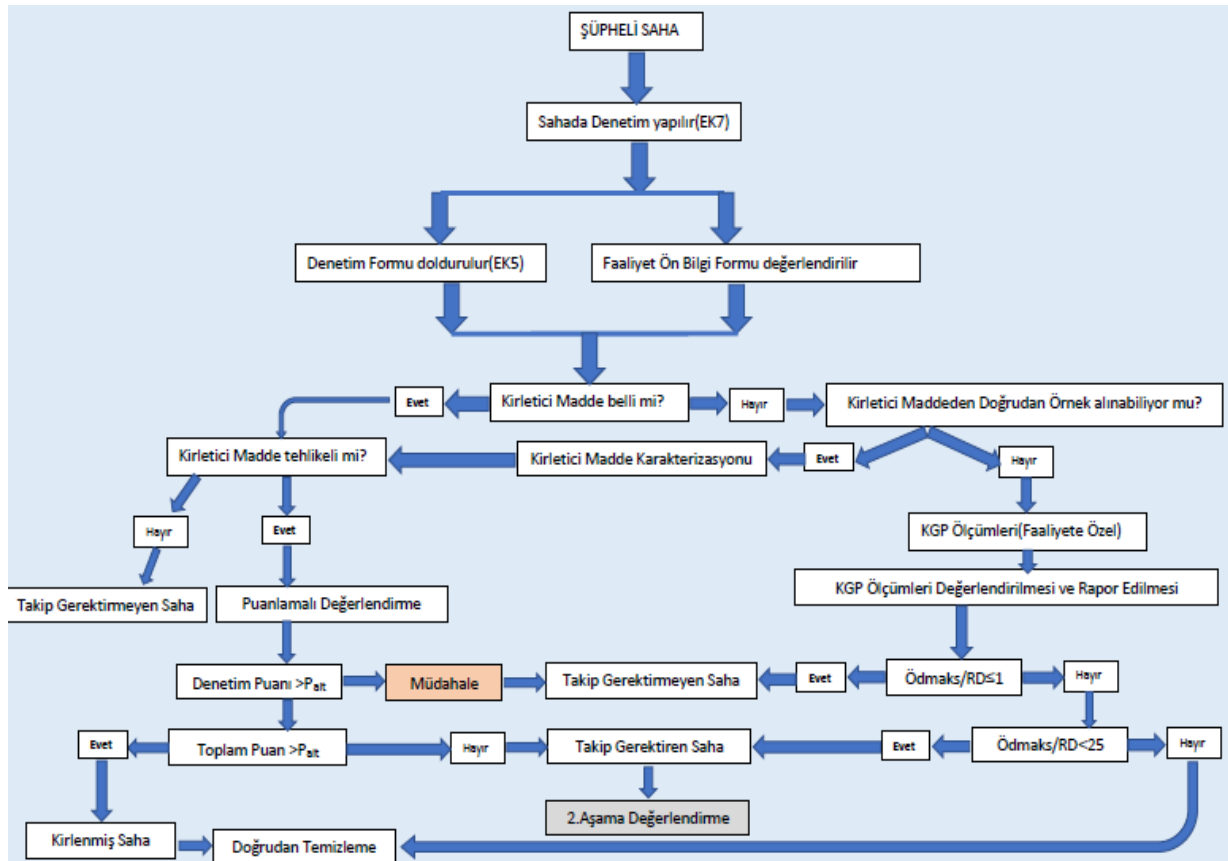
Toprak ve Yeraltı suyu için ilk Süreç olan Birinci Aşama Süreci aşağıdaki sorulara cevap aramak amacı ile yapılmaktadır;

- Tesiste kirlilik şüphesinin mevcudiyetinin olup olmadığının belirlenmesi,

- Tesiste mevcut durumun toprak kirliliği açısından takip gerektiriyor ve temizleme gerekiyor mu veya takip gerektirmiyor mu anlaşılması veya
- Tesiste güncel ve edinilen bilgiler ışığında tesisin temizleme gerektirip gerektirmediği hususlarının aydınlatılmasıdır.

BAD çalışması yapılması ile; toprak ve yeraltı suyu açısından incelenen tesiste aşağıdaki sonuçlardan birine ulaşılması beklenmektedir:

- Tesise ilişkin toprak kirliliği şüphesi bulunmamaktadır. Dolayısıyla ileri toprak ve yeraltı suyu etüdü yapılmasına gerek duyulmamaktadır. Bu aşamada tesis kayıtlarda envanter olarak tutulması yeterli olacaktır.
- Tesise ilişkin belirtilen toprak veya yeraltı suyu kirliliği olasılıkları mevcuttur, ikinci aşama değerlendirme yapılarak çalışma zenginleştirilmelidir.
- Mevcut durum bekletilmeksizin çevre ve halk sağlığı açısından temizleme yapılması zaruridir, tesisin bulunduğu sahada ileri etüt gerekli ise bu tesis toprak ve yeraltı suyu açısından kirliliği bir sahadır ve doğrudan temizleme aşamasına geçmelidir. Şüpheli bir tesisin toprak ve yeraltı suyu açısından incelenmesi ve karar verme sürecini gösteren şema Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Kirlenmiş sahalarda 1. aşama değerlendirme (BAD) ayrıntılı akım şeması [12].



Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkililerince potansiyel toprak kirliliği bulunma şüphesi olan bir tesiste talep edilen BAD çalışması, Faaliyet veya Saha Ön Bilgi Formlarının değerlendirilmesi ve tesiste kirliliğin gerçekten mevcut durumda geçerli olup olmadığının nitelendirilmesidir. Toprak kirliliği açısından şüpheli olan bir sahada ilgili kirliliğe sebep olan endüstriyel kirlenici kimyasal ve bunun içeriği biliniyor ise:

- i. Kirliliğe neden olan kimyasal eğer çevresel açıdan tehlikeli değilse ilgili mevzuat uyarınca önlemler alınmak suretiyle tesis "Takip Gerektirmeyen Alan" olarak nitelendirilir.
- ii. Kirliliğe neden olan kimyasalın tehlikeli olması durumunda ise, tesis ile ilgili toprak ve yeraltı suyu açısından karar vermeyi sağlayacak puanlamalı değerlendirme yaklaşımı vasıtası ile tesis değerlendirilir.
- iii. Tesise ilişkin TKKNKSDY gereği formların değerlendirilmesi için formlarda bulunan sorulara ilişkin cevapların belirli kıstaslara göre puanlandırılması gerekir.

Toprak ve yeraltı suyu kirlenme potansiyeli bulunan bir tesiste puanlama yapılarak değerlendirme yapılması ile üç sonuç ortaya çıkabilir. Bunlar,

- i. Müdahale edilmesine gerek olmayan saha yani, takip gerektirmeyen saha toprak ve yeraltı suyu açısından temiz olduğu bilinen saha
- ii. Toprak ve Yeraltı suyu açısından takip edilmesi gerekli tesis
- iii. Toprak ve Yeraltı suyu açısından kirlenmiş ve iyileştirme yapılması gerekli tesis

Puanlama sistemine:

Sahada doldurulan Denetim Formundan;

- Toprak kirliliğine ilişkin veriler,
- Toprak ve Yeraltı suyu kirliliğinin temel kaynağı ve kirlenme potansiyeli olan tesis hakkında veriler,
- Kirlenmeye neden olan kimyasallar ve

Faaliyet/Saha Ön Bilgi Formundan ise;

- Tesis, Alan ve komşularına ilişkin genel bilgiler
- Tesis, Alan, Sahanın veya çevresinin yeraltı suyu veya şebeke suyu kullanım durumu hakkında ilgili bilgiler ve
- Sahanın ve çevresinin toprak kirliliği açısından hassas noktalara, yapılara ilişkin bilgiler

kısımlarında yer alan bilgiler belirtilmiştir. Denetim formu ve Faaliyet Ön Bilgi Formunda yer alan her soru için belirli bir "puan", bu sorunun cevabına ilişkin edinilen bilginin önemine göre ise belirli bir "ağırlık katsayısı" nitelendirilmiştir.

TKKNKSDY Ek 8'de ise puanlama sistemindeki bu suallerin puan ve kat sayılarının alt üst puan sınırlarına ilişkin bilgi verilmektedir.

Toprak ve yeraltı suyu kirliliği şüphesi olan bir tesiste değerlendirme web tabanlı uygulama olan Kirlenmiş Alanlar Bilgi Sistemi'nde Bakanlık veya Çevre İl Müdürlükleri yetkilileri vasıtasıyla yapılmaktadır. Web tabanlı Bakanlık Bilgi Sistemine toprak ve yeraltı suyu kirlilik potansiyeli bulunan alanlar, tesisler, işlenmek suretiyle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından envanter oluşturulacaktır.

Toprak ve/veya yeraltı şüphesi bulunan bir alanda, kirlilik yayılma potansiyeli olan kimyasaldan eğer doğrudan numune alınamıyorsa, bu durumda, ilgili tesise yönelik, sahada toprak ve/veya yeraltı suyu analiz ve ölçüm yapılması, en yüksek ölçüm değerlerinin ve referans değerinin tespit edilmesi gereklidir. Yönetmelik eklerinde toprağı kirlenici faaliyetler ve ilgili faaliyetlere özel parametreler ve bu ilgili parametrelere ilişkin ölçüm yöntemleri sunulmuştur. İnceleme alanında yapılan ve noktasal bazda temiz olduğu düşünülen alandan alınan toprak numunesi referans numune olarak kabul edilir. Sahada karşılaştırma yapılması için toprak/yeraltı suyu örneklerinin analizlerinin ölçülen konsantrasyonları ölçülen değer olarak isimlendirilir ve sahaya yönelik referans değer numune sonuçları ile karşılaştırılır.

TKKNKSDY Ek 2'de detaylıca belirtilen kirlilik gösterge parametrelerinden herhangi biri için ölçülmüş en yüksek derecede konsantrasyon değeri, sahanın etkilenmemiş yerinden alınan referans noktasındaki numune analiz sonuçları ile kıyaslanırlı, böylece referans numune ile sahada belirlenmiş ölçüm noktalarının konsantrasyonlarının kaç katı oranda oldukları belirlenir. Referans noktadan alınan numune sonuçları ile karşılaştırma yapıldığında ortaya çıkan sapma seviyesi, ilgili tesisin, herhangi bir alanında noktasal olarak toprak kirliliği olup olmadığını da belirlemektedir.

Yukarıdaki veriler ışığında; ölçülen değer, referans değer ile kıyaslandığında, sapma seviyesi referans değerden düşük çıkıyor veya referans değere eşit ise, bu tesisin toprak kirliliği açısından temiz olduğunu ve takip gerektirmeyen saha olduğunu göstermektedir. Ancak, sapma seviyesi 1'den fazla ve 25'ten de düşük çıkması durumunda bu durumda saha ikinci aşama toprak ve yeraltı suyu açısından değerlendirmesi gerekli sahadır. Şayet, ölçüm yapılan değer, referans noktadaki edinilen değer 25 katından daha büyükse, bu durumda toprak kirliliğinin tehlikeli olduğu anlaşılır, tesisin doğrudan temizlenmesi gerekli olduğuna kanaat getirilir. Bu aşamada yapılacak çalışma yönetmelik gereğince kirlenmiş tesislerin incelenmesi için oluşturulan teknik rehberde (KSETR) ayrıntılı anlatılmıştır.

İAD'nin öncelikli hedefi, toprak ve yeraltı suyu etüdü çalışma aşamalarından olan birinci aşamada 'takip gerektirir' kararı tanımlanmış tesisin toprak ve yeraltı suyu açısından arıtma, iyileştirmenin zorunlu olarak yapıp yapılmamasının gerekliliğinin anlaşılmasıdır. İAD ayrıntılı olarak tesiste yapılan çevresel sondaj, numune alım ve örnekleme çalışmalarından elde edilen tesise, alana, sahaya yönelik bilgilere ilişkin verilere göre yapılmaktadır. Toprak ve yeraltı suyu açısından temizleme çalışmasının gerekli olup olmadığına ilişkin durumun belirlenmesinde sahaya özgü risk değerlendirme çalışması öncelikli kriter olarak belirlenmiştir. Hem detaylı toprak etüt çalışmaları ve hem de sahaya ilişkin çevresel bilgisayar modelleri de kullanılarak yapılan hesaplamalar ve değerlendirme çalışmaları ileri düzeyde teknik yetkinlik gerektiren aşamaları da içerir çalışmalardır. Bu yüzden ki, ilgili toprak ve yeraltı suyu etütlerinin, ilgili konuda yetkinliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından kanıtlanmış, konuya haiz kurum ve kuruluşlarca yürütülmesi gereklidir. Toprak ve/veya yeraltı suyu kirliliği olan bir tesisin ikinci aşama olarak yapılan tesise yönelik kirlilik karakterizasyonu, üç ana safhadan meydana gelmektedir. Şekil 5'te İAD'nin ayrıntılı akım şeması gösterilmiştir.

Birinci aşama saha çalışması veya ikinci aşama toprak ve yeraltı suyu çevresel saha çalışması yapılan bir sahada "arıtma, iyileştirme yapılması zorunlu olan kirlenmiş saha" olarak belirlenen tesisler için toprak kirliliği açısından temizleme çalışması yürütülmesi zorunludur. İyileştirme sistemi olarak da isimlendirilen bu rehabilitasyon sisteminin temel hedefi, kirlenmiş olan ve iyileştirme gerektiren tesislerin sahalarının nasıl bir metodoloji, yöntem ve kriterler kullanılarak temizleneceği hususlarının belirlenmesidir. Toprak ve yeraltı suyu kirliliğinin temizleme prosesinde yapılması gerekli faaliyetler, bu uygulamaların ne şekilde uygulanacağı, karar alma süreçlerinde şeffaf biçimde belirtilmesi gereklidir. Temizleme prosesini şematik olarak gösteren detaylı akım şeması Şekil 6'da gösterilmiştir. Toprak kirliliği açısından iyileştirme süreci ile ilgili teknik ayrıntılara ilişkin bilgiler, kirlilik gideriminin hangi teknolojik yöntemlerle yapılması gerektiği ve kirlenmiş bir alanın nasıl izlenmesi gerektiği ayrıntılı KSETR'de verilmiştir. İyileştirme yapılması gereken saha üç safha olarak değerlendirilmelidir. Bu süreçler kısaca, kirlilik giderim planlama, arıtma uygulama, eş zamanlı olarak arıtma izleme ve iyileştirmeyi tamamlama, sonlandırma aşamaları olarak bilinmektedir.

### 3.2. Akaryakıt İstasyonlarının TKKNKSDY Kapsamındaki Önemi

Akaryakıt istasyonları, anlık depoladıkları petrol türevleri sebebiyle TKKNKSDY çerçevesinde Ek 2 Tablo 2: NACE 4730'a göre toprağı ve yeraltı suyunu

kirlenme ihtimali olan maddeler ve bunlara ilişkin göstergeler aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Kontrolsüz yayılması halinde zarar verme potansiyeli olan organik ve inorganik bileşik, teknoloji ve sanayide kullanımının artması ile çevreye yayılması durumunda halk sağlığı ve doğal kaynaklar açısından ciddi problemler doğurabilmektedir. Toprak ve yeraltı suyu kirliliği, fabrikaların ve dolayısıyla sanayi kuruluşlarının faaliyetlerinin neticesi olarak bilinmektedir [18]. Toprakta sıklıkla karşılaşılan kirlenmeler; petrol içeriğinde de bulunan uçucu hidrokarbon bileşikleri(VOC), Benzen, toluen, etilen ve ksilenlerden oluşan bileşikler ve çoklu aromatik hidrokarbon bileşikleri olarak sayılabilir [19]. Petrol sektöründeki teknolojilerin ve dolayısıyla petrol kaynaklı sektörün dünyada hızlı yayılması sonucu, akaryakıt depolama ünitelerinden petrolün olası sızması veya petrol iletim hatlarında oluşan dökülmeler, tankerlerin akaryakıt istasyonlarında petrol ürünlerini depolama tanklarına boşaltması gerekirken kaza sonucu sızma veya patlamalar neticesinde oluşan toprak ve yeraltı suyu kirliliği, çevre kirliliğine ve tahribatına neden olmaktadır [20].

TKKNKSDY Kirlenmiş Saha Risk Değerlendirme Etüt Teknik Rehber'ine göre İkinci Aşama Risk Değerlendirme, üç temel bölümden oluşmaktadır:

1. Toprak ve yeraltı suyu açısından tesis ve Kirlilik Karakterizasyonu
2. Toprak ve yeraltı suyu açısından tesis Jenerik Risk Değerlendirmesi
3. Toprak ve yeraltı suyu açısından tesis Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi

Toprak ve yeraltı suyu açısından incelenen tesisin toprak ve yeraltı suyu kirliliği açısından durumu, bilimsel laboratuvar sonuçları ve muhtemel gelecek tesis kullanım senaryoları hazırlanacak teknik raporda (ön ve nihai) belirtilmelidir.

Hem toprak hem de yeraltı suyu açısından değerlendirildiğinde Jenerik ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi ise Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu'nda nitelendirilmelidir.

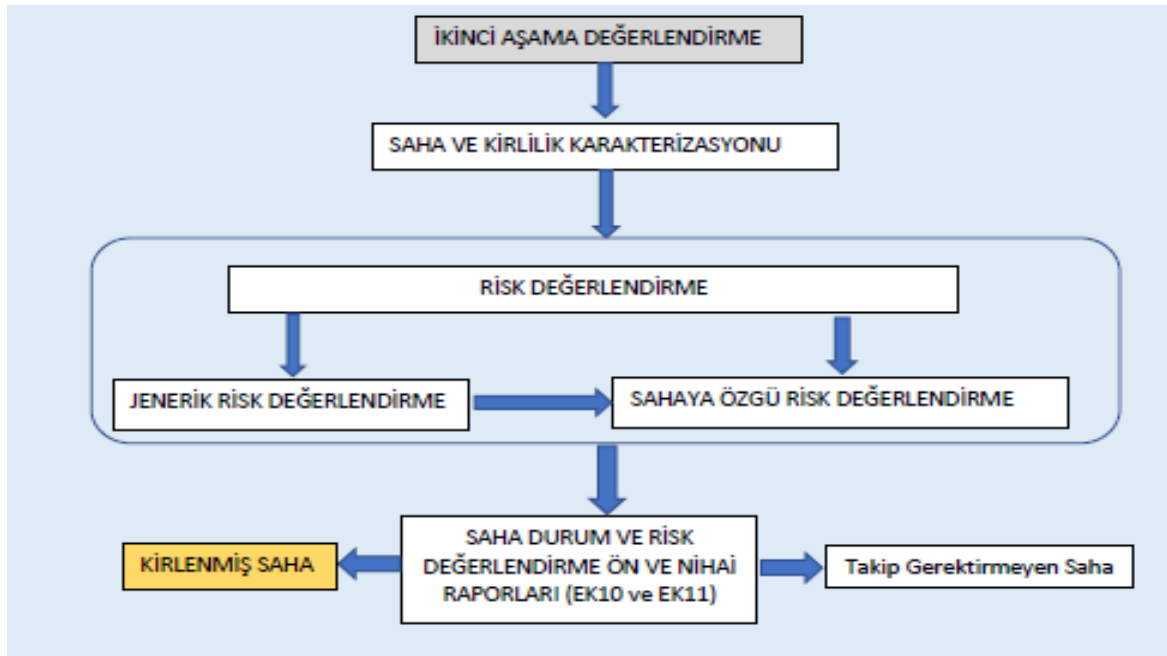
Toprak ve/veya yeraltı suyu kirliliği tespit edilen bir tesis ve ilgili kirlilik giderimi yapılacak sahaya ilişkin hazırlanacak teknik raporlar TKKNKSDY eklerinde ayrıntılı verilmiştir ve bu formatlara uygun, yetkin kuruluşlarca hazırlanmalıdır.

Kirlilik giderimi yapılması planlanan tesisin toprak kirliliği açısından çevresel risk değerlendirme yapılması gereklidir. Toprak kirliliğinin iyileştirmesinin bir aşaması olan risk değerlendirme yapılması için gerekli olan bilgiler:

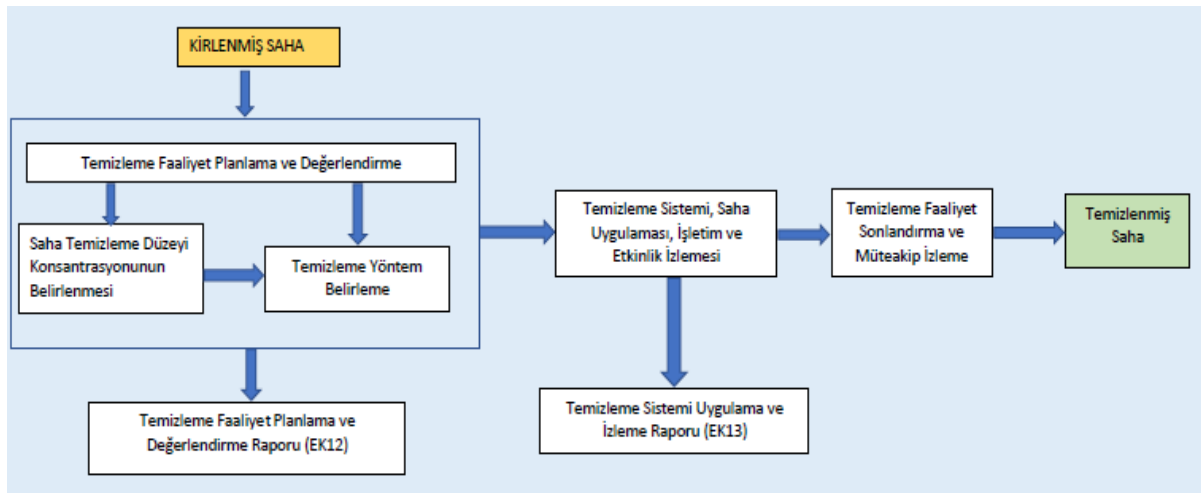
1. Toprak ve Yeraltı Suyu açısından Tesisteki kirlenmeler: Tesiste faaliyetleri gereği olması potansiyel tehlikeli kimyasallar, maddelerin

- anlaşılabilmesi için ilk olarak ilgili alanın, tesisin, sahanın geçmiş ve mevcut arazi kullanım hedeflerinin tespit edilmesi gereklidir (yerleşim amaçlı kullanım veya akaryakıt istasyonu amaçlı kullanım, vb). Ayrıca; bilerek veya bilmeyerek bir atığın veya kimyasalın tesiste herhangi bir alana bırakılıp bırakılmadığının ya da vahşi olarak depolanıp depolanmadığının sorgulanması etkili olacaktır. Bu sayede tesisteki kirleticiler belirlenebilecektir. Tesiste belirlenecek olan maddeler, potansiyel kirleticiler olarak isimlendirilir.
2. Tesis, alan ve sahanın, çevresindeki komşularını da alan kullanım hedefleri: İşletmenin ve komşularının çevresinin muhtemel gelecek kullanım senaryoları incelenmeli ve tespit edilmeye çalışılmalıdır.

3. Önemli kirletici kaynaklarındaki ve kontaminasyona uğramış çevresel ortamlardaki kirletici konsantrasyonları: Bu aşamada kirletici kaynağı olarak anlatılmak istenen; kirleticilerin yüzey toprağına, yüzey altı toprağına ya da yeraltı suyuna karışarak ilgili ortama taşıdıkları kaynaktır. Mesela, tesis eğer akaryakıt istasyonu olarak faaliyet gösteriyorsa ve zemininin altında gömülü olarak depolama amaçlı tanklar barındırıyor ve bunlardan herhangi birinin petrol türevi ürünleri toprağına sızdırmak suretiyle iletildiği anlaşılırsa, bu depolama tankı kirletici kaynak kabul edilmelidir. Tesiste belirlenen bu kirletici kaynakları ve kirletici kaynakların kirlettiği çevresel ortamlar, kirleticinin iletildiği çevresel ortamlardaki maruz kalınan kirletici konsantrasyonları teşhis edilmelidir.



Şekil 5. İkinci aşama değerlendirme (İAD) akım şeması [5].



Şekil 6. Kirlenmiş saha temizleme süreci ayrıntılı akım şeması [12].

**Tablo 1.** TKKNKSDY gereğince Kirlilik Gösterge Parametreleri (KGP) [12].

| Örnek NACE Kodu  | Örnek Faaliyete Özel KGP<br>(TKKNKSDY Ek 2, Tablo 2)  |
|--|---|
| 4730 – benzin ve mazot satışı yapılan akaryakıt istasyonları | Toplam Organik Halojenler<br>Toplam Petrol Hidrokarbonları<br>Toplam Uçucu Hidrokarbonlar*<br>Baryum, Kadmiyum, Bakır, Nikel, Kurşun, Çinko |

\*Toplam Uçucu Hidrokarbonlar, toprak gazı örneklemelerinde portatif gaz detektörleri vasıtasıyla da tespit edilebilir [12].

### 3.3. Akaryakıt İstasyonları için TKKNKSDY Süreçleri

TKKNKSDY; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından çıkarılan, toprak kirliliği potansiyeli olan saha ve sektörlerin teşhis edilmesi, envanter oluşturulması, kirliliklerin gideriminin sağlanması açısından yayımlanmış son derece önemli ve teknik bir yönetmeliktir.

TKKNKSDY kapsamında, sektörel tanımlama olarak 4 basamaklı NACE kodları kullanılmaktadır. Türkiye'de Avrupa Birliği giriş ve uyum kapsamında, NACE ile sektörler kolaylıkla anlaşılır olup, TKKNKSDY'de entegre olarak kullanılmaktadır.

TKKNKSDY gereğince 237 adet belirlenmiş sektörde olan işletme sahipleri yönetmelikte belirtilen toprak ve yeraltı suyu açısından işletme, tesis bilgilerini de içerir soruların olduğu formu doldurmakla mükelleftir.

1. İlgili vilayetteki Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü yetkilileri, faaliyet sahibi tarafından doldurulmuş Faaliyet Ön Bilgi Formunu Entegre Çevre Bilgi Sistemi Uygulaması olan Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi üzerinden onaylar.
2. İşletme yetkilisinin, TKKNKSDY gereği doldurduğu formu yazılı ve imzalı olarak da ilgili İl Müdürlüğü'ne iletmesi gereklidir.
3. İlgili Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü'nün, işletme yetkilisi tarafından doldurulan formu yazılı ve imzalı olarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bildirmesi gereklidir.
4. Bakanlık, toprak ve yeraltı suyu ile ilgili formları, İl Müdürlüklerinden ulaşan teknik rapor, bilgi ve bulguları da değerlendirerek, kirlenmiş alanları, Potansiyel Kirlenmiş Sahalar Listesine dahil eder.

Potansiyel toprak ve yeraltı suyu açısından şüpheli tesiste yürütülecek bütün örnek ve laboratuvar analiz çalışmaları planlanarak yürütülür. Böylece, tesiste toprak ve yeraltı suyu açısından değerlendirme amaçlı örnekleme yapılmadan önce faaliyet sahibi Bakanlıkça belirlenen esaslara uyararak, TKKNKSDY gereğince toprak yeterlilik belgesi almış olan firmalara planı (SÖAP) hazırlatır. SÖAP; İlgili Valilik oluru ile

hazırlanan Kirlenmiş Saha Değerlendirme ve İzleme Komisyonu tarafından değerlendirilerek onaylanır ve toprak, yeraltı suyu amaçlı örnekleme çalışması toprak yeterlilik belgesi almış kuruluşlarca yapılır.

Toprak ve yeraltı suyu açısından kirlilik şüphesi bulunan bir tesiste toprak ve yeraltı suyu açısından, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü tarafından tesiste, ilgili lokasyonda yerinde denetim yapılır ve denetim sırasında TKKNKSDY Ek 7'de verilen Denetim Formu doldurulur.

1. Kirlilik giderimi yapılması gerekli olan sahada eğer çoklu kirlilik kaynağı mevcutsa, her bir kirlilik kaynağı için ayrı bir denetim formu düzenlenmesi gereklidir. Birinci aşama tesis toprak değerlendirmesi neticesinde, tesis eğer takip gerektiren alan olarak tanımlanan saha ise bu durumda; Birinci aşama tesis toprak değerlendirme çerçevesinde ilgili inceleme alanına ilişkin tesis durum toprak değerlendirme raporları ön ve nihai rapor olmak üzere hazırlanır.
2. TKKNKSDY'de hazırlanacak olan raporların formatları belirtilmiştir ve bu kapsamda ve formatta yetkin kuruluşlar vasıtasıyla hazırlanır. Yeterlilik sahibi kuruluşlar vasıtasıyla hazırlanan raporlar, birinci aşama değerlendirme sonucunda veya ikinci aşama toprak ve yeraltı suyu saha çalışmaları neticesinde sonrasında temizlenmesi gereken kirlenmiş saha olarak tanımlanan saha için temizleme faaliyeti başlatılır. Temizleme ve iyileştirme faaliyeti için değerlendirme, izleme, uygulama raporları hazırlanır.

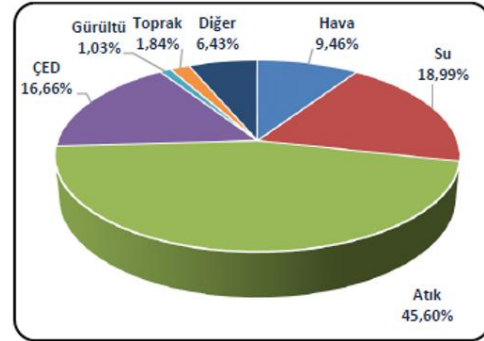
Ülkemizde Kirlenmiş toprakların ve yeraltı sularının iyileştirilmesi konusundaki araştırmaların yetersiz olduğu bilinmektedir. Son yıllarda özellikle akaryakıt istasyonlarıyla sınırlı olmasına rağmen yapılan çalışmalar ile birlikte potansiyel kirliliği muhtemel akaryakıt istasyonlarının tespitine yönelik çalışmalar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü tarafından oluşturulan komisyonlarda kayıt altına alınmaya başlanmıştır. Türkiye'de kirliliği alanlar ile ilgili geniş çaplı bir envanter çalışması bulunmamaktadır.

TKKNKSDY gereğince sektörel bazlı kirletici maddeler belirlenmiştir. Ancak, bu kirletici maddelerin güncellenmesi gerekmektedir. Örneğin perakende satış yapan Akaryakıt İstasyonları özelinde TKKNKSDY değerlendirildiğinde ilgili kirletici madde listesi TKKNKSDY Ek 2’de belirlenmiştir. Bunlar toplam petrol hidrokarbonları, toplam organik halojenler, benzen, tolüen, etil benzen, ksilen, toplam uçucu hidrokarbonlar, baryum, kadmiyum, bakır, nikel, kurşun ve çinko olarak belirlenmiştir ancak 1980’li yıllarda ülkemizde benzin istasyonlarının depolarında benzin için ilave katkı olarak metil tersiyer bütül eter (MTBE) kullanıldığı bilinmektedir [21]. MTBE, hem ağız ve burun vasıtasıyla solunum, hem de suya karışması ya da deriye temas etmesi sebebiyle vücuda girerek tahribata yol açabilir. MTBE’yi solumak suretiyle vücudumuza almamız halinde kana doğrudan karışarak insan bünyesine hasar verebilir. MTBE’nin organlarda birikme yapma özelliği bulunmamaktadır. MTBE, benzine katıldığında hava kirliliğini önleyeceği düşünülerek geçmişte katkı maddesi olarak kullanılmıştır ancak hem yüzey hem de yeraltı su alanlarında ciddi tahribatlara yol açtığı bilinmektedir. Akaryakıt tesislerinden, benzin depolama tanklarındaki çatlak ve sızıntılardan içme suyu, göl ve akarsularda MTBE varlığı tespit edilmiştir [22]. 1980’lerden itibaren öncelikli olarak pek çok ülkenin su kaynaklarında MTBE kirliliği tespit edilmiştir, Amerika da MTBE kirliliği teşhis edilen bu ülkelerin başında yer almaktadır [23]. Türkiye’de de geçmişte MTBE kullanımı olduğu bilinmektedir.

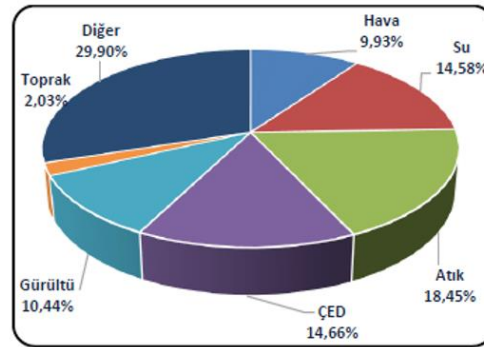
2021 yılında Türkiye’de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 289 adet denetleme yapılmıştır. İl Müdürlüklerince yapılan denetim sayısı da 2021 yılı için 56.733 olarak görülmektedir. Genel toplama bakıldığında ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüklerince 57.022 adet çevre denetimi yapılmış olup yetkililer tarafından kesilen toplam idari para cezası miktarı 350.115.092,34 TL’dir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca uygulanan bu ceza toplamı 25.837.497,81 TL, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüklerince kesilen ceza miktarı ise 324.277.594,53 TL’dir. 2021 yılında, yetkililerce 406 tesis için çevre mevzuatına uyulmadığı gerekçesiyle, faaliyet durdurma kararı alınmıştır, bunlardan 26 tanesi Bakanlık 386 tanesi ise taşra teşkilatı tarafından denetlenmiştir. 2021 yılında gerçekleştirilen çevre denetimlerinin konularına göre dağılım oranları Şekil 7 ve Şekil 8.’de verilmektedir [24].

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkilileri tarafından uygulanan idari yaptırım ceza miktarlarının 2021 yılında yüzdelik dağılımına bakıldığında “toprak kirliliği” tüm kesilen cezaların %1,84’ünü oluşturduğu görülmektedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından “toprak kirliliği” konusunda uygulanan idari yaptırımların, çevre cezalarının sadece %2,03’ünü oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 7. 2021 yılında Çevre konularına göre gerçekleştirilen idari ceza oranları [24].



Şekil 8. 2021 yılında, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkililerince uygulanan idari yaptırım sayısının konulara göre yüzdelik dağılımı [24].

Türkiye’de kirlenmiş toprakların iyileştirilmesi konusunda kamuoyu tarafından bilinen toprak kirliliği olayları büyük çoğunlukla yasadışı bertaraf alan kaynaklanmaktadır. Türkiye’de endüstrileşme, hızlı şehirleşme, çevre kazaları, arazinin kötü kullanımı gibi sebeplerle özellikle sanayi yoğunluğunun yüksek olduğu Marmara Bölgesi’nde binlerce hektar verimli toprağın kirlendiği bilinmektedir [25]. Avrupa ülkelerinde de durum benzerlik göstermektedir [26]. Örneğin Batı Avrupa’daki kontamine olmuş alanların sayısı 400.000 civarındadır ve ayrıca Orta ve doğu Avrupa ülkelerinde birçok kirlenmiş alan bulunmaktadır [27].

Avrupa Birliği ülkelerinin önümüzdeki 20-30 yıl içinde kirlenmiş sahaların iyileştirilmesi için 400 milyar dolardan fazla harcaması gerektiği öngörülmektedir [25]. Avrupa’da ülkeden ülkeye farklılık göstermesine rağmen toprak kirliliğinin %14’ünü petrol sektörü oluşturmaktadır. Bununla birlikte bağlantılı diğer endüstriyel faaliyetler de göz önünde bulundurulursa Avrupa’nın kirli topraklarının %60’ından fazlasından petrol sektörü sorumludur. Toprak kirleticiler arasında en zararlı ve yaygın

kirleticiler ağır metaller (%37) ve mineral yağlardır (%33) [25].

Türkiye’de 2015 yılından itibaren bütün maddeleri ile birlikte yürürlükte olan yönetmelik olan TKKNKSDY gereği akaryakıt istasyonları özelinde belirli kirleticileri belirlemiştir ancak komşu tesislerden oluşabilecek kirliliğin tespitini içermediği görülmektedir. Örneğin TKKNKSDY’ye yer almayıp ancak canlı ve çevre sağlığı için bazı parametrelerin eklenmesi uygun olacaktır. Ayrıca oluşturulacak komisyonlara Üniversitelerin daha etkin katılımının sağlanması, Entegre Çevre Bilgi Sisteminin daha etkin kullanımı faydalı olacaktır.

Toprak ve yeraltı suyu kirliliği çerçevesinde incelendiğinde, endüstriyel tesislerde, örneğin akaryakıt istasyonlarında mevcut bulunan yeraltı depolama tankları yaşları, depoladıkları kimyasallar, tanklardan veya iletim hatlarından kaynaklı koruma önlemlerinin alınmaması sebebiyle petrol türevi maddelerin, yani yakıtların sızdırılması sebebiyle ciddi problemler doğurabilecek çevre hasarı oluşturmaktadır. Türkiye’de 2012 yılında “Akaryakıt İstasyonları ve Emniyet Gereklere Tebliği”, “ Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı” tarafından yayımlanmıştır ve sektörde uygulanmaktadır. İlgili tebliğe göre akaryakıt istasyonları Türk Standartları Enstitüsü (TSE) 12820 Akaryakıt istasyonları - Emniyet Gereklere Standardında belirtilen ilgili yükümlülükler uygun hareket etmek zorundadır. İlgili standart gereği akaryakıt tanklarının tek kaplama, yani tek cidar olan tanklar için sızdırmazlık süresi 3 yıl, çift cidar olanlar için ise sızdırmazlık muayene süresi 15 yıl olduğu bilinmektedir, ancak tanklarda sızıntı olup olmadığını anlamaya yönelik sistem bulunmaması nedeniyle çift cidarlı tanklar için de sızdırmazlık muayene periyodu 5 yıl olarak belirtilmiştir. Yeraltı tanklarının sızdırmazlık muayeneleri, yer altı akaryakıt tanklarında sızdırmazlık testi konusunda uzman muayene kurumları tarafından yürütülmektedir.

#### IV. SONUÇ

Türkiye’de toprak ve yeraltı suyu kirliliği için yürürlükte olan yönetmelik kapsamında bakanlık yetkililerinin özellikle Marmara Bölgesi’nde son yıllarda akaryakıt istasyonlarındaki denetimlerini arttırdığı rakamsal verilerle gözlenmektedir. Ancak 2021 yılında, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından idari cezai yaptırımların konulara göre yüzdelerle dağılımına bakıldığında “Toprak” konusunun %2,03 ile en düşük yüzdeliğe sahip olduğu ve yeterli olmadığı görülmektedir.

Akaryakıt istasyonları TKKNKSDY gereğince incelendiğinde ise belirtilen NACE koduna göre akaryakıt istasyonlarında kirleticiler belirlemiştir, ancak komşu tesislerden oluşabilecek kirliliğin tespitine yönelik tüm kirleticileri içermediği

anlaşılmıştır. 1980’li yıllarda araç yakıtlarına katkı olarak kullanılan MTBE’nin geçmişte yeraltı tanklarından toprağa olası sızması sebebiyle çevre tahribatı meydana gelebilir. Yeraltı su kaynaklarına MTBE karışması durumunda da yayılma özelliği mevcuttur. Akaryakıt istasyonları özelinde TKKNKSDY gereğince bahsedildiği üzere toprak numunelerinden toplam organik halojenler, toplam petrol hidrokarbonları, toplam uçucu hidrokarbonlar, baryum, kadmiyum, bakır, nikel, kurşun, çinko parametreleri değerlendirilmektedir ancak TKKNKSDY’ye MTBE parametresinin eklenmesi çevre ve halk sağlığı açısından kirliliğin tespiti ve giderimi açısından uygun olacaktır. Ayrıca oluşturulacak komisyonlara Üniversitelerin daha etkin katılımının sağlanması, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın çevrimiçi portalı olan Entegre Çevre Bilgi Sisteminin “Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi” uygulaması daha etkin kullanımı fayda sağlayacaktır.

Kirlenmiş olan bir alanda uygulanacak teknoloji ve kirlilik giderimi süresi, hangi kirletici madde tarafından ne kadar kirlendiği, kirletici maddenin türü, sahanın jeolojisi, toprak karakteristiği ve yeraltı suyunun seviyesi ve akış yönü gibi pek çok değişkene bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kirlenmiş sahaların rehabilitasyonu yapılarak toprakların uygulanabilir teknolojiler kullanılarak iyileştirilmesi ülkemiz toprakları açısından oldukça önem taşımaktadır. Dolayısıyla; toprak ve yeraltı suyu kirlilik gideriminin her aşamasında uygun kirlenmiş saha, temizleme/iyileştirme kılavuzlarından yararlanmak hem teşhis hem de kirliliğin giderimi için çok yararlı olacaktır.

Akaryakıt istasyonları kurulum aşamasında, dağıtım firması/bayi değişikliğinde, TKKNKSDY gereğince toprak ve yeraltı suyu etüdü çalışmasının ilgili çevre ve diğer mevzuatlar uyarınca zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca temizleme/iyileştirme yapılan akaryakıt istasyonlarında da süreç takibi yapılmalıdır.

Bunun dışında toprağa ve yeraltı suyuna yayılma potansiyeli olan, zehirli kimyasallar barındıran kalıcı organik kirleticiler de mevcuttur ve Türkiye 2010 yılında “Kalıcı Organik Kirleticilere (KOK)” sözleşmesine taraf olmuştur, bu aynı zamanda Stockholm Sözleşmesi olarak da bilinmektedir. Sözleşme gereksinimleri doğrultusunda, kalıcı organik kirleticilerin salınımlarının azaltılması, mümkünse ortadan kaldırılmasına ilişkin önlemlerin alınması Türkiye’nin yerine getirmesi yükümlülükleri arasında olduğundan toprak kirliliği çalışmalarında KOK ile ilgili mevcudiyetin de kapsayıcı olarak TKKNKSDY’ye eklenmesi gereklidir. Böylece toprak ve yeraltı suyu kirlilik ve envanter çalışmalarında, KOK Projesini de kapsayacak şekilde kalıcı organik kirleticilerin de varlığının araştırılması ve değerlendirilmesi bütünlük ve entegre bir yaklaşım olacaktır. Bunun için Entegre Çevre Bilgi

Sistemi'nin bir uygulaması olan Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi daha etkin kullanılmalıdır. Bu sisteme kalıcı organik kirleticilerin teşhis edilerek izlenmesi opsiyonu da eklenirse Entegre Çevre Bilgi Sistemi daha verimli hale gelebilecektir.

Ayrıca, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığınca 11. Kalkınma Planında belirttiği üzere iklim değişikliği, şehirleşme sebebiyle giderek önemi artan toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması önem kazanmaktadır. Türkiye'de binlerce aktif akaryakıt istasyonu olduğu bilindiğinden, toprak ve yeraltı suyu kirliliği açısından başta akaryakıt depoları barındıran petrol sektöründe olmak üzere, kimyasal tesislerde, organize sanayi bölgelerinde denetimler sıklaştırılmalıdır. TKKNKSDY'deki 237 sektördeki paydaşların da katılımıyla toprak ve yeraltı suyu etütleri yapılarak, şehirselleştirme bazlı kirlilik haritalarının oluşturularak uygun giderim metotlarını da kapsayacak şekilde Ulusal ve bölgesel düzeyde eylem planları ortaya konmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] Güler, C. (2006). Petrol türevleri tarafından kirlenmiş akiferlerde uygulanan yerinde iyileştirme teknolojileri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 30(2), 33 – 50.
- [2] Çoban, O., Şahbaz Kılınç, N. ve Kılınç, E. C. (2017). Sanayi Sektöründe Petrol Talebinin Fiyat ve Gelir Esneklikleri: OECD Ülkeleri Örneği . *Bilgi , Avrasya'nın Siyasal İktisadi Özel Sayısı*, 259-279 .
- [3] Hız, Ö. (2015) Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kapsamında Petrol Kirliliğinin Tespiti ve Giderimi İçin Uygun Yöntem Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
- [4] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, [https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/533511f3b63da8a\\_ek.pdf?tipi=78&turu=H&sube=2](https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/533511f3b63da8a_ek.pdf?tipi=78&turu=H&sube=2) , (Erişim Tarihi (22.4.2022).
- [5] National Research Council. (1985). *Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/314>.
- [6] Peterson, C. H., Rice, S. D., Short, J. W., Esler, D., Bodkin, J. L., Ballachey, B. E. ve Irons, D. B. (2003). Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, 302(5653), 2082-2086.
- [7] Kerr, R.A. (2010). Gulf Oil Spill. A lot of oil on the loose, not so much to be found. *Science*, 2010 Aug 13; 329(5993):734-5. DOI: 10.1126/science.329.5993.734.
- [8] Ünlü, S. ve Alpar, B. (2006). Distribution and sources of hydrocarbons in surface sediments of Gemlik Bay (Marmara Sea, Turkey). *Chemosphere*, 64(5), 764-777.
- [9] Temeltaş, S. (2006). Ham Petrol Bulaşmasının Toprağın Mikrobiyal Biyokütlesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- [10] <https://www.botas.gov.tr/uploads/dosyaYonetici/305323-botas-19.01.2022-tarihli-2.basin-ac%CC%A7iklamasi.pdf> (Erişim Tarihi: 22.4.2022).
- [11] Kara, H. (2015). Diyarbakır İli Petrol Üretim Sahalarının Çevre Sularına Olası Etkisi ve Elektrokoagülasyon Yöntemi Kullanılarak Artırılabilirliğinin Araştırılması
- [12] Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik, 27605 sayılı Resmi Gazete, Haziran 8, 2010
- [13] Gülçin, K. (2015). Türkiye'de Petrol Endüstrisi ve Finansal Yatırım Kararları, Niğde Üniversitesi.
- [14] Tüysüz, O. (1998). *Petrol Jeolojisi Kitabı*, İTÜ, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.
- [15] Uysal, A. (2006). Ham Petrol Fraksiyonlarının Biyolojik Bozunma Sonrası Fizikokimyasal Özelliklerinin Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- [16] Jussila, M.M., Kaksonen, A.H., Lindström, K. ve Suominen, L. (2006). Rhizosphere effect of *Galega orientalis* in oil-contaminated soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 817-827.
- [17] Şire, Y. (2006). Akaryakıt İstasyonlarının Çok Kriterli Verimlilik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [18] Sabate, J., Vinas, M. ve Solanas, A. M. (2004) Laboratory-scale bioremediation experiments on hydrocarboncontaminated soils. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 54, 19-25
- [19] Reible, D. ve Demnerova, K. (2002). Innovative approaches to the on-site assessment and remediation of contaminated sites. *Springer Science & Business Media*, Vol. 15
- [20] Adeniyi, A.A. ve Afolabi, J.A. (2002). Determination of Total Petroleum Hydrocarbons and Heavy Metals in Soils within the Vicinity of Facilities Handling Refined Petroleum Products in Lagos Metropolis. *Environment International*, 28, 79-82. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00007-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00007-7)
- [21] Solmaz S., Üstün G.E. ve Morsümbül T. (2009). Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, 2009
- [22] Davidson, J. M. ve Creek D. N. (2000). Using the Gasoline additive MTBE in Forensic Environmental Investigations. *Environmental Forensics*, V. 1, 31-36.
- [23] Barcelo, D. ve Petrovic M. (2005). Seeking solution to problems caused by MTBE

- contamination. Analytical Chemistry, Vol. 24, No. 4, 275-277
- [24] Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Denetimi İstatistikleri: 2021 Haber Bülteni 19 / 04 / 2022 Saat: 15:00 Sayı: 7  
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/cevre-denetimi--8230-59463-20220419150246.pdf> (Erişim Tarihi: 24.4.2022).
- [25] Dağhan, H., Öztürk, M., Hakeem, K. R., Sabir, M. ve Mermut, A. R. (2015). Soil pollution in Turkey and remediation methods. Soil remediation and plants: prospects and challenges, 287-312.
- [26] Flathman, P.E. ve Lanza, G.R. (1998). Phytoremediation: Current view on an emerging green technology.
- [27] Soil Contam., 7(4), 415-432.
- [28] Glass, D., 1999a. <http://www.dglassassociates.com/INFO/phy99exc.htm>. (Erişim Tarihi: 22.4.2022).