

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**DİZEL TANKLARINDAN HAFİF HİDROKARBONLARIN BUHARLAŞMA
ORANINI AZALTMAK İÇİN YENİ BİR YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ**

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2022
ANTALYA**

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**DİZEL TANKLARINDAN HAFİF HİDROKARBONLARIN BUHARLAŞMA
ORANINI AZALTMAK İÇİN YENİ BİR YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ**

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN 2022
ANTALYA**

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİZEL TANKLARINDAN HAFİF HİDROKARBONLARIN BUHARLAŞMA
ORANINI AZALTMAK İÇİN YENİ BİR YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ**

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 29/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ayça ERDEM ÜNŞAR (Danışman)

Prof. Dr. İsmail TOSUN

Doç. Dr. Çiğdem MORAL

ÖZET

DİZEL TANKLARINDAN HAFİF HİDROKARBONLARIN BUHARLAŞMA ORANINI AZALTMAK İÇİN YENİ BİR YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayça ERDEM ÜNŞAR

Haziran 2022; 63 sayfa

Yakıt tanklarından hafif hidrokarbonların buharlaşması durumu herhangi bir sıcaklıkta ve tüm çevre koşullarında meydana gelebilmektedir. Çevre kirliliği oluşmakta, çalışanların ve toplumun sağlığı olumsuz etkilenmektedir. Yakıtın fiziksel ve kimyasal özellikleri değişebileceği için yakıtın kalitesi ve dolayısıyla ülke ekonomisi de olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenlerden dolayı hafif hidrokarbonların buharlaşmasını kontrol etmek için etkili yöntemler üzerinde çalışılmaktadır. Bu tez çalışmasında, dizel tanklarında meydana gelen hafif hidrokarbonların buharlaşma oranını azaltmak için EDTA ve NaOH kullanılarak farklı oranlarda (I:1/1, II:1/2, III: 1/3, IV:1/4 a/a) dört organik bileşik (OB) hazırlanmıştır. Hazırlanan OBler kendi tasarımı olan doymuş buhar basıncı ölçer haznesinde dizele eklenmiş ve doymuş buhar basınçları ölçülmüştür. Çalışma sonunda her bir OB için optimum konsantrasyon, doymuş buhar basıncını azaltma yüzdesi ve tank içinden dizelin çekme-ekleme işlemleri sırasında OBlerin etkili kalış süresi belirlenmiştir. Buna göre Irak dizeli içeren tank içine bir defa OB (I, II, III ve IV) bileşiklerinin ilave edilmesi durumunda tank içinden hafif hidrokarbonların buharlaşma oranları sırasıyla %60.43, 64.40, 78.87 ve 88.73 olarak tespit edilmiştir. OBlerin (I, II, III ve IV) optimum konsantrasyonlarda (2, 1.75, 1.75 ve 1.5 ppm) tanklara eklendikten sonra dizel çekme-ekleme işlemleri sırasındaki etkinliklerinin sırasıyla 23, 28, 35 ve 48 kez devam ettiği görülmüştür. Hazırlanan OBler arasında OB-IV bileşiği en etkili bileşik olarak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda düşük maliyetli, kolay erişilebilir, kolay uygulanabilir, verimli ve çok tekrarlı tankta kalma yeteneğine sahip, doğa dostu organik bileşikler üretilmiştir. Geliştirilen OBler dizelin fiziksel özelliklerinde değişikliğe neden olmamıştır. Doymuş buhar basıncını ölçmek için tarafımızdan yerli bir cihaz tasarlanmıştır. Geliştirilen OBler tüm petrol türevlerine, farklı tipte tanklara, farklı iklim koşullarına sahip farklı ülkelerde uygulanma imkanı sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: Buharlaşma kayıpları, doymuş buhar basıncı, hafif hidrokarbonlar, yüzey aktif organik bileşikler

JÜRİ: Doç. Dr. Ayça ERDEM ÜNŞAR

Prof. Dr. İsmail TOSUN

Doç. Dr. Çiğdem MORAL

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A NEW METHOD TO REDUCE THE EVAPORATION OF LIGHT HYDROCARBONS FROM DIESEL TANKS

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ

Master Thesis, Environmental Engineerig

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ayça ERDEM ÜNŞAR

June 2022; 63 pages

Evaporation of light hydrocarbons from fuel tanks can occur at any temperature and under all environmental conditions. Environmental pollution occurs, the health of employees and society are adversely affected. Since the physical and chemical properties of the fuel may change, the quality of the fuel and therefore the economy of the country is adversely affected. For these reasons, effective methods are being studied to control the evaporation of light hydrocarbons. In this thesis, four organic compounds (OC) were prepared in different ratios (I:1/1, II:1/2, III: 1/3, IV:1/4 w/w) by using EDTA and NaOH to reduce the evaporation rate of light hydrocarbons occurring in diesel tanks. The prepared OCs were added to the diesel in the saturated vapor pressure meter chamber of our own design and the saturated vapor pressures were measured. At the end of the study, the optimum concentration, percentage of saturated vapor pressure reduction and the effective residence time of the OCs during the withdrawal and addition of diesel from the tank were determined for each OC. Accordingly, when OC (I, II, III and IV) compounds were added once into the tank containing Iraqi diesel, the evaporation rates of light hydrocarbons from the tank were determined as 60.43%, 64.40, 78.87 and 88.73%, respectively. After adding OCs (I, II, III and IV) at optimum concentrations (2, 1.75, 1.75 and 1.5 ppm) to the tanks, it was observed that their effectiveness during diesel discharge-addition processes continued 23, 28, 35 and 48 times, respectively. Among the OCs prepared, the OC-IV compound was determined as the most effective compound. As a result of this study, low-cost, easily accessible, easy-to-apply, efficient and environmentally friendly OCs have been produced with the ability to stay in the tank repeatedly. Developed OCs did not change the physical properties of diesel. A domestic device has been designed by us to measure the saturated vapor pressure. The developed OCs offer the opportunity to be applied to all petroleum derivatives, different types of tanks, and different countries with different climatic conditions.

KEYWORDS: Evaporation losses, saturated vapor pressure, light hydrocarbons, surface-active organic compounds.

COMMITTEE: Assoc.Prof. Dr. Ayça ERDEM ÜNŞAR

Prof. Dr. İsmail TOSUN

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem MORAL

ÖNSÖZ

Her şeyden önce Yüce Allah'a şükrediyorum, ardından Türkiye Cumhuriyeti'ne ve Akdeniz Üniversitesi'ne bilimsel ve manevi destekleri için teşekkür etmek isterim.

Değerli danışmanıma Doç. Dr. Ayça ERDEM ÜNŞAR'a ve Irak üniversitesi Anbar Kimya Bölümü'nde görev yapan değerli hocam Dr.Öğr. Üyesi Marwan Mohammed Farhan AL-OBAIDI'ye teşekkür ederim. Bu tezin konusunun tüm yönleriyle zenginleşmesine katkı sağlayan herkese teşekkürlerimi sunmak isterim. Akdeniz Üniversitesi'ndeki tüm hocalar, araştırmacılar ve meslektaşlara da teşekkürlerimi sunarım.

Okul günlerim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşlerime kalpten teşekkür ederim. Teorik ve uygulamalı çalışmalarımda her zaman yanımda olan, bilimsel hedeflerime ulaşmak için geceleri yanımda olan sevgili eşime de ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
2.1. Petrol	6
2.2. Hidrokarbon Bazlı Yakıtlar	7
2.3. Petroldeki Kimyasallar	8
2.3.1. Alkanlar (parafinler)	8
2.3.2. Aromatikler ve naftenler	11
2.3.3. Hetero-atom Bileşikleri	12
2.3.4. Alkenler (olefinler).....	13
2.3.5. Alkinler (asetilenler)	15
2.3.6. Aromatikler (benzen türevleri).....	15
2.4. Dizel yakıt	16
2.4.1. Dizel yakıt	17
2.5. Depolama Tankları.....	17
2.5.1. Tankların sınıflandırılması	18
2.5.2. Sıvı tankları	20
2.5.3. Hidrokarbonların buharlaşması	24
2.5.4. Organik Bileşik	29
2.5.5. Önceki Literatürler	34
2.5.6. Araştırma Hedefleri.....	35
3. MATERYAL VE METOT	36

3.1. Kullanılan Kimyasallar	36
3.2. Kullanılan Cihazlar	36
3.2.1. Doymuş buhar basıncı ölçüm cihazı	36
3.2.2. Hassas terazi.....	36
3.2.3. Su banyosu	36
3.3. Kullanılan Dizel	37
3.4 . Organik Bileşiklerin Hazırlanması.....	38
3.5 .Doymuş Buhar Basınç Okuması	39
3.6. Organik Bileşiklerin Tank İçindeki Etkinliğinin Belirlenmesi	39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	40
4.1. Organik Bileşiklerin Hazırlanma Mekanizması ve Karakterizasyonu.....	40
4.2. Organik Bileşiklerin En Uygun Konsantrasyonunun Belirlenmesi	43
4.3. Tank İçinde Dizel Ekleme ve Çekme Sayısına Göre Organik Bileşiklerin Etkinliğinin Belirlenmesi	47
6. SONUÇLAR	53
7. KAYNAKLAR	55
8. EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Dizel Tanklarından Hafif Hidrokarbonların Buharlaşma Oranını Azaltmak İçin Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

29/06/2022

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

ppm	: Parts per million
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
dk	: Dakika
L	: Litre
°F	: Fahrenheit
kg/m ³	: Kilogram metreküp
σ	: Sigma
π	: Pi
kpa	: Kilo paskal
ml	: Mililitre
g	: Gram
mg/kg	: Miligram kilogram
A	: Ağırlık
μm	: Mikrometre
m	: Metre
V	: Hacim
rpm	: Dakikada tur

Kısaltmalar

RON	: Reaksiyon oktan sayısı
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
EDTA	: Etilendiamintetraasetik asit
API	: Amerikan Petrol Enstitüsü
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
IRIS	: Entegre risk bilgi sistemi
IR	: Kızılötesi
US-EPA	: Birleşik devletler çevre koruma ajansı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Hidrokarbonların sınıflandırılması (Altural 2008)	8
Şekil 2.2. Seçilen hafif parafinlerin	9
Şekil 2.3. İlk dört alkanın moleküler yapısı (Chang 2010).....	11
Şekil 2.4. Ham petrol'de bulunan aromatikler ve naftenler	12
Şekil 2.5. Ham petrol'de bulunan hetero atom bileşikleri.....	13
Şekil 2.6. Bazı alkenlerin moleküler yapısı ve bazı yaygın hafif olefinlerin yapıları	14
Şekil 2.7. Bazı alkinlerin moleküler yapısı (Beşergil 2009).....	15
Şekil 2.8. Bazı aromatiklerin moleküler yapısı (Beşergil 2009).....	16
Şekil 2.9. Sabit Tavanlı Tank Sabit	20
Şekil 2.9. (A) Düşen hava sıcaklığı (B) Artan hava sıcaklığı.....	21
Şekil 2.9. (C) Tanktan çekme (D) Tanka doldurma.....	22
Şekil 2.10. Yüzer Tavanlı Tank	23
Şekil 2.11. Küre Tank	23
Şekil 2.12. Moleküler yapısı	31
Şekil 3.1. Buhar basıncı ölçüm cihazı.....	36
Şekil 3.2. Su banyosu ile ölçüm cihazı	37
Şekil 3.3. (a)Hazırlandıktan sonra organik bileşikler / (b)Kuruduktan sonra organik bileşikler.....	38
Şekil 4.1. OBlerin Hazırlanma Mekanizasyonu	40
Şekil 4.2. OB-I bileşiğine ait IR analiz sonucu (I- 1:1)	41
Şekil 4.3. OB-II bileşiğine ait IR analiz sonucu (II- 1:2).....	41
Şekil 4.4. OB-III bileşiğine ait IR analiz sonucu (III- 1:3).....	42
Şekil 4.5. OB-IV bileşiğine ait IR analiz sonucu (IV- 1:4)	42
Şekil 4.6. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (I- 1:1) optimum konsantrasyonunun etkinliği.....	48
Şekil 4.7. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (II- 1:2) optimum konsantrasyonunun etkinliği.....	49
Şekil 4.8. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (III- 1:3) optimum konsantrasyonunun etkinliği.....	50
Şekil 4.9. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (IV- 1:4) optimum konsantrasyonunun etkinliği.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. 21 seçilmiş ham petrolün özellikleri.....	7
Çizelge 2.2. Seçilen hafif parafinlerin kaynama noktaları.....	11
Çizelge 2.3. Seçilmiş c16 parafinler için füzyon noktaları.....	11
Çizelge 2.4. Edta ve ligandlarının endüstriyel ve evsel kullanımları (dünya pazarının yüzdeleri olarak).....	31
Çizelge 2.5. Önceki literatürlerin özeti	34
Çizelge 3.1. Irak dizeli için fiziksel ve kimyasal özellikleri (anonim 1).	37
Çizelge 3.2. Irak dizeli spesifikasyonu.	38
Çizelge 4.1. Ob- 1,II,III,IV bileşiğine ait ır analiz sonucunun değerlendirilmesi	42
Çizelge 4.2. Organik bileşiğin (I- 1:1 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi ..	44
Çizelge 4.3. Organik bileşiğin (II- 1:2 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi.	44
Çizelge 4.4. Organik bileşiğin (III- 1:3 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi	45
Çizelge 4.5. Organik bileşiğin (IV- 1:4 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi ...	46

1. GİRİŞ

Hafif dizel hidrokarbonların buharlaşması, yakıt tanklarında günlük olarak meydana gelen ve sık görülen bir olgudur. Tanklar, ortam sıcaklığı ve basıncın varlığında sıvının bir kısmının buhara dönüştüğü ve atmosfere yayıldığı yerdir. Hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma süreci, teknik yöntemler gerektiren karmaşık bir süreçtir. Hafif hidrokarbonların buharlaşması çevreyi kirletir, insan ve çevre sağlığına zarar verir ve dizelin kalitesini etkiler, fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler ve ciddi ekonomik kayıplara neden olur. Hafif hidrokarbonların buharlaşması, depolama, iletim ve dağıtım tanklarında ve benzin istasyonu tanklarında olduğu gibi tüm büyük ve küçük tanklarda meydana gelir. Yerleşim bölgelerinde, özellikle kent merkezlerinde birçok benzin istasyonu bulunmaktadır. Akaryakıt istasyonlarının sayısı ve tankların sayısı arttıkça tehlikenin artabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Çıkarma, montaj, hazırlama, depolama, satış vb. dahil olmak üzere, petrol alanlarından tüketiciye giden yol boyunca hemen her aşamada petrolden hafif hidrokarbonların kaybını azaltma sorunu bulunmaktadır. Hafif dizel hidrokarbonların buharlaşması, araçların dizel dolumu sırasında, dizel depolama süresi, rafinasyon işlemi sırasında ve dizel tanker taşımacılığı sırasında da meydana gelebilmektedir. Irak'ta ve dünyanın gelişmiş ülkelerinde yapılan araştırmalarda, hafif hidrokarbonların buharlaşmasının genel olarak 450 galonda 1.60-2.50 L arasında değiştiği belirtilmektedir. Buharlaşmanın sadece çevresel yönü değil aynı zamanda ekonomik yönü de bulunmaktadır. Rusya'da buharlaşmadan kaynaklanan petrol kayıpları yılda 500-600 bin tona ulaşmaktadır ve tropikal ülkelerde bu kayıpların payı çok daha fazla olup, bunun nedeni bu ülkelerdeki hava sıcaklıklarının Rusya'ya göre daha yüksek olmasıdır.

Rusya Federasyonu Enerji Bakanlığı tarafından onaylanan sınıflandırmaya göre, petrolün çıkarılmasından satışına kadar olan ve resmi olarak rezervlerden silinmeye tabi olan petrol miktarlarının kayıpları yıllık olarak kayıtlara alınmaktadır. Madencilik planları, ambalaj kutusu contalarından ve sökülebilir bağlantılardan yağ sızıntısını, atık su ile yağın boşaltılmasını, ayırıcı gazla damlama yağın tutmayı ve tanklardan yağın buharlaşmasını içerir. Yapılan saha çalışmaları, Batı Sibirya'daki tarlalardaki doğal teknolojik kayıpların toplam değerinin üretim hacminin %0.4- 0.9 arasında değiştiğini

göstermektedir (Tokmakova 2003). Mutlak rakamlarla, bu petrol kayıplarının ortalama değeri yılda yaklaşık 1.2 milyon tondur.

Yukarıdaki kayıplara ek olarak, bir başka kayıp türü, kabul edilen sınıflandırmaya göre teknolojik kayıplara ait olmayan ve şirketlerin petrol ve gaz üretimi raporlama belgelerine yansıtılmayan hafif petrol fraksiyonlarının ayrı gazla çekilmesidir. Ancak bu kayıplar çok büyüktür ve yukarıda belirtilen toplam normal teknolojik kayıplardan birkaç kat daha fazla olabilmektedir.

Kayıpların ana nedenlerinden biri, petrolün rezervuarlarda toplanması ve depolanması için saha teknolojilerinin eksikliğidir. Birkaç çalışma (Zaripov 1996), petrol kayıplarının %85'inden fazlasının buharlaşma ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Fiziksel kayıplara ek olarak, yağın buharlaşmasına genellikle yağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde bozulma eşlik eder ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Hafif hidrokarbonlar buharlaştıkça, yoğunluk arttıkça yağın fiziksel özellikleri değişir ve kısmi bileşim ağırlaşmaktadır.

Seksenlerin sonuna kadar, petrol alanında, çevre koruma faaliyetleri, petrol kirliliğinin biyosferin durumu üzerindeki etkisini incelemek ve değerlendirmek açısından herhangi bir hedef odaklı odaklanmamıştı, ancak kaynakların korunmasına ilgi duymuştur. Petrol ve gaz sağlamak için planlanan teknik, teknolojik ve organizasyonel önlemler azdı ve bu da petrol ve petrol gazı teknolojisinde kayıplara yol açmıştır. Kayıp kriterleri, petrol işletmelerinin üretken faaliyetlerinin önemli göstergeleridir ve hidrokarbon rezervlerinin gelişimi ve üretilen petrol miktarı incelenirken kullanılmaktadır (Parenyuk 2004).

Sabit koşullar altında tanklardan petrol buharlaşması süreci, ortam sıcaklığından, basıncından, gaz hacminin hacminden, gaz boşluğu ile petrol temas alanından, atmosferik basınçtan vb. sıvı seviyesi veya sıcaklık değiştiğinde veya gazlar uzaklaştırıldığında, yükselen gaz ve buharların tanklardan atmosfere özel menfezlerden çıktığı bilinmektedir. Tankın havalandırılması, yağın buharlaşması nedeniyle kayıplara neden olur ve bu da çevre kirliliğine neden olmaktadır. Hazırlanması sırasında yağ kayıplarının büyüklüğü ayrıca tanklardaki çalışma koşullarına da bağlıdır. Petrol üreten şirketlerde tanklardaki buharlaşma kayıpları sırasıyla büyük havalandırmadan %60-65, gaz mahalli

havalandırmasından %32-34 ve küçük havalandırmadan %3-6 civarındadır. Gaz mahalli havalandırma sırasındaki yüksek kayıp oranı, tankların (özellikle çatıların) sızdırmazlığı gerekliliklerinin ihlal edilmesinden kaynaklanmaktadır ve büyük havalandırmadan kaynaklanan kayıplar, tankların yüksek devrinden kaynaklanmaktadır. Uzun vadeli petrol depolama koşulları altında, kayıplar esas olarak küçük havalandırma sırasında meydana gelmektedir (Duknevich 2003).

Ticari rezervuarlardan kaynaklanan petrol türevleri kayıplarının boyutunu belirlemek için önceki yıllarda yürütülen araştırma çalışmalarının çoğu artık güncelliğini yitirmiştir. Tanklardaki buharlaşmayı azaltmak için kullanılan geleneksel yöntemlerdeki değişikliklerle birlikte yakıt kalitesindeki ve havadaki değişiklikler, yalnızca yağ ürününün miktarında değil, aynı zamanda kalitesinde de değişikliklere yol açmaktadır. Bu nedenle rezervuarlardaki kayıplarla ilgili çalışmalar periyodik ve düzenli olarak yapılmalıdır. Kayıpların doğru ve zamanında hesaplanması, çevresel zararın ve ekonomik kayıp miktarının belirlenmesini mümkün kılacaktır. Ham petrolün çıkarılmasından petrol ürününün satışına kadar tüm yol boyunca kayıpların niceliğini ve niteliğini bilmek gerekmektedir (Arenbrister 1975).

Lutoshkina, büyük ve küçük havalandırma olarak adlandırılan petrol ve türevlerinin hafif hidrokarbon salınımını buharlaştırma sürecini ayrıntılı olarak açıklamıştır. Günlük hava sıcaklıklarındaki dalgalanmalar ve tanktaki gaz boşluğunu dolduran hava buharı karışımı, hem küçük hem de büyük havalandırma yoluyla hafif hidrokarbonların kaybı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sıcaklık yükseldikçe, tanktaki hava-buhar karışımının basıncı artar ve tahliye vanasının ayarlandığı belirtilen basıncı aştığında hava-buhar karışımı atmosfere salınır. Tanktaki sıcaklık ve basınç düştüğünde, valf atmosferik havanın içeri girmesine izin verir. Tankta oluşan hafif hidrokarbonların buharlarını yakalayıp, tankın sürekli yakıtla doldurulmasıyla tanktaki karışan havanın hacminin azaltılması olan hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için birçok geleneksel yöntem kullanılmıştır. tanklar, açık renklerle boyanacak yüzey tanklarını kullanarak, tankın dış yüzeyini soğutmak için su püskürtme işlemi sırasında tankların etrafına ağaç diki. Sabit bir hava sıcaklığında, hafif hidrokarbonların kaybı, tankın boş kısmında hava karışımının bulunduğu alanın hacmine bağlı olduğundan farklı olabilmektedir. Depodaki yakıt seviyesi yükseldikçe buharlaşma azalır, çünkü

buharlaştırma işleminin sorunsuz gerçekleşmesi için yer kalmamaktadır, tanktaki yakıt seviyesi azaldıkça buharlaştırma artmaktadır. Bu nedenle, küçük bir havalandırma sırasında kayıpları azaltmak için, gaz boşluğunun sıcaklığının minimum olduğu günün soğuk saatlerinde ve zamanında yakıtla doldurarak tankın mümkün olan en yüksek doldurma yüksekliğini korumak gerekmektedir. Aynı zamanda diğer tanklar gibi tankları %95'ten fazla doldurmaya gerek olmadığı unutulmamalıdır çünkü ısıtıldığında yağ genleşerek tanktan dışarı akacaktır. Tanklar doldurulurken büyük havalandırma işleminde kayıplar meydana gelir, bu durumda gelen yağ, tanktaki gaz boşluğundan buharları uzaklaştırmaktadır. Küçük arınma her 10 günde bir veya ihtiyaç duyulduğunda, büyük arınma ise ayda bir gerçekleşmektedir (Keselman ve Makhmudbekov 1981; Sakhabutdinov vd. 1997).

Daha önce yapılan araştırmalar incelenerek Irak'tan Türkiye'ye dünya standartlarında bir petrol ihracatı olduğu tespit edilmiştir. Irak-Türkiye boru hattı, Irak'ın Türkiye'nin Ceyhan limanı üzerinden Akdeniz bölgesine günde bir milyon varilden fazla ham petrol ihraç edebilmesi için geliştirilmiş büyük ölçekli bir ikili petrol boru hattıdır. İki ülke, 1973'te Irak-Türkiye boru hattı anlaşmasını imzalamış ve 1976, 1985 ve 2010'da bazı güncellemeler yapmıştır. Bu anlaşma, Türk hükümetinin Irak tarafının Irak'tan gelen ham petrolün tüm depolama ve bertaraf merkezlerinde ve son istasyonda hareketine ilişkin talimatlarını kabul etmesini şarttır. Günde bir milyon varilden fazla olduğu tahmin edilen ihraç edilen petrolden hafif hidrokarbonları sürekli buharlaştığı düşünülmektedir. Bu buharlaştırma, gerçek teknik önlemlerin en düşük maliyetle, en yüksek kalitede uygulanamaması, insan ve çevre sağlığına zarar vermesi durumunda Irak ve Türk tarafında ağır ekonomik kayıplar, artan çevre kirliliği ve sağlık sorunlarının oluşacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla rezervuarlardan hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak gerekmektedir.

Irak, Türkiye ve dünyanın hemen her yerinde nüfus artışı ile beraber enerji ihtiyacının da artacağı bilinmektedir. Bu aynı zamanda ulaşımdan sanayiye enerji üretmek için petrol ve türevlerine ihtiyaç duyulacağı anlamına gelmektedir. Bu da akaryakıt depolama tanklarında, akaryakıt tanklarında, akaryakıt satış istasyonlarında kaliteli petrole ulaşmayı gerektirmektedir. Bu nedenle, hafif hidrokarbonun buharlaşmasını azaltmak için teknik yöntemlerin kullanılmasına acil ihtiyaç vardır.

Bu tez çalışmasında hafif dizel hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için maliyet açısından ekonomik, çevre dostu, yüksek kalitede çözüm sağlayan, kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir organik bileşikler (OBler) geliştirilmiştir. Söz konusu OBler EDTA ile NaOH'ın farklı oranlarda (I: 1/1, I: 1/2, III: 1/3, IV: 1/4 a/a) karıştırılmasıyla üretilmiştir. Yapılan literatür araştırması sonucunda dizelin kullanılmadığı tespit edilmiş, o nedenle çalışmada dizel kullanılmıştır. Bununla beraber dizel, Türkiye ve Irak'ta otomobillerde ve fabrikalarda çok fazla kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasının temel hedefi, insan ve çevre sağlığını koruyan, çevreyi kirletmeyen, dizel kalitesini ve sürdürülebilir kalkınmayı koruyarak düşük maliyetli, kaliteli ve kolay ulaşılabilir OBler geliştirmektir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Petrol

Ham petrol, binlerce farklı hidrokarbon içeren karmaşık bir karışımdır. Adından da anlaşılacağı gibi hidrokarbonlar, hidrojen ve karbon içeren kimyasallardır. Hidrojen ve karbona ek olarak, ham petrollerin çoğu ayrıca ağırlıkça daha az miktarda nitrojen, oksijen, metal ve tuzlarla birlikte bazı kuyulardan çıkan ham yağlar bitkisel yağ kadar berraktır. Diğer kuyular yeşil, kahverengi veya siyah ham petrol üretir. Bazıları ekşidir veya çürük yumurta gibi kokar. Bazıları su kadar kolay akar, bazıları ısıtılmadıkça akamaz ve bazıları o kadar katıdır ki, çıkarılmaları gerekir. Çizelge 2.1 seçilen 21 ham petrolün özelliklerini karşılaştırmaktadır. Tüccarlar, bir ham petrolü kaynağını, API gravitesini (bir yoğunluk ölçüsü) ve kükürt içeriğini belirterek karakterize etmektedir. Kaynak, ham petrolün üretildiği petrol sahasıdır. API ham petrolden ne kadar benzin, gazyağı vb.'nin damıtılabileceğini belirleyen damıtma özelliklerinin kaba bir göstergesidir. Diğer faktörlerin yanı sıra kükürt içeriği de işleme maliyetlerini etkilemektedir (Altgelt ve Boduszynski 1994 ; Cox 1996 ; Speight 2006).

1859'dan sonra petrol dünya ekonomisi için giderek daha önemli hale geldi, o kadar önemli ki bugün düzenli bir petrol akışı olmadan bu gezegendeki insan faaliyetlerinin çoğu durma noktasına gelecekti. Petrol, tonaj bazında dünya nakliyesinin %60'ını oluşturmaktadır (Weinkauff 2003). Kamyonlarımız, trenlerimiz, uçaklarımız ve otomobillerimiz için yakıt ve yağlar sağlamaktadır. Gemiler akaryakıt yollarından güç alır ve çelik endüstrisi için kok sağlar. Petrolden elde edilen doğal gaz ile birlikte. Varil altı petrol türevleri, petrolümüzün dünyanın petrokimya endüstrileri için öncüler sağladığını ortaya koymaktadır. 2003 yılının sonunda dünya günde 78 milyon varil petrol tüketiyordu (Parker 2006). Ağustos 2005'te, bu petrol hacmi günde 4.6 milyar dolar ya da yılda 1.7 trilyon dolar değerindedir.

Cizelge 2.1. 21 Seçilmiş Ham Petrolün Özellikleri

Ham petrol	API Yerçekimi	Özgül Ağırlık	Kükürt (% ağırlıkça)	Azot (% ağırlıkça)
Alaska Kuzey Eğimi	26.2	0.8973	1.1	0.2
Arabian Light	33.8	0.8560	1.8	0.07
Arabian Medium	30.4	0.8740	2.6	0.09
Arabian Heavy	28.0	0.8871	2.8	0.15
Athabasca (Kanada)	8	1.0143	4.8	0.4
Beta (Kaliforniya)	16.2	0.9580	3.6	0.81
Brent (Kuzey Denizi)	38.3	0.8333	0.37	0.10
Bonny Light (Nijerya)	35.4	0.8478	0.14	0.10
Boscan (Venezuela)	10.2	0.9986	5.3	0.65
Ekofisk (Norveç)	37.7	0.8363	0.25	0.10
Henan (Çin)	16.4	0.9567	0.32	0.74
Hondo Blend (Kaliforniya)	20.8	0.9291	4.3	0.62
Kern (Kaliforniya)	13.6	0.9752	1.1	0.7
Kuveyt İhracat	31.4	0.8686	2.5	0.21
Liaohi (Çin)	17.9	0.9471	0.26	0.41
Maya (Meksika)	22.2	0.9206	3.4	0.32
Shengli (Çin)	13.8	0.9738	0.82	0.72
Tapis Blend (Malezya)	45.9	0.7976	0.03	NIL
West Hackberry Sweet	37.3	0.8383	0.32	0.10
West Texas Intermediate	39.6	0.8270	0.34	0.08
Xinjiang (Çin)	20.5	0.9309	0.15	0.35

ABD stratejik petrol rezervindeki bir depolama mağarasından üretilmiştir

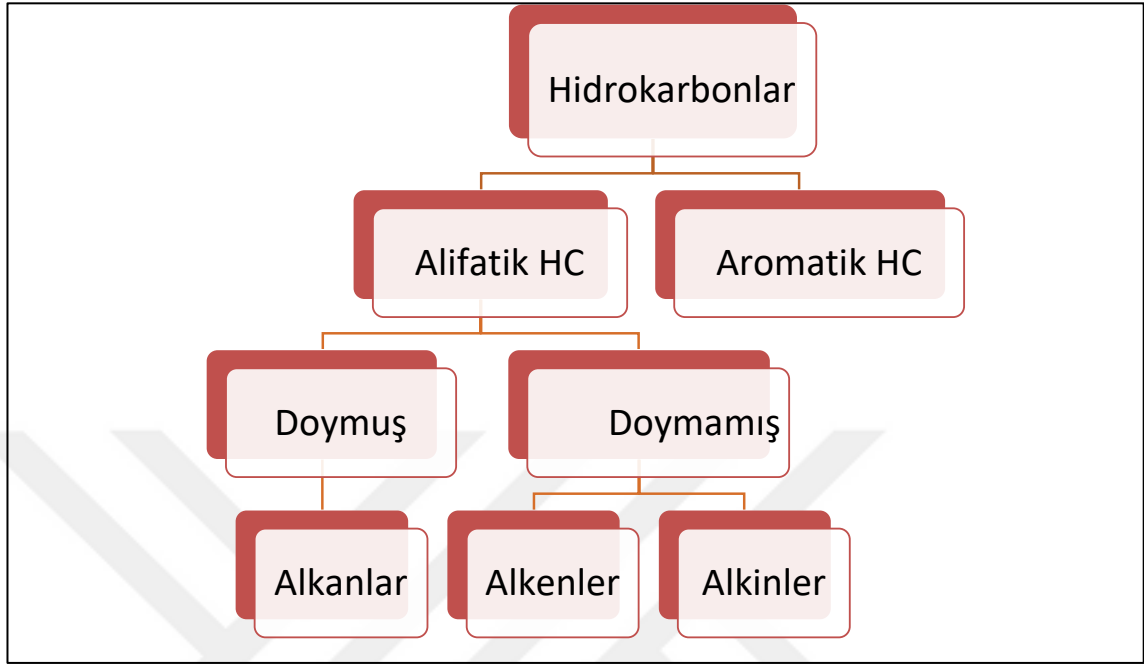
API G141.5

API ÷ (özümlü ağırlık @60 - 131.5

2.2. Hidrokarbon Bazlı Yakıtlar

Temel moleküler yapılarında karbon ve hidrojen atomları içeren yakıt bileşiklerine hidrokarbon bazlı yakıtlar denmektedir. Hidrokarbonlar alifatik ve aromatik olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Alifatik hidrokarbonlar doymuş ve doymamış hidrokarbonlar olarak iki alt sınıfa ayrılmaktadır. Hidrokarbondaki karbon atomu, dört hidrojen atomu ile bağlanmışsa doymuş, karbon atomları ikili veya üçlü karbon-karbon bağları yapmışsa doymamış olarak adlandırılır. Doymuş hidrokarbonlar alkanlar olarak sınıflandırılır; Doymamış hidrokarbonlar alkenler veya alkinler olarak sınıflandırılır (Altural 2008; Yaşar vd. 2016; Sarıkoç 2020). Hidrokarbonlar kimyasal yapılarındaki karbon sayısına göre katı, sıvı ve gaz fazlarında olabilmektedir. Genellikle 1-4 karbon atomlu hidrokarbonlar gaz, 5-19 arası sıvı, 20 ve daha fazla karbon atomlu moleküller ise katı fazdadır (Beşergil 2009; Sarıkoç 2020). C_nH_m , içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılan sıvı hidrokarbonların genel kapalı kimyasal formülüdür. Ancak hidrokarbonlar hidrojen ve karbonun yanı sıra az miktarda O_2 , H_2 ,

S, H₂O ve ham petrol türevleri içeren bazı metallardan oluşmaktadır (Safgönül vd. 2013). Şekil 2.1, hidrokarbon bileşiklerinin sınıflandırılmasını vermektedir.



Şekil 2.1. Hidrokarbonların sınıflandırılması (Altural 2008)

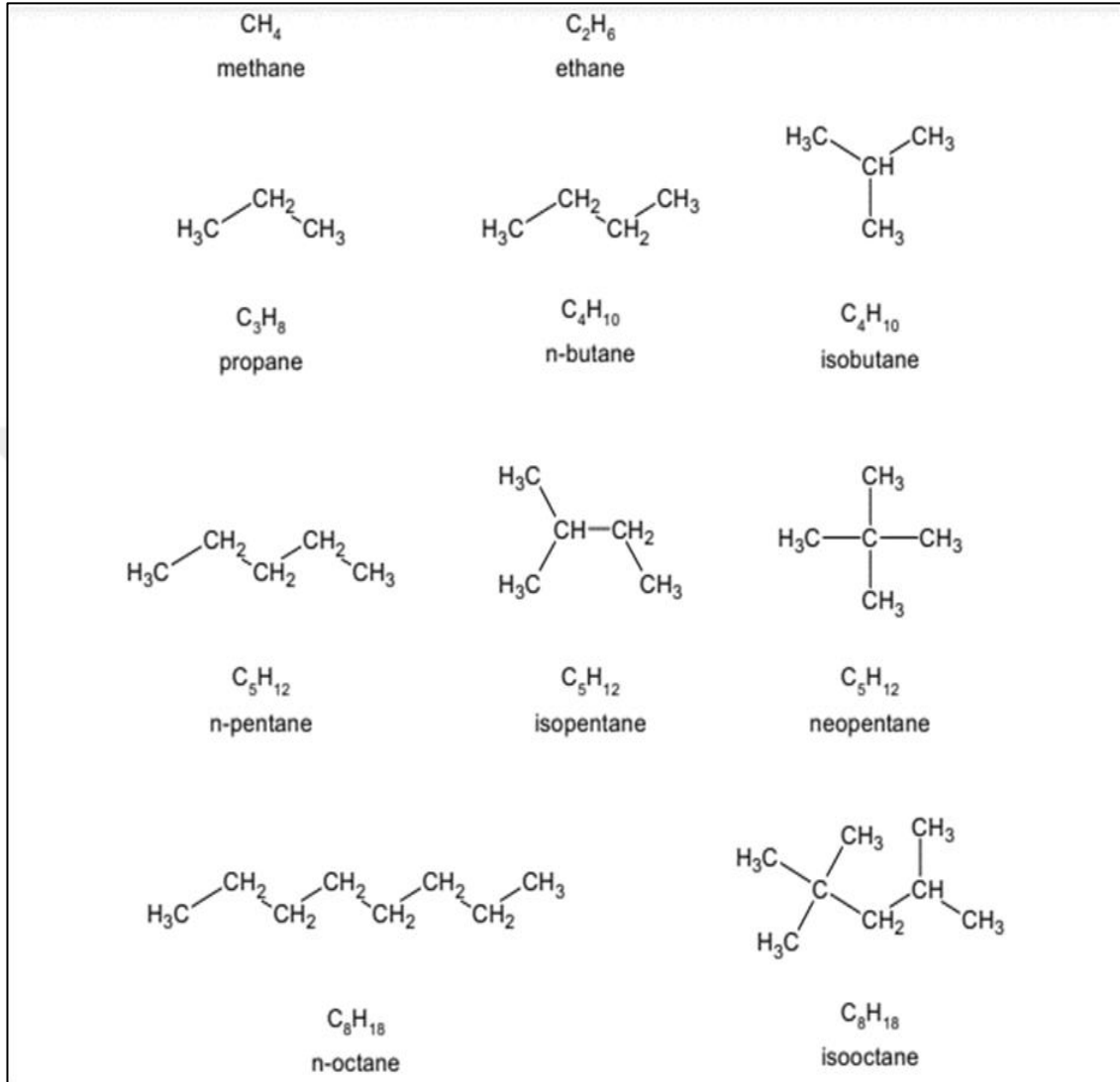
2.3. Petroldeki Kimyasallar

Karbon, petroldeki hemen hemen tüm kimyasal bileşiklerde bulunur. Karbon, diğer elementlerden daha fazla kendisine bağlanır ve düz zincirler, dallı zincirler, halkalar ve karmaşık üç boyutlu yapılar oluşturmaktadır. En karmaşık moleküller biyolojiktir - en küçük bakteriden en büyük ağaca kadar her canlıda bulunan proteinler, karbohidratlar, yağlar ve nükleik asitler. Bu burada önemlidir, çünkü petrol eski organizmalardan oluşmuştur ve molekülleri, oluştuğu O'Brien'in belirli yapısal özelliklerini korumaktadır.

2.3.1. Alkanlar (parafinler)

En hafif parafin, doğal gazın ana bileşeni olan metandır (CH₄). Parafinlerin genel formülü C_nH_{2n+2}'dir. Parafinlerdeki karbon zincirleri düz veya dallı olabilmektedir. Formülleri aynı fakat yapıları farklı olan bileşiklere izomer denir. Düz zincirli parafinler

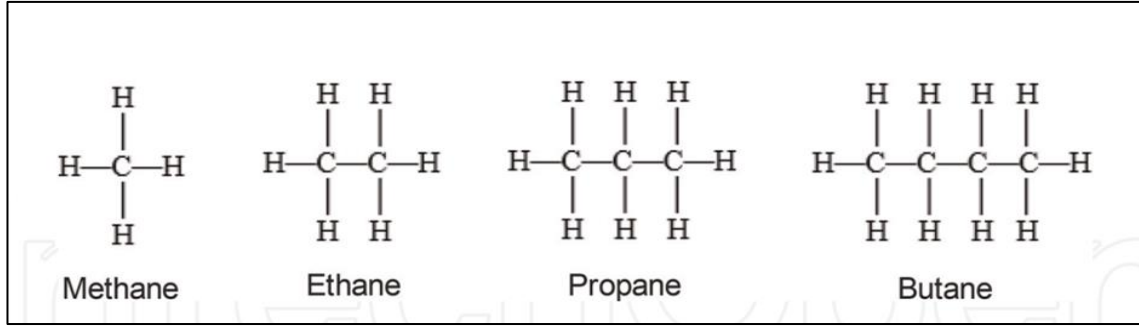
"normal" iken, aynı kimyasal formüle sahip dallı parafinler "izo" olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2.2. Seçilen hafif parafinlerin

Şekil 2.2, izomerlerin farklı fiziksel özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Linstrom ve Mallard 2003). Ayrıca önemli ölçüde farklı kimyasal özelliklere sahip olabilmektedir. Benzin için en önemli kimyasal özelliklerden biri oktan sayısıdır. n-oktan için araştırma oktan sayısı (RON), izooktan (2,2,3-trimetilpentan) için 100'lük bir RON'a (tanım gereği) kıyasla -27'dir. Heptan izomerleri için RON değerleri, n-heptan için sıfıra (tanım gereği) kıyasla 2-metil-heksan için 45 ile 2,2,3-trimetilbütan için >100 arasında değişmektedir.

Alkanlar doymuş hidrokarbonlardır, literatürde parafin olarak da bilinen, Latin karbon numaralarının sonuna “-an” son ekini getirenlerdir (Çizelge 2.2 ve 2.3). Alkanlar kimyasal yapılarında diğer hidrokarbonlara göre daha fazla hidrojen içermektedir, bu yüksek sayıdaki hidrojen atomları diğer hidrokarbonlara göre daha yüksek termal değerlere ve daha düşük yoğunluğa ($620\text{--}770 \text{ kg/m}^3$) yol açar. Hidrokarbon zincirindeki karbon atomlarının sayısı arttıkça alkanların kendi kendine tutuşma eğilimleri, moleküler ağırlıkları, erime ve kaynama noktaları gibi özellikleri artar. Hidrokarbon zincirindeki karbon sayısındaki her artış, kaynama noktasının yaklaşık $20\text{--}30^\circ\text{C}$. Alkanlar apolar oldukları için suda çözünmemektedir. Hidrokarbonlar ve soy gazlar gibi apolar moleküller arasında Van der Waals kuvvetleri, diğer bir deyişle London dispersiyon kuvvetleri yer almaktadır. Dağılma kuvveti, atomlarda veya moleküllerde indüklenen geçici dipoller aracılığıyla tüm moleküller arasındaki zayıf bir moleküller arası kuvvettir. Düz zincirli alkanlar, benzin yakıtı yerine dizel yakıtı olarak kullanım için daha uygundur. Ancak aynı kapalı formüle sahip ancak farklı dallı zincir ve halkalara sahip alkan izomerleri, motor vuruntu direnci daha yüksek olduğundan benzinli motor yakıtı olarak kullanım için daha uygundur. Yakıtın kendiliğinden tutuşup tutuşmadığını belirleyen özelliğe oktan sayısı denmektedir. Diğer bir deyişle tutuşma direnci olarak tanımlanır. Düz uzun zincirli yakıtlar genellikle daha düşük oktan sayısına sahipken dallı yapılar daha yüksek oktan sayısına sahiptir. Bunu kısaca özetlemek gerekirse, oktan sayısı genellikle yakıtların moleküllerinin zincir uzunlukları ile ters orantılıdır. Yakıt moleküllerinin zincir yapısı ne kadar kısa olursa oktan sayısı o kadar yüksek olur. Oktan sayısı, dallanmış yan zincir bileşenleriyle doğru orantılıdır. Ayrıca yakıtların halka moleküler yapıya sahip olmaları yüksek oktan sayılarına yol açmaktadır. Alkanlar karbon sayılarına göre katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Gazda 1-4, sıvı halde 5-25 ve katı halde 25'ten fazla karbon bulunur. Alkanlar, doğal gaz ve petrol gazlarında 4, benzinde 5-12, dizel yakıtlarda 12-20 ve yağlama yağlarında 20-38 atomdan daha az karbon atomu içermektedir (Chang 2010; Yardım 2017). Şekil 2.3, ilk dört alkanın moleküler yapısını göstermektedir.



Şekil 2.3. İlk dört alkanın moleküler yapısı (Chang 2010)

Çizelge 2.2. Seçilen Hafif Parafinlerin Kaynama Noktaları

Adı	Formül	Kaynama Noktası (°F)	Noktası (°C)
Metan	CH ₄	-259.9	-162.2
Etan	C ₂ H ₆	-127.4	-88.6
Propan	C ₃ H ₈	-43.7	-42.1
N-Bütan	C ₄ H ₁₀	31.7	-11.2
İzobütan	C ₄ H ₁₀	11.9	-0.1
n-Pentan	C ₅ H ₁₂	96.9	36.1
izopentan	C ₅ H ₁₂	82.3	28.0
neopentan	C ₅ H ₁₂	49.0	9.5
n-Oktan	C ₈ H ₁₈	258.0	125.6
izooktan	C ₈ H ₁₈	210.7	99.3

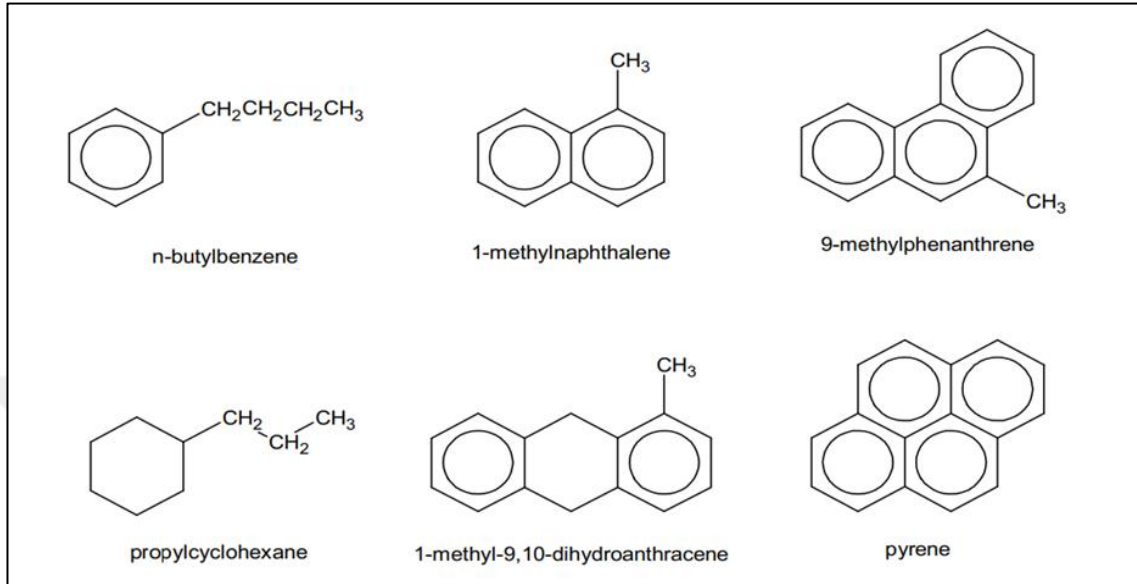
Çizelge 2.3. Seçilmiş C₁₆ Parafinler için Füzyon Noktaları

Adı	Formül	Erime Noktası (°F)	Erime Noktası (°C)
Heksadekan	C ₁₆ H ₃₄	64.1	17.9
5-Metilpentadekan	C ₁₆ H ₃₄	-29.5	-34.2
7,8-Dimetiltetradekan	C ₁₆ H ₃₄	-123.1	-86.2

2.3.2. Aromatikler ve naftenler

Aromatikler ve naftenler de petrolde bulunmaktadır. Aromatikler, bir veya daha fazla doymamış 5- 6 karbonlu halka içermektedir. Naftenlerde karbon halkaları hidrojen ile doyurulur. Şekil 2.4, ham yağlarda bulunan birkaç aromatik ve naften için yapıları göstermektedir. Bir altı karbon halkalı aromatikler için genel formül C_nH_{2n-6}'dır ve bir halkalı naftenler için genel formül C_nH_{2n}'dir. Naftenler, başka bir alkan türüdür, döngüsel yapılardır. Normal alkanlarda iki hidrojen atomu eksiktir, çünkü yapıları halka şeklinde ve kapalı formdadır. Normal alkanlara göre hidrojen atomu sayısı düşük olduğundan ısı değerleri daha düşük ancak yoğunlukları daha yüksektir (740–790 kg/m³). Sikloalkanların kapalı çevrim yapıları nedeniyle parçalanması zordur ve düz zincirli alkanlardan daha yüksek tutuşma direncine sahiptir. Ancak dallı tiplere göre daha düşük

tutuşma direncine sahip oldukları için hem benzinli hem de dizel yakıt olarak kullanıma uygundurlar. Naftenlerin termal değerleri alkanlardan daha düşük, aromatiklerden daha yüksektir.

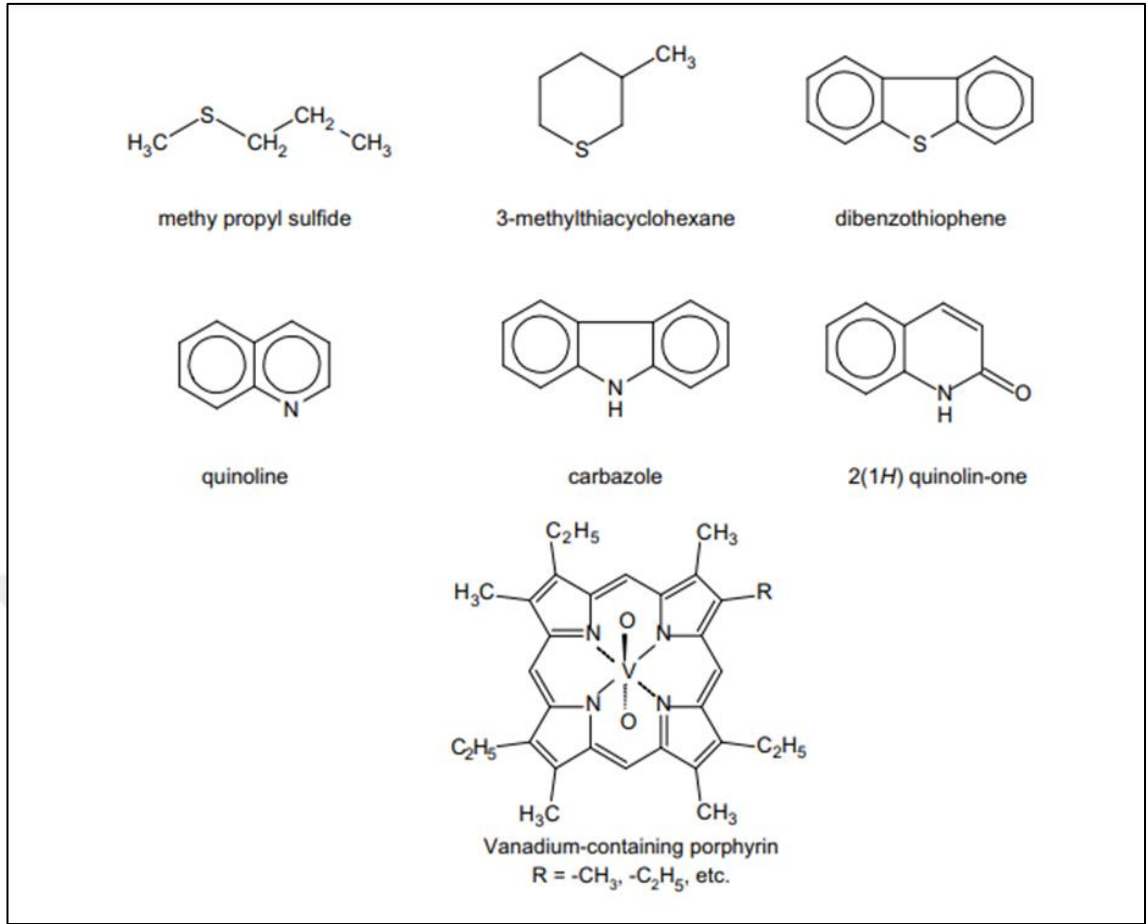


Şekil 2.4. Ham petrol'de bulunan aromatikler ve naftenler

Aromatikler ve naftenler önemli ölçüde farklı kimyasal ve fiziksel özellikler göstermektedir. Aynı karbon sayısına sahip parafinler ve naftenlere kıyasla aromatikler daha yoğundur ve daha yüksek oktan sayılarına sahiptir (Beşergil 2009 ; Shi vd. 2010 ; Bissada vd. 2016).

2.3.3. Hetero-atom Bileşikleri

OBlerde mevcut olduklarında, karbon ve hidrojen dışındaki atomlara hetero-atomlar denmektedir. Kükürt, nitrojen, oksijen ve metaller ham petrolün küçük bileşenleridir. Şekil 2.5, petrol rafinerilerinde sorun oluşturan bazı kükürt ve azot bileşiklerini göstermektedir. Yüksek kükürtlü yakıtlar, araçlarda veya enerji santrallerinde yakıldığında asit yağmurlarına neden olur. Birçok arıtma işlemi için kükürt bir katalizör zehiridir. Azot ve metaller de katalizör zehirleridir. Bu nedenle rafineriler, ara akışlardan ve bitmiş ürünlerden hetero-atomları uzaklaştırmak için önemli miktarda zaman ve para ayırmaktadır (Beşergil 2009; Shi vd. 2010 ; Bissada vd. 2016).

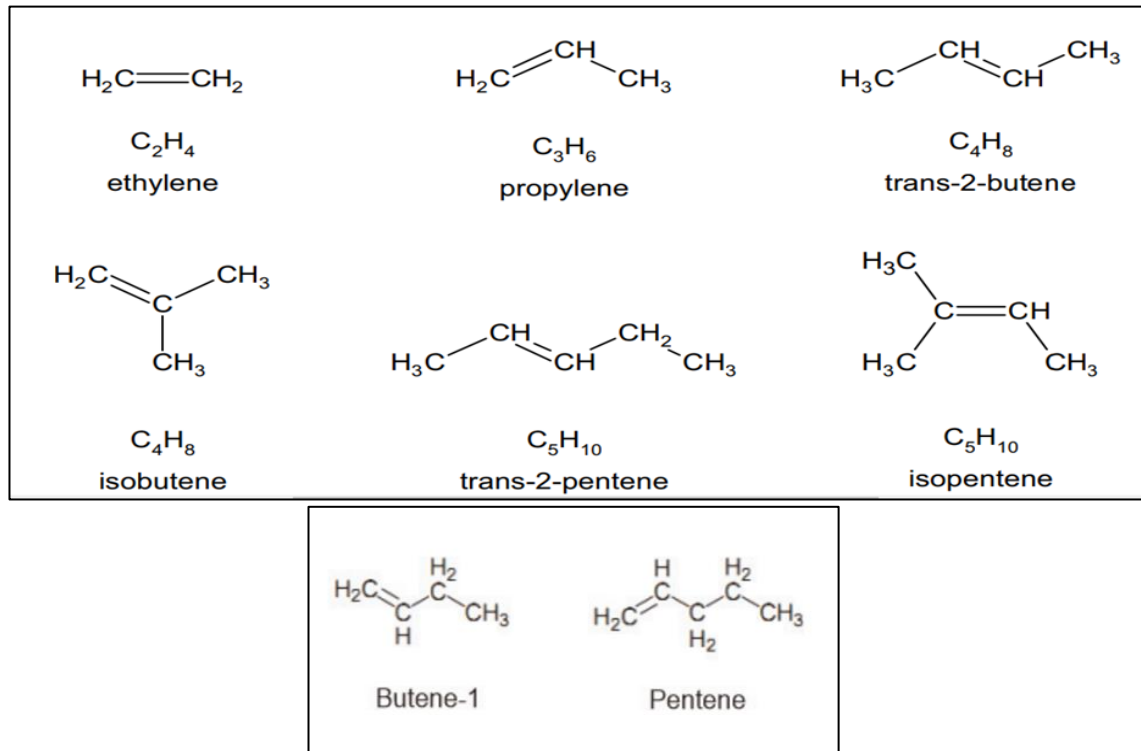


Şekil 2.5. Ham petrol'de bulunan hetero atom bileşikleri

2.3.4. Alkenler (olefinler)

Alkenler, C_nH_{2n} genel formülü olarak gösterilen karbon atomları arasında çift bağa sahip doymamış hidrokarbonlardır. Moleküler yapıda bir çift bağ içeren olefinler monoolefinler (C_nH_{2n}), çift bağ içerenler ise die-olefinler (C_nH_{2n-2}) olarak adlandırılır. Monoolefinler karbon numarasının sonundaki “en” veya “ilen” ekinden sonra, die-olefinler ise karbon numarasını gösteren köklere “dien” eki getirilerek isimlendirilmektedir. Birçok izomer, alkenlerin çift bağlarının yer değiştirmesiyle oluşur. Alkenlerin moleküler yapısında karbon atomlarının hidrojen atomlarına oranı daha yüksek olduğundan, alkenlerin termal değerleri alkanlardan daha düşüktür ve yoğunlukları 620- 820 kg/m³ arasındadır. Alkenler yüksek tutuşma direncine sahiptir. Alkenler, oksidasyona alkanlardan daha az dirençlidir, bu nedenle oksijenle kolayca reaksiyona girebilmektedir. Böylece oksijen, alkenlere zamlanarak yakıt boru hattının tıkanmasına neden olmaktadır. Alkenler, karbon atomları arasında biri sigma (6) ve diğeri

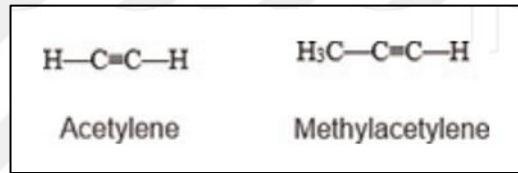
pi (π) olan çift bağlar içermektedir. Bu nedenle tek sigma bağı ile alkanlara göre daha zor parçalanmaktadır. Alkenler, yüksek tutuşma direnci nedeniyle benzinli motorlarda yakıt olarak kullanılabilir. Ayrıca kendiliğinden tutuşma sıcaklığını artırarak dizel yakıtı olarak da kullanılabilir. Alkenlerin en önemli özellikleri H_2 , X_2 , HX ve H_2O bileşikleriyle katılma tepkimeleri vermektedir. Alkenlerin karbon atomları hidrojen ile tamamen doymamıştır. Bu nedenle, alkenler, kimyasal olarak alkanlardan ve naftenlerden daha reaktif olduğu için hidrojen, klor ve brom gibi elementlerle daha kolay ilişkilendirilebilir. Bu reaktif yapı ile hidrojenasyon, polimerizasyon, alkilasyon gibi yöntemlerle daha kaliteli yakıtlar elde etmek için hammadde olarak kullanılmaktadır. Alkenler ham petrolde çok küçük miktarlarda bulunurken, genellikle büyük moleküler ürün parçalanması yoluyla ısı veya katalizör olan termal ve katalitik parçalama yöntemleriyle elde edilebilir. Alkenler, bu yöntemlerle elde edilen benzinde büyük miktarlarda bulunur. Alkenlerin tutuşma direncinin yüksek olması onları iyi bir benzinli motor yakıtı yapar ancak tutuşma eğilimlerini artırarak dizel motor yakıtı da olabilmektedir (Haşimoğlu 2005 ; Altural 2008 ; Beşergil 2009 ; Yardım 2017). Şekil 2.6, bazı alkenlerin moleküler yapısını ve bazı yaygın hafif olefinlerin yapılarını göstermektedir.



Şekil 2.6. Bazı alkenlerin moleküler yapısı ve bazı yaygın hafif olefinlerin yapıları

2.3.5. Alkinler (asetilenler)

Alkinler, C_nH_{2n-2} genel kapalı formülüne sahip ve karbon atomları arasında en az bir üçlü bağa ($C\equiv C$) sahip bileşiklerdir. Alkinlerin tüm karbon atomlarının hidrojenle yeterli bağa sahip olmaması nedeniyle doymamış hidrokarbonlardır. Ayrıca alkinler, bileşiğin sonuna eklenen ve en uzun zincirdeki karbon atomu sayısına göre isimlendirilen "-in" ekine sahiptir. En basit ve en bilinen bileşik asetilendir (C_2H_2). Alkinler ayrıca asetilen türevleri olarak da ifade edilebilmektedir. Alkenler, doymamış oldukları için alkanlardan ve naftenlerden daha reaktiftir. Böylece hidrojen, klor, brom gibi elementlerle daha kolay reaksiyona girerek bileşik oluşturabilmektedir (Haşimoğlu 2005; Altural 2008; Beşergil 2009) Şekil 2.7 bazı alkenlerin moleküler yapısını vermektedir.

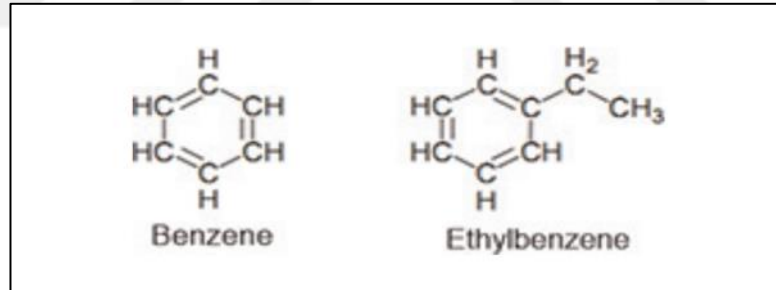


Şekil 2.7. Bazı alkinlerin moleküler yapısı (Beşergil 2009)

2.3.6. Aromatikler (benzen türevleri)

19 yüzyılın sonlarında OBler alifatik ve aromatikler olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Alifatik bileşikler, bileşiklerin "liparoid" kimyasal davranış sergilediği anlamına gelirken, aromatik bileşikler, düşük hidrojen/karbon içeriği ve "kokulu" anlamına geliyordu. Aromatikler, kapalı bir genel formül C_nH_{2n-6} olan karbon atomları arasında çift bağa sahip doymamış hidrokarbonlardır. Aromatik bileşikler birbirine tekli bağlarla değil, aromatik bağlarla bağlanmaktadır. Başka bir deyişle, aromatlara arenes de denmektedir. Aromatikler doymamış bileşikler olmasına rağmen, diğer alifatik doymamış bileşiklerden farklı kimyasal özelliklere sahiptirler. Alkenler ve alkinlerden farklı olarak aromatikler, doymamış bileşiklerin karakteristik reaksiyonu olan bir ilave reaksiyonu vermezler. Ayrıca aromatikler, özellikle doymuş hidrokarbonlara özgü yer değiştirme reaksiyonlarını gerçekleştirmektedir. Bu nedenlerden ve aromatiklerin diğer doymamış bileşiklerden daha kararlı olması nedeniyle, aromatikler ayrı bir hidrokarbon sınıfı olarak sınıflandırılmıştır. Birden fazla çift bağlı karbon atomu ve siklik yapı

bulunması nedeniyle güçlü bağ yapılarına sahiptirler ve tutuşmaya karşı oldukça dirençlidirler. Aromatiklerin yoğunlukları $800-850 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmektedir. Sıvı haldeki daha yüksek yoğunluklar, birim hacim başına yüksek enerji içeriğine sahip olmalarına, ancak birim kütle başına düşük termal değere sahip olmalarına neden olur. Karbon atomları arasındaki bağlar güçlüdür; aromatikler vurutuya karşı yüksek bir dirence sahiptir. Bu nedenle aromatiklerin yüksek oktan sayısı nedeniyle vurutu direncini artırmak için benzin ilavesi ile iyi bir benzin yakıtı olabilirler ancak düşük setan sayıları nedeniyle dizel motor yakıtı olarak kullanılmaya uygun değildirler. En basit aromatik bileşik, kimyasal formülü C_6H_6 olan benzendir. Diğer aromatiklerin ana yapıları da benzenden oluşmaktadır. Genellikle kömürden yapay olarak elde edilebilirler ve benzinin vurutu direncini geliştirmek için benzin katkısı olarak kullanılabilirler. Aromatikler kanserojen olmaları, egzoz kirliliğine neden olmaları, çözünürlüğü yüksek olmaları ve yakıt besleme sistemleri üzerinde aşındırıcı etkilere sahip olmaları nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır (Solomons ve Fryhle 2002; Haşimoğlu 2005; Altural 2008; Beşergil 2009; Yardım 2017). Şekil 2.8, bazı önemli aromatiklerin moleküler yapısını göstermektedir.



Şekil 2.8. Bazı aromatiklerin moleküler yapısı (Beşergil 2009)

2.4. Dizel yakıt

Dizel yakıt, orta distilatlar olarak bilinen ham petrol ürünleri sınıfının bir üyesidir. Adından da anlaşılacağı gibi, bu yakıtlar benzinden daha yüksek, gaz yağından daha düşük kaynama özelliğine sahiptir. Orta distilatlar, yaklaşık $175-375^\circ\text{C}$ ($350-700^\circ\text{F}$) kaynama aralığını ve yaklaşık C_8 ila C_{24} karbon sayısı aralığını kapsar.

Ham petrolden elde edilen dizel yakıt, yaklaşık olarak doymuş hidrokarbon türevlerinden (%75 v/v, başlıca *n*-parafinler, izo-parafinler ve sikloparafinler dahil parafin hidrokarbonlar) ve aromatik hidrokarbon türevlerinden (%25 v/v, alkil benzenler

dahil) oluşmaktadır. ve naftalin türevleri).karışımı içerir C₁₀ ila C₁₉. Jet yakıtları, temel olarak düz çalışan gazyağı ve katkı maddelerine dayanmaktadır (Speight 2020).

2.4.1. Dizel yakıt

Çeşitleri üç çeşit dizel yakıt vardır:

2.4.1.1. Yüksek devir dizel yüksek devirli

Dizel (dakikada bin devirden fazla) diğer türlere göre hafif ve kaliteli bir yakıttır. spesifikasyonlar (ASTM D975) Amerikan Test ve Malzemeler Derneği tarafından yayınlanan, yüksek hız için dizel yakıt, ham yakıttan veya hidrojen kırma işlemlerinden yapılan (1-D) sayısının altına düşer ve bazen premium dizel olarak adlandırılır, Yüksek setan sayısından dolayı (45 üzeri) uçucu, otomobil, kamyon, otobüs gibi yüksek hız ve değişken yük gerektiren motorlarda 150-316 °C arasında değişen düşük sıcaklıklarda kullanılmaktadır.

2.4.1.2. Orta hızlı dizel

Yüksek hızlar için dizel yakıt (dakikada bin devirden fazla) diğer türlere göre hafif ve kaliteli bir yakıttır. Amerikan Test ve Malzemeler Derneği tarafından yayınlanan spesifikasyonlara (ASTM D975) göre yüksek hızlar için dizel yakıt düşer (1-D) numarası altında, ham yakıttan veya hidrojen kırma işlemlerinden yapılır ve setan sayısının yüksek olması (45'ten yüksek) ve uçucu bir yakıt olması nedeniyle bazen premium dizel olarak adlandırılmaktadır. araba, kamyon, otobüs gibi yüksek hız ve değişken yükler gerektiren motorlarda 150-316 °C arasında değişen düşük sıcaklıklarda kullanılmaktadır.

2.4.1.3. Ağır dizel

Bu yakıt türü (4-D) daha az kabul edilir Diğer türlere göre kaliteli, ağır yağ olarak da adlandırılır ve yavaş (<300 rpm) ve orta hızlı makinelerde kullanılır ancak nakliyeeye uygun değildir (Shelton 1980; 2020).

2.5. Depolama Tankları

Genellikle ham petrol ve türevlerini ve sıvı kimyasalları depolamak için kullanılır, ancak depolanacak malzemenin niteliği, özellikleri, miktarı ve güvenliğini korumak için

kullanılacak tankın kalitesinin belirlenmesinde kilit rol oynar. Üzerinde mutabık kalınan spesifikasyonlara göre stokun tüketiciye ulaşana kadar. Bu tanklar, kapasite ve ısı ve basınç bakımından farklılık gösterir, çünkü bazı tankların yükü, özellikle ham petrol depolamak için kullanılan tanklar olmak üzere yarım milyon varilin üzerine ulaşır ve bazı tanklarda sıcaklık bazen 200 santigrat derecenin üzerine çıkmaktadır. Asfalt ve yüksek viskoziteli ürünlerde azalır ve özellikle propan, bütan ve diğerleri gibi yüksek basınçlı ve buharlaşan gaz halindeki hidrokarbonları depolamak için kullanılan tanklarda bazen 14 °C'nin altındadır. Bu nedenle her bir ürünü için tank tipleri ve aksesuarları ile izlenecek uygun depolama yöntemlerinin bilinmesi gerekmektedir (Palmer 1973; Cooper ve Cooper 1997; Sultanbekov ve Nazarova 2019).

2.5.1. Tankların sınıflandırılması

Tankların sınıflandırılması için birkaç temel vardır ve iki veya daha fazla sınıflandırma bir tankta buluşabilmektedir. Bu tankların nasıl sınıflandırılacağı açıklanmaktadır.

2.5.1.1. Basınca göre sınıflandırma

Atmosferik iç basınçlı tanklar ve düşük iç basınçlı tanklar olmak üzere iki tip tank vardır. Atmosferik iç basınçlı tanklar, izolasyon istasyonlarında ve petrol ihracat depolarında gazı izole edilmiş ham petrolü kullanmalarını sağlayan belirli bir tasarım yöntemine bağlıdır ve tasarımı uluslararası spesifikasyonlara (Standart API 650) göredir. Basınçlı tanklar, yüksek buhar basıncına sahip Türevleri, ayrıca buharları ve gazları kullanmalarını sağlayan, ancak iç basıncın (PSI15) aşmadığı, aksi takdirde basınçlı kaplara dönüşen farklı bir tasarım yöntemine bağlıdır. Bu tip tankın tasarlandığı yere Standart API 620 denmektedir.

2.5.1.2. Çap bazında sınıflandırma

Küçük çaplı tankları, orta çaplı tankları ve büyük çaplı tankları içerir. Çapı en fazla 60 m olan küçük çaplı tanklar, belirli bir tasarım yöntemi olan Tek Ayak Yöntemi için kullanılır. Büyük çaplı tanklarda ise çapları 120 m'yi bulabilmekte, diğer yöntemler ise çapları 120 m.yi bulabilmektedir..

2.5.1.3. Tank yerleşimine göre sınıflandırma

Yapılır ve sabit tanklar ve serbest tanklar olmak üzere iki tip tank içermektedir. Tanklar (Bolt Ankrajlı) ile monte edilmektedir. Durum gerektirse tankın kurulacağı bölgedeki rüzgar hızına göre, ayrıca tankın çapına ve yüksekliğine bağlı olarak, çap ne kadar küçükse ve yükseklik ne kadar yüksek olursa, deprem olasılığına ek olarak tankın kurulmasını gerektiriyorsa, bu olasılık o kadar artmaktadır, bununla birlikte tankın kendi tabanına monte edilmesi gerekmektedir. Aksine, rüzgar dindiğinde ve alan fiziksel olarak sabit olduğunda rezervuar serbest kalmaktadır.

2.5.1.4. Çatının şekline göre sınıflandırma

Konik çatılı tankları ve oval çatılı tankları içerir. Koni şeklindeki çatının adı olan tank çatı konisi, küçük çap ve kapasitelere sahip tanklar için en yaygın olanıdır. Oval çatılı tanklara gelince, bunlar orta çaplı tanklar için en yaygın olanlarıdır. Ancak bu durum iki türden birinin yerine diğerinin kullanılmasına engel olmayıp, ham petrolden salınan gazın basınç faktörünü tank içerisine girerek, daha büyük olması durumunda oval çatı kullanılması tercih edilmektedir. miktarda ve daha fazla basınçta gaz açığa çıkmaktadır (Horner ve Read 1996 ; Farhan 2015).

2.5.1.5. Tank tipine göre sınıflandırma

Sabit çatılı tankları ve yüzer (hareketli) çatılı tankları içerir. Sabit tavanlı tanklar ya konik bir çatıya ya da tank duvarına sabitlenmiş oval bir çatıya sahiptir. Yüzer çatılı tanklar, eğer tank çapı büyük ise geniş yüzey alanlarında buharlaşmayı azaltmak ve oluşabilecek riskleri azaltmak için sabit çatısı olmayan, daha çok tank içindeki ürünün üzerinde yüzen tanklardır. o lokasyonda diğer lokasyonlara göre daha maliyetli olan fümigasyon durumu ihracat sürecinin durmasına neden olabilir. Bu tip tanklar, tankların çapları büyük olduğu için petrol ihracat antrepolarında sıklıkla kullanılmaktadır. Birkaç çeşit yüzer tavan vardır, bunlardan bazılarının tek katlı, çift katlı, kapalı yüzer borular ve sinüs hücreli yüzer tavan olduğunu belirtmektedir.

2.5.1.6. Tavan kurulumuna dayalı sınıflandırma

Kendinden tavanlı tankları, merkeze monteli tankları ve takviyeli tavan tanklarını (dağıtılmış kurulum) içermektedir. Bu sınıflandırma sabit tavanlı tanklara özeldir, yani

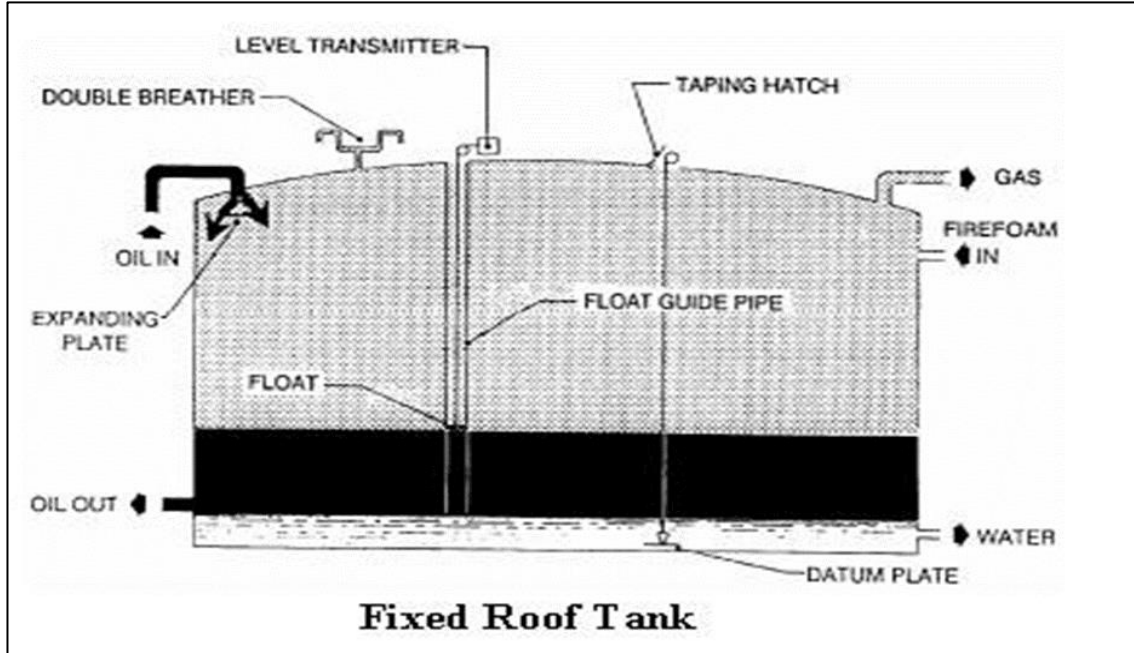
yüzer tavanları olmadığı sürece yüzer tavanlı tankları içermemektedir (Khalifa vd. 2003; Dakhel ve Rahimi 2004; Shaluf ve Abdullah 2011; Alhaj vd. 2014; Elhelw vd. 2021).

2.5.2. Sıvı tankları

Hidrokarbonları depolamak için birkaç tip tank vardır ve bunlar iki ana tipte sınıflandırılabilir: atmosferik basınç altında çalışan sıvı tankları ve sıvı petrol gazı tankları. Akışkan tankları ikiye ayrılmaktadır :-

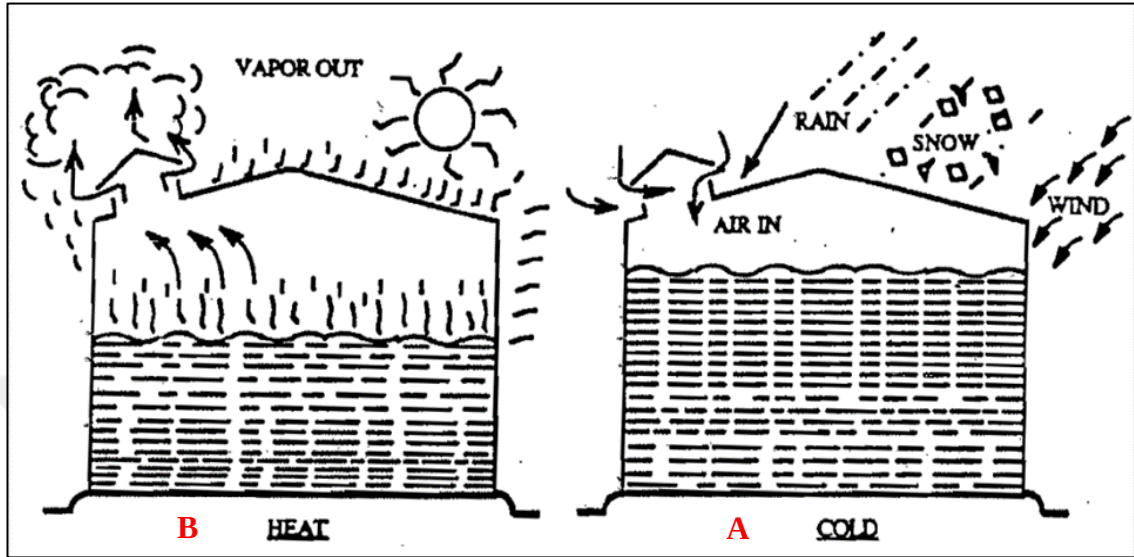
2.5.2.1. Sabit tavanlı tanklar

Tanklar, konik Tanklar ve kanopi Tankları içerir. Şekil 2.9 sabit çatılı tanklar genellikle gazyağı, fuel oil, asfalt, su ve kimyasallar gibi 130 °F (48.8 °C)'nin altında buharlaşmayan düşük basınçlı sıvıları depolamak için kullanılır ve bu tip tanklar en çok kullanılanıdır. Yaygın olarak kullanılır ve en ucuzudur ancak dezavantajlarından biri gündüz saatlerinde (havanın ısısı) ve dolum işlemleri sırasında sıvının bir kısmını kaybetmesidir. Ayrıca gece saatlerinde (soğuk hava) havanın içeri girip yoğunlaşmasına izin verir. Ve sıvının yüzeyi ile tankın çatısı arasındaki boşlukta hidrokarbon ve hava karışımının olduğu çekme operasyonları sırasında. Bu karışım yanıcı olduğu için tehlikelidir.



Şekil 2.9. Sabit Tavanlı Tank Sabit

Çatılı tankların dezavantajlarından biri de hava sıcaklığındaki değişim ve çekme ve doldurma sırasında meydana gelen buharlaşma süreci nedeniyle petrol türevlerinin miktarının büyük oranda azalmasıdır.



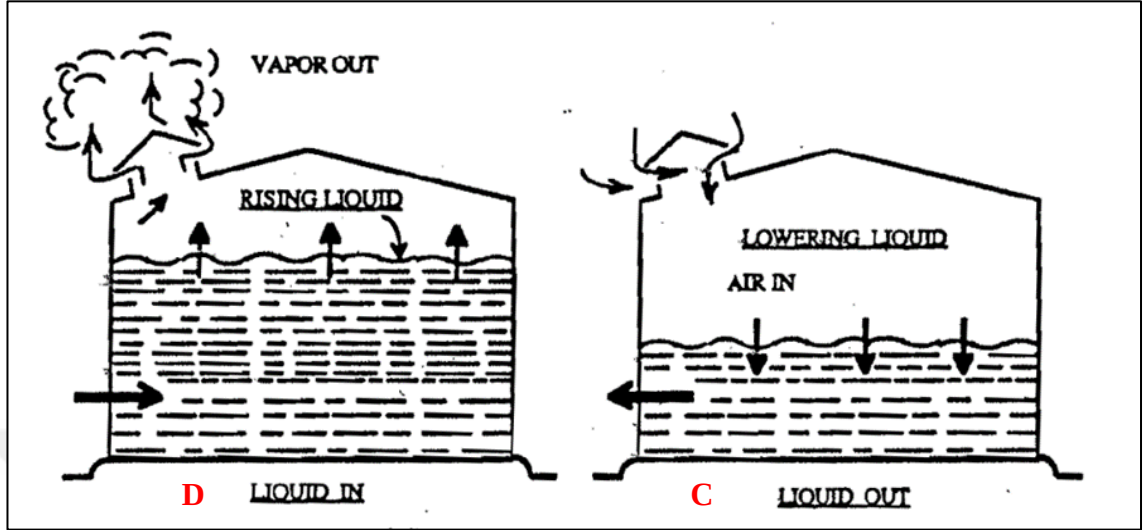
Şekil 2.9. (A) Düşen hava sıcaklığı (B) Artan hava sıcaklığı

Şekil 2.9 (A)'da görüldüğü gibi hava sıcaklığı düşerse, sıvı yüzeyi ile tank çatısı arasındaki boşlukta ve tank içindeki basınçta bir miktar hafif buhar yoğunlaşmaktadır. doğal çöküşünü önlemek için tankın içindeki basıncı korumak için tahliye deliğinden tanka hava girmesine izin verilmektedir. Çöker ve hava tanktaki buharlarla karışmaktadır. Hava sıcaklığı, Şekil 2.9 (B)'de gösterildiği gibi yükseldiğinde, daha önce yoğunlaşan buharların buharlaşması sonucu tank içindeki basınç yükselir ve buhar karışımı, drenaj deliğinden atmosfere yükselmeye ve çıkmaya başlar, tankta depolanan malzeme miktarında bir kayba neden olabilmektedir.

Tanklara çekme ve doldurma sırasında meydana gelen buharlaşma süreci nedeniyle bir miktar petrol türevinin kaybına gelince. Şekil 2.9 (C)'de gösterildiği gibi tanktan çekilirken, hava tahliye deliğinden tanka girmeye başlar ve tekrar doldurma durumunda sıvı havayı ve hidrokarbon buharlarını yer değiştirmeye başlar, böylece karışım yükselmektir. üst, drenaj deliğinden atmosfere geçerek, depolanan madde için Şekil 2.9 (D)'de açıklandığı gibi bazik buhar miktarında bir kayba neden olabilmektedir.

Sabit çatılı tanklar, sıvı yüzeyinin üzerindeki buhar boşluğunda yangın veya patlama riskine maruz kalmaktadır. Hava ve hidrokarbon buharları doğru oranlarda

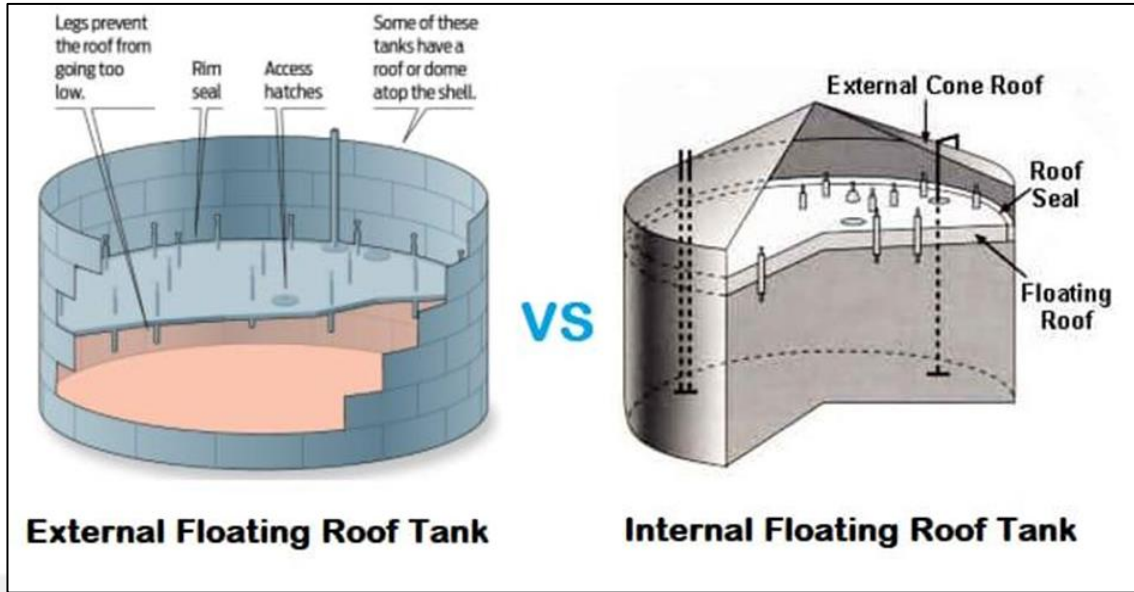
kariştırılırsa, yangın veya patlamaya açık hale getiren bir karişım oluştururlar ve bu nedenle atmosferdeki gaz buharlarının yayılması yoluyla havayı kirletmektedir.



şekil 2.9. (C) Tanktan çekme (D) Tanka doldurma

2.5.2.2 .Yüzer üst tank (Hareketli)

Bu tank çeşidi şekil 2.10, ham petrol, her türlü benzin ve kerosen gibi buhar basıncı yüksek hızlı uçucu petrol ürünlerinin depolanmasında kullanılmaktadır. Buharlaşmayı azaltan sıvı ve tankın çatısı işlemi ve sıvının bir kısmının kaybı, ayrıca hidrokarbon buharları ve yanıcı hava karişımının oluşmasına izin vermemesi ve dağıtılan şamandıralar yardımıyla tavanın tank içindeki sıvının hareketine göre yukarı veya aşağı hareket etmesi Altında, sıvının boş odacıkları olduğu için, bir cetvel ile donatılmıştır. Özel kauçuktan yapılmış, amacı, tankın çatısı ve duvarları arasındaki sürtünme sürecini önlemektir (Farhan 2015).

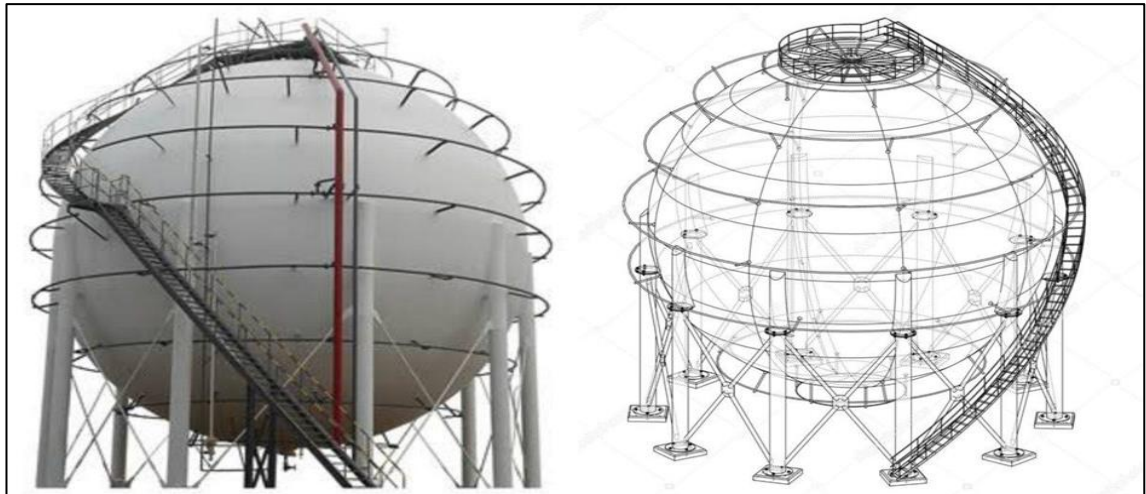


Şekil 2.10. Yüzer Tavanlı Tank

Bu tip tanklar, sabit çatılı tanklardan daha verimlidir. Bu tank ham petrol, hafif nafta, benzin, özellikle yüksek buhar basıncına sahip petrol ürünlerinin depolanmasında kullanılmaktadır.

2.5.2.3. Küresel tank

Şekil 2.11 küresel tanklar, propan, bütan ve sıvı nitrojen gazı gibi yüksek basınçlı hidrokarbon ürünlerini depolamak için kullanılır ve içinde depolanan ürünlerden kaynaklanan kayıp yüzdesi, gerekenden yüksek basınç durumu dışında çok azdır (Farhan 2015).



Şekil 2.11. Küre Tank

2.5.3. Hidrokarbonların buharlaşması

2.5.3.1 .Petrol sızıntıları nedeniyle hidrokarbonların buharlaşması

Buharlaşma, çoğu petrol sızıntısı için çok önemli bir süreçtir. Birkaç gün içinde, hafif ham petroler ilk miktarlarının %75'ine kadar ve orta ham petroler miktarlarının %40'ına kadar kayıp rapor edilmiştir. Ağır veya artık yağlar, dökülmeyi izleyen ilk birkaç gün içinde miktarlarının yalnızca %5'ini kaybeder. Petrol sızıntısı davranış modellerinin çoğu, sürecin bir bileşeni ve modelin çıktısı olarak buharlaşmayı içermektedir. Alanın önemine rağmen, petrol sızıntısı buharlaşmasının temel fiziği ve kimyası üzerine nispeten az çalışma yapılmıştır (Fingas 1995a). Petrolün buharlaşmasıyla ilgili özel zorluk, petrolün yüzlerce bileşiğin bir karışımı olması ve bu karışımın kaynaktan kaynağa ve hatta zamanla değişmesidir. Literatürde açıklanan çalışmaların çoğu, orijinal olarak suyun buharlaşması için geliştirilen denklemlerin 'kalibre edilmesi' üzerine odaklanmaktadır. Benzer şekilde petrolün buharlaşmasına ilişkin çok az deneysel veri yayınlanmıştır (Gors vd. 2014).

Buharlaşma, temel buharlaşmanın kendisi ve düzenleyici mekanizmalardan olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Temel buharlaşma, sıvının termodinamik özelliklerinin dikte ettiği dışında herhangi bir düzenleme olmaksızın sıvının doğrudan buhar fazına buharlaştırılmasından oluşan süreçtir. Düzenleyici mekanizmalar, çevreye son buharlaşma oranını düzenlemeye hizmet eden süreçlerdir. Su için ana düzenleme faktörü, yukarıda bahsedilen sınır tabakası düzenlemesidir. Sınır tabakası düzenlemesi, hem moleküler hem de türbülanslı difüzyon olmak üzere sınırlı difüzyon hızı ve doyma dinamikleri aracılığıyla yapılır. Moleküler difüzyon, moleküllerin durgun havada hareketidir. Su için moleküler difüzyon hızı, maksimum buharlaşma hızının izin verdiğinden yaklaşık 105 kat daha yavaştır. Türbülanslı difüzyon hızı, moleküler difüzyon ve hareketin türbülanslı hava ile birleşimi, maksimum buharlaşma hızından 102 kat daha yavaştır (Jones 2018).

Petrol kirleticileri, buharlaşma, adsorpsiyon, desorpsiyon ve bozunma gibi karmaşık aktivitelere maruz kalırlar ve bu işlemlerde petrol ürünlerinde çok sayıda uçucu hidrokarbon bulunduğundan buharlaşma çok önemli bir süreçtir ve buharın atmosfere göçü nedeniyle güvenlik ve sağlık tehditleri oluşturur ve temeller ve kanalizasyon gibi yeraltı yapıları. Ancak ham petrol ve petrol ürünleri gibi çok bileşenli yakıt karışımları

için toplam ağırlık veya hacim olarak buharlaşma kayıpları zamanla aynı değildir (Fingas 1997).

Buharlaşma, bir petrol sızıntısının ilk birkaç gününde dökülen petroller üzerinde etkili olabilen en önemli ayrışma süreçlerinden biridir. Benzin gibi hafif, rafine ürünler için buharlaşma çok kısa bir süre içinde dökülmenin %100'ünü ortadan kaldıracaktır. Ham petroller için, buharlaşmayla kaybedilen sızıntı miktarı %20- 60 arasında değişebilmektedir. Buharlaşma, özellikle kuru ortamlarda, yağın yıpranmasında ve bileşiminin değiştirilmesinde baskın süreç olabilir (Newell 1995). Hafif hidrokarbonlar, tercihen yağın ağır uçlarını geride bırakarak buharlaşmaktadır. Dökülen petroldeki bileşim değişikliklerinin belgelenmesi, petrolün çevredeki akıbeti ve davranışının tam olarak anlaşılması için esastır. Petrolün buharlaşmasıyla ilgili özel zorluk, petrolün binlerce bileşiğin bir karışımı olması ve bir kaynak kayadan diğerine üretilen yağdan farklı olmasıdır. Buharlaşma, dökülen petrolün fiziksel, bileşimsel ve toksikolojik özelliklerinde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Buharlaşma, daha toksik bileşenleri ortadan kaldırma eğilimindedir ve dökülen petrolün toksisitesini azaltır. Sürecin önemine rağmen, petrol sızıntısı buharlaşmasının temel fiziği ve kimyası üzerine nispeten az çalışma yapılmıştır (Li vd. 2004). Buharlaşma ile kimyasal bileşimdeki değişiklikler arasındaki niceliksel ilişkinin anlaşılması, çevreye dökülen petrolün davranışını ve akıbetini incelemek için özellikle önemlidir. Barker ve Bufarsan, ağır bir ham petrolün bileşimini değiştirmede buharlaşmanın etkisini araştırmışlardır (Barker ve Bufarsan, 2001).

2.5.3.2. Tanklardan hafif hidrokarbonların buharlaşması

Tanklarda ve rezervuarlarda hafif hidrokarbonların buharlaşması, sıvının bir kısmının buhara dönüştürüldüğü ve atmosfere yayıldığı tank ve tankın farklı ortam sıcaklık ve basınçlarında doğal olarak meydana gelen bir işlemdir. Buharlaşma, herhangi bir sıcaklıkta ve herhangi bir çevre koşulunda meydana geldiği için ciddi ve kontrol edilemez bir sorundur. Hafif hidrokarbonların buharlaşması, havayı kirlettiği, ozon tabakasını etkilediği, insan ve hayvan sağlığını ve diğer canlı organizmaları etkilediği ve petrol ve türevlerinin kalitesini etkilediği için bir çevre kirliliği olgusudur. Hafif hidrokarbonların buharlaşmasının devam etmesi, petrol ürününün miktarında azalmaya ve kayıplara yol açmakta ve dolayısıyla önemli mali ve ekonomik kayıplara yol

açmaktadır. Bu, hafif hidrokarbonların buharlaşmasını, hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için gerçek ve ciddi bir çalışma gerektiren önemli bir konu haline getirmektedir (Alhaj vd. 2014). Hafif hidrokarbonların buharlaşması, bir maddenin moleküllerinin ve özelliklerinin sıvı halden gaz haline geçtiği fiziksel bir süreçtir. Bu işlem, yalnızca sıvının üst katmanlarının buharlaştığı sıvı ile gaz arasındaki yüzeyde gerçekleşmektedir. Buharlaşmanın nedenleri ve zararları:

- Sıcaklığın artması hafif hidrokarbonların buharlaşmasını artırdığından (C1-C5) (Al-Shamae 1980; Farhan vd. 2017).
- Atmosferi ve insanların, hayvanların, canlı organizmaların ve toprağın sağlığını etkileyen çevresel bozulmaya yol açan çevre kirliliğinin ortaya çıkmasıdır (Majid 1998; Edokpolo vd. 2015).
- Hafif hidrokarbonlar buharlaştığında, petrol ürününün ağır kısmı kalmaktadır. Bu buharlaşma, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkileyen petrol ürününün kalitesini etkilemektedir. Irak Petrol Bakanlığı, günlük buharlaşma oranını %5 olarak belirlemiştir ki bu oran 1.000 L'de 50 mL kayıp demektir (Magaril vd. 2014; Andersson ve Eklund 2012).
- Hafif hidrokarbonların depolama, nakliye ve tüketiciye satışı sırasında buharlaşmasının azaltılması çevresel, sağlık ve ekonomik açıdan zararları olan bir sorun olarak kabul edilmektedir. Rusya soğuk ülkelerden biri olarak kabul edilse de, petrol ürünlerinin buharlaşma sonucu kayıpları 500- 600 ton/yıl. Tropikal ülkelerdeki petrol ürünü kayıplarının payı, bu ülkelerdeki sıcaklıkların Rusya'ya göre daha yüksek olması nedeniyle çok daha yüksektir (Farah 2011; Rusya Federasyonu Enerji Bakanlığı 2012).

2.5.3.3. Hafif hidrokarbonların tanklardan buharlaşmasının dezavantajları

Akaryakıt istasyonları yakıt tankları ve akaryakıt pompalarından oluşmakta olup, günümüzde yalnız şehirler arası yollarda değil, kent merkezlerinde de bulunmaktadır. Çoğu bölgede, konut binaları ve kurumlar bu istasyonların yakınında bulunmaktadır. Bu rezervuarlardan herhangi bir buharlaşmanın meydana gelmesi durumunda, çalışanlar, işçiler, yoldan geçenler ve civarda yaşayan insanlar ve diğer canlılar, hava kirliliğinin yanı sıra kanserojen hafif hidrokarbonlara maruz kalmaktadır (Schiavon vd 2015). Daha önce yapılan bir çalışmada benzin istasyonları ve oto tamirhanelerinde çalışanların

lösemi, lenfatik lösemi ve lösemiye yakalanma risklerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çeşitli Avrupa ülkelerinde yapılan araştırmalarda da benzin istasyonlarında, tank sahalarında, rafinerilerde ve petrol sahalarında yaklaşık 20.000 işçinin katıldığı bir araştırmada özofagus, akciğer, gırtlak, farinks ve idrar yolu kanserinden ölüm oranında önemli bir artış ve ayrıca buharlaştırılmış hafif hidrokarbonlara sürekli maruz kalmanın bir sonucu olarak beyin kanserinden ölüm oranında bir artış gözlemlenmiştir (Xie vd. 2003).

Akaryakıt istasyonlarının yanı sıra elektrik santralleri de dev akaryakıt tankları kurmakta olup, bu tanklar binlerce ton kapasitededir. Hafif hidrokarbonlara maruz kalma buharlaşmanın yanı sıra paketleme, nakliye, depolama ve kontrol sırasında da gerçekleşmektedir. ABD ve Finlandiya'da yapılan bir çalışmada, benzin istasyonlarında veya yakıt depolarının yakınında 3 dk bulunan herhangi bir kişinin 910 ppb hafif hidrokarbon buharına maruz kaldığı gösterilmiştir. Ayrıca, Kanada'da yapılan bir araştırma, yaz ve kış aylarında akaryakıt istasyonları ve mağazaların yakınındaki alanlarda hafif hidrokarbonların ortalama konsantrasyonlarının 146-461 ppb arasında olduğunu göstermiştir (Kumarathan vd. 1996; Periago vd. 1997; van Wijngaarden, ve Stewart 2003; AL-nuaimi. 2021).

Hafif hidrokarbonların buharlaşması, toprak, bitki ve suyun yoğun kirlenmesine yol açar. Bu istasyonların veya yakıt depolarının yakınında nehir veya göl gibi herhangi bir su kaynağının bulunması, doğrudan veya yağmur, kar ve rüzgar yoluyla kirliliğe maruz kalmaktadır (Bond vd. 1986). ABD Çevre Koruma Ajansı (US-EPA) ve Çevre Koruma Ajansı (IRIS), hafif hidrokarbon emisyonlarının tehlikeli ve toksik kirleticiler olduğunu ve kirlilik kontrolünün çok sayıda yasa kapsamında kabul edildiğini ve herhangi bir yasadışı salınım ve salınımın derhal rapor edilmesi gerektiğini belirtmektedir (George vd. 2011).

Hafif hidrokarbonların büyük miktarlarda buharlaşması, atmosfere, ozon tabakasına, hava kalitesine ve rafineriler, petrol sahaları ve benzin istasyonları yakınında yaşayan insanların sağlığı için feci bir çevresel tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, hassas nüfuslar üzerinde özellikle ciddi etkileri vardır (Lim vd. 2012).

Hafif hidrokarbonların buharlaşması sorunu ciddi bir ekonomik sorundur. Rusya'da bir yılda buharlaşmadan kaynaklanan petrol ürünleri kayıplarının 500- 600 ton arasında değiştiği, ekvatora yakın ülkelerde ise petrol ürünlerinin kayıplarının daha yüksek sıcaklıklar nedeniyle daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kayıpların milyonlarca dolar olduğu tahmin ediliyor ve bu da vatandaşı etkileyen maddi kayıplara yol açacaktır çünkü kaybın değeri ne kadar yüksek olursa petrol ürünleri fiyatları da o kadar yüksek olmaktadır (Astrov 2010; Rusya Federasyonu Enerji Bakanlığı 2012). Khalif (2009) Bağdat Üniversitesi'nde çalıştığı doktora çalışmasında Irak'ta hava durumuna ve içindeki sıcaklığa göre tanklardaki hafif hidrokarbonların buharlaşma oranının tank hacminin %0.5'i olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, hafif hidrokarbonların rezervuarlardan buharlaşmasının dezavantajlarından biri, buharlaşma sonucunda petrol türevlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle petrol ürünlerinin kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir.

2.5.3.4. Tanklardan hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için kullanılan rutin yöntemler

Literatürde yapılan araştırmalarla, hafif hidrokarbonların tanklardan buharlaşmasını azaltmak için birçok farklı yol bulunmaktadır:

- Tanklar arasındaki mesafeyi azaltmak için plastik toplar kullanılmıştır. Bu teknoloji, tankın kapağı ile sıvının yüzeyi arasında kalan gazın hacmini azaltmaktadır.
- Hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için tankta yüksek basınç teknolojisi kullanılmıştır (Tronov 2000).
- Hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için tanklar güneş ışığını yansıtan boyalarla kaplanarak tankların ısı yalıtımı yapılmıştır.
- Rezervuardan buharlaşan hafif hidrokarbonları yakalamak için bir teknoloji kullanılmıştır (John 1979 ; AL-nuaimi 2021).
- Tankların güneş ışığından kaynaklanan sıcaklıklarını azaltmak için zaman zaman tankların yüzeyinde su sprinkler kullanılmıştır. Hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için tanklar gölgeye yerleştirilmiş ve çevrelerine ağaçlar dikilmiştir.

- Tankların ve havalandırma ekipmanlarının periyodik bakımlarının yapılması için çalışanlara ve işçilere eğitim verilmektedir, akaryakıt ürünlerinin en iyi tank ve en iyi yerde depolanması gibi birçok idari tedbir ve teknik işlemin yapılmaktadır (Pavlenko ve Didkovsky 1999 ; AL-nuaimi 2021).
- Bütün bunlar Teknikler pahalıdır ve buharlaşmayı azaltmak için zamana ihtiyaç duyar Hafif hidrokarbonlar ve bu nedenle çoğu araştırma ve çalışma, hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için ucuz ve zararsız OBlerin üretimine yöneliktir.

2.5.4. Organik Bileşik

Kimyada, OBler genellikle karbon-hidrojen bağları içeren herhangi bir kimyasal bileşiktir. Karbonun katatet (diğer karbon atomlarıyla zincirler oluşturma) yeteneğinden dolayı, milyonlarca OB bilinmektedir. OBlerin özellikleri, reaksiyonları ve sentezlerinin incelenmesi, organik kimya olarak bilinen disiplini içermektedir. Tarihsel nedenlerden dolayı, birkaç diğer istisna (örneğin, karbon dioksit) ile birlikte birkaç karbon içeren bileşik sınıfı (örneğin karbonat tuzları ve siyanür tuzları) OBler olarak sınıflandırılmaz ve inorganik olarak kabul edilir (Seager vd. 2021).

OBler yerkabuğunun sadece küçük bir yüzdesini oluştursalar da, bilinen tüm yaşam OBlere dayandığından merkezi öneme sahiptirler. Canlılar, karbon dioksit ve su gibi bir hidrojen kaynağının ışık (fotosentez) veya başka bir şey kullanarak ototrofik organizmalar tarafından basit şekerlere ve diğer organik moleküllere dönüştürülmesiyle başlayan bir süreçler ağı (karbon döngüsü) yoluyla inorganik karbon bileşiklerini OBlere dahil etmektedir. Sentetik olarak üretilen OBlerin çoğu nihayetinde, jeolojik zaman çizelgeleri boyunca yeraltındaki organik maddenin yüksek basınç ve sıcaklık bozulmasından oluşan hidrokarbonlardan oluşan petrokimyasallardan türetilir (Fox-Penner vd. 2021). Bu nihai türetme rağmen, OBler, tarihsel olarak birer varlık oldukları için artık canlılardan kaynaklanan bileşikler olarak tanımlanmamaktadır. Organik ve inorganik bileşikler arasındaki ayrımı koruyan bilimsel isimlendirme, organik bileşiğin modern anlamı, önemli miktarda karbon içeren herhangi bir bileşiktir - bugün bilinen OBlerin çoğunun canlı organizmalarda bulunan herhangi bir maddeyle bağlantısı olmamasına rağmen, karbojenik terimi, E. J. Corey tarafından organik için modern bir alternatif olarak önerilmiştir, ancak bu neolojizm nispeten belirsiz kalmaktadır.

OB L-izolösün molekülü, OBlerin bazı tipik özelliklerini sunmktadır: karbon-karbon bağları, karbon-hidrojen bağları ve ayrıca karbondan oksijene ve nitrojene kovalent bağları. Basit, geniş çapta uygulanabilir kriterler kullanan herhangi bir OB tanımı, değişen derecelerde tatmin edici değildir. Organik bileşiğin modern ve yaygın olarak kabul edilen tanımı, geleneksel olarak 'inorganik' olarak kabul edilen çeşitli madde sınıfları hariç olmak üzere, esas olarak herhangi bir karbon içeren bileşik anlamına gelmektedir. Ancak, bu şekilde hariç tutulan maddelerin listesi yazardan yazara değişir. Yine de, (en azından) organik olarak kabul edilmemesi gereken birkaç karbon içeren bileşik olduğu konusunda genel olarak fikir birliği vardır (Jiang vd. 2008).

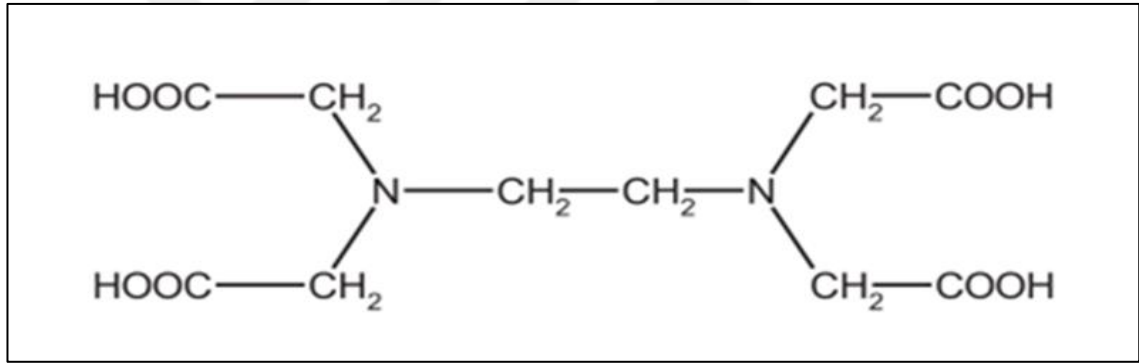
OBler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Önemli bir ayrım, doğal ve sentetik bileşikler arasındadır. OBler ayrıca heteroatomların varlığına göre de sınıflandırılabilir veya alt bölümlere ayrılabilir. Örneğin karbon ile metal arasında bağlara sahip organometalik bileşikler ve karbon ile bir fosfor arasında bağlara sahip organofosfor bileşikleri. OBlerin boyutuna dayanan başka bir ayrım, küçük moleküller ve polimerler arasında ayrım yapmaktadır. Doğal bileşikler, doğal bitkiler veya doğal hayvanlar tarafından üretilen, insan müdahalesiyle önemli ölçüde değiştirilmemiş veya insan müdahalesine rağmen devam edenleri ifade eder. Bunların çoğu hala doğal kaynaklardan elde edilmektedir çünkü yapay olarak üretilmesi daha pahalı olmaktadır. Örnekler çoğu şekerleri, bazı alkaloidleri ve terpenoidleri, B12 vitamini gibi belirli besinleri ve genel olarak canlı organizmalarda makul konsantrasyonlarda bulunan büyük veya stereo izometrik olarak karmaşık moleküllere sahip doğal ürünleri içermektedir (Benner vd. 2000).

Biyokimyada birincil öneme sahip diğer bileşikler, antijenler, karbonhidratlar, enzimler, hormonlar, lipidler, yağ asitleri, nörotransmitterler, nükleik asitler, proteinler, peptitler, amino asitler, lektinler, vitaminler ve katı ve sıvı yağlar. Sentetik bileşikler, diğer bileşiklerin tepkimesiyle hazırlanan bileşiklere "sentetik" denir. Bunlar, bitkilerde veya hayvanlarda zaten bulunan bir bileşik veya doğal olarak oluşmayan bir bileşik olabilmektedir. Çoğu polimer (tüm plastikleri ve kauçukları içeren bir kategori) organik sentetik veya yarı sentetik bileşiklerdir. Birçok OB (iki örnek etanol ve insülin), bakteri ve maya gibi organizmalar kullanılarak endüstriyel olarak üretilmektedir. Tipik olarak, bir organizmanın DNA'sı, organizma tarafından normalde üretilmeyen bileşikler ifade

edecek şekilde değiştirilmektedir. Biyoteknolojiyle tasarlanmış bu tür pek çok bileşik daha önce doğada mevcut değildir (Ernö, vd. 2009).

2.5.4.1. EDTA

Şelatlama maddesi EDTA (etilendiamintetraasetik asit), ev ve endüstriyel uygulamalarda dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir bileşiktir. Avrupa iç sularında en yüksek konsantrasyona sahip antropojenik bileşiklerdendir. EDTA, metal iyonlarına kasıtlı olarak eklenen, metal-EDTA kompleksleri oluşturmak için yüksek afinite sabitine sahip bir şelat ligandır. EDTA, 1935 yılında Almanya'da F. Munz tarafından patentlenmiştir. Molekül, ikame edilmiş bir diamindir ve Şekil 2.12'de görüldüğü üzere, genellikle sodyum tuzları olarak pazarlanmaktadır. Metallerin güçlü bir kompleks yapıcı ajanı ve oldukça kararlı bir moleküldür, endüstriyel ve evsel kullanımlarda hatırı sayılır bir çok yönlülük sunmaktadır.



Şekil 2.12. Moleküler yapısı

Çizelge 2.4. EDTA ve ligandlarının endüstriyel ve evsel kullanımları (dünya pazarının yüzdeleri olarak)

Kullanım	Yüzdesi
Deterjanlar	33
Su arıtma	18
Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi	13
Fotoğrafçılık	5
Metal temizleme	5
Kozmetik, gıda maddeleri, ilaç	5
Tarım kimyasalları	4
Tekstil endüstrisi	4
Baskı mürekkepleri	3
Beton katkıları	2
Muhtelif	12

Ürün dünya çapında 30 farklı ticari marka altında pazarlanmakta ve dünyada kullanımı çok büyük ve giderek artmaktadır (Virtapohja ve Alén 1999). 1992 yılında Avrupa'da yıllık tüketim 26.000 ton (Henneken vd. 1995) mertebesinde iken 1997 yılında bu değer 32.550 tona yükselmiştir (Nörtemann 1999). Bu kullanımın büyüklüğü göz önüne alındığında, EDTA, Orta Avrupa'daki yüzey sularında en yüksek oranlarda bulunan organik kirleticilerden biridir (Pietsch. vd. 1995 ; Sillanpää 1997 ; van Ginkel ve Geerts 2005). Çizelge 2.4'te görülebileceği gibi, EDTA'nın ana uygulaması, stabilizatör olarak perborat bazlı temizlik ürünleri ve deterjanlarda ve bazı ülkelerde deterjan formülasyonunda fosfatlara alternatif olarak kullanılmaktadır. 1990 yılında Almanya'da çamaşır deterjanlarında 25.000 tonluk bir tüketim tahmin edilmiştir. Şelatın kağıt hamuru ve kağıt endüstrilerinde kullanımı oldukça büyüktür (dünya pazarının %13'ü) (Jones ve Williams 2002).

Etilendiamintetraasetik asit (EDTA), $(\text{HO}_2\text{CCH}_2)_2 \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} (\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$ formülüne sahip şelatlama maddesini belirtir. Bu amino asit, iki ve üç değerlikli metal iyonlarını ayırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. EDTA, metallere dört karboksilat ve iki amin grubu aracılığıyla bağlanmaktadır. EDTA, özellikle Mn(II), Cu(II), Fe(III) ve Co(III) ile güçlü kompleksler oluşturmaktadır. Çoğunlukla 1,2 diaminoetan (etilen diamin), formaldehit, su ve sodyum siyanürden sentezlenmektedir (Wiberg vd. 2001). Bu, asitleştirme ile dönüştürülen asidik formlara dönüşebilen tetrasodyum tuzunu vermektedir. EDTA, bir poli amino karboksilik asit ve renksiz, suda çözünür bir katıdır. Kireç ölçeğini çözmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanışlılığı, bir heksadantat ligand ve şelatlama maddesi olarak rolünden, yani Ca^{2+} ve Fe^{3+} (Harris 2007). EDTA ile bağlandıktan sonra metal iyonları çözelti içinde kalır, ancak düşük reaktivite sergilemiştir. EDTA, başta disodyum EDTA ve kalsiyum disodyum EDTA olmak üzere çeşitli tuzlar halinde üretilmektedir. Bileşik ilk olarak 1935'te, bileşiği etilen diamin ve kloroasetik asitten hazırlayan Ferdinand Munz tarafından tanımlanmıştır (Cagnasso vd. 2007). Günümüzde EDTA esas olarak etilen diamin, formaldehit ve sodyum siyanürden sentezlenmektedir. EDTA, dentindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünür kalsiyum şelatlarını oluşturmaktadır. EDTA'nın dentini 5 dakikada 20-30 μm derinliğe kadar dekalsifiye ettiği bildirilmiştir (Yuan ve VanBriesen, 2006).

2.5.4.2. Sodyum Hidroksit (NaOH)

NaOH (sodyum hidroksit veya kostik soda), klor-alkali işleminin bir yan ürünüdür. Sodyum hidroksit, uzun mesafelerde depolanabilen ve taşınabilen daha esnek bir üründür. Sodyum hidroksit, doğrudan soda külü ile veya soda külünün kostifikasyonu ile üretilen sodyum hidroksit ile ikame edilebilmektedir. Sodyum hidroksit, havadaki nemi emen beyaz kristalli kokusuz bir katıdır. Üretilen bir maddedir. Suda çözündüğünde veya asitle nötralize edildiğinde, yanıcı malzemeleri tutuşturmak için yeterli olabilecek önemli miktarda ısı açığa çıkarır. Sodyum hidroksit çok aşındırıcıdır. Genellikle katı veya %50 solüsyon olarak kullanılmaktadır. Diğer yaygın isimler arasında kostik soda ve lye bulunmaktadır. NaOH, endüstride kullanılan en yaygın kimyasallardan biridir. Plastik, sabun, suni ipek ve tekstil dahil olmak üzere birçok ürünü yapmak için çok çeşitli işlemlerde kullanılmaktadır. Petrol rafinasyonunda asitleri canlandırmaktadır. Gıda üretiminde, NaOH meyve ve sebzeleri soyar. Bazı endüstriler aşındırma için kullanılmaktadır. Diğer kullanımlar arasında sığırların dezenfekte edilmesi ve boynuzlarının çıkarılması yer almaktadır. Evlerde, gider ve fırın temizleyicilerinde bulunabilmektedir. NaOH hidroksit boyar maddelerde ve petrol ürünlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca pamuklu kumaşların işlenmesinde, çamaşır yıkama ve ağartmada, metal temizleme ve işlemede, oksit kaplamada, elektrokaplama ve elektrolitik özütlemelerde kullanılmaktadır. Ticari drenajlarda yaygın olarak bulunmaktadır (Van Santen 1998 ; Rajeshkumar 2020).

NaOH, temas ettiği vücudun herhangi bir bölümünü yakabilir veya tahriş edebilir. NaOH tozunu veya sisini solumak, maruz kalma miktarına bağlı olarak hafif veya ciddi etkilere neden olmaktadır. Etkileri hapşırma, boğaz ağrısı veya burun akıntısını içerebilmektedir. Akciğerlerde şiddetli iltihaplanma meydana gelebilir. Sodyum hidroksitin yutulması ağız, boğaz ve midede ciddi yanıklara neden olabilmektedir. Ciddi doku skarlaşması ve ölümle sonuçlanabilmektedir. NaOH yeme veya içme belirtileri kanama, kusma veya ishali içerebilmektedir. Kan basıncında bir düşüş de meydana gelebilir. Hasar, maruziyetten günler sonra ortaya çıkabilmektedir. Cilt ile teması tahriş veya ciddi yanıklara neden olabilir. Daha fazla maruz kalma skarlaşmaya neden olabilmektedir. Buhar ve doğrudan temas göz tahrişine neden olabilmektedir. Daha fazla maruz kalma, körlük de dahil olmak üzere görmede kalıcı hasara neden olabilecek

yanıklara neden olabilir. Düşük mukavemetli çözeltiler veya toz ile uzun süreli temas, doku üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilmektedir (McCracken 1975 ; Fire 1987 ; Salocks ve Kaley 2003).

2.5.5. Önceki Literatürler

Çizelge 2.5'te petrol türevlerinden hafif hidrokarbonların buharlaşmasının azaltılması için kullanılan OB'leri, azaltma oranları ile organik bileşiğin etkisini gösteren çalışmalara değinilmiştir.

Çizelge 2.5. Önceki literatürlerin özeti

Petrol türü	Kullanılan organik bileşiği	Azaltma oranı (%)	Organik bileşiğin etkisi	Kaynak
Benzin (95 oktan)	EDTA ile %10 KOH	71.79 73.60 75.61 77.06	21 kez 19 kez 23 kez 27 kez	AL-nuaimi 2021
Ham petrol	$C_{19}H_{38}O_4$ $C_{35}H_{68}O_5$ $C_{51}H_{98}O_6$	94.64 94.68 95.31	32 kez 16 kez 20 kez	AL-janabi 2019
Benzin		85.77 98.57 93.66	46 kez 7 kez 39 kez	
Ham petrol	Serbest yağ asitleri (endüstriyel tuz - FFA)	47	57 kez	Farhan vd. 2017
Benzin	$[C_8F_{17}CONCHC_3H_6N(C_2H_5OH)(CH_3)]$	3.7-4	-	Magaril ve Magaril 2015
Ham petrol	$[C_nH_{2n}+1COO]Li$	40.9	26 kez	Farhan ve Karanukhov 2014
Benzin		23	22 kez	
Ham petrol	$[C_nH_{2n}+1COO]Na$	16.2	22 kez	Farhan ve Magaril 2011
Benzin		17.2	23 kez	
Ham petrol	$[C_nH_{2n}+1COO]K$	51	20 kez	Farhan ve Magaril 2011
Benzin		86.5	17 kez	
Yağ hidrokarbonları	Klorobenzalditalamonay bileşimi	50	-	Korshak 2006
Benzin	$[C_nH_{2n}+1COO]_2Ni$	20-30	-	Magaril vd. 2005

Önceki literatürü detaylı olarak inceleyip araştırdığımızda, dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için NaOH ile EDTA'nin birlikte kullanılarak geliştirilen herhangi bir OB'ye rastlanmamıştır. Yalnızca AL-nuaimi (2021) KOH ve EDTA hazırladığı organik bileşiği 95 oktan benzinden hafif hidrokarbonların buharlaşması azaltmaya çalışmıştır. Daha önceki çalışmalarda dizele uygulandığı

görülmemiştir. Bu nedenle, bu tez çalışması, dizel tank ve rezervuarlarında hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için OBlerin kullanımı sağlanacağından özgün bir çalışmadır.

2.5.6. Araştırma Hedefleri

Bu tez çalışmasının araştırma hedefleri altta sunulmuştur:

- Dizel tanklarından hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltan OBler geliştirmek için gerçek ve başarılı bir yöntemle ulaşılması,
- Dizel tanklarından hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmaya olanak sağlayan düşük maliyetli, kolay erişilebilir, kullanıcı dostu ve çevreye zarar vermeyen OBler geliştirilmesi ve kullanılması,
- OBlerin, optimum konsantrasyonda, dizel tanklardaki hafif hidrokarbonların buharlaşmasını en az %85 oranda azaltmayı sağlaması,
- Dizel tanklarından çekme ve ekleme işlemi sırasında OBlerin etkinliğinin devam etmesi,
- Hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma sırasında doymuş buhar basıncını ve burada hedeflenen hafif hidrokarbonların metan, etan, propan, bütan ve pentan (C1 – C5) olduğunu bilmesi.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Kimyasallar

OBlerin hazırlanması için EDTA (Etilendiamin tetra asetik asit $C_{10}H_{16}N_2O_8$, AKS Chemical Group, Bursa), sodyum hidroksit (NaOH), Irak dizeli ve distile su kullanılmıştır.

3.2. Kullanılan Cihazlar

3.2.1. Doymuş buhar basıncı ölçüm cihazı

Bu çalışma, (Farhan 2015; Al Janabi 2019; AL-nuaimi 2021) tarafından önerilen ölçüm yöntemi ile yapılmıştır. Irak dizelinin doymuş buhar basıncı (kPa), Şekil 3.1’de görülen doymuş buhar basınç göstergesi ile 200 ml’lik demir şişeden oluşan, kendi tasarımı olan cihaz ile ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Buhar basıncı ölçüm cihazı

3.2.2. Hassas terazi

OB çözeltilerinin hazırlanması sırasında dört haneli hassas terazi (WL-603) kullanılmıştır.

3.2.3. Su banyosu

OBlerin hazırlanması için ve doymuş buhar basıncı ölçümleri sırasında su banyosu (WSB-modeli) kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Su banyosu ile ölçüm cihazı

3.3. Kullanılan Dizel

Bu araştırmada, Musul, Irak'ta bulunan akaryakıt satış merkezlerinden satın alınan Irak dizeli kullanılmıştır. Çizelge 3.1'de çalışmada kullanılan Irak dizelinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, Şekil 3.2'de ise uygulanan testler ve hedef aralıkları verilmektedir (Anonim 1).

Çizelge 3.1. Irak dizeli için fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonim 1).

Özellik	Durum
Görünüş	Sıvı
Renk	Sarımtırak - Sarı Açık [Hafif]
Koku	Gaz yağı
Koku Eşiği	Veri yok
pH	Veri yok
Akma Noktası	-15 - -30°C
Çözünürlük	Su içinde çok az çözülebilir
İlk Kaynama Noktası ve Kaynama Aralığı	120 - 360°C (248 - 680°F)
Erime Noktası / Donma Noktası	-30 - -15°C (-22- 5°F)
Parlama Noktası	Açık kap: >55°C (>131°F) [Pensky-Martens.]
Alevlenirlik (Katı,Gaz)	Uygulanmaz. Dayalı - Fiziksel durum
Üst / Alt Alevlenme veya Patlama Limitleri	Alt: 0.6% Üst: 6.5%
Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı	Veri yok
Yoğunluk	820 - 845 kg/m ³ (0.82 - 0.845 g/cm ³) @ 15°C
Buhar Basıncı	1 kPa (<7.5 mm Hg) [37.778°C (100°F)]<
Buharlaşma Hızı	Veri yok
Buhar Yoğunluğu	>1 [Hava = 1]
Bağıl Yoğunluk	Veri yok
Bozunma Sıcaklığı	Veri yok
Viskozite	Kinematik: 2 - 4.5 mm ² /s (2 - 4.5 cSt) @ 40°C
Dağılım Katsayısı (N-Oktanöl/Su)	Veri yok
Patlayıcılık Özellikleri	Veri yok
Oksitleyici Özellikler	Veri yok

Çizelge 3.2. Irak dizeline uygulanan testler ve hedef aralıkları.

NO	Tipik test	Şartname (Hedef Aralığı)	Test yöntemi ASTM
1	IBP	140-150 (c)	
2	%10	180-190 (c)	
3	%50	280-290 (c)	
4	FBP	370-390 (c)	
5	Toplam kurtarma	>96	
6	Toplam kükürt	0.1-0.15 (%) W/W	D-1266/87
7	Alevlenme noktası	55-60°C	ASTM D93
8	Setan	50+/-1	IP-21/81
9	Viskozite @100F	2-4 CST	D-445/88
10	Yoğunluk @ 15.6°C	0.83+/- 0.01 kg/m3	
11	Merkaptan	nll	
12	Kül içeriği %WT PCT.max	0.01	D-482/87
13	Korozyon@ 50°C	1a	ASTM D-130
14	Su ve tortu Vol.PCT. max	0.05<	D-2709/88

3.4 . Organik Bileşiklerin Hazırlanması

Bu tez çalışmasında kullanılan OBlar (I, II, III ve IV), EDTA ve NaOH bileşiklerinin farklı oranlarda (1:1, 1:2, 1:3 1:4 a/a) karıştırılması sonucunda oluşturulmuştur. OBları (I - IV) hazırlamak için önce 9.5 g EDTA tartılmış ve ardından 10 ml distile suda çözülmüştür. İşlem, 70°C sabit sıcaklıkta 40 dk bir su banyosu içinde cam beher kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bileşik için farklı oranlarda (1:1, 1:2, 1:3, 1:4 a/a) numuneler elde etmek için sırasıyla 0.85, 1.69, 2.54 ve 3.39 g NaOH ayrı ayrı stok EDTA çözeltisine eklenmiştir. Daha sonra OB örnekleri Şekil 3.3(a,b)'deki gibi kurumaları için iki hafta laboratuvar ortamında bırakılmıştır. OBların karakterizasyonunu yapmak üzere kızılötesi (IR) spektroskopisi ile ölçüm gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. (a) Hazırlandıktan sonra organik bileşikler / **(b)** Kuruduktan sonra organik bileşikler

3.5 .Doymuş Buhar Basınç Okuması

Doymuş buhar basıncını (kPa) ölçmek için tarafımızca tasarlanmış bir cihaz kullanılmıştır. Cihaz 200 ml'lik bir demir şişe ve bir basınç ölçerden oluşmaktadır.

Doymuş buhar basıncı ölçüm yönteminde demir şişeye önce 200 ml Irak dizeli konulmuş ve ardından 40 dk buzdolabında bekletilmiştir. Daha sonra şişe sabit 40°C sıcaklıktaki su banyosuna yerleştirilmiş ve doymuş dizel buhar basıncı cihaz üzerindeki sayaçtan okunarak kaydedilmiştir. Bu işlemin amacı, numuneye herhangi bir OB (I, II, III ve IV) eklenmeden önce dizelin (kontrol numunesi) doymuş buhar basıncını ölçmektir. Daha sonra ağırlıkça 1:1, 1:2, 1:3 ve 1:4 oranlarında seyreltilerek hazırlanan OB numunelerinden farklı konsantrasyonlarda (0.5 - 3 ppm) alınmış ve dizele eklenmiştir. Kontrol numunesi için uygulanan işlem basamakları tekrar edilmiştir. Deney sonunda her numune için dizeldeki hafif hidrokarbonların buharlaşmasını en yüksek oranda başarılı bir şekilde azaltmaya olanak sağlayan optimum OB konsantrasyonu bulunmuştur.

3.6. Organik Bileşiklerin Tank İçindeki Etkinliğinin Belirlenmesi

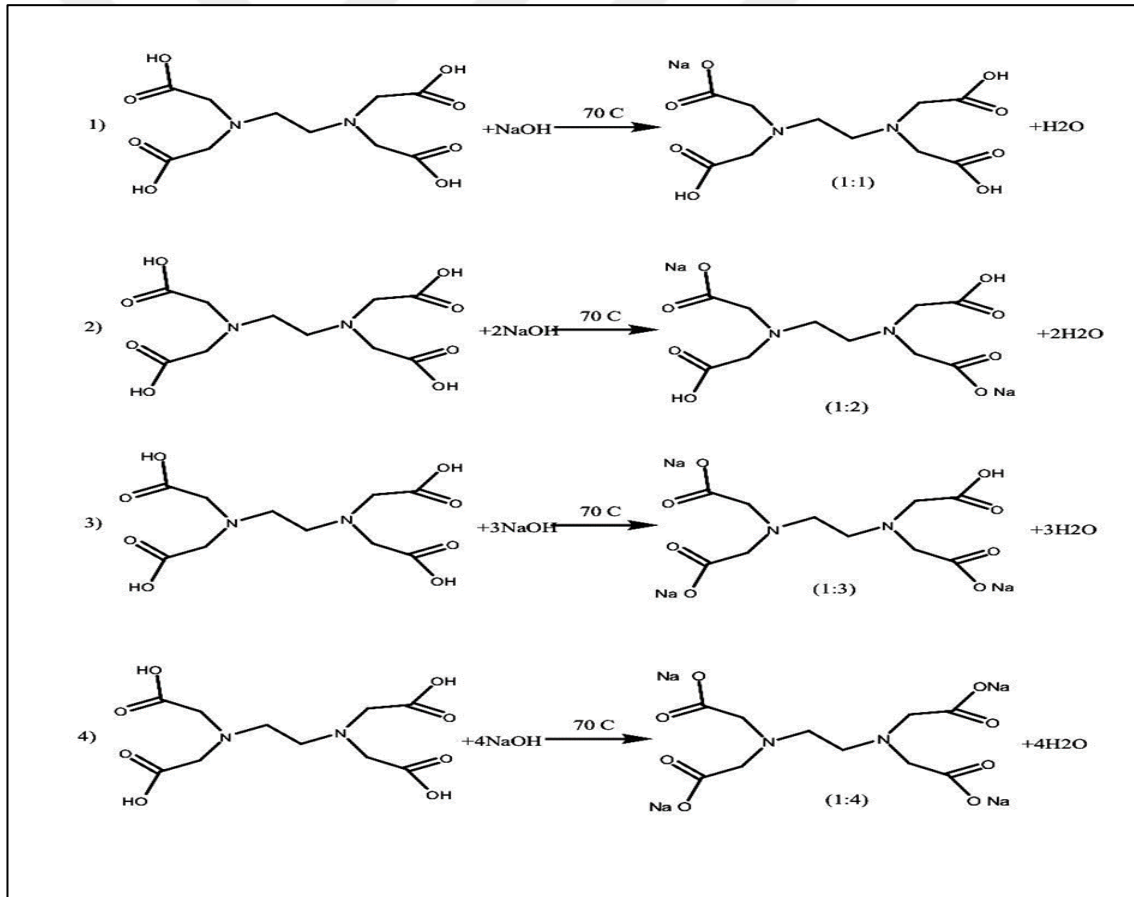
Tanklardan dizel çekilmesi ve tanka tekrar aynı oranda benzin eklenmesi durumunda daha önce belirlenen optimum OB (I- IV) konsantrasyonlarının etkinliğini belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır.

Bu aşamada önce kontrol dizel numunesinin doymuş buhar basıncı ölçülmüştür. Daha sonra şişeye optimum OB (I- IV) konsantrasyonu ilave edilmiş, şişe buzdolabında 40 dk bekletildikten sonra 40°C sıcaklıktaki su banyosuna yerleştirilmiş ve doymuş buhar basıncı ölçülmüştür. Ardından 180 ml dizel (toplam hacmin %90'ı) demir şişeden çekilmiş ve aynı miktarda serbest dizel demir şişeye ilave edildikten sonra numunenin doymuş buhar basıncı ölçülmüştür. Bu testler, dizel için kontrol numunesinin başlangıç doymuş buhar basınç değerine ulaşılan kadar tekrarlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Organik Bileşiklerin Hazırlanma Mekanizması ve Karakterizasyonu

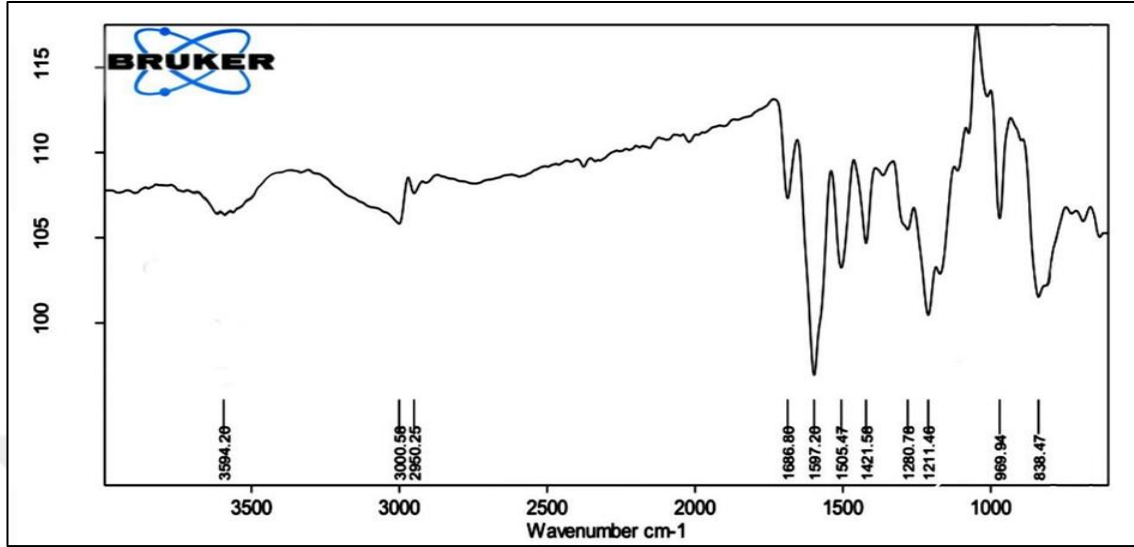
OB (I- IV) hazırlanırken EDTA ile farklı oranlarda NaOH kullanılmıştır. Şekil 4.1’de görülen hazırlanma mekanizması kapsamında EDTA’da yer alan H atomları, NaOH’ta bulunan Na atomu ile yer değiştirmektedir. OB-I (1:1 a/a) hazırlanırken EDTA’daki bir H atomunun yerini NaOH’tan bir Na atomu almakta, böylece bir bağ oluşmaktadır. OB-II (1:2 a/a)’de, EDTA’daki iki H atomunun yerini iki Na atomu almakta ve iki bağ oluştuğu görülmektedir. OB-III (1:3 a/a) hazırlanırken EDTA’daki 3 H atomunun yerini alan üç Na atomu ile oluşan üç bağın varlığı görülmektedir. OB-IV (1:4 a/a)’te ise EDTA’daki dört H atomu ile NaOH’tan gelen dört Na atomu yer değiştirmekte ve dört bağ oluşmaktadır.



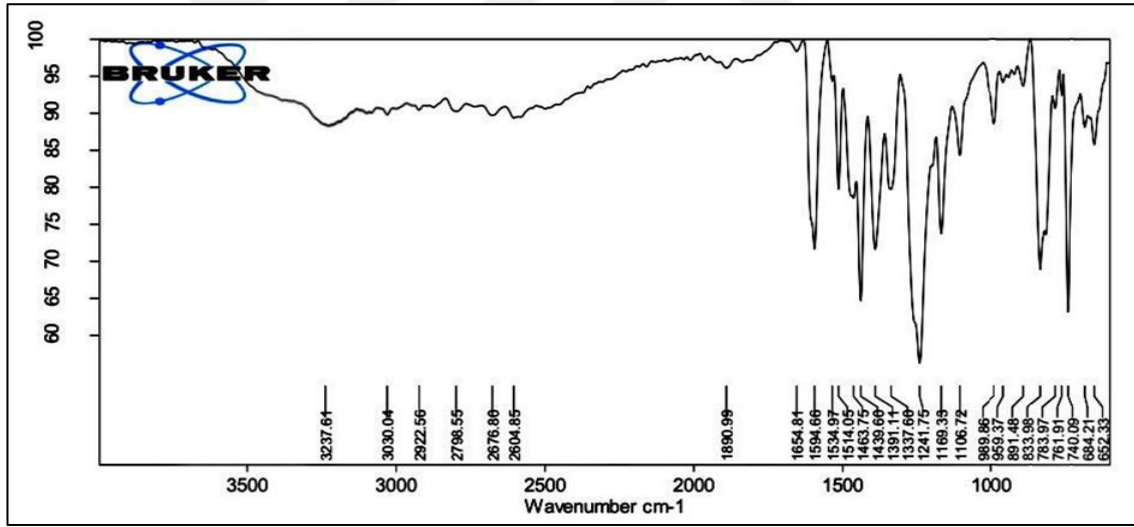
Şekil 4.1. Organik bileşiklerin hazırlanma mekanizması

OBlerin (I- IV) özelliklerini incelemek amacıyla IR analizi yapılmıştır. IR analiz sonuçlarına göre, Şekil 4.2’de OB-I numunesinde üç tane OH ve bir tane Na bağı, Şekil 4.3’te OB-II numunesinde iki tane OH ve iki tane Na bağı, Şekil 4.4’te OB-III

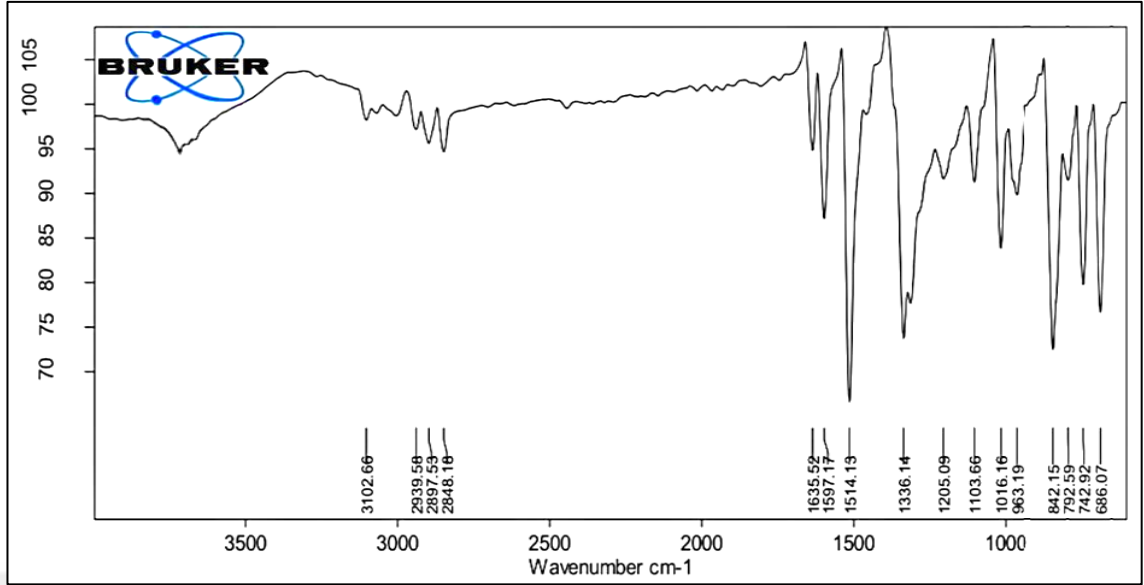
numunesinde (bir tane OH ve üç tane Na bağı, Şekil 4.5'te ise OB-IV numunesinde dört tane Na bağı içerdiğini ve OH içermediğini görülmektedir.



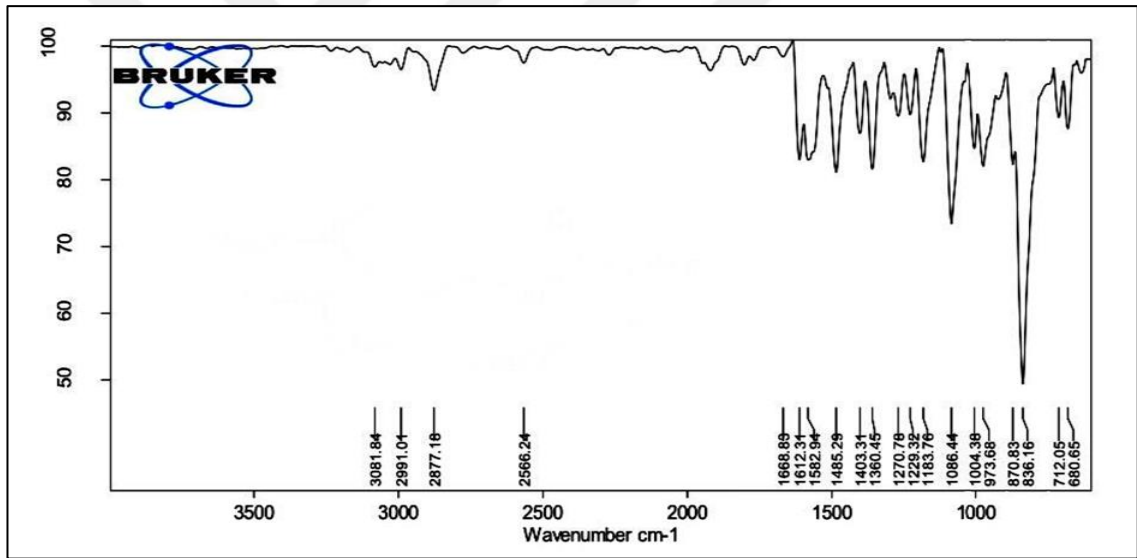
Şekil 4.2. OB-I bileşiğine ait IR analiz sonucu.



Şekil 4.3. OB-II bileşiğine ait IR analiz sonucu.



Şekil 4.4. OB-III bileşiğine ait IR analiz sonucu.



Şekil 4.5. OB-IV bileşiğine ait IR analiz sonucu.

Çizelge 4.1. Organik bileşiklere ait IR analiz sonucunun değerlendirilmesi

Organik Bileşik	OH	C-C	C=O	C-N	ONa	C-H
I - 1:1 a/a	3594	1597-1505	1686	1280	688	2950
II - 1:2 a/a	3237	1463-1594	1654	1241	740	2922
III - 1:3 a/a	3521	1597-1514	1635	1205	742	2939
IV - 1:4 a/a	-	1582-1612	1668	1612	1270	2877

Çizelge 4.1'de belirtilen sonuçlara göre, yüksek yüzeyli OB-I numunesinde üç bağ sahip olduğu OH grubuna ait geniş bir bant aralığı (3594 cm^{-1}) tespit edilmiştir. Ayrıca C-C grubuna ait $1597\text{--}1505\text{ cm}^{-1}$ aralığında, C=O grubuna ait 1686 cm^{-1} aralığında, C-N grubuna ait 1280 cm^{-1} aralığında, ONa grubuna ait 688 cm^{-1} aralığında ve son olarak C-H grubuna ait 2950 cm^{-1} aralığında bir bant ortaya çıkmıştır.

Yüksek yüzeyli OB-II numunesinde iki bağa sahip olduğu OH grubuna 3237 cm^{-1} aralığında geniş bir bant tespit edilmiştir. Ayrıca C-C grubuna ait $1463\text{--}1594\text{ cm}^{-1}$ aralığında, C=O grubuna ait 1654 cm^{-1} aralığında, C-N grubuna ait 1241 cm^{-1} aralığında, ONa grubuna ait 740 cm^{-1} ve C-H grubuna ait 2922 cm^{-1} aralığında bir bant tespit edilmiştir.

Yüksek yüzeyli OB-III numunesinde bir bağa sahip olduğu OH grubuna 3521 cm^{-1} aralığında geniş bir bant tespit edilmiştir. Ayrıca C-C grubuna ait $1597\text{--}1514\text{ cm}^{-1}$ aralığında, C=O grubuna ait 1635 cm^{-1} aralığında, C-N grubuna ait 1205 cm^{-1} aralığında, ONa grubuna ait 742 cm^{-1} ve C-H grubuna ait 2939 cm^{-1} aralığında bir bant ortaya çıkmıştır.

Yüksek yüzeyli OB-IV numunesinde ise C-C grubuna ait $1582\text{--}1612\text{ cm}^{-1}$ aralığında, C=O grubuna ait 1668 cm^{-1} aralığında, C-N grubuna ait 1612 cm^{-1} aralığında, ONa grubuna ait 1270 cm^{-1} ve C-H grubuna ait 2877 cm^{-1} aralığında bir bant tespit edilmiştir.

4.2. Organik Bileşiklerin En Uygun Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Tez çalışmasının temel hedeflerinden biri dizel tankı içinde gerçekleşen hidrokarbon buharlaşmasını en aza indiren OBlerin uygun konsantrasyonlarda tanka ilave edilmesidir. Bu kapsamda öncelikle dört farklı oranda OB (I, II, III, IV) hazırlanmıştır. Daha sonra her bir OB'yi içeren numunelerin buhar basınçları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2 – 4.5 arasında sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Organik bileşiğin (I- 1:1 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi

Test No	OB-I eklemeyen önceki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)	OB Konsantrasyonu (ppm)	OB-I eklendikten sonraki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)
1	78.1	0.5	73.7
2	78.3	0.75	69.1
3	78.1	1	63.5
4	78.5	1.25	47.9
5	78.1	1.5	42.7
6	78.3	1.75	40.5
7	78.5	2	30.9
8	78.1	2.25	47.9
9	78.1	2.5	53.8
10	78.4	2.75	66.1
11	78.3	3	71.9

Çizelge 4.2, dizel tanka OB-I (1:1 a/a) eklendiğinde buhar basıncında meydana gelen değişimleri göstermektedir. Toplam 11 adet test uygulanmış ve tankta 3 ppm OB-I eklendiğinde doymuş buhar basıncının başlangıç seviyesi ile en yakın durumda olduğu görülmüştür. OB-I'den 2 ppm ilave edildiğinde doymuş buhar basıncı 30.9 kPa'ya düştüğü, dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşma oranını %60.43 azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuç Farhan vd. (2017)'nin çalışması (ham petrole uygulanan serbest yağ asitleri) ile karşılaştırıldığında, ham petrol için hafif hidrokarbon buharlaşma azaltması yüzdesinin %47 olduğu görülmüştür. Magaril ve Magaril (2015) benzene $[C_8F_{17}CONCHC_3H_6N(C_2H_5OH)(CH_3)_2]$ uygulamış ve hidrokarbon buharlaşmasında % 3.7 - 4 gibi çok düşük bir azalma seviyesi tespit etmiştir. AL-janabi (2019) ve AL-nuaimi (2021) tarafından yapılan çalışmalarda kullanılan OBlerle karşılaştırıldığında, bu çalışmada kullanılan OB-I'in hidrokarbon buharlaşma oranı daha düşük seviyededir.

Çizelge 4.3. Organik bileşiğin (II- 1:2 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi

Test No	OB-II eklemeyen önceki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)	OB Konsantrasyonu (ppm)	OB-II eklendikten sonraki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)
1	78.4	0.5	65.9
2	78.1	0.75	61.6
3	78.7	1	51.8
4	78.1	1.25	47.3
5	78.2	1.5	39.5
6	78.7	1.75	27.8
7	78.4	2	47.3
8	78.2	2.25	49.8
9	78.5	2.5	57.6
10	78.1	2.75	69.1
11	78.1	3	75.9

Dizel tanka OB-II (1:2 a/a) eklendiğinde doymuş buhar basıncında meydana gelen değişimler Çizelge 4.3'te görülmektedir. Toplam 11 adet test uygulanmış ve tanka 1.75 ppm OB-II eklendiğinde doymuş buhar basıncı 27.8 kPa'ya düştüğü, dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşma oranını %64.40 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Farhan ve Karanukhov (2014) tarafından kullanılan OBnin ($[C_nH_{2n}+1COO]Li$) ham petroldeki buharlaşma azalma oranını %40.9, benzindeki ise %23 civarında tutabilmiştir. Korshak (2006) tarafından yağ hidrokarbonlarına uygulanan OB (klorobenzalditalamonay) ile buharlaşma azaltma oranı %50 olarak bulunmuştur. Söz konusu literatür değerlerinin bu tez çalışmasında elde edilen değerlere göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Organik bileşiğin (III- 1:3 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi

Test No	OB-III eklemeyen önceki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)	OB Konsantrasyonu (ppm)	OB-III eklendikten sonraki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)
1	78.5	0.5	70.8
2	78.4	0.75	53.4
3	78.1	1	49.1
4	78.4	1.25	28.7
5	78.5	1.5	23.8
6	78.3	1.75	16.5
7	78.8	2	29.9
8	78.1	2.25	33.8
9	78.3	2.5	49.6
10	78.1	2.75	67.9

Çizelge 4.4'te dizel tanka OB-III (1:3 a/a) eklendiğinde buhar basıncında meydana gelen değişimler sunulmuştur. Toplam 10 adet test uygulanmış ve tanka 1.75 ppm OB-I eklendiğinde doymuş buhar basıncı 16.5 kPa'ya düştüğü, dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşma oranını %78.87 oranında azalttığı tespit edilmiştir. . Magaril vd. (2005) benzine uyguladıkları $[C_nH_{2n}+1COO]_2Ni$ ile hidrokarbon buharlaşma azalmasını %20-30 civarında bulmuşlardır. Farhan ve Magaril (2011) tarafından ham petrol ve benzine uygulanan $[C_nH_{2n}+1OO]Na$ ile ham petrol için hidrokarbon buharlaşma azalma oranı %16.2 ve benzin için %17.2 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada $[C_nH_{2n}+1COO]K$ ham petrol ve benzine uygulandığında ham petrolde %51, benzinde ise %86.5 oranında hidrokarbon buharlaşma oranı hesaplamışlardır. Bu tez çalışmasında yukarıda verilen literatür sonuçlarından daha yüksek bir azaltım değeri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Organik bileşiğin (IV- 1:4 a/a) optimum konsantrasyonunun belirlenmesi

Test No	OB-IV eklemenden önceki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)	OB Konsantrasyonu (ppm)	OB-IV eklendikten sonraki Doymuş Buhar Basıncı (kPa)
1	78.1	0.5	55.7
2	78.7	0.75	42.8
3	78.1	1	36.5
4	78.6	1.25	23.9
5	78.3	1.5	8.8
6	78.1	1.75	27.6
7	78.2	2	43.5
8	78.7	2.25	53.7
9	78.4	2.5	59.8

Dizel tanka OB-IV (1:4 a/a) eklendiğinde doymuş buhar basıncında meydana gelen değişimler Çizelge 4.5'te görülmektedir. Toplam 9 adet test uygulanmış ve tanka 1.5 ppm OB-IV eklendiğinde doymuş buhar basıncının 8.8 kPa'ya düştüğü, dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşma oranını %88.73 oranında azalttığı tespit edilmiştir. AL-janabi (2019) ham petrol içinde kullandığı OB ile hidrokarbon buharlaşmasını %94- 95 civarında azaltmayı başarmıştır. Söz konusu değerler bu çalışmada elde edilen değerlerden oldukça yüksektir. AL-nuaimi (2021) tarafından yapılan çalışmada ise benzine EDTA ve NaOH içeren OB ilave edildiğinde OBlerin hidrokarbon buharlaşmasını %71- 77 civarında azalttığı görülmüş olup, bu tez çalışmasında daha yüksek oranda bir azaltım gerçekleşmiştir.

Dizel tanklarında hidrokarbon buharlaşmasını azaltmak için uygulanabilecek optimum OB konsantrasyonunun belirlendiği bu çalışmada OB I, II, III ve IV bileşikler için sırasıyla 2, 1.75, 1.75, 1.5 ppm en uygun konsantrasyonlar elde edilmiştir. Söz konusu OB (I, II, III ve IV) konsantrasyonları tank içine ilave edildiğinde doymuş buhar basınçları sırasıyla 30.9, 27.8, 16.5 ve 8.8 kPa ölçülmüş ve hafif hidrokarbonların buharlaşmasındaki azalma sırasıyla %60.43, 64.40, 78.87 ve 88.73 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre OB-IV (1:4 a/a) bileşiği diğer bileşiklere göre en düşük konsantrasyonda (1.5 ppm) kullanılmış ve hidrokarbon buharlaşmasının azaltılması hususunda en etkili (%88.73) OB olarak bulunmuştur. Söz konusu bulgu literatür ile karşılaştırıldığında, AL-nuaimi (2021)'nin çalışmasında en uygun OB konsantrasyonunun 2 ppm ve doymuş buhar basıncının 18.6 kPa ve yüksek oktanlı benzin için hidrokarbon buharlaşma azalması oranının %77.06 olarak rapor edildiği görülmüştür.

Bu çalışmada, OB-IV'ün (1:4 a/a) diğer üç organik bileşiğe üstünlüğü, Na ile dört bağın varlığından kaynaklanmaktadır. Bu, bağ sayısı ne kadar yüksek olursa, hafif hidrokarbonların azaltılmış buharlaşma yüzdesinin o kadar büyük olduğunu göstermektedir. Bu bağlar, dizel yüzeyindeki organik bileşiğin etkinliğini arttırdığından ve dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltan yüksek bir verimle yüzeye yayılmasını sağlamaktadır.

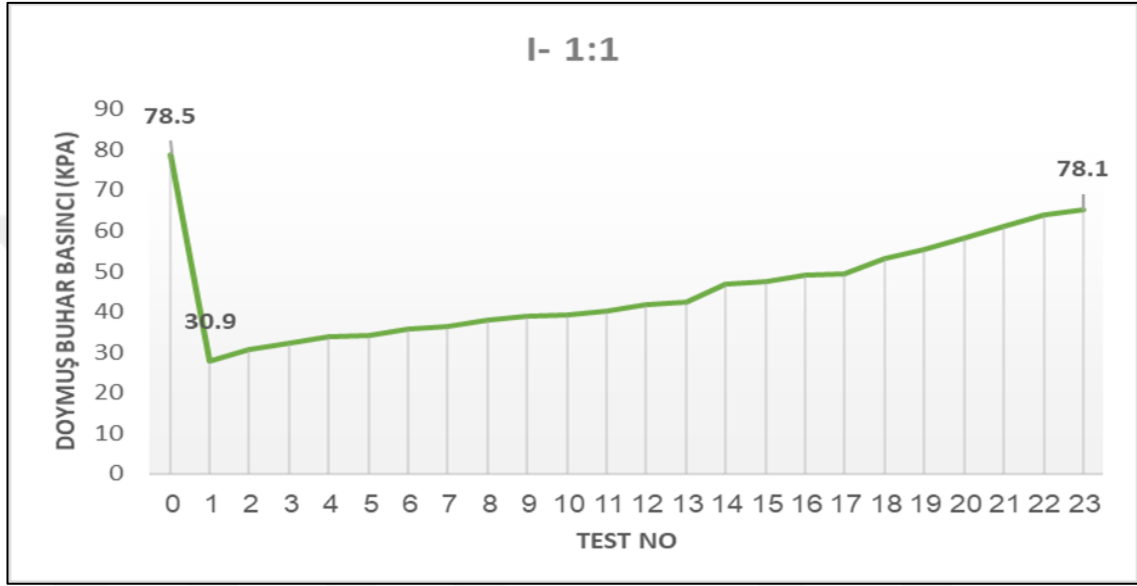
4.3. Tank İçinde Dizel Ekleme ve Çekme Sayısına Göre Organik Bileşiklerin Etkinliğinin Belirlenmesi

Dizel tanklar günlük, haftalık veya aylık bazda tüketime göre boşaltılmakta ve ardından tekrar doldurulmaktadır. Yakıt satışı yapılırken tankının %90'ı boşaltılmakta ve yakıtın %10'u tankının içinde bırakılmaktadır. Bunun sebepleri (i) tank hacminin %10'una denk gelen yükseklikte yakıt ikmal borusu bulunmaktadır, (ii) tank tabanında yabancı maddelerin birikebilmekte ve üst kısım ile karışım olmamaktadır, (iii) yakıt ikmal yapılırken tankta %10 oranında dizel bulunması ile tanktaki dış ve iç basınç farkı ve yakıt sıcaklık farkı sonucunda oluşabilecek patlama olasılığı engellenebilmektedir.

Bu çalışmada, dizel tankı içinden yakıt alma ve tekrar doldurma sırasında başlangıçta ilave edilen OBlerin ne kadar süre etkili kalacağını görmek için bir seri test uygulanmıştır. Bu çalışmada kendi tasarımı olan 200 mL kapasiteli buhar basıncı okuyucu bulunan şişe kullanılmıştır. Önce dizel şişeye konulmuş buzdolabında 40 dk bekletilmiştir. Daha sonra şişe, 40°C sıcaklıktaki su banyosuna yerleştirilmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki OBler (OB-I: 2 ppm, OB-II: 1.75 ppm, OB-III: 1.75 ppm ve OB-IV: 1.5 ppm) dizel dolu şişeye sırayla bir kez eklenmiştir. Daha sonra şişeden 180 ml (toplam hacmin %90'ı) dizel çekilmiş ve yerine aynı oranda serbest dizel ilave edilmiş ve doymuş buhar basınçları ölçülmüştür. Testler başlangıç doymuş buhar basıncına ulaşana kadar devam edilmiştir. Elde edilen bulgular Şekil 4.6 - 4.9 arasında gösterilmiştir.

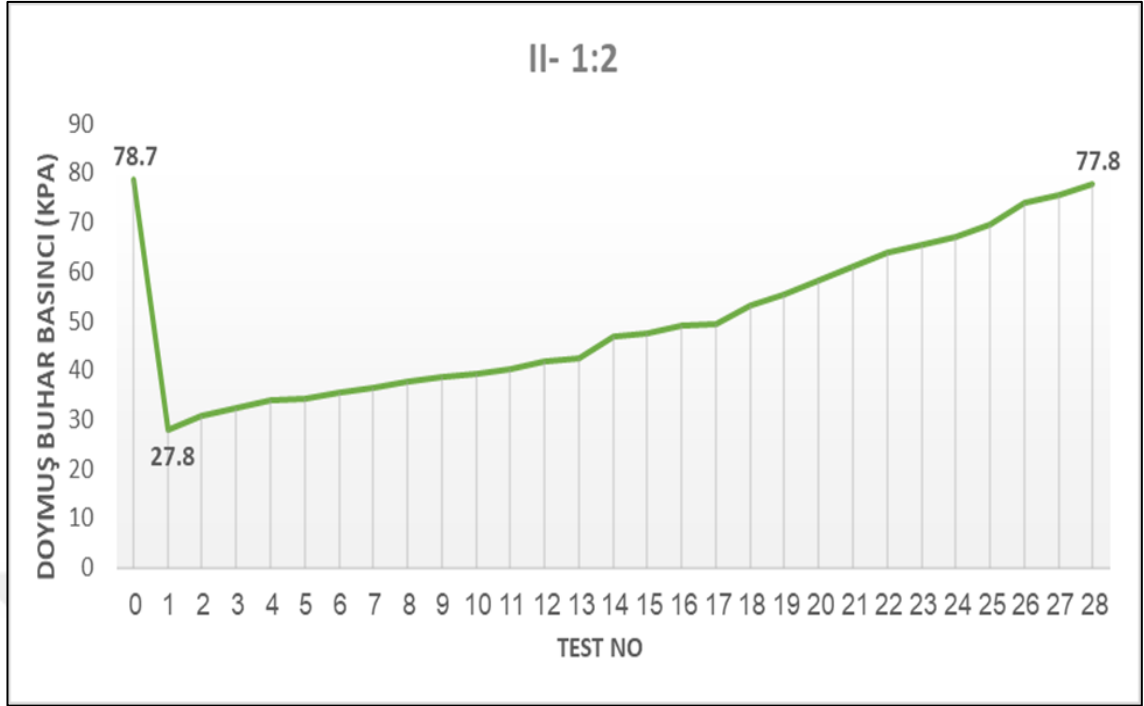
Şekil 4.6'da OB-I (1:1 a/a) optimum konsantrasyonu kullanılarak dizel çekme ve ekleme işlemi sonucu değişen doymuş buhar basıncı değerleri görülmektedir. Dizel ekleme öncesi doymuş buhar basıncının 78.5 kPa olduğu, optimum konsantrasyon (2ppm) eklendikten sonra doymuş buhar basıncının 30.9 kPa'ya düştüğü görülmüştür. Şişeden 23 kez dizel çekme ve ekleme işlemi yapıldıktan sonra başlangıç doymuş buhar basıncı seviyesine ulaşılmış olup, OB-I bileşiğinin tank içinde 23 kez etkin bir şekilde

kalabildiği tespit edilmiştir. Bu sonucu çalışma Farhan ve Magaril (2011)'in çalışması ile karşılaştırdığımızda, benzine uygulanan OB $[C_nH_{2n}+1COO]Na$ da tank içinde 23 kez etkin kalabilmiş ancak hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranı %17.2 seviyesinde bulunmuştur. AL-nuaimi (2021) çalışmasında kullandığı OB-III (EDTA ve KOH) bileşiği de benzin tankında 23 kez etkin kalabilmiş ve hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranı %75.61 olarak tespit etmiştir.



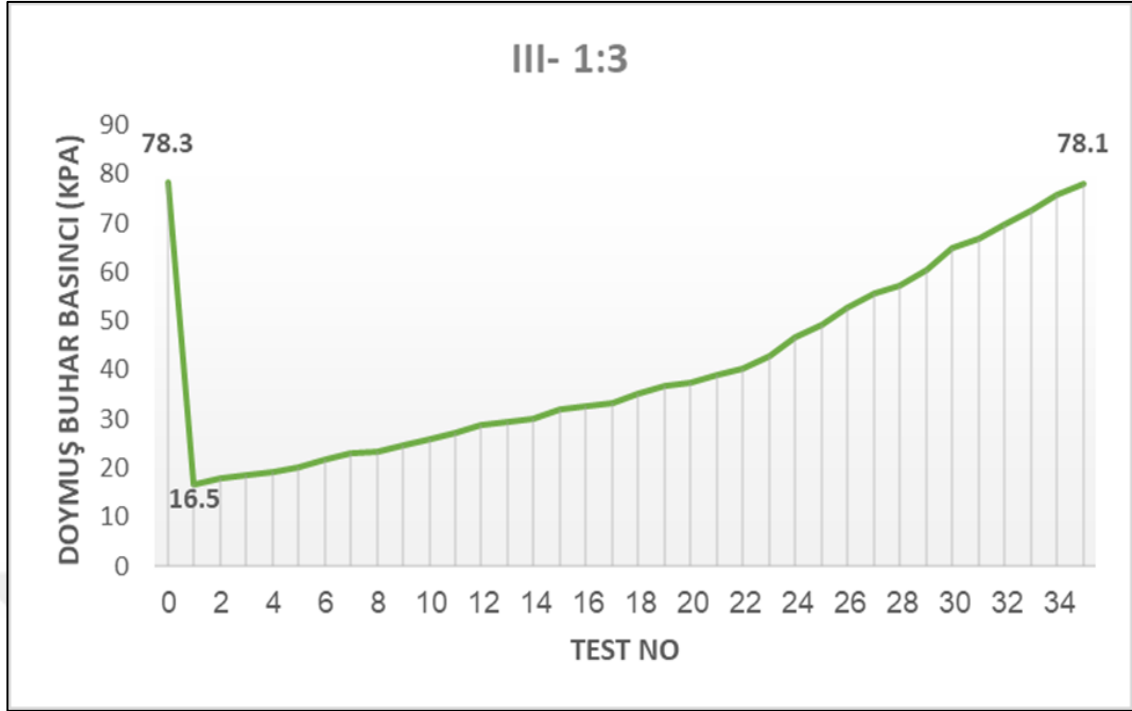
Şekil 4.6. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (I- 1:1 a/a) optimum konsantrasyonunun etkinliği

OB-II (1:2 a/a) optimum konsantrasyonu kullanılarak dizel çekme ve ekleme işlemi sonucu değişen doymuş buhar basıncı değerleri Şekil 4.7'de sunulmuştur. Dizel ekleme öncesi doymuş buhar basıncının 78.7 kPa olduğu, optimum konsantrasyon (1.75 ppm) ilave edildikten sonra doymuş buhar basıncının 27.8 kPa'ya düşmüştür. Şişeden 28 kez dizel çekme ve ekleme işlemi yapıldıktan sonra başlangıç doymuş buhar basıncı seviyesine ulaşılmış olup, OB-II bileşiğinin tank içinde 28 kez etkin bir şekilde kalabildiği görülmüştür. Literatürde Farhan vd (2017)'in çalışması incelendiğinde, ham petrole serbest yağ asitleri ilave edildiğinde serbest yağ asitlerinin tank içinde 57 kez etkin kaldığı ancak hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranının %47 seviyesinde olduğu görülmüştür. AL-nuaimi (2021) çalışmasında benzin tankına OB-IV (EDTA ve KOH) bileşiği eklemiş ve OB-IV'ün benzin tankında 27 kez etkin kaldığını ve hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranını %77.06 olarak rapor etmiştir.



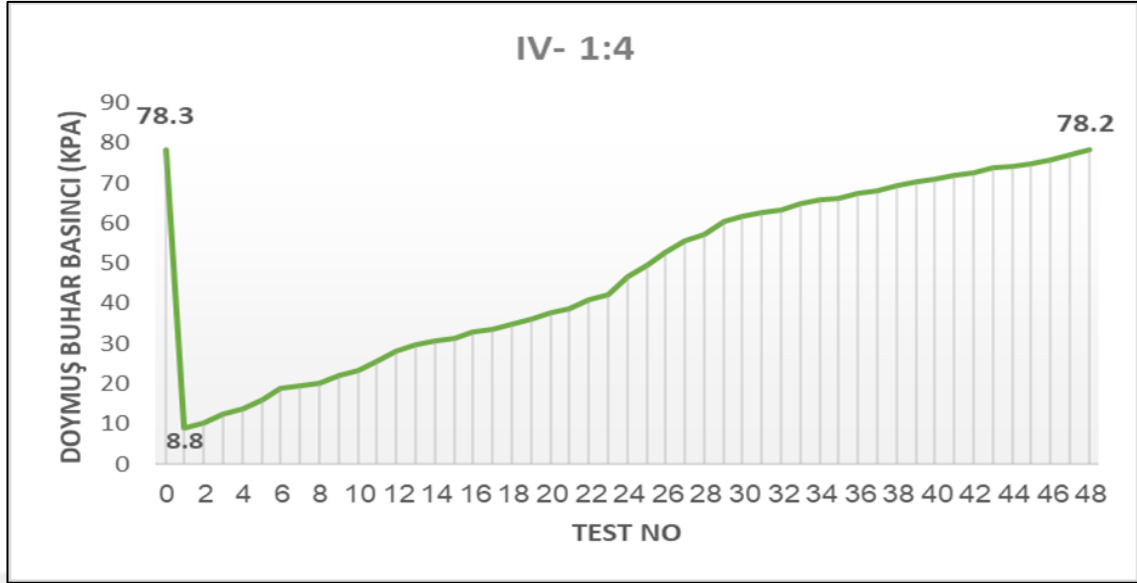
Şekil 4.7. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (II- 1:2) optimum konsantrasyonunun etkinliği

Şekil 4.8'de OB-III (1:3 a/a) optimum konsantrasyonu kullanılarak dizel çekme ve ekleme işlemi sonucu değişen doymuş buhar basıncı değerleri verilmiştir. Dizel ekleme öncesi doymuş buhar basıncı 78.3 kPa, optimum konsantrasyon (1.75 ppm) eklendikten sonra doymuş buhar basıncı 16.5 kPa olarak ölçülmüştür. Şişeden 35 kez dizel çekme ve ekleme işlemi yapıldıktan sonra başlangıç doymuş buhar basıncı seviyesine ulaşılmış olup, OB-II bileşiğinin tank içinde 35 kez etkin bir şekilde kalabildiği görülmüştür. Literatürde AL-janabi (2019)'in çalışmasında, ham petrole $C_{19}H_{38}O_4$ OBleri eklendiğinde OBlerin tank içinde 32 kez etkin kaldığı ancak hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranının %94.64 seviyesinde olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada benzin tankına $C_{19}H_{38}O_4$ OBleri eklendiğinde OBlerin tank içinde 46 kez etkin kaldığı ve hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranı %85.77 olarak belirtilmiştir.



Şekil 4.8. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (III- 1:3) optimum konsantrasyonunun etkinliği

OB-IV (1:4 a/a) optimum konsantrasyonu kullanılarak dizel çekme ve ekleme işlemi sonucu değişen doymuş buhar basıncı değerleri Şekil 4.9'da sunulmuştur. Dizel ekleme öncesi doymuş buhar basıncının 78.3 kPa olduğu, optimum konsantrasyon (1.5 ppm) ilave edildikten sonra doymuş buhar basıncının 8.8 kPa'ya düşmüştür. Şişeden 48 kez dizel çekme ve ekleme işlemi yapıldıktan sonra başlangıç doymuş buhar basıncı seviyesine ulaşılmış olup, OB-II bileşiğinin tank içinde 48 kez etkin bir şekilde kalabildiği görülmüştür. Literatürde yalnız Farhan vd (2017)'in çalışmasında, ham petrole serbest yağ asitleri ilave edildiğinde serbest yağ asitlerinin tank içinde 57 kez etkin kaldığı ancak hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma oranının %47 seviyesinde olduğu görülmüştür. Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde OBlerin çekme ve ekleme işlemi sırasında yakıt tankı içinde 48 kez etkin kaldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.



Şekil 4.9. Dizel ekleme ve çekme işlemi uygulanırken organik bileşiğin (IV- 1:4) optimum konsantrasyonunun etkinliği

Bu çalışmada EDTA ve NaOH kullanılarak hazırlanan OBlerin (I- 1:1, II- 1:2, III- 1:3 ve IV- 1:4 a/a) dizel tankına ilave edildikten sonra yapılan doymuş buhar basıncı ölçüm sonuçları sırasıyla 30.9, 27.8, 16.5 ve 8.8 kPa'dır. Dizel tankında hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma seviyeleri sırasıyla %60.43, 64.40, 78.87 ve 88.73'tür. Kullanılan OBlerin (I, II, III, IV) optimum konsantrasyonları sırasıyla 2, 1.75, 1.75 ve 1.5 ppm olup, OBler (I, II, III, IV) dizel çekme ve ekleme sırasında sırasıyla 23, 28, 35 ve 48 kez tankta kalma verimliliği göstermişlerdir.

Sonuçlarımız önceki literatürdeki benzer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında, sonuçlarımızın daha iyi olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada, Irak dizeli kullanılmış ve dizelin kullanıldığı başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca çalışmamızda NaOH ile birlikte EDTA kullanılmıştır. (AL-nuaimi 2021) çalışmasında %10 KOH ile EDTA kullanılmıştır. NaOH, KOH'dan daha iyidir çünkü aktivitesi daha yüksek, çok daha ucuz olup, kimyasala erişim kolaydır. EDTA ve NaOH kullanılarak hazırlanan OBlerin literatürdeki çalışmalarda kullanılmadığı görülmüştür.

Irak Bağdat Üniversitesi'nde petrol alanında uzman olan Dr. Al-Iraqi (Khalif 2009), hava sıcaklığına göre tanklardaki hafif hidrokarbonların buharlaşma oranının tankın % 0,5'i olduğunu belirtmiştir. Örneğin dizel tank kapasitesi 20 000 litre ise dizel tankının günlük buharlaşma oranı 100 litre/gündür. Çalışmamızda, etkinlik, dizel

tankında kalma süresi ve ekonomik fizibilite açısından en iyi bileşik olarak OB (IV-1:4) seçilmiştir.

Şubat 2022'de uluslararası petrol fiyatları yükselmeye başlamış ve 2022 yılının Nisan ayında Türkiye'de bir litre dizelin fiyatı yaklaşık 1.65 ABD-\$'dı. 20.000 litrelik bir tankın günlük kaybı, buharlaşma nedeniyle yaklaşık 165 ABD-\$ olarak hesaplanmıştır. Haziran 2022 itibarıyla EDTA'nın fiyatı 14.70 ABD-\$ /kg ve NaOH'nin fiyatı ise 27.55 ABD-\$ /kg'dır. Bulgularımıza göre OB IV (1:4 a/a, optimum konsantrasyon: 1.5 ppm/200 mL), 20 000 litrelik bir dizel tankına 150 g/L OB-IV eklenmelidir. Kabaca OB için harcanacak maliyet 2.76 ABD-\$ olacaktır. Böylece, özellikle etkinliği ve raf ömrü 48 kat olduğundan, bu bileşiği kullanırken oldukça tasarruf edilmiş olunacaktır.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, dizel tanklarındaki hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak için daha etkili ve daha uzun ömürlü OBlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. NaOH ile EDTA'dan hazırlanan dört OB kullanılmıştır. ($C_{10}H_{12}O_4Na_n$ ve $n = 1-4$) Testler kendi tasarımıımız olan doymuş buhar manometresinde yapılmıştır.

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıdadır:

- Bu çalışmada EDTA ve NaOH 1:1, 1:2, 1:3 ve 1:4 a/a oranlarında kullanılarak OB (I, II, III ve IV) hazırlanmıştır. Söz konusu kimyasallar hem ucuz, hem de zararsız olmaları nedeniyle kimya sanayinde ve sabun sanayinde kullanılan kimyasallar arasında sayılmaktadır.
- Hazırlanan OBler (I- 1:1, II- 1:2, III- 1:3 ve IV- 1:4) reaktif ve yüzey aktiftir.
- Hazırlanan OBler (I- 1:1, II- 1:2, III- 1:3 ve IV- 1:4 a/a) dizel tankına ilave edildikten sonra doymuş buhar basıncı ölçüm sonuçları sırasıyla 30.9, 27.8, 16.5 ve 8.8 kPa olarak ölçülmüştür.
- Dizel tankında hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltma seviyeleri OB-I: %60.43, OB-II: %64.40, OB-III: %78.87 ve OB-IV- %88.73 olarak tespit edilmiştir.
- Kullanılan OBlerin (I, II, III, IV) optimum konsantrasyonları sırasıyla 2, 1.75, 1.75 ve 1.5 ppm olarak belirlenmiştir.
- OBler (I, II, III, IV) dizel çekme ve ekleme sırasında sırasıyla 23, 28, 35 ve 48 kez tankta kalma verimliliği göstermişlerdir.
- OB-IV (1:4 a/a) en düşük konsantrasyonda (1.5 ppm) tanka ilave edildiğinde hafif hidrokarbonların buharlaşmasını en yüksek seviyede (%88.73) azaltan ve tank içinde en fazla ekleme-çekme işleminde (48 kez) etkin kalabilen OB olarak bulunmuştur.
- Dizel veya herhangi bir petrol türevine eklenen OBlerin optimum konsantrasyonları, dizelin ve türevlerin geri kalanının fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemez çünkü bu OBlerin kaynağı ham petroldendir ve konsantrasyonların eklenmesi ppm birimindedir.
- Hazırlanan OBler, her türlü petrol türevlerinde ve her boyuttaki her tür rezervuarlar ve tanklarda uygulanabilmektedir. Dizel için hafif hidrokarbonların buharlaşmasını azaltmak, çevreyi ve insan ve hayvan sağlığını koruduğu için çok önemlidir. Ayrıca

maddi kayıpları azalttığı için önemli bir ekonomik fizibiliteye sahiptir. Dizel özellikleri korunduğu için de önemlidir.

- Dizelden buharlaşmayı azaltan hafif hidrokarbonlar C1 – C5'tir.
- Bu tezin sonuçlarının özeti,
 - Düşük maliyetli, kolay erişilebilir, kolay uygulanabilir, verimli ve çok kez tankta kalma yeteneğine sahip, doğa dostu organik bileşikler üretilmiştir,
 - Geliştirilen organik bileşikler dizelin fiziksel özelliklerinde değişikliğe neden olmamıştır,
 - Doymuş buhar basıncını ölçmek için tarafımızdan yerli bir cihaz tasarlanmıştır,
 - Geliştirilen organik bileşikler tüm petrol türevlerine, farklı tipte tanklara, farklı iklim koşullarına sahip farklı ülkelerde uygulanma imkanı sunmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Alhaj, M. B. E., Alzubair, M. B. A., & A Gadir, W. M. A. 2014. Evaluation and Control of Evaporation Losses from Gasoline Internal Floating Roof Tanks (Doctoral dissertation, Sudan University of Science and Technology).
- AL-janabi, R. A. N. 2019. Synthesis and Characterization of Organic Compounds and Studying It's Ability to Reduce the Evaporation Ratio of The Light Hydrocarbons from Crude Oil Tanks. (Master dissertation, The Iraqi Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Anbar, College of Science, Department of Chemistry). Available mail for this references is: randa.chemist@gmail.com .
- AL-nuaimi, M. A. I. 2021. Eco-Friendly And Low Cost Organic Compound Synthesis To Reduce The Evaporation Of Light Hydrocarbons From Gasoline Tanks. (Master dissertation, Turkish Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Akdeniz, Institute of Science, College of Engineering, Department of Environmental Engineering). Available mail for this references is: res.mahmood92@gmail.com .
- Al-Shamae S.K., 1980. The place of the oil industry in Iraq. Dar al-rashid. Baghdad - Iraq, - 285 p.
- Altgelt, K. H., & Boduszynski, M. M. 1994. Compositional Analysis: Dream and Reality. *Composition and Analysis of Heavy Petroleum Fractions; Marcel Dekker: New York, NY, USA*, 9-39.
- Altural B. 2008. Organik Kimya “Organic Chemistry”. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 159; p. 473
- Andersson, K., and Eklund, J. 2012. Work Environment. Lean Agriculture, Chamberlain, A. Working & Standing Losses: Understanding Tank Emissions Inside and Out. Available: <https://info.era-environmental.com/blog/bid/72134/working-standinglosses-understanding-tank-emissionsinside-out>, Vol. 3, No. 2, pp. 661 – 666. May 28, (2018).
- Anonim 1: <http://www.nittrade.com/node/18> [Son erişim tarihi: 10.04.2022].
- Arenbrister, W. W. 1975. Technical and economic analysis of losses of oil and oil products. M.: Chemistry.
- Astrov, V. 2010. *Current state and prospects of the Russian energy sector* (No. 363). wiiw Research Report.
- Barker, C., & Bufarsan, A. 2001. Evaporative losses from the surface “oil lakes” of southern Kuwait. *Environmental Geosciences*, 8(2), 123-129.

- Benner, S. A., Devine, K. G., Matveeva, L. N., & Powell, D. H. 2000. The missing organic molecules on Mars. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(6), 2425-2430.
- Beşergil, B. 2009. Yakıtlar Yağlar “Fuels Oils”. İzmir: Ege Üniversitesi Yayını, p. 462.
- Bissada, K. A., Tan, J., Szymezyk, E., Darnell, M., & Mei, M. 2016. Group-type characterization of crude oil and bitumen. Part II: Efficient separation and quantification of normal-paraffins iso-paraffins and naphthenes (PIN). *Fuel*, 173, 217-221.
- Bond, A. E., Thompson, V. L., Ortman, G. C., Black, F. M., & Sigsby Jr, J. E. (1986, April). Self-service station vehicle refueling exposure study. In *Proceedings of the 1986 EPA/APCA Symposium on Measurement of Toxic Air Pollutants*. Air Pollution Control Association, Pittsburgh, PA (pp. 458-466).
- Brutsaert, W. 1982. *Evaporation into the Atmosphere*, Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 299 p., 1982.
- Cagnasso, C. E., Lopez, L. B., Rodriguez, V. G., & Valencia, M. E. 2007. Development and validation of a method for the determination of EDTA in non-alcoholic drinks by HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 248-251.
- Chang, R. 2010. In: Timp TD, editor. *Chemistry*. 10th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2010. p. 1170.
- Cooper, T. W., & Cooper, T. W. 1997. A study of the performance of petroleum storage tanks during earthquakes, 1933-1995. USA: US National Institute of Standards and Technology.
- Cox, P. J. 1996. Helium Group to Hypnotics, 4th edn., JI Kroschwitz, M. Howe-Grant (Eds.), in: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 13, Wiley, Chichester (1995), xxviii+ 1100pp.,£ 195.00. ISBN 0-471-52682-7.
- Dakhel, A. A., & Rahimi, M. 2004. CFD simulation of homogenization in large-scale crude oil storage tanks. *Journal of petroleum science and Engineering*, 43(3-4), 151-161.
- Dukhnevich, L. N. 2003. Investigation of The Movement of a Gas Bubble in an Oil Reservoir Taking into Account Diffusion and Coagulation. *News of Higher Educational Institutions. Oil and Gas*, (5), 102-107
- Edokpolo, B., Yu, Q. J., & Connell, D. 2015. Health risk assessment for exposure to benzene in petroleum refinery environments. *International journal of environmental research and public health*, 12(1), 595-610.

- Elhelw, M., El-Shobaky, A., Attia, A., & El-Maghlany, W. M. 2021. Advanced dynamic modeling study of fire and smoke of crude oil storage tanks. *Process Safety and Environmental Protection*, 146, 670-685.
- Ernö, P., Philippe, B., Martin, B. 2009. *Structure Determination of Organic Compounds* (Fourth, Revised and Enlarged Edition). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Farhan M.M., Karnaukhov M.L. 2014. Development of a method for reducing the loss of light hydrocarbons from the OTF (oil preparation unit) // New technologies for the oil and gas region. Collection of papers international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists section 'Modeling and management of the processes of extraction and transport of oil and gas' -21- April 25, - with. P. 121- 128. Available mail for this references is: mw_mw_888@yahoo.com .
- Farhan, F.,M.,M. 2015. Development of technology for reducing the loss of light fractions of oil in reservoirs of field gathering and preparation systems (Doctoral dissertation, Ufa State Oil Engineering University). Available mail for this references is: mw_mw_888@yahoo.com , Or from (ФАРХАН РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ В РЕЗЕРВУАРАХ СИСТЕМ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА И ПОДГОТОВКИ - Автореферат (xpdf.ru)).
- Farhan, M. M., Al-Jumialy, M. M., Al-Muhammadi, A. D., & Ismail, A. S. 2017. Development of a new method for reducing the loss of light hydrocarbons at breather valve of oil tanks. *Energy Procedia*, 141, 471-478.
- Farhan, M.M., Magaril, R.Z. 2011. Reduction of losses during large breathing of oil tanks. *Oil and Gas of Western Siberia: Materials of the International scientific-technical. Dedicated to the 55th Anniversary of Tyumen state oil and Gas University.- Tyumen: Tyumen state oil and Gas University:217-220.* Available mail for this references is: mw_mw_888@yahoo.com .
- Fingas, M. F. (1995 a). A literature review of the physics and predictive modelling of oil spill evaporation. *Journal of hazardous materials*, 42(2), 157-175.
- Fingas, M. F. 1995. The evaporation of oil spills. In *ARCTIC AND MARINE OILSPILL PROGRAM TECHNICAL SEMINAR* (pp. 43-60). MINISTRY OF SUPPLY AND SERVICES, CANADA.
- Fingas, M. F. 1997. Studies on the evaporation of crude oil and petroleum products: I. The relationship between evaporation rate and time. *Journal of hazardous materials*, 56(3), 227-236.
- Fire, F. L. (1987). Sodium Hydroxide.

- Fox-Penner, P., Hart, D. M., Kelly, H., Murphy, R. C., Roth, K., Sharon, A., & Cunliff, C. 2021. Clean and Competitive: Opportunities for US Manufacturing Leadership in the Global Low-Carbon Economy. *Available at SSRN 3871357*.
- George, B. J., Schultz, B. D., Palma, T., Vette, A. F., Whitaker, D. A., & Williams, R. W. 2011. An evaluation of EPA's National-Scale Air Toxics Assessment (NATA): comparison with benzene measurements in Detroit, Michigan. *Atmospheric Environment*, 45(19), 3301-3308.
- Gros, J., Nabi, D., Würz, B., Wick, L. Y., Brussaard, C. P., Huisman, J., ... & Arey, J. S. (2014). First day of an oil spill on the open sea: Early mass transfers of hydrocarbons to air and water. *Environmental science & technology*, 48(16), 9400-9411.
- Harris, D. C. 2007. Dissolving samples for analysis. *Quantitative Chemical Analysis*. New York: WH Freeman and Company.
- Haşımoğlu, C. 2005. Düşük ısı kayıplı bir dizel motorunda biyodizel kullanımının performans ve emisyon parametrelerine etkisi. Sakarya: Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi.
- Henneken, L., Nörtemann, B., & Hempel, D. C. 1995. Influence of physiological conditions on EDTA degradation. *Applied microbiology and biotechnology*, 44(1), 190-197.
- Horner, J. W., & Read, K. C. 1996. Development of vapour collection and control systems for petroleum storage tanks. In *International Pipeline Conference* (Vol. 40214, pp. 1279-1285). American Society of Mechanical Engineers.
- Jiang, C., Srinivasan, S. G., Caro, A., & Maloy, S. A. 2008. Structural, elastic, and electronic properties of Fe₃C from first principles. *Journal of Applied Physics*, 103(4), 043502.
- John E.P. 1979. Reduction of hydrocarbon loss to flare systems. Amoco. Chemicals Corporation Chocolate Bayou Plant Alvin, Texas. Proceedings from the First Industrial Energy Technology Conference Houston, TX, April 22-25, 1979.- p. 757-765.
- Jones, F. E. (2018). *Evaporation of water: with emphasis on applications and measurements*. CRC Press.
- Jones, P. W., & Williams, D. R. (2002). Chemical speciation simulation used to assess the efficiency of environment-friendly EDTA alternatives for use in the pulp and paper industry. *Inorganica Chimica Acta*, 339, 41-50.

- Keselman, G. S., & Makhmudbekov, E., A. 1981. Protection of the environment in the production, transport and storage of oil and gas. Nedra.
- Khalif, T. H. 2009. Reducing Stored Iraqi Crude Oil Evaporation Under Different Conditions by Using Surfactants and Polymers, PhD thesis, Baghdad University.
- Khalifa, M. A., El-Batouti, M., Mahgoub, F., & Bakr Aknish, A. 2003. Corrosion inhibition of steel in crude oil storage tanks. *Materials and Corrosion*, 54(4), 251-258.
- Korshak, A.A. 2006. Resource-saving methods and technologies for the transportation and storage of petroleum and products. Ufa: Design Polygraph. Service. 2006, 191, p5.
- Kumarathanan, P., Vincent, R., Tardif, R., Potvin, M., Bjarnason, S., Poon, R., ... & Chu, I. (1996). Experimental atmosphere monitoring in gasoline vapor inhalation studies. *Toxicology Methods*, 6(2), 65-82.
- Li, Y. Y., Zheng, X. L., Li, B., Ma, Y. X., & Cao, J. H. 2004. Volatilization behaviors of diesel oil from the soils. *Journal of environmental sciences*, 16(6), 1033-1036.
- Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., ... & Pelizzari, P. M. 2012. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*, 380(9859), 2224-2260.
- Linstrom, P., & Mallard, W. 2003. NIST Standard Reference Database, No. 69. National Institute of Standards and Technology.
- Magaril, E. R., Magaril R. Z. 2015. Reduction of gasoline evaporation through the introduction of a surfactant fuel additive. Journal article – scientific article language: Russian. UDC: 43.013.3:665.733:665.7.038. Magazine: Transport Ural Publisher: Ural State University of Transport (Ekaterinburg). Number: 3(46) Pages: 93-97.
- Magaril, E. R., Magaril, R. Z., & Bamburov, V. G. 2014. Specific features of combustion in gasoline-driven internal combustion engines. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 50(1), 75-79.
- Magaril, R.Z., E.R. Magaril, E.R., Shalamberidze, O.V. 2005. A method for reducing the loss of light hydrocarbons from evaporation during their storage and use. Patent No: 2256693 RF.
- Majid M.S. 1998. Oil, Iraqi Ministry of Oil / Department of Information. 7th series, Baghdad - Iraq. - № 7. - 62 p.
- McCracken, J. E. 1975. Occupational exposure to sodium hydroxide.

- Newell, J. C. 1995. Light nonaqueous phase liquids, Ground water Issue. *EPA/540/S-95/500*.
- Nörtemann, B. 1999. Biodegradation of EDTA. *Applied microbiology and biotechnology*, 51(6), 751-759.
- Palmer, L. G. 1973. Aboveground fuel oil storage tanks.
- Parennyuk, M. A. 2004. A complex of gas-dynamic devices to reduce the loss of oil products when unloading from tanks (Doctoral dissertation, [Self. State Academician Railways].
- Parker, R. P. 2006. Energy Information Administration provides extensive data on petroleum supply and demand conditions. *Business Economics*, 41(4), 56-63.
- Pavlenko V., Didkovsky O. 1999. Capacity storage tank for crude oil 23600, cub. m., Purchaser: North oil company, Iraq. Location of the tank: K3-Station, Haditha. Contractor: Joint-Stock company trust Koksokhimmontazh. Project: KHM 236-IR., MOSCOW, 1999. – 69 p.
- Periago, J. F., Zambudio, A., & Prado, C. 1997. Evaluation of environmental levels of aromatic hydrocarbons in gasoline service stations by gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 778(1-2), 263-268.
- Pietsch, J., Schmidt, W., Sacher, F., Fichtner, S., & Brauch, H. J. 1995. Pesticides and other organic micro pollutants in the river Elbe. *Fresenius' journal of analytical chemistry*, 353(1), 75-82.
- Rajeshkumar, G. (2020). Effect of sodium hydroxide treatment on dry sliding wear behavior of Phoenix sp. fiber reinforced polymer composites. *Journal of Industrial Textiles*, 1528083720918948.
- Safgönül, B., Ergeneman, M., Arslan, H. E., & Soruşbay, C. 2013. *İçten yanmalı motorlar*. Birsen Yayınevi.
- Sakhabutdinov, R.,Z., Fattakhov, R.,B., Tronov, V.,P., Vishnikov, A.,V., Metelkov, V.,P. 1997. Method for capturing hydrocarbon vapors from tanks during storage of petroleum products in raw materials and commodity tanks. groove. No. RF 2087394, BI, No. 23.
- Salocks, C., & Kaley, K. B. (2003). Sodium hydroxide. *Tech Support Doc Toxicol Clandest Drug Labs Methamphetamine*, 1, 1-9.
- Sarıkoç, S. 2020. Fuels of the Diesel-Gasoline Engines and Their Properties. *Diesel and Gasoline Engines*, 31.
- Schiavon, M., Redivo, M., Antonacci, G., Rada, E. C., Ragazzi, M., Zardi, D., & Giovannini, L. 2015. Assessing the air quality impact of nitrogen oxides and

- benzene from road traffic and domestic heating and the associated cancer risk in an urban area of Verona (Italy). *Atmospheric Environment*, 120, 234-243.
- Seager, S. L., Slabaugh, M. R., & Hansen, M. S. 2021. *Chemistry for today: General, organic, and biochemistry*. Cengage Learning.
- Shaluf, I. M., & Abdullah, S. A. 2011. Floating roof storage tank boilover. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(1), 1-7.
- Shelton, E. M. 1980. *Diesel fuel oils, 1980* (No. DOE/BETC/PPS-80/5). Department of Energy, Bartlesville, OK (USA). Bartlesville Energy Technology Center.
- Shi, Q., Hou, D., Chung, K. H., Xu, C., Zhao, S., & Zhang, Y. 2010. Characterization of heteroatom compounds in a crude oil and its saturates, aromatics, resins, and asphaltenes (SARA) and non-basic nitrogen fractions analyzed by negative-ion electrospray ionization Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *Energy & Fuels*, 24(4), 2545-2553.
- Sillanpää, M. 1997. Environmental fate of EDTA and DTPA. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 85-111.
- Solomons TWG, Fryhle CB. 2002. *Organik Kimya*. İstanbul, Türkiye: Literatür Yayıncılık; p. 1346
- Speight, J. G. (2006). *The chemistry and technology of petroleum*. CRC press.
- Speight, J. G. 2020. Hydrocarbons from crude oil. *Handbook of industrial hydrocarbon processes*, 95-142. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809923-0.00003-5>.
- Sultanbekov, R., & Nazarova, M. (2019). The influence of total sediment of petroleum products on the corrosiveness of the metal of the tanks during storage. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 121, p. 01015). EDP Sciences.
- Sun, L., Zhong, C., Peng, J., Wang, T., Wu, L., Liu, Y., ... & Mao, H. 2021. Refueling emission of volatile organic compounds from China 6 gasoline vehicles. *Science of The Total Environment*, 789, 147883.
- The Ministry of Energy of the Russian Federation. 2012. Technological losses of raw hydrocarbons during production, technologically related to the adopted scheme and technology of field development, orders of December 30, 2011 No. 637 and March 15, 2012 No. 107. for (2011 – 2012).
- The Ministry of Energy of the Russian Federation. 2012. Technological losses of raw hydrocarbons during production, technologically related to the adopted scheme and technology of field development, orders of December 30, 2011 No. 637 and March 15, 2012 No. 107. for (2011 – 2012).

- Tokmakova E.G. 2003. Accounting for losses in oil production. Diss. cand. economy Sciences. St. Petersburg State University of Economics and Finance. - St. Petersburg, 2003. - 240 p.
- Tronov V.P. 2000. Field treatment of oil // Kazan: Feng, 2000. - 416 p.
- van Ginkel, C. G., & Geerts, R. (2005). Full-scale biological treatment of industrial effluents containing EDTA.
- Van Santen, R. 1998. Caustic soda: Outlook for Asia. *West Perth: ACTED Pty Ltd*. http://www.chemlink.com.au/caustic_asia98.pdf .
- van Wijngaarden, E., & Stewart, P. A. 2003. Critical literature review of determinants and levels of occupational benzene exposure for United States community-based casecontrol studies. *Applied occupational and environmental hygiene*, 18(9), 678-693.
- Virtapohja, J.; Alén, R. 1999. 10th International Symposium on Wood and Pulping Chemistry, Yokohama, Japan.
- Weinkauff, K. 2003. The Many Uses of Petroleum from Discovery to Present. *Desk and Derrick Club of Tulsa: Tulsa, Oklahoma*.
- Wiberg, E., Holleman, A. F., & Wiberg, N. 2001. *Inorganic chemistry*. Academic press.
- Xie, Y., Davies, S. M., Xiang, Y., Robison, L. L., & Ross, J. A. 2003. Trends in leukemia incidence and survival in the United States (1973–1998). *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, 97(9), 2229-2235.
- Yardım, M.,H. 2017. Motor Teknolojisi “Engine Technology”. 3.Basım ed. Ankara/Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık; p. 418.
- Yaşar, H., Büyükkaya, E., Soyhan, H. S., & Taymaz, İ. 2016. İçten yanmalı motorlar Mühendislik temelleri [Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine-Willard W. Pulkrabek]. *İzmir Güven Kitabevi*.
- Yuan, Z., & VanBriesen, J. M. 2006. The formation of intermediates in EDTA and NTA biodegradation. *Environmental Engineering Science*, 23(3), 533-544.
- Zaripov, A. G. 1996. Comprehensive preparation of oil and gas production wells.-T. 1. M.: MGGU Publishing House, 215.

8. EKLER

EK-1 Düzeltme Değerlerini hesapla (0.1 Kpa) ile çizelgesi

Hava Sıcaklığı (°C)	Atmosferik Basınç Düzeltmesi										
	101,3	100,0	98,7	97,3	96,0	93,3	90,7	88,0	85,3	82,7	80,0
0	-20,0	-19,9	-19,7	-19,5	-19,3	-18,9	-18,5	-18,1	-17,9	-17,5	-17,1
1	-19,6	-19,3	-19,2	-19,1	-18,8	-18,5	-18,1	-17,7	-17,5	-17,1	-16,7
2	-19,1	-19,0	-18,8	-18,5	-18,4	-18,0	-17,7	-17,3	-16,9	-16,7	-16,3
3	-18,7	-18,4	-18,3	-18,1	-18,0	-17,6	-17,3	-16,9	-16,5	-16,3	-15,9
4	-18,1	-18,0	-17,7	-17,6	-17,5	-17,2	-16,8	-16,5	-16,1	-15,9	-16,6
5	-17,7	-17,5	-17,2	-17,2	-17,1	-16,7	-16,4	-16,1	-15,7	-15,5	-15,2
6	-17,2	-17,1	-16,9	-16,8	-16,7	-16,3	-16,0	-15,7	-15,3	-15,1	-14,8
7	-16,8	-16,7	-16,4	-16,3	-16,1	-15,9	-15,6	-15,2	-14,9	-14,7	-14,4
8	-16,3	-16,1	-16,0	-15,9	-15,7	-15,5	-15,1	-14,8	-14,5	-14,3	-14,0
9	-15,9	-15,7	-15,5	-15,3	-15,2	-14,9	-14,7	-14,4	-14,1	-13,9	-13,6
10	-15,3	-15,2	-15,1	-14,9	-14,8	-14,5	-14,3	-14,0	-13,7	-13,5	-13,2
11	-14,8	-14,7	-14,5	-14,4	-14,3	-14,1	-13,9	-13,6	-13,3	-13,1	-12,8
12	-14,4	-14,3	-14,1	-14,0	-13,9	-13,6	-13,3	-13,2	-12,9	-12,7	-12,4
13	-13,9	-13,7	-13,6	-13,5	-13,3	-13,2	-12,9	-12,7	-12,4	-12,3	-12,0
14	-13,3	-13,2	-13,2	-13,1	-12,9	-12,7	-12,5	-12,3	-12,0	-11,9	-11,6
16	-12,4	-12,3	-12,1	-12,1	-12,0	-11,7	-11,6	-11,3	-11,2	-10,9	-10,8
17	-11,9	-11,7	-11,7	-11,6	-11,5	-11,3	-11,1	-10,9	-10,8	-10,5	-10,4
18	-11,3	-11,3	-11,2	-11,1	-11,1	-10,8	-10,7	-10,5	-10,3	-10,1	-9,9
19	-10,9	-10,8	-10,7	-10,7	-10,5	-10,4	-10,1	-10,0	-9,9	-9,7	-9,5
20	-10,4	-10,3	-10,3	-10,1	-10,0	-9,9	-9,7	-9,6	-9,3	-9,2	-9,1
21	-9,9	-9,7	-9,7	-9,6	-9,5	-9,3	-9,2	-9,1	-8,9	-8,8	-8,7
22	-9,3	-9,2	-9,2	-9,1	-9,1	-8,8	-8,8	-8,7	-8,4	-8,3	-8,1
23	-8,8	-8,8	-8,7	-8,7	-8,5	-8,4	-8,3	-8,1	-8,0	-7,9	-7,7
24	-8,3	-8,3	-8,1	-8,1	-8,0	-7,9	-7,7	-7,6	-7,5	-7,3	-7,3
25	-7,7	-7,7	-7,6	-7,6	-7,5	-7,3	-7,3	-7,2	-7,1	-6,9	-6,8
26	-7,2	-7,2	-7,1	-7,1	-6,9	-6,9	-6,8	-6,7	-6,5	-6,4	-6,4
27	-6,7	-6,7	-6,5	-6,5	-6,4	-6,4	-6,3	-6,1	-6,1	-6,0	-5,9
28	-6,1	-6,0	-6,0	-6,0	-5,9	-5,9	-5,7	-5,6	-5,6	-5,7	-5,3
29	-5,6	-5,5	-5,5	-5,5	-5,3	-5,3	-5,2	-5,2	-5,1	-4,9	-4,9
30	-4,9	-4,9	-4,9	-4,8	-4,8	-4,8	-4,7	-4,5	-4,5	-4,4	-4,4
31	-4,4	-4,4	-4,3	-4,3	-4,3	-4,1	-4,1	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0
32	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-3,6	-3,6	-3,5	-3,5	-3,5	-3,3
33	-3,2	-3,2	-3,2	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	-2,9	-2,9	-2,9	-2,8
34	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,4	-2,4	-2,4	-2,4	-2,3	-2,3
35	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,7	-1,7
36	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
37	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,5
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7
40	+1,3	+1,3	+1,3	+1,3	+1,3	+1,3	+1,3	+1,3	+1,3	+1,2	+1,2

ÖZGEÇMİŞ

Shaymaa Ahmed Abdulazeez ABDULAZEEZ

Öğrenim Bilgileri

Yüksek Lisans 2020-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2011-2018	Musul Üniversitesi Çevre Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Çevre Bilimleri Bölümü