T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RAFİNERİ YAĞLI ATIKSUYUNUN KAPALI AYRIŞIM SİSTEMİ İLE ARITILMASINDA OPTİMUM BEKLETME SÜRESİNİN BELİRLENMESİ

Ayla ÖNGÖREN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

Ağustos – 2017

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Ayla ÖNGÖREN tarafından yapılan "Rafineri Yağlı Atıksuyunun Kapalı Ayrışım Sistemi İle Arıtılmasında Optimum Bekletme Süresinin Belirlenmesi" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Doç. Dr. Fevzi ÖNEN (DANIŞMAN)

Üye: Doç. Dr. Mehmet Cihan AYDIN (ÜYE)

Üye: Yrd. Doç. Dr. Necati KAYAALP (ÜYE)

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 18/08/2017

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../20

Doç.Dr.Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜR V.

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Bu tezi, son haline getirmek için, doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunan tüm insanlara içten teşekkürlerimi sunarım. Rehberlikleri için, danışman hocam Doç. Dr. Fevzi Önen ve Yrd. Doç. Dr. Necati Kayaalp'e teşekkür ederim. Bu tezin araştırılması ve yazılması için beni teşvik eden Ahmet Bebek ve Zafer Karataş'a çok şey borçluyum. Bana bu tezi yazmak konusunda yardımcı olan arkadaşlarım; Murat Ercan, Seçil Uzun, Semra Bakkaloğlu, Burcu Özgün, Selman Karaer'e de teşekkür etmek isterim. Ayrıca aileme yaptıkları çok değerli destek için teşekkür ederim. Son olarak TÜPRAŞ Batman Rafinerisi Atıksu Arıtma Ünitesi ve Laboratuarı'ndaki herkese yardım ve desteği için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
TEŞEKKÜR ……..		I
İÇİNDEKİLER……		II
ÖZET……		IV
ABSTRACT……		V
ÇİZELGE LİSTESİ……		VI
ŞEKİL LİSTESİ……		VII
KISALTMA VE SİMGELER……		IX
1.	**GİRİŞ……**	1
2.	**ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……..**	3
2.1.	Rafinerilerin Su Kirliliğine Etkileri ve Yönetimi……	3
2.2.	Rafinerilerin Toprak Kirliliğine Etkileri ve Yönetimi……	19
2.3.	Rafinerilerin Hava Kirliliğine Etkileri ve Yönetimi……	21
3.	**MATERYAL ve METOT……..**	25
3.1.	Batman Rafinerisinde Oluşan Atıksular……...	25
3.1.1.	Yağlı Proses Atıksuları…….....	25
3.1.2.	Diğer Endüstriyel Atıksu Akımları…….....	27
3.2.	Batman Rafinerisi Atıksu Arıtma Tesisi Konfigürasyonu……...	27
3.3.	API/PPI Ayrıştırıcıları ve Dengeleme Sistemi ……	29
3.4.	Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Tasarım Kriterleri…….....	31
3.5.	Atıksu Karakteri Belirleme Çalışmaları……...	33
3.6.	Sistem Tasarımı……	38
3.7.	Optimum Bekleme Süresi Belirleme ve Fiili Yağ Giderimi……	44
3.7.1.	Optimum Bekleme Süresi Belirleme……..……	44
3.7.2.	Farklı Bekleme Süreleri ile Alınan Sonuçların 2016 Yılı Verileri ile Karşılaştırılması……...	45
3.7.3.	2016 Yılı Yağ Analiz Verilerinin Debiye Bağlı İncelenmesi……..	45
3.7.4.	2016 Yılı Yağ Analiz Verilerinin pH'a Bağlı İncelenmesi ……..	45

4. BULGULAR ve TARTIŞMA…… 47

4.1. Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Performans Testi…….. 47

4.2. Farklı Bekleme Süreleri ile Optimum Ayrışım Süresi Tayini ……..... 49

4.2.1. Farklı Bekleme Sürelerinde Alınan Numunelerdeki Değerlerin Birbirleri İle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi……...……... 49

4.2.2. Aynı Bekleme Süresindeki Analiz Sonuçlarının Ortalamaları ve 2016 Yılı Verilerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi……...……..... 59

4.2.3. Optimum Ayrışım Süresi İle İlgili Genel Değerlendirme……...……..... 64

4.3 Yağ Giderimi- pH İlişkisi……. 66

5. SONUÇ VE ÖNERİLER……... 69

6. KAYNAKLAR…… 71

ÖZGEÇMİŞ**……** 73

ÖZET

RAFİNERİ YAĞLI ATIKSUYUNUN KAPALI AYRIŞIM SİSTEMİ İLE ARITILMASINDA OPTİMUM BEKLETME SÜRESİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayla ÖNGÖREN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2017

Petrol Rafinerilerinin proseslerinde oldukça fazla su kullanılmakta ve bunun sonucunda yüksek miktarda yağlı atık su oluşmaktadır. Yağlı atıksuyun arıtımı kentsel atıksu arıtma tekniklerinden farklı olup, birincil arıtma olarak gravite ile ayırma teknikleri kullanılmaktadır. Yağlı rafineri atıksuyunun birincil arıtma kısmını konvansyinel olarak ayrıştırıcı havuzlar oluşturmaktadır. Ardından da pH ve yük dengelenmesi için Dengeleme Havuzları kullanılmaktadır. Üstü açık olan bu havuzlarda bulunan yağlı / hidrokarbonlu atıksular uçucu organik bileşik emisyonlarına sebep olmaktadır. Bunun önlenmesi için ayrışımın kapalı sistemlerde yapılması gerekmektedir.

TÜPRAŞ Batman Rafinerisinde; Atıksu Arıtma Ünitesi havuzlarında oluşan emisyon sorununu çözmek için, bu havuzların yerine kullanmak üzere Kapalı Ayrışım Tankları dizayn ve inşa edilmiştir. Bu tankların çalışma şekli yine gravite ile ayırma prensibine dayalı olup, yağ / su / çamur fazlarının ayrılma süreleri Stoke Kanunu ile belirlenmiştir. Tanklar devreye alındıktan sonra performans testleri yapılarak, uygun şekilde ayrışımın yapılabildiği görülmüştür.

Bu tez çalışmasında; bu tankların fiili durumda optimum ayrışım süreleri belirlenmiştir. Optimum ayrışım süresi belirleme çalışması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle farklı bekletme sürelerinde tank çıkışlarından alınan numunelerin Yağ ve Askıda Katı Madde analizleri yapılarak, en uygun bekletme süresi belirlenmiştir. Daha sonra ise bu sonuçlar, normal operasyon koşullarında bir yıl boyunca yapılan haftalık analizler ile karşılaştırılarak uygulanabilirliği belirlenmiştir. Ayrıca tez çalışması kapsamında pH değişimlerinin ayrışım verimine etkisi de tespit edilmeye çalışılmıştır.

TÜPRAŞ Batman Rafinerisindeki Kapalı Ayrışım Tanklarının 10 saat bekleme süresi ile çalıştırılabileceği tespit edilmiştir. Optimum ayrışım süresi 12 saat olarak bulunmuştur. 12 saatin üzerinde bir bekleme süresinin ayrışıma büyük bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kapalı Ayrışım Tank çıkışlarındaki pH değeri 6.7 – 8.1 aralığındadır, yüksek dalgalanmalar yaşanmadığından pH'ın yağ ayrışıma etkisi tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayrışım süresi, Yağ ve Gres, Gravite, Atıksu

ABSTRACT

DETERMINATON OF OPTIMUM DETENTION TIME FOR REFINERY OILY WASTEWATER TREATMENT WITH CLOSED SEPARATION SYSTEM

MSc THESIS

Ayla ÖNGÖREN

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2017

A lot of water is used in the processes of the Petroleum Refineries. As a result of these processes, a high amount of oily wastewater is formed. Treatment of oily wastewater is different from that of municipal wastewater treatment. Gravity separation techniques are used as primary treatment. Separator pools are the primary treatment part of the oily refinery wastewater, conventionally. Equalization Pools are then used for pH and load stabilization. Oily wastewaters found in these open pools cause volatile organic compound emissions. Separation in closed systems is required to prevent this.

Closed Separation Tanks were designed and constructed instead of pools, to solve the emission problem at the Waste Water Treatment Unit in TÜPRAŞ Batman Refinery. The operation of these tanks is also based on the principle of separation by gravity. The separation times of the oil / water / sludge phases are determined by Stokes' Law. After the tanks are started up, performance tests have been carried out and proper separation could be performed.

In this thesis study; the optimum separation times for these tanks are determined in the actual case. The optimum separation time determination study was carried out in two stages. Firstly, samples were taken from tank outlets at different retention times and Oil & Grease and Total Suspended Solid analyses were made to determine optimum separation time. These results were then compared with weekly analyzes performed during one year in normal operating conditions to determine their feasibility. In addition, the effect of pH changes on separation efficiency was tried to be determined within the scope of thesis study.

Closed Separation Tanks in the TÜPRAŞ Batman Refinery can be operated with 10 hours of retention time. Optimum separation time is 12 hours. It has been determined that retention time of over 12 hours does not have a great effect on separation. pH value at the outlet of Closed Separation Tanks is in the range of 6.7 – 8.1. Since there were no high fluctuations, the pH effect on oil separation was not detected.

Keywords: Separation time, Oil and grease, Gravity, Wastewater

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 2.1.	Desalter çıkış suyu kirleticileri	6
Çizelge 2.2.	Hampetrol tank dibi suyu kirleticileri	7
Çizelge 2.3.	Yağ ve gres damlacıklarının fiziksel sınıflandırılması	9
Çizelge 2.4.	Birincil arıtma metotlarının avantaj ve dezavantajlarının özeti	18
Çizelge 3.1.	Batman Rafinerisi AAT üniteleri ve fonksiyonları	28
Çizelge 3.2.	API ayrıştırıcısı ölçüleri	29
Çizelge 3.3.	PPI ayrıştırıcısı ölçüleri	30
Çizelge 3.4.	Dengeleme havuzu ölçüleri	31
Çizelge 3.5.	Atıksu arıtma tesisi giriş Suyu	34
Çizelge 3.6.	AAT giriş numunelerinin analizleri ile tasarım kriterlerinin karşılaştırması	35
Çizelge 3.7.	2011 yılı DAF giriş suyu analizleri	35
Çizelge 3.8.	2011 yılı AAT deşarj suyu analizleri	35
Çizelge 3.9.	DAF giriş / API ve PPI çıkış analizleri / Tasarım kriterleri	36
Çizelge 3.10.	Kapalı ayrışım tankları çıkış suyu tasarım karakteri	38
Çizelge 3.11.	Stoke Yasası ile ayrışım hızı hesabı	39
Çizelge 3.12.	Tank alternatiflerinin değerlendirilmesi	40
Çizelge 4.1.	Kapalı ayrışım tank sistemi laboratuvar analiz sonuçları	47
Çizelge 4.2.	DAF havuzuna beslenen atıksu kalitesinin karşılaştırılması	48
Çizelge 4.3.	Eski sistem ve yeni sistemdeki deşarj suyu analizlerinin karşılaştırılması	48
Çizelge 4.4.	Farklı bekleme süreleri İle alınan yağ ve AKM analiz sonuçları	50
Çizelge 4.5.	Farklı analiz setlerinin aynı bekleme sürelerinde alınan yağ ve AKM analiz sonuçları	61
Çizelge 4.6.	2016 yılı haftalık yağ ve AKM analiz verileri	63
Çizelge 4.7.	2016 yılı haftalık yağ ve pH analiz verileri	66

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 2.1.	Rafineri Su Balansı	5
Şekil 2.2.	Petrol rafinerisi atık suyunun arıtılması için genel sıralamanın şematik diyagramı	11
Şekil 2.3.	Tipik rafineri atıksu arıtımı	12
Şekil 2.4.	Desalter yağ/su ayrışımı	13
Şekil 2.5.	API separatörü	17
Şekil 2.6.	Çamur arıtma sistemi	20
Şekil 3.1.	Desalter	26
Şekil 3.2.	Reflüks Suyunun Oluştuğu Distilasyon Kolunu	26
Şekil 3.3.	Hampetrol Depolama Tankı	27
Şekil 3.4.	Batman Rafinerisi Endüstriyel AAT Akış Diyagramı	28
Şekil 3.5.	Batman Rafinerisi AAT API Ayrıştırıcıları	29
Şekil 3.6.	Batman Rafinerisi AAT PPI Ayrıştırıcıları	30
Şekil 3.7.	Batman Rafinerisi AAT Dengeleme Havuzu	31
Şekil 3.8.	AAT Basit Akış Diagramı Numune Alım Noktaları	34
Şekil 3.9.	Atıksu Ayrışım Testleri	40
Şekil 3.10.	AAT Yeni Proses Akış Diyagramı	41
Şekil 3.11.	Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Kısımları	43
Şekil 4.1.	AAT Yeni Basit Akış Diagramı Numune Alım Noktaları	47
Şekil 4.2.	1. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	51
Şekil 4.3.	2. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	52
Şekil 4.4.	3. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	53
Şekil 4.5.	4. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	54
Şekil 4.6.	5. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	55
Şekil 4.7.	6. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	56
Şekil 4.8.	7. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları	57

Şekil 4.9. 8. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları 58

Şekil 4.10. 9. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları 59

Şekil 4.11. 2016 Yılı Haftalık Numunelerin Yağ Analiz Değerleri İle Atıksu Debisinin İlişkisi 60

Şekil 4.12. 2016 Yılı Haftalık Numunelerin Yağ Analiz Değerleri İle pH İlişkisi 67

KISALTMA VE SİMGELER

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AKM	: Askıda Katı Madde
API	: Amerikan Petrol Enstitüsü
BAT	: Mevcut En İyi Teknik
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BREF	: Mevcut En İyi Teknik Referans Dokümanı
BTEX	: Benzen, Toluen, Etilbenzen ve Ksilenler
CPI	: Kıvrımlı Plakalar
D	: Yağ damlacıklarının çapı
DAF	: Çözünmüş Hava ile Yüzdürme
DEP	: Tasarım ve Mühendislik Pratikleri
Df	: Partikülün hareketine karşı yaptığı direnç
DOC	: Çözünmüş Organik Madde
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
h	: Yükseklik
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	: Litre
m	: Metre
mg	: Miligram
NH4-N	: Amonyum Azotu
NPD	: Naftalin, Fenantren, Dibenzotiyofen
PAHs	: Poliaromatik Hidrokarbonlar
PPI	: Paralel Plakalar
ppm	: Milyonda bir birim

ρ_o : Yağın yoğunluğu

ρ_p : Partikül yoğunluğu

ρ_w : Suyun yoğunluğu

Re : Reynold sayısı

SKKY : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

t : Zaman

VOC : Uçucu Organik Bileşik

V_t : Çökelme hızı

W : Etkin ağırlık

μ : Atık suyun mutlak viskozitesi

μm : Mikrometre

1.GİRİŞ

TÜPRAŞ Batman Rafinerisinde, farklı kaynaklardan gelen tüm endüstriyel atıksular Atıksu Arıtma Tesisinde (AAT) arıtılmaktadır. Atıksu Arıtma Tesisi genel olarak; Amerikan Petrol Enstitüsü (API) Ayrıştırıcıları, Paralel Plakalı Ayrıştırıcılar (PPI), Dengeleme Havuzu, Çözünmüş Hava ile Yüzdürme (DAF), Biyolojik Arıtma ve Durultucudan oluşmaktadır. Uygun şekilde arıtılan bu atıksular, yasal deşarj limitlerine uyularak deşarj edilmektedir.

Kapalı Ayrışım Tankları; rafineri yağlı atıksuyu arıtılırken ortaya çıkan Uçucu Organik Bileşik (VOC) emisyonlarının azaltılması amacı ile kurulmuştur. Bu sistem ile API, PPI ayrıştırıcıları ve Dengeleme Havuzu kullanılmaksızın yağ, su ve çamur ayrışımı yapılabilmektedir.

Kapalı Ayrışım Tank Sistemi kurulumundan önce, alternatif teknolojiler ve Mevcut En İyi Teknikler (BAT) ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. 19.03.2013 tarihinde hazırlanan Fizibilite Raporu ile Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Projesi 2014 Yatırım Programına alınmıştır. 04.02.2014 tarihinde Zemin Etüdü yapılmıştır. İnşaat işleri, mekanik işler, tank montajları, borulama, elektrik-enstrüman işlerinin tamamlanması ile 24.08.2015 tarihinde Kapalı Ayrışım Tankları devreye alınmıştır. 06.10.2015 ve 13.10.2015 tarihleri arasında Kapalı Ayrışım Tank Sisteminin Performans Testleri gerçekleştirilmiştir.

Tezin amacı; Kapalı Ayrışım Tank Sistemi çalıştırılırken, fiili durumda optimum bekletme süresini tespit etmektir. 09.01.2017 ve 03.03.2017 tarihleri arasında Kapalı Ayrışım Tanklarında farklı bekleme süresi ile Yağ ve Gres ve AKM analizleri yapılmıştır. Daha sonra bu sonuçlar tasarım sırasında hesaplamalar ile belirlenen veriler ve 2016 saha verileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca yağ ve gres giderimi farklı pH değerlerine göre değerlendirilmiştir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünya petrol talebinin önümüzdeki yirmi yılda; günlük 107 milyon varile yükseleceği ve 2030 yılına kadar petrolün dünya enerji arzının % 32'sini oluşturacağı tahmin edilmektedir. Etanol ve biyodizel dahil olmak üzere biyoyakıtların 2030 yılına kadar günlük 5.9 milyon varil olacağı, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının katkılarının ise % 4-15 olduğu tahmin edilmektedir. Bu veriler, petrol endüstrisinden çıkan atıksuyun sürekli olacağını ve dünya su kaynaklarına deşarj edileceğini açıkça göstermektedir. (Basheer ve ark. 2011).

Olası pek çok rafineri yapılandırması vardır ve her biri, ham petrolü, çift-amaçlı gaz yağı, benzin ve petrokimyasal madde stoğu gibi faydalı ürünlere dönüştürme hedefine ulaşmak için tasarlanmıştır.

Rafineriler, ya üç alt birime sahip (ham petrolü çeşitli bileşenlere ayıran damıtma birimi, kerosen ve nafta gibi bazı fraksiyonların kükürt içeriğini azaltan kükürt giderme birimi ve reformat üreten birim) basit ünitelerden veya bu ünitelere ek katalitik kırma birimi içeren kompleks ünitelerden oluşan rafineriler şeklinde sınıflandırılır. Petrokimya tesisleri bazen rafineri kompleksine dahil edilir. Bu nedenle, her bir Petrol Rafinerisi Atıksuyu, ünitelerin sayısı ve rafinerinin konfigürasyonunun bir fonksiyonudur ve bu da atıksu kompozisyonunun tek bir çeşit olmadığını açıklamaktadır. (Basheer ve ark. 2011).

2.1. Rafinerilerin Su Kirliliğine Etkileri ve Yönetimi

Sanayileşme; petrolün keşfi, arıtılması ve kullanımı ile kolaylaştırılmış olmakla birlikte, petrol üretimi ve kullanımı çevre kirliliğine katkıda bulunur. Tüm çevresel kirleticileri arasında petrol, toplam çevre kirliliğinin yaklaşık % 70'ini oluşturmaktadır. (Tae-Soon ve Jae-Young 2015).

Petrol rafinerilerinde ham petrolü; benzin, sıvılaştırılmış petrol gazı, havacılık yakıtı ve gazyağı gibi rafine edilmiş ürünlere dönüştürmek için çok sayıda karmaşık rafinasyon prosesi kullanılmaktadır. Bu işlemler büyük miktarda su gerektirir ve önemli miktarda atık su üretir (İşlenmiş petrol hacminin 0.4-1.6 katı kadar). Rafineri atık sularında bulunan kirleticiler proses konfigürasyonuna bağlı olmasına rağmen, bu atık sularda genellikle emülsifiye yağ, fenol, sülfür, merkaptan, siyanür, amonyak azotu, hidrojen sülfit ve bazı mikro kirleticilerin yüksek konsantrasyonları bulunur. Bu

nedenle, bu endüstriyel atık sular genellikle zehirlidir ve çevreye zararlıdır, alıcı ortamlara boşaltılmadan önce uygun bir arıtma gerektirir. (Carlos ve ark. 2015).

Gün başına 84 milyon varil ham petrol rafinasyonu temel alınarak, toplam günlük 33.6 milyon varil atık su küresel olarak üretilmektedir. (Basheer ve ark. 2011).

Buna ek olarak, modern petrol rafinerilerinde üretilen ve uygun olmayan şekilde yönetilen yağlı çamur da çevreyi kirletebilir (yüzey, yer altı suları ve topraklar gibi). (Tae-Soon ve Jae-Young 2015).

Yağlı atık suyun çevreye uygun şekilde bertaraf edilmesi, petrol endüstrisi için mevcut bir zorluktur. Günümüzde, yağlı atık suyun arıtım tekniklerine daha fazla önem verilmiştir. Yağlı atık su arıtımı acil ve önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle her petrol sahası ve petrol şirketi tarafından araştırılmalı ve çözülmelidir. (Li ve ark. 2013).

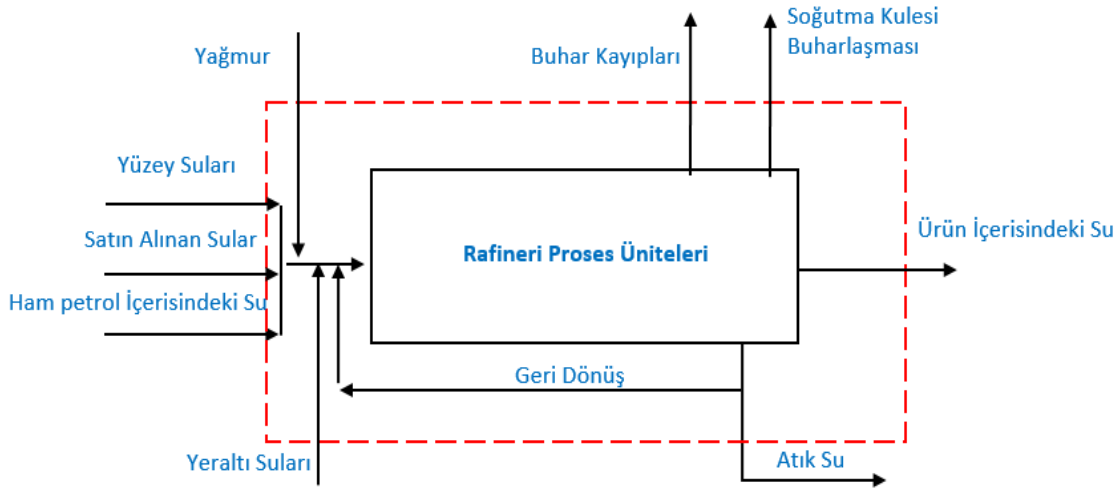
Rafinerilerde su kullanımı ile ilgili kaynaklar ve su çıkışları aşağıdaki gibidir, ayrıca Şekil 2.1'de şematik gösterimi yer almaktadır.

Su Kaynakları

- Yüzey Suları
- Satın Alınan Sular
- Hampetrolün İçerideki Sular
- Yağmur Suları

Rafineriden Su Çıkışları

- Atıksu
- Buhar Kaybı
- Soğutma Kulesi Kaybı
- Ürün İçerisinde Kalan Su



Şekil 2.1. Rafineri Su Dengesi (IPIECA 2010).

Rafinerilerde atıksu kaynakları aşağıdaki gibidir:

a) Yağmur suyu

b) Yangın suyu

c) Yıkama suları

d) Soğutma suyu kule dreynleri ve filtre geri yıkama suları

e) Tankların yüzer tavan drenajı

f) Ekipman dreynleri

g) Numune noktaları

h) Desalter dreynleri

i) Kazara dökülen hampetrol ve ürünler

j) Bakım operasyonları

k) Evsel atıksular

l) Gemi balast suları

m) Soğutma suyu dönüşleri

n) Buhar kondanseleri

o) Zemin sızıntıları

p) Susuzlaştırma sistemleri

q) Yeraltı suyu sistemleri (DEP 2011).

Proses atıksuyu rafineri içerisinde hidrokarbon ile kirlenmiş atıksudur. Aşağıda belirtilen proses ünitelerinde oluşur;

- Desalter dreynleri
- Kirli buhar kondanseleri
- Tank dibi dreynleri
- Kirli kostik (IPIECA 2010).

Desalter, ham petrolü kimyasal maddeler ve yıkama suyu ile önce temas ile emülsiyon haline getirerek, sonrasında ise suyu hampetrolden ayırarak kirleticileri ham petrolden uzaklaştırır. Desalter dreyni; düzenli aralıklarla yapılan çamur yıkama suyu, hampetrolün içinden gelen su ve hampetrolden yıkama suyu ile ayrılan tuz ve diğer kirletirleticileri içeren yıkama suyunun kombinasyonudur, desalter atıksuyunun özellikleri Çizelge 2.1'de yer almaktadır. (VSEP 2017).

Çizelge 2.1. Desalter çıkış suyu kirleticileri (IPIECA 2010)

Kirletici	**Beklenen Konsantrasyon (mg/l)**
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	400 - 1000
Serbest hidrokarbonlar	< 1000
Askıda katı maddeler (AKM)	< 500
Fenol	10 - 100
Benzen	5 - 15
Sülfitler	< 100
Amonyak	< 100

Buhar, distilasyon kolonlarında sıyırma ve katalitik kırma ünitelerinde hidrokarbonun kısmi basıncını düşürme gibi rafinerinin pek çok alanında kullanılır. Bu ünitelerde yoğuşan buhar, kirli buhar kodanseri olarak sıvı faza geçer. Kirli buhar kondanserleri hidrokarbon, hidrojen sülfür ve amonyak gibi arıtılması gereken pek çok kirletici içerir.

Genel olarak rafineride bulunan aşağıdaki tanklardan su dreyn etmek gerekir;

- Hampetrol Tankları

- Benzin Tankları
- Slop Yağ Tankları

Rafinerilere petrol kuyularından çekilerek gelen hampetrolün içerisinde su ve tortu bulunmaktadır. Hampetrol büyük tanklarda depolandığı zaman, su ve tortu dibe çöker. Bu materyallerin birikmesi sonucu tankların depolama kapasitelerinin azalmaması için periyodik olarak bu çökeltileri hampetrolden uzaklaştırmak gerekir. Tank dibi atıksuyunun özellikleri Çizelge 2.2'de yer almaktadır. Tank dip suları ya atıksu arıtma ünitelerine ya da yağ / su / çamur ayrışımı için ayrışım tanklarına gönderilir.

Çizelge 2.2. Hampetrol tank dibi suyu kirleticileri (IPIECA 2010)

Kirletici	**Beklenen Konsantrasyon (mg/l)**
Kimyasal oksijen ihtiyacı	400 - 1000
Serbest hidrokarbonlar	< 1000
Askıda katı maddeler	< 500
Sülfitler	< 100

Kirli kostik petrolden asidik bileşenleri ayırma işlemi sırasında oluşur. (IPIECA 2010).

"Yağ ve Gres" diğer birçok kirletici gibi atıksuyun içerisinde genellikle bulunmaktadır. Yağ ve Gres, belirleyici karakteristiği su ile birleşme eğilimi az olması olan organik maddeler grubundadır. (Ariana ve ark. 2016).

Yağlı atık su, yağ içeriğinin tehlikeli olması nedeniyle toprak, su, hava ve insanlar için önemli tehdit oluşturmaktadır. (Sanaa ve ark. 2015).

Endüstriyel gelişmeler ile birlikte, kullanılan petrol miktarında artış meydana gelmiştir. İyi olmayan teknik ve yönetim anlayışları ile petrol yağı suya karıştığında kirlilik oluşturmaktadır. Yağlı atıksu arıtımı; petrol endüstrisi, petrol rafinasyonu, petrol depolama, taşıma ve petrokimya endüstrileri gibi üretim sürecinde yağlı atık su oluşan alanlarda oldukça yaygındır. (Li ve ark. 2013)

Yağlı atık su, çeşitli konsantrasyonlarda yağ ile karışmış atık sudur. Su ile karışmış yağlar; yemek yağı ya da hidrokarbon olabileceği gibi; dizel, benzin ve gazyağı gibi petrol fraksiyonları da olabilir. Günümüzde pek çok sanayi, yağ ve hidrokarbon içeriğinin atmosfere buharlaşmasından kaynaklanan hava kirliliği gibi, çevre üzerinde çeşitli olumsuz etkilere sahip çok miktarda yağlı atık su üretmektedir.

Buna ek olarak, üretilen atıksu, içerisindeki kirleticilerin toprak altı su kaynaklarına sızması sonucu yeraltı sularını, deniz suyunu veya içme suyunu etkileyebilir. (Sanaa ve ark. 2015).

Yağlı atıksuyun içerisindeki birçok madde biyolojik olarak az çözünürlüğe sahip olduğundan, bu kirleticilerin atık sulardan çevreye salınmaları biyosferi etkileyebilir. En ince yağ tabakası bile ışığın derinlere inmesini etkileyecek ve hava ile su arasındaki oksijen transferini azaltarak su yaşamını etkileyecektir. (Ariana ve ark. 2016).

Çok düşük yağ konsantrasyonları bile, geleneksel arıtma tesislerinde biyolojik arıtımdan sorumlu olan mikroorganizmalar için toksik olabilir. (Fei ve ark. 2009).

Tatlısu hayvanlarına toksik olan başlıca bileşikler, üretilen atıksuyun düşük tuzluluk konsantrasyonlarında bulunan hidrojen sülfür ve hidrokarbonlardır. Üretilen atıksu toksisitesi akut veya kronik toksisite olarak ifade edilebilir. Akut toksiklik LC50 testi ile ölçülebilir, ancak uzun vadeli etkiler veya kronik toksisitenin belirlenmesi daha zordur. (Fakhru'l-Razi ve ark. 2009).

Yağ ve gres, yapışkan niteliktedir; boru hatları ve kanalizasyon hatlarını tıkayarak, anaerobik koşullar altında hoş olmayan kokulara neden olur ve kanalizasyon hatlarını korozif hale getirirler. Belediye atıksu arıtma tesislerindeki ünite operasyonlarını olumsuz etkilerler çünkü suyun üstünde bir tabaka halinde yüzerler. Ayrıca, borulara ve duvarlara yapışarak süzgeçleri ve filtreleri tıkarlar. (Basheer ve ark. 2011).

Bu nedenle, çoğu ülkede çevre kanunları tarafından yağ ve gres deşarj sınırları getirilmiştir. (Ariana ve ark. 2016).

Örneğin; Çin'in izin verilen maksimum yağlı atık su konsantrasyonu 10 mg / L 'dir. Bu nedenle, yağlı atıksu arıtımı bugünkü Çevre Mühendisliği alanında önceliklidir. (Li ve ark. 2013).

Türkiye'nin Su kirliliği Yönetmeliğine göre, petrol rafinerilerinden deşarj edilen atık sularda izin verilen yağ konsantrasyonu 10 mg / L olarak belirlenmiştir. (SKKY 2004).

Yağ ve Gres, kimyasal yapı bakımından, farklı iki sınıfa ayrılabilir. Birinci kategori mineral kaynaklı, yani petrol, petrol türevleri ve farklı kimyasal konfigürasyonlara sahip hidrokarbon karışımından oluşur; ikinci grup ise biyolojik

kökenlidir (hayvansal veya bitkisel) ve ağırlıklı olarak trigliseridlerden, yani gliserin ve yağ asitlerinin esterlerinden oluşur. Kimyasal sınıflandırmadan bağımsız olarak, su ve atık sudaki Yağ ve Gres, uygun arıtma tasarımı için temel olan fiziksel özelliklerine göre incelenebilir. Çizelge 2.3'te yağ ve gresin fiziksel özelliklerine göre sınıfları yer almaktadır. Sulu ortamdaki yağ damlacıklarının dağılımı ve stabilitesi, ayrışıma hazırlığı ve kaynağı arıtmanın amacına ulaşması için dikkate alınması gereken etkenlerdir.

Çizelge 2.3. Yağ & Gres Damlacıklarının Fiziksel Sınıflandırılması (Ariana ve ark. 2016)

Fiziksel Sınıf	Çap Aralığı	Açıklama
Serbest Yağ	>150 µm	Yağ ve su arasındaki yoğunluk farkından kaynaklanan dengesizlikten kaynaklı, durgun koşullarda hızla yüzeye yükselen damlacık
Dağılmış Yağ	20-150 µm	Elektrik yükü ve partiküllerin birbirleri arasındaki kuvvet dolayısı ile stabilize olmuş damlacıklar
Emülsifiye Yağ	<20 µm	Kimyasal ve yüzey aktif madde etkisi ile stabilize olmuş damlacıklar
Çözünür veya "çözünmüş" yağ	<5 µm	Çözünür veya çok ince dağılmış damlacıklar
" Yağlı yaş katılar "		Yüzeylerine yağ yapışmış askıda katı maddeler

Petrol atık suları hem ham petrol çıkarımı hem de rafinerilerden kaynaklanmaktadır. Ham petrol rezervuarlarından oluşan atıksular hidrokarbon ve yüksek oranda tuzluluk içerir. Petrol rafinerilerinden çıkan atıksular ayrıca amonyak, sülfitler, klorürler, merkaptanlar ve fenoller gibi "başka konvansiyonel olmayan kirleticiler" de içerir. (Ariana ve ark. 2016).

Petrol yağı; benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler (BTEX), naftalin, fenantren, dibenzotiyofen (NPD), poliaromatik hidrokarbonlar (PAHs) ve fenoller de dahil olmak üzere hidrokarbon karışımıdır. (Fakhru'l-Razi ve ark. 2009).

Yağ ve gres, su ile çok az birleşme eğilimi gösteren bir kirletici sınıfıdır. Bu kirleticilerin atıksudan uzaklaştırılması zordur, suyun ve içerisindeki yağın spesifikasyonuna bağlı olarak değişik arıtma teknolojilerin kombinasyonu ile arıtılır. Yağ ve Gres, türüne ve kaynağına göre sınıflandırılabilir ve bu, arıtma sürecinin seçimini etkiler.

Arıtma genellikle birincil, ikincil ve üçüncül arıtma da dahil olmak üzere birkaç adım içerir. Gravite Ayrıştırıcıları, birincil bir arıtma olarak serbest yağın giderilmesini sağlarlar. İkincil arıtma; koagülasyon / flokülasyon, çözünmüş hava flotasyonu, elektro-koagülasyon / flotasyon ve membran ayırımı gibi emülsiyonlaşmış yağı hedef alan

kimyasal, elektriksel ve fiziksel yöntemleri içerir. Sıkı membranlar ve gelişmiş oksidasyon prosesleri, üçüncü basamakta daha hassas bir arıtım sağlar.

Yağ ve gresin merkezi kirletici olduğu atık sularda, birincil arıtma genellikle serbest yağın yüzeye çıkmasına izin veren durgun akış koşullarına sahip bir gravite ayrıştırıcısından oluşur. Bu ayırım işlemi için; konvansiyonel Amerkan Petrol Enstitüsü (API) ayrıştırıcılarından, yağ damlacıklarının toplanmasına ve yükselmesine yardımcı olan eğik plakalara sahip Paralel Plakalı Ayrıştırıcılara (PPI) kadar farklı konfigürasyonlar kullanılabilir. Yüksek katı içeriğine sahip atıksular için, katıların sedimantasyonu, gravite ayrıştırıcılarının durgun koşulları veya alternatif olarak çökeltme tankları / havuzları tarafından da sağlanabilir. (Ariana ve ark. 2016).

Gravite ile çalışan ayrıştırıcılar, herhangi bir çökeltme tesisi gibi, akışkanın içinden yağ ayrılırken, askıdaki katı maddelerin de çökelmesine imkan sağlayan birincil arıtma tesisleridir.

Arıtımın tasarımında, aşağıdaki parametreler dikkate alınır:

- Askıda katı madde içeriği
- Yağın viskozitesi
- Sıcaklık. (DEP 2011).

Birincil arıtma basamağı, ikincil arıtma biriminin verimli ve uzun süreli işlemesine olanak sağladığı için önemlidir. Burada, atığın heterojen bileşenleri, yani askıda katılar, karışmayan sıvılar, katı parçacıklar ve asılı maddeler (kolloidler veya dispersiyonlar) önemli ölçüde azaltılır. Bu azaltım, API separatörlerinde veya ayırma tanklarında yerçekimi ile mekanik olarak elde edilir.

Mekanik adımı, ağır metal konsantrasyonunun azaltıldığı ve küçük boyutlu asılı katıların; filtreleme, sedimantasyon ya da yüzdürme gibi yöntemlerle ile büyük boyutlu partiküllere dönüştürülerek uzaklaştırıldığı fizyokimyasal adım izler. Şekil 2.2'de genel arıtma sıralaması ve işlemlerin yapılış amaçları yer almaktadır.



Şekil 2.2. Petrol rafinerisi atık suyunun arıtılması için genel sıralamanın şematik diyagramı (Basheer ve ark. 2011).

Flotasyon; yüzdürme; suda ince kabarcıklar yaratarak, yağlı partiküllerin bu kabarcıklara yapışmasını sağlama ve yağın yoğunluğunun sudan düşük olması sebebi ile su üzerinde bir yağ tabakası oluşturma işlemidir. Flotasyon; proses etme kapasitesi, daha az çamur üretme özelliği ve ayırma verimliliği gibi avantajlarından dolayı, yağlı atıksu arıtımı için büyük bir potansiyele sahiptir.

Koagülasyon (Pıhtılaştırma), kolay adapte edilebilir özelliği nedeni güçlü olan bu teknoloji; emülsifiye / çözünmüş yağların ve biyolojik olarak zor parçalanabilen kompleks organik polimerlerin giderilmesini sağlar ve son yıllarda yağlı atık su arıtımında yaygın olarak kullanılmaktadır. (Li ve ark. 2013)

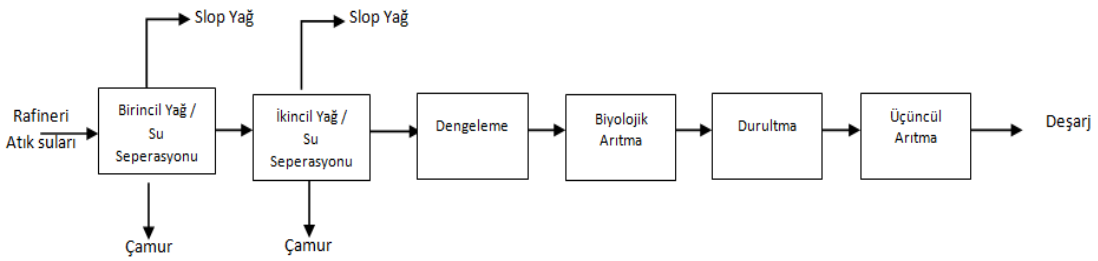
Koagülasyonda; askıda katılar, kolloidler ve yağ partikülleri dengesizleşir, bu yüzden toplanırlar. Daha büyük floklar oluşturmak üzere bir araya toplandıklarında, flok yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha yüksek olur ve bu nedenle flok çökelir ve sedimantasyonla giderilir. (Sanaa ve ark. 2015).

Biyolojik arıtma; suda çözünmüş ya da kolloid olarak bulunan zararlı organik kirleticilerin mikrobiyolojik metabolizmanın kullanılarak arıtılmasıdır. Hala bu teknoloji olgunlaştırılmaya çalışılmaktadır, aktif çamur ve biyolojik filtre yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır.

Membran ayırma teknolojisi, kontaminantların parçacık boyutundan faydalanarak uzaklaştırılması için üretilen özel bir gözenekli malzemenin kullanılmasıdır. Basınç farkı ile çalışan membran ayırma işlemi genellikle mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon ve ters ozmoz olmak üzere üç çeşittir. (Li ve ark. 2013).

Petrol rafinerisi atıksularının klasik olarak arıtılması, bir dizi mekanik ve fizikokimyasal işlemler (yağ giderimi için gravite ile çalışan ayrıştırıcılar, çözülmüş hava ile yüzdürme (DAF)) ve ardından biyolojik bir arıtmayı içerir. Şekil 2.3'te genel olarak rafineri yağlı atıksuyunun arıtım şeması yer almaktadır.

Ayrıca, ön arıtım basamağı (PPI'ler ve API'ler), atık sudan heterojen bileşenlerin çıkarılması için kritiktir çünkü bu arıtım adımının performansının düşük olması, sonraki biyolojik işlemi büyük ölçüde bozabilir. (Carlos ve ark. 2015).

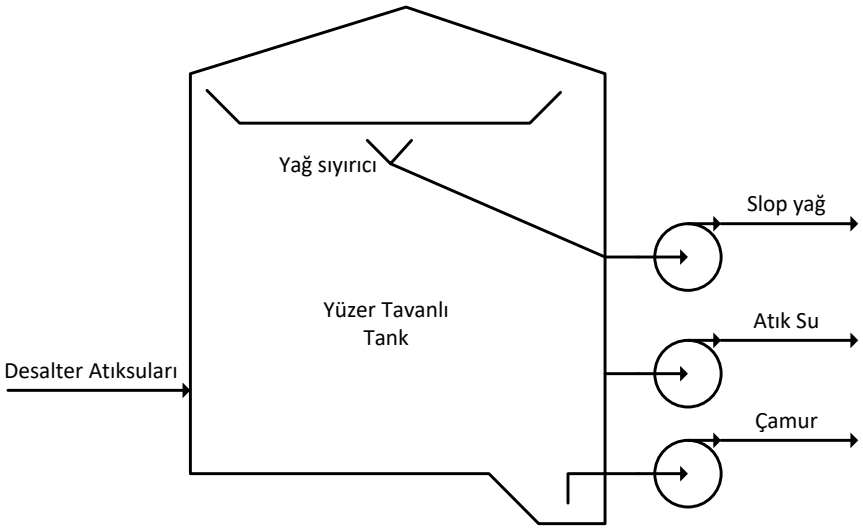


Şekil 2.3. Tipik rafineri atıksu arıtımı (IPIECA 2010).

Desalter'dan çıkan atıksular, atıksu arıtımında işletme problemlerine neden olabilir. Çoğu zaman, hampetroldeki değişimlerin sonucunda ya da desalterlardaki arızi durumlarda dikkatsizce boşaltılan atıksulardaki yağlar, emülsiyonlar ve katı maddeler atıksu arıtımını etkiler. Desalter atık suyu aynı zamanda, düzgün bir şekilde yönetilmezse, rafineride aşırı emisyonlara ve koku problemlerine yol açan kanalizasyonda buharlaşmaya meyilli önemli konsantrasyonlarda benzen ve diğer uçucu organik bileşikler (VOC) içerebilir. (IPIECA 2010).

Bazı rafinerilerde, atıksu arıtma tesisine deşarj edilmeden önce, desalter atıksuyu bir yağ / su ayrışımına (muhtemelen bir ayırma tankı kullanarak) tabi tutulmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle mevcut atıksu arıtma tesisinde birincil yağ / su ayrıştırıcılarının kapasitesinin sınırlı olduğu ve atıksu arıtma tesisinin kapasite arttırımının desalter

atıksuyu için bir ayrıştırıcı kurulmasından daha maliyetli olduğu durumlarda gösterilir. Bu aynı zamanda, desalter çamur yıkamaları ile desalter atıksuyunda yükselen katı madde yükünün yönetilmesine de olanak verir. Bazı rafineriler bu gibi tankları, desalterdaki arızi durumlarda tuzlu suyu depolamak için de kullanır. Şekil 2.4 tipik bir desalter atıksuyu ön arıtım sistemi konfigürasyonunu göstermektedir. Desalter atıksuyu, dengleme işlemi için genellikle bir gün veya daha fazla bekletme süresine sahip yüzer tavanlı (VOC emisyonlarını kontrol altına almak için yüzer tavanlı) tanklara gönderilir. Tuzlu atıksuda ayrışım ve çökelme sağlanır. Sudan ayrılan slop yağ rafineride geri kazanılır.



Şekil 2.4. Desalter yağ/su ayrışımı (IPIECA 2010).

Birincil arıtma tesislerinin tasarımında, yüzen yağın geri kazanılması, dikkate alınması gereken bir husustur. Su üzerinde yüzen yağın geri kazanımı, gravite ile çalışan ayrıştırıcılara yerleştirilen skimmerler vasıtası ile gerçekleştirilir.

Skimmer tip seçimi ve yerleşimi aşağıdaki faktörlere göre yapılır:

a) Arıtma tesisi türü
b) Yüzeydeki yağın miktarı
c) Skimmer maliyeti ve geri kazanılan yağın ekonomik getirisi
d) Manuel ile otomatik işlem arasındaki avantaj veya dezavantajlar
e) İşletme ve bakım kolaylığı

Slop Yağ Pompaları: Birincil arıtma tesislerinde geri kazanılan yağ, slop sistemine tekrar proses edilmek üzere gönderilir. Pompaların konumu, seçilen pompa tipine bağlı

olarak, yağ haznesine bitişik veya haznenin üstünde olmalıdır. Pompalar slop yağın beklenen viskozitesine uyacak şekilde seçilmelidir. (DEP 2011).

Yağ - gres ve kimyasal oksijen ihtiyacını azaltmak amaçlı ön arıtma metotları, tehlikeli yan ürünler yaratabilir veya çok maliyetli olabilir. Gravite ile ayrışım, düşük maliyetli ön arıtma işlemlerinden biridir.

Newton ve Stoke yasaları, yağ partiküllerin boyutlara göre olan davranışlarını tahmin etmekte kullanılır.

Gravite ile ayrışım, tüm arıtımın etkili bir şekilde yapılması ve ikincil arıtım yükünü azaltmak için gerekli başlıca basit arıtım işlemlerinden biridir. Gravite ile ayrışım, durgun/hareketsiz koşulları oluşturarak, iki faz arasındaki yoğunluk farkından yararlanarak, su ve yağın ayrışımını sağlayan bir yöntemdir. 1950'li yıllardan beri, rafinerilerde atık suların arıtımında bu metot kullanılmaktadır.

Ayrışımı etkileyen iki ana proses bulunmaktadır; çökelme ve birleşme.

Çökelme; Newton ve Stoke yasaları baz alınarak, ayrık partiküllerin yerleşimi bakış açısından analiz edilmektedir. Yağlı atık suda, yağ su fazından ayrışır. Basit bir sistem olarak, yağ kürecikleri ağırlığa, yüzdürmeye ve sürüklenme kuvvetine göre küresel ayrık partikül olarak düşünülebilir. Yağ sudan daha az yoğun olduğu için, çökelme yerine, yüzeye ulaşana ve çözünmüş yağ fazı ile birleşene kadar, damlacıkların yukarı yöne doğru hareket etmesini sağlar.

Partiküllerin Reynold sayılarının çok düşük olduğu durumda, (Re<5) çökelme hızındaki sürüklenme kuvveti, aşağıdaki ifadeler ile belirlenebilmektedir:

$D_f = 3\pi\mu V_t D$ (2.1) (Ariana ve ark. 2014)

D_f, partikülün hareketine karşı yaptığı direnç (sürüklenme kuvveti) (N), μ atık suyun mutlak viskozitesi (Pa s), Vt çökelme hızı (m/s) ve D, yağ damlacıklarının çapıdır (m). Bu sürüklenme kuvveti, Newton denkleminde belirtildiği gibi, partikülün etkin ağırlığına eşittir.

$W = \left(\frac{\pi D^3}{6}\right)(\rho_w - \rho_o)g$ (2.2) (Ariana ve ark. 2014)

W, etkin ağırlık (N), ρ_w suyun yoğunluğu (kg/m^3), ρ_o yağın yoğunluğu (kg/m^3) ve g yerçekimi kuvvetidir. (m/s^2). Böylelikle, verilen partikülün çökelme hızı Stoke yasası (Stokes 1845) ile belirlenebilir.

$$V_t = \left(\frac{g}{18\mu}\right)(\rho_w - \rho_o)\mathrm{D}^2 \qquad (2.3)\ \text{(Ariana ve ark. 2014)}$$

Stoke yasasının bu versiyonu, gravite ile ayrışımın (yüzdürme üniteleri vb..) ölçülendirilmesinde ve boyut dağılımı baz alınarak çökelme hızının tahmin edilmesinde kullanılır. Bu bilgiler ışığında, hangi partikülün tankın yüzey yükleme hızından daha fazla yükselme hızına sahip olduğu ve bu sayede yüzeye ulaşıp atık sudan sıyrılmasının sağlanabildiği belirlenebilir.

Hesaplamalarda kullanılan fiziksel özellikler; su ve yağın yoğunluğu, suyun viskozitesi, kolon yüksekliği ve yerçekimi kuvveti gibi değerlerdir.

Aşağıdaki varsayımlar kabul edilmektedir:

(a) Bir yağ partikülü, ilk yüksekliği h olan ayrışım kolonunda sabit hızda yukarıya doğru yol alan ve çökelme hızına (V_t) ulaşan boşlukta bir tek noktadır.

(b) Ayrışım kolonundaki duvarın etkileri önemsenmez ve yağ partikülleri t zaman aralığından (Denk. (4)) sonra ayrılır.

$$t(h, V_t) = \frac{h_o - h}{V_t} \qquad (2.4)\ \text{(Ariana ve ark. 2014)}$$

h_0, kolonun toplam yüksekliğidir. (m)

Yağ partiküllerinin küresel ve sabit boyutta olduğu düşünülürse, Stoke yasası (Denk. (2.3)) geçerlidir ve her partikülün çapı, bir çökelme hızına denk gelmektedir. Denk. (2.3) teki hızı Denk. (2.4)'te yerine koyarak, kaldırma süresi t, ilk yüksekliğin ve partikül çapının bir fonksiyonu olarak ifade edilir. (Denk. (2.5)):

$$t(h, D) = \frac{18\mu(h_o - h)}{g(\rho_w - \rho_o)D^2} \qquad (2.5)\ \text{(Ariana ve ark. 2014)}$$

Gravite ile ayrışım dizaynında arıtma zamanının optimizasyonu genellikle, partiküllerin çökelme hızı ile olması gereken minimum çap (örneğin, 150 µm,"serbest yağ" ın sınır değeri olarak düşünülebilir) ve düşük yüzey yükleme hızı ile ayrıştırıcı boyutlandırılması hesaplanarak yapılır.

Gravite ile ayrışım ilk operasyon olarak düşünülür ve daha kompleks ikincil ve üçüncül arıtma metotlarını en aza indirgemek, kimyasal ve enerji tüketimini azaltmak ve toplam verimi iyileştirmek gibi birçok avantajı bulunmaktadır. (Ariana ve ark. 2014).

API Ayrıştırıcıları ile yağlı atıksuların ön arıtmasında, serbest halde buluna yağ / gres ayrımı ve karasız halde bulunan askıda katı maddelerin giderilmesi amaçlanır. Sıvı fazda bu ayrımı gerçekleştirmek için yağ moleküllerinin yoğunluk farkından yararlanılarak yüzdürülmesi, katı maddeler ise yer çekimi etkisiyle çökerek sistemden uzaklaştırılması ile gerçekleştirilir.

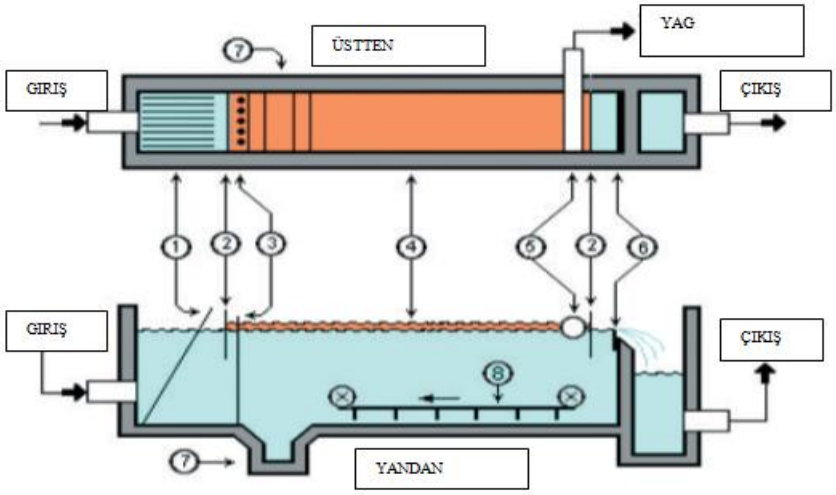
Yatay akış hızının yavaş olmasını sağlayan tank veya kanallar yardımı ile yağın yüzdürülmesi ve katı maddelerinde çöktürülmesi gravite ayrıştırıcıları ile gerçekleştirilir. 1950 li yılların başında ilk olarak tasarlanan bu ayrıştırıcı API ayrıştırıcısıdır. Basit dikdörtgen bir kanaldan oluşan sistemler yağ sıyırıcı ve çamur pompası ile çalıştırılır. Suyun yatay hızı dakikada 3 ft ya da saniyede 1,5 cm olarak tasarlanmıştır. Böylelikle yüzey yükleme hızını azaltmak amaçlanmıştır. Teorik olarak, yüzey yükleme hızını aşan yağ tanecikleri su yüzeyine çıkar ve böylelikle sıyırıcıyla su yüzeyinden ayrılır.

Yağ küreciklerinin yükselme hızı üzerlerine uygulanan kuvvetlerin dengesine göre hesaplanabilir. Yükselme hızını etkileyen en önemli etken yoğunluk ve viskozite farkıdır. Su ve yağın özgül ağırlık değerleri birbirine çok yakınsa daha yavaş bir ayrım gerçekleşir. Benzer şekilde, daha viskoz bir sıvı içinde yükselme hızı da düşük olur. Sıcaklık arttıkça viskozite azalacağı için, ısı uygulanarak faz ayrımı ile arttırılabilir. (Ariana ve ark. 2016)

API ayrıştırıcıları, Stoke yasasına göre çalışan yer çekimi ayrıcılardır. Stoke yasası yağ parçacığının hızının yoğunluğuna ve boyutuna bağlı olduğunu tanımlamaktadır. (Afshin ve Toraj 2008).

İlerleyen proseslerin verimli çalışması için API ünitesinden çıkış suyu yağ konsantrasyonu 50 ile 200 mg/L olması gerekmektedir. (Carlos ve ark. 2015).

Şekil 2.5 tipik bir API ayrıştırıcısını gösterir.



Şekil 2.5. API separatörü (IPIECA 2010)

Ayrıştırmayı iyileştirmek için diğer seçenekler de farklı ayrıştırıcı tasarımlarına dayanır. Zaman zaman istenen ayırma verimini elde etmek için, geniş yüzey alanları ile yükleme hızını azaltmak gerekir. Basit bir dikdörtgen kanal konfigürasyonu, çok geniş alanlar gerektirebileceği için Paralel plakalar (PPI) ve Kıvrımlı Plakalar (CPI) Tipindeki Ayrıştırıcılar gibi plakalı ayırıcılar tasarlanmıştır. Böylelikle reaktör konfigürasyonunun içine eklenen eğimli plakalar ile geniş reaktör hacimlerine ihtiyaç duymadan yüzey alanı arttırılır.

Paralel plakalı ayrıştırma sistemlerinde, plakalar reaktör içinde 45 ile 60^{o} arası eğimli olacak şekilde yatay olarak, birbirleri arasında 0.75- 1.5 inç (≈2–4 cm) boşlukla yerleştirilmiştir. %5 dizel su karışımının ayrılması için en uygun konfigurasyonun 45 ° 'lik bir açı ile 4 cm aralıklı yerleştirilmiş şaşırtmalı ayırıcının olduğu bulunmuştur. Paralel plakalar, katı yüzeyin yakınındaki yağ damlacıklarının birbiri ile çarpışmasını artırır, böylelikle bir araya gelmeleri sağlanır. Parçacık ölçüsünün büyümesi ile yükselme hızı artacak ve ayrıştırma prosesi hızlanacaktır. Parçacıkların bir araya gelmesi, standart düz paralel plakalar yerine kıvrımlı plakalar kullanılarak daha da geliştirilebilir; bu konfigürasyona kıvrımlı plakalar (CPI) adı verilir.

Paralel ve kıvrımlı plaka sistemlerin geleneksel API ayırıcılarına göre bir çok avantajı vardır. Bunlardan en önemli olanı aynı sınırlı alanda daha verimli olmalarıdır. API'ya göre, plakalı ayırıcılar eşdeğer geleneksel ünitelerden iki veya üç kat fazla akışı karşılayabilir. Üstelik bu konfigürasyonlar, 60 μm çapa kadar küçük yağ molekülleri ayrıştırırken, yağ ve gres konsantrasyonunu 50 mg/L kadar düşürmek için tasarlanabilir. Geleneksel ayırıcılar, 150 μm çaplı yağ molekülleri için, yağ & gres konsantrasyonu sadece 100 mg/L a kadar uzaklaştırır. Her bir yöntemin avantaj ve dezavantajlarının özeti Çizelge 2.4'te sunulmuştur.

Çizelge 2.4. Birincil arıtma metotlarının avantaj ve dezavantajlarının özeti (IPIECA 2010)

Yöntem	Avantajlar	Dezavantajlar
API ayrıştırıcısı	Basit tasarım, sonuçların kolay öngörülebilirliği	Yüksek debilerin karşılanamaması, Y&G gideriminin 100 mg/L'e kadar yapılabilmesi (damlacık çapı > 150 μm)
PPI ayrıştırıcısı	Yüksek debilerin aynı alanda karşılanabilmesi, verim artışı	API ayrıştırıcısına göre daha kompleks tasarım
CPI ayrıştırıcısı	Birleştime işlemi geliştirilerek verim artışı, 60 μm'den daha küçük Y&G gideriminin 50 mg/L'e kadar düşürülebilmesi	Daha kompleks tasarım ve kıvrımlı malzemeler

Tüm gravite ayrıştırıcılarında, durgunluk döneminin sonunda, ayırıcıların üstünden yağ ve altından çamur toplanır. Yüzeyde, bir yağ sıyırıcısı düzeneği ile yoğunluğu daha az olan faz toplanır; bu faz atılır veya yeniden işlenir. Öte yandan tortu, atıksuyun içindeki katıların konsantrasyonuna bağlı olarak, manuel olarak veya bir sıyırıcı ve çamur pompası kullanılarak ayırıcının dibinden çıkarılır.

Genel olarak, birincil arıtım, gravite (yerçekimi) ile yapılır. (Ariana ve ark. 2016)

Ayırıcılarla ilgili performansı kısıtlayan bazı faktörler aşağıda listelenmiştir:

- Emülsiyon halinde veya çözünmüş olan yağlar genellikle, yerçekimi ayrıştırıcıları ile ayrılmazlar.
- Ayrıştırıcılardaki yüksek pH emülsiyonu stabilize edebilir. Kirli kostik içeren akımlar, nötralize edilmeli ya da direk olarak dengeleme sistemlerine yönlendirilmelidir.

Dengeleme sistemlerinin amacı, atıksu arıtma sistemini ani akış hızı ve kompozisyon değişikliklerine karşı korumaktır.

Akış dengeleme sistemleri, akış değişikliklerini azaltır, böylece akış miktarlarında ve yüklerindeki potansiyel artışlar dengelenerek ilerleyen ünitelerin boyutu azaltılmış ve rafineri atık su sisteminin maliyeti de düşürülmüş olur.

Konsantrasyon dengeleme sistemleri, kirleticilerin etkisini azaltarak, ani şok yüklerine karşı sistemin ilerleyen ünitelerini korur. Örneğin biyolojik sistemlerde, mikroorganizmaların değişen yük ve akıma adapte olma kapasiteleri sınırlıdır. (IPIECA 2010).

2.2. Rafinerilerin Toprak Kirliliğine Etkileri ve Yönetimi

Petrol endüstrisinde, hem rafinasyon öncesinde hem de rafinasyon operasyonlarında büyük miktarda yağlı atık birikmektedir. Rafinasyon öncesi operasyonlar, çıkarma, taşıma ve ham petrolü depolama proseslerini içerirken, rafinasyon operasyonları, ham petrolün rafineri prosesinde işlenmesini içermektedir.

Yağlı çamurların büyük bir çoğunluğunu rafinasyon operasyonları oluşturmaktadır. Bu operasyonlar; slop yağ emülsiyonunda bulunan katı maddelerin ayrılması, eşanjör temizlerinden çıkan çamurlar, API / PPI / CPI gibi su / yağ ayrıştırıcılarından kalan artıklar, depolama tankların veya vagonların dibinden alınan kalıntılar, flokülasyon prosesinden kalan çamurlar, çözünmüş hava flotasyon (DAF) ünitelerinden gelen çamurlar ve biyolojik arıtma ünitelerinden gelen aktif çamurlardır.

Özellikle, ham petrol tanklarının dibinden alınan çamurlar, literatürde en yoğun çalışılmış yağlı çamur olarak kabul edilmektedir. Petrol ürünleri rafineride üretilmeden önce, ham petrol ağır ve ince hidrokarbonların ayrılabilmesi amacıyla geçici süreliğine depolama tanklarında depolanır. Ağır hidrokarbonlar, genellikle katı partikül ve su ile çökelir. Depolama tankları dibinde biriken yağ, katı partikül ve suyun karışımı yağlı çamur olarak adlandırılmaktadır. Bu çamurlar, tank temizleme operasyonları sırasında giderilir ve atık olarak gönderilir.

Rafineri proseslerinden oluşan çamur miktarı, ham petrol özelliğine (yoğunluk, viskozite vb..), rafineri proses şemasına, yağ depolama metoduna ve en önemlisi rafineri kapasitesi gibi etkenlere bağlıdır.

Lagün ve katı atık sahasında biriken yağlı çamurlar, atmosferik uçucu organik bileşik kirliliğinin kalıcı kaynaklarından biri olarak tanımlanabilir. Hava kirliliği

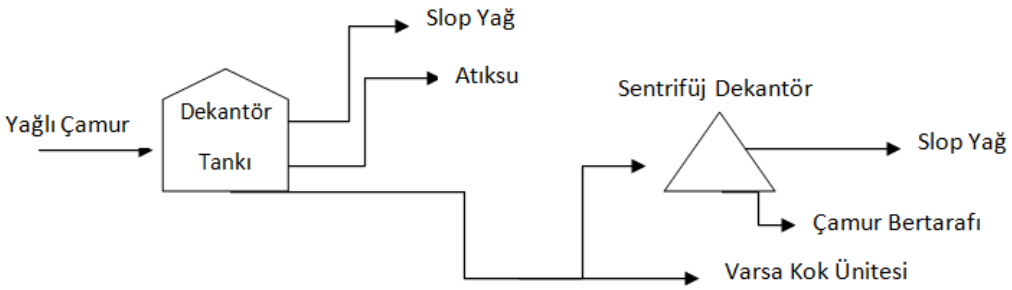
emisyonları gibi, tesis çalışanları ve çevredeki topluluklar için sağlık riski oluşturmaktadır. (Guangji ve ark. 2013).

Ham petrol taşıma, depolama ve rafineri prosesleri sırasında oluşan yağlı çamur atıklarının etkili bir şekilde giderilmesi dünya çapında bir problemdir. Genellikle yağlı çamurlar, su-yağ emülsiyonları içerisinde bir komplekstir; tipik olarak ağırlıkça % 30-50 oranında yağ, %30-50 oranında su, %10-12 oranında da katı partikül içermektedir. (Ju ve ark. 2012).

Atık yağ sırasıyla, %40'tan % 60'a doymuş, %25'ten %40'a aromatik, %10'dan %15'e reçine ve %10'dan %15'e asfalten madde içermektedir. Yağlı çamurun bu kompleks yapısı, atık yağın ayrışımı ve giderimini zorlaştırmaktadır. (Tae-Soon ve Jae-Young 2015).

Ayrıştırıcı dibinden alınan çamurun arıtma ihtiyacı, yerel çevresel düzenlemelere bağlı olduğu kadar rafineri konfigürasyonuna da bağlıdır. Bu çamur, suyundan ve yağından giderildikten sonra rafineri dışına atık olarak ya da rafineride varsa kok ünitesine gönderilebilir. Tipik bir çamur temizleme sistemi Şekil 2.6'da gösterilmiştir.

Çamur, su ve serbest yağın ayrıldığı dekantör tankına gönderilir. Eğer rafineride kok ünitesi varsa, çamur dekantör tankından kok ünitesine gönderilir. Daha iyi bir ayrışım için, bir diğer alternatif, çamuru santrifüj dekantöre göndermektir. Santrifüj dekantörden çıkan slop yağ geri kazanılır, çamur ise bertarafa gönderilir.



Şekil 2.6. Çamur arıtma sistemi (IPIECA 2010)

Birçok grup, daha etkili bir şekilde yağlı çamuru temizlemek için farklı metotlar denemişlerdir. Yaptıkları çalışmalar ile değerli hidrokarbonları ayrıştırabilmek, daha az tehlikeli atık üretebilmek ve bertaraf ihtiyacını ortadan kaldırabilecek materyalleri geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Çamur, 3 farklı katmanı içerir; tepede yağ katmanı, dipte tortu katmanı ve arasında su katmanı.

Çıkartılan hidrokarbonlar geri kazanılabilir ya da çamurdan daha az maliyetle bertaraf edilebilir. (Essam ve Dana 2010).

2.3. Rafinerilerin Hava Kirliliğine Etkileri ve Yönetimi

VOC'ler (Uçucu Organik Bileşikler) çevre kirleticileri olarak bilinir; bunlardan bazıları (benzen, toluen, etilbenzen ve o-m-p-ksilenler, yaygın olarak BTEX olarak adlandırılır) zararlı hava kirleticileri olarak sınıflandırılmıştır. Maruz kalınması durumlarında, kanserli hastalıklar, solunum rahatsızlığı ve merkezi sinir sistemi hasarı gibi ciddi sağlık hastalıkları oluşturabilir.

Kokulu emisyonlar toplumda sıkıntı yaratır, bu uzun süre kalabilir, yaşam kalitesini düşürebilir ve insan sağlığı ve refahı üzerinde olumsuz sonuçlara neden olabilir. Bu nedenle, tesislerdeki karakteristik VOC bileşimleri önemli bulunmaktadır. (Carlos ve ark. 2012).

Havadaki uçucu organik bileşiklerin (VOC) belirlenmesine yönelik ilgi son 10 yılda artmıştır. VOC'ler fotokimyasal sis oluşumunun öncüsü olabilir. Dahası, birçok VOC'nin kısa ve uzun vadede insan sağlığı ve konforu üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak VOC'ler, iç ve dış mekanlarda havanın kalitesini değerlendirmek için önemli bir parametre olarak görülmüştür. (Alejandra ve ark. 2007).

Bazı ülkelerde, benzen ve diğer uçucu gazların emisyonlarının yönetmeliklerle kontrol edilmesi gerekmektedir. Desalter atık sularında bu bileşiklerden önemli konsantrasyonlarda bulunacağından, emisyonların sıyırma yöntemi (buhar / doğal gaz) kullanılarak kontrol edilmesi için girişimlerde bulunulmuştur. Desalter atık sularında yağ ve katı içeriği yüksektir ve uygun ön arıtma ve dengeleme yapılmazsa sıyrılan gaz içinde kirlilik oluşumuna ve tıkanmaya neden olabilmektedir. (IPIECA 2010)

Atıksu arıtma tesisleri (Atıksu Arıtma Tesisi), VOC emisyonlarının ana kaynağı olarak tespit edilmiştir. Atıksu Arıtma Tesislerinden kaynaklanan gaz emisyon kontrolüne yönelik olarak, ABD Çevre Koruma Ajansı (US EPA), tesislerdeki ikincil arıtma üniteleri hariç diğer kısımlarda sızdırmazlık ve kirletici azaltım teknolojisinin de kullanmasını önermiştir.

Çevre Koruma Ajansı, gaz emisyon limitinin 500 ppm VOC'nin altında olması ve birincil arıtma tesislerinde kapalı sistem uygulanması zorunluluğunu getirmiştir.

Bununla beraber, sıvı VOC'lerin Atıksu Arıtma tesislerinden çıkışı 5mg/l geçmeyecektir.

ABD petrol endüstrisindeki AAT verileri 0.57-0.60 kg CH_4 / m3 (üretim dreynleri ve yağ / su ayırıcıları) ile 0.0040 kg CH_4 / m3 (yağ / su ayırıcılar olmadan atıksu arıtımı için) arasında değişmektedir. (VSEP 2017)

Atıksuların toplanması ve arıtılmasından gelen VOC emisyonları için önerilen standartlar:

1. Kirlenmiş ve kokulu atık su akışlarının tümü kaynaktan birincil işlem aşamalarına (yağ-su ayırıcı ve dengeleyici tanklar) kadar kapalı sistemlerle transfer edilmelidir.
2. Kanalizasyon kanal toplama sistemlerinde hidrolik sızdırmazlık sistemi, dreyn noktaları ve bağlantılar ise hava sızdırmaz kaplamalarla kaplanmalıdır.
3. Yağ-su ayrıştırıcıları ve dengeleme tankları yüzer/sabit tavanlı yapılmalıdır. Oluşan atık gazlarda, VOC'nin en az % 90'ını gidermek ve kokuyu gidermek için arıtma yapılmalıdır. Sistem tasarımında; hava / inert gaz ile seyreltme yapılarak, kontrol cihazları, contalar, patlama önleyicilerle ve detektörlerin kurulmasıyla emniyet (patlayıcı karışım oluşumunu önleme, patlama olasılığını azaltma ve darbeyi azaltma) sağlamalıdır. Sistem; atıksu toplama ve birincil arıtma sistemlerinin güvenli bir şekilde bakımı ve işletilmesi için tasarlanmalıdır.
4. Aromatik tesislerden gelen atık suların, atık su arıtım sistemine boşaltılmadan önce benzen / aromatik maddeleri –seyreltmeden- 10/20 ppm seviyesine düşürmek için işleme tabi tutulması gerekmektedir. (Amitava 2011)

BREF-dokümanının (Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı); atık su yönetimi, arıtımı ve kaynağında önlenmesi için önerileri:

- Birincil atık su arıtımı, yağ ayrışımı ve dengeleme tanklarını içerir. Birincil aşamada, koku ve VOC azaltılması üzerinde durulmalıdır çünkü VOC'i üretim tedbirleri ile yeterince azaltmak mümkün değildir. Dolayısıyla API ve CPI'ların, VOC emisyonlarının azaltılması için üzeri kapatılabilir. Bazen havalandırma havuzlarında biyo-filtre ile gaz arıtımı veya yeniden enjeksiyon yapılması gerekebilir.

- Yağ separatörlerinden sonra beklenen atık su çıkış konsantrasyonu 50-100 mg / L'dir.
- Kapalı ayırıcılardaki VOC emisyonu, açıkta kalan bir ayrıştırıcıdaki 20 g / m2 VOC emisyonu ile karşılaştırıldığında yaklaşık 2 g / m2 olacaktır.

BREF'e göre; dengeleme tankları, tanklar sabit tavanlı veya yüzer tavanlı olmalıdır. Bu, açık havuzlara kıyasla % 80-90 oranında koku ve VOC emisyonlarını azaltacaktır.

Ayrıca, hava ile temas eden yağ / su alanı en aza indirilmelidir. (COWI 2012).

3.MATERYAL VE METOT

1983 yılında kurulan Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş., 28.1 milyon ton hampetrol işleme kapasitesine sahip Türkiye'nin en büyük sanayi kuruluşudur. Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.'nin Batman, İzmir, İzmit ve Kırıkkale rafinerileri olmak üzere dört rafinerisi bulunmaktadır. 1955 yılında yıllık 330 bin ton ham petrol işleme kapasitesiyle işletmeye açılan Batman Rafinerisi, Türkiye'nin ilk rafinerisi olma özelliğini taşımaktadır. 1960 yılında gerçekleştirilen bir darboğaz giderme projesi ve 1972'de Plant 1100 Ham Petrol Ünitesi'nin devreye alınmasıyla Batman Rafinerisi'nin yıllık ham petrol işleme kapasitesi bugünkü değeri olan 1.1 milyon ton/yıla ulaşmıştır. Yerli ham petrol kaynağına yakınlık avantajına sahip olan Batman Rafinerisi, dönüşüm ünitelerinin bulunmaması nedeniyle basit bir konfigürasyona sahiptir. Batman Rafinerisi 253 000 m3 depolama kapasitesine sahiptir. (Kızılcan 2012).

Batman Rafinerisinde Bulunan Üniteler (Karataş 2010)

- Plant 100 Hampetrol Proses Ünitesi
- Plant 1100 Hampetrol Proses Ünitesi
- Plant 500 Enerji Santrali Ünitesi
- Plant 700 Dolum Ünitesi
- Plant 800 Tank Operasyon Ünitesi
- Plant 1900 Atıksu Arıtma Ünitesi

3.1.Batman Rafinerisinde Oluşan Atıksular

3.1.1.Yağlı Proses Atıksuları

Desalter Drenleri: Batman Rafinerisi Hampetrol Proses Ünitelerinde bulunan iki adet desalterdan sürekli olarak atıksu dren edilmektedir. Şekil 3.1'de Batman Rafinerisi Hampetrol Proses Ünitesinde hampetolü tuzsuzlaştırmak için kullanılan desalterlardan biri görülmektedir.



Şekil 3.1. Desalter

Reflüks Suları (Kirli Buhar Kondanseleri): Batman Rafinerisi Hampetrol Proses Ünitelerinde bulunan iki adet reflüks dramından sürekli olarak atıksu dren edilmektedir.Şekil 3.2'de reflüks atıksuyunun oluştuğu sıyırma kolonlarından biri görülmektedir.



Şekil 3.2. Reflüks Suyunun Oluştuğu Distilasyon Kolunu

Tank Dibi Dreynleri: 6 adet hampetrol tankı ve 3 adet slop yağ tankı ihtiyaca göre zaman zaman dreyn edilmektedir. Şekil 3.3'te bir hampetrol tankı görülmektedir.



Şekil 3.3. Hampetrol Depolama Tankı

3.1.2.Diğer Endüstriyel Atıksu Akımları

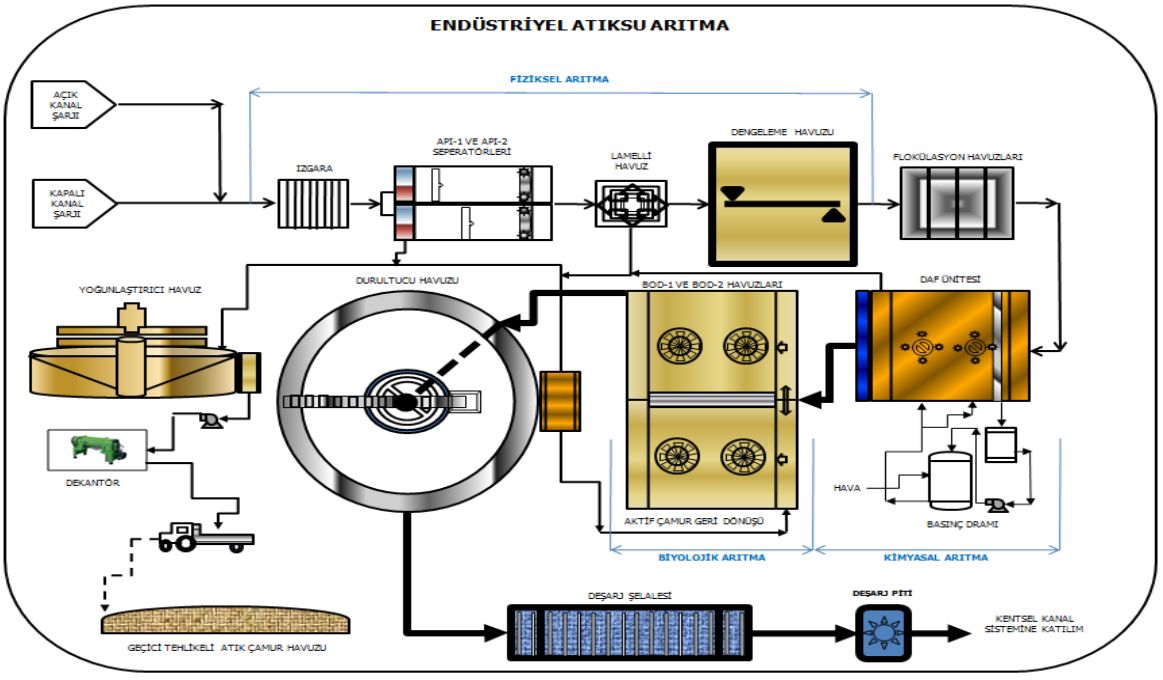
- Kazan dreynleri
- Soğutma Kulesi dreynleri
- Reçine rejenrasyon suları
- Buhar kondanseleri
- Yangın suları
- Hidrostatik test suları
- Rafineri proses ve tank sahalarına düşen yağmur suları (Gündüz 2012).

3.2.Batman Rafinerisi Atıksu Arıtma Tesisi Konfigürasyonu

Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) prosesleri ve fonksiyonları Çizelge 3.1'de, akış diagramı Şekil 3.4'te görülmektedir.

Çizelge 3.1. Batman Rafinerisi AAT üniteleri ve fonksiyonları (COWI 2012)

Ünite/Proses İsmi	Fonksiyonları
Izgaralar	Atıksu girişinde büyük katı maddelerin tutulması
API Ayrıştırıcısı	Yağ, su ve çamur ayrışımı. Geri kazanılan yağ Slop Tanklarına gönderilir ve çamur giderimi yapılır.
Paralel Plakalı Ayrıştırıcı	Suyun içerisinde kalan yağın tekrar ayrışımı ve çamur giderimi
Dengeleme Tankı	Şok yüklemelerin önlenmesi, düzenli akış sağlanması ve pH'ın dengelenmesi
Koagülasyon / Flokülasyon	Kimyasal ve polimerler eklenerek su içerisindeki dağınık katı madde ve yağların büyük floklar haline getirilmesi
Çözünmüş Hava Flotasyonu (DAF)	Çözünmüş hava yardımı ile yağ ve katı madde floklarının sudan ayrılması
Havalandırma Havuzu – Aktif Çamur	Çözünmüş hidrokarbon ve diğer organik maddelerin mikrobiyojik arıtımı
Durultucu	Aktif çamurun çökeltilmesi ve çökelen biyokütlenin havalandırma havuzuna geri döndürülmesi
Çamur Yoğunlaştırıcı	API, PPI, DAF ve Durultucu Havuzlarından gelen çamurun yoğunlaştırılması
Çamur Susuzlaştırma	Çamur Yoğunlaştırıcıdan gelen çamurun susuzlaştırılması



Şekil 3.4. Batman Rafinerisi Endüstriyel AAT Akış Diyagramı (Gündüz 2012).

3.3.API / PPI Ayrıştırıcıları ve Dengeleme Sistemi

API Ayrıştırıcıları: Açık ve kapalı kanallarla gelen atıksular ızgaralardan geçtikten sonra API ayrıştırıcılarına alınır. İki adet eş özellikte API ayrıştırıcısı bulunmaktadır. Ortalama debili akışlarda, yaklaşık 75 m^3/saat, tek API ayrıştırıcısı çalıştırılır. Batman Rafinerisi API Havuzlarından biri Şekil 3.5'te görülmektedir. Bu havuzların ölçüleri, yüzey alanları, hacimleri Çizelge 3.2'de yer almaktadır.



Şekil 3.5. Batman Rafinerisi AAT API Ayrıştırıcıları

Çizelge 3.2. API Ayrıştırıcıları Ölçüleri

Maddeler	**Değerler**
Genişlik, m	4.0
Uzunluk, m	29.2
Derinlik, m	2.75 duvar) / 2.08 (su)
Yüzey Alanı, m^2	117*2=234
Hacim, m^3	243*2=486

Çizelge 3.2'deki havuz hacimlerine göre; API Ayrıştırıcılarının maksimum ve ortalama debilere göre bekletme süreleri (t);

- t = 2.56 saat Q maks = 190 m^3/saat (2 havuz devrede)
- t = 3.24 saat Q ort = 75 m^3/saat (1 havuz devrede)

PPI Separatörleri: İki adet Paralel Plakalı separatör bulunmaktadır. Bunlardan birine demineralizasyon ünitesinin rejenerasyon suları gelmekte, diğeri ise API Ayrıştırıcılarından çıkan suyu karşılamaktadır. Batman Rafinerisi PPI Havuzlarından biri Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Batman Rafinerisi AAT PPI Ayrıştırıcıları

API ayrıştırıcılarından çıkan suyu karşılayan PPI ayrıştırıcısı ölçüleri, yüzey alanı ve hacmi Çizelge 3.3'de yer almaktadır.

Çizelge 3.3. PPI Ayrıştırıcısı Ölçüleri

Maddeler	Değerler
Genişlik, m	4.2
Uzunluk, m	8.2
Derinlik, m	3.92 (duvar) / 2.9 (su)
Yüzey Alanı, m^2	36
Hacim, m^3	105

Çizelge 3.3'deki havuz hacimlerine göre; PPI ayrıştırıcısı maksimum ve ortalama debilere göre bekletme süreleri (t);

- t = 1.1 saat Q maks = 190 m^3/saat (2 havuz devrede)
- t = 1.4 saat Q ort = 75 m^3/saat (1 havuz devrede)

Dengeleme Havuzu: PPI ayrıştırıcılarından sonra atıksu dengeleme havuzuna gelir. Dengeleme havuzu şok yükleri azaltır ve daha sonraki proseslere stabil akış sağlar. Bu havuzdaki pompalar vasıtasıyla flokülasyon kısmına atıksu aktarılır. Batman Rafinerisi Dengeleme Havuzu Şekil 3.7'de görülmektedir. Dengeleme havuzu ölçüleri, yüzey alanı ve hacmi Çizelge 3.4'te yer almaktadır.



Şekil 3.7. Batman Rafinerisi AAT Dengeleme Havuzu

Çizelge 3.4. Dengeleme Havuzu Ölçüleri

Maddeler	**Değerler**
Genişlik, m	14.5
Uzunluk, m	14.5
Derinlik, m	5.95 (duvar) / 4.25 (su)
Yüzey Alanı, m^2	210
Hacim, m^3	894

Çizelge 3.4'deki havuz hacimlerine göre; Dengeleme havuzunun maksimum ve ortalama debilere göre bekletme süreleri (t);

- t = 4.7 saat Q maks = 190 m^3/saat (1 havuz devrede)
- t = 11.9 saat Q ort = 75 m^3/saat (1 havuz devrede) (COWI 2012).

3.4.Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Tasarım Kriterleri

TÜPRAŞ DAF sisteminden önce, API / PPI Ayrıştırıcıları ve Dengeleme havuzu yerine kullanmak üzere ayrışım tankları kurmayı planlamıştır. Bu sistemin kurulma amacı;

1- Rafineriden AAT'e gelen atıksuda yağ (serbest yağ ve bir kısım emülsifiye yağlar) ve yağlı çamur giderimi
2- Ayrışştırılan yağın mevcut Slop Yağ Tanklarına, çamurun ise mevcut çamur yoğunlaştırma havuzuna transferi
3- Kısmi arıtılmış suyun mevcut DAF sistemine transferi
4- Kurulacak kapalı tank sistemi ile VOC ve koku emisyonlarını azaltmak

Yukarıdaki amaç ve gereklilikler bu çalışma kapsamında değerlendirilmiş ve aşağıdaki işlemler sağlanmıştır:

- Kapasite: Ayrışım Tank sisteminden DAF'a beslenecek su debisi maksimum 190 m^3/saattir.
- Yağ ve yağlı çamur transferi: Ayrışım tanklarında ayrılan yağ slop yağ tanklarına, yağlı çamur çamur yoğunlaştırma havuzuna – tanklarda birikim olmaksızın – transfer edilmelidir.
- Ayrışım tank sistemi çıkış suyu: Ayrışım tanklarından çıkan suyun kalitesi mevcut DAF besleme suyu karakterine uygun olmalıdır.
- Ayrışım tanklarında Uçucu Organik Bileşik (VOC) azaltımı: Mevcut En İyi Teknikler bilgisine göre, kapalı ayrışım tankları VOC'lerin azaltılması ya da yok etmek için uygulanabilecek teknolojilerdendir.
- AAT operasyonunun devamlılığı: AAT akışı 365 gün/yıldır. Bu sebeple operasyon esnekliği ve bakım kolaylığı, maliyet etkin bu çalışmanın ana felsefesi olmalıdır. (COWI 2011).

Mevcut AAT sistemi ile atıksu arıtımı yapılabilmektedir ve deşarj suyu Türkiye mevzuatına uygun kriterlerdedir. Ancak, rafinerideki koku problemini çözmek için AAT'den kaynaklı VOC emisyonlarının engellenmesi istenmektedir. Bu sebeple belirlenen API / PPI Ayrıştırıcıları ve Dengeleme havuzu baypas edilerek alternatif ayrışım tanklarının kullanılmasına karar verilmiştir. Bu ayrışım tankları ile hem VOC emisyonu engellenmiş olacak hem de mevcut ünitelerin fonksiyonları yerine getirilecektir.

Yağ, su ve çamurun verimli bir şekilde ayrılması ve uzaklaştırılması için tanktaki tüm işlem döngüsü aşağıdaki işlemleri içermelidir;

- Doldurma
- Ayrışım (Dinlendirme)
- Yüzeyden yağın toplanması
- Tanktaki kısmi arıtılmış suyun boşaltılması
- Tank dibinden çamurun çekilmesi

Tank maksimum 190 m3/saat debili atıksu ile doldurulacaktır. Giriş atıksuyu bu aşamada belirli bir su derinliğine kadar tanka girecektir. Atıksu tankta belirlenen yüksekliğe ulaştığında duracak ve farklı bir tanka yönlendirilecektir.

Tank doldurulduktan ve giriş atıksuları durdurulduktan sonra, ayrıştırma aşaması başlar. Tanktaki atık suya, çamurun çökmesi ve yağın yüzmesini sağlamak için yeterli süre verilmelidir. Belirlenen ayrışma süresine erişildiğinde tanktaki atık su 3 fazda olacaktır; yağ, atık su ve çamur.

Ayrılan yağ ve gres tabakası bu aşamada atılır. Sıyrılan yağ slop tanklarına aktarılır.

Ayrıştırılan atık su bu aşamada boşaltılacaktır. Atık su DAF ünitesine pompalanır.

Ayrılan çamur bu aşamada giderilecektir. Çamur uygun bir çamur pompası kullanılarak çamur yoğunlaştırıcıya aktarılır.

Çamurun tanktan çıkarılmasından sonra döngü tamamlanacak ve bir sonraki döngü doldurma aşamasında başlayacaktır. (COWI 2012)

3.5.Atıksu Karakteri Belirleme Çalışmaları

AKM; Su ve Atıksuların İncelenmesi İçin Standart Metotlar 2540 D (103-105 ° C'de Kurutulan Toplam Askıda Katı Madde) metodu ile analiz edilmiştir.

İyi karıştırılmış bir numune tartılmış bir standart fiberglas filtresi vasıtasıyla filtrelenir ve filtre üzerinde kalan tortu, 103 ila 105 ° C'de sabit bir ağırlığa kadar kurutulur. Filtrenin ağırlığındaki artış toplam asılı katıları temsil eder. Askıdaki malzeme filtreyi tıkar ve filtrelemeyi uzatırsa, filtrenin çapını arttırmak veya numune hacmini azaltmak gerekli olabilir. Toplam askıda katıların tahmini için toplam çözünmüş katılar ile toplam katılar arasındaki fark hesaplanır.

Yağ&Gres; Su ve Atıksuların İncelenmesi İçin Standart Metotlar 5520 B (Sıvı-Sıvı, Ayırma-Gravimetrik Yöntem) metodu ile analiz edilmiştir.

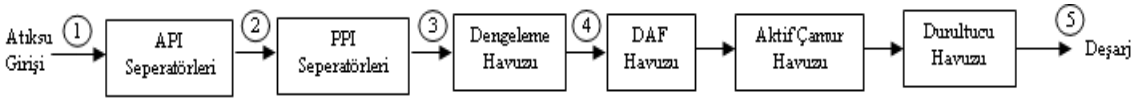
Çözünmüş veya emülsiyon haline getirilmiş yağ ve gres ekstraksiyon solventi ile temas ettirilerek sudan çıkarılır. Bazı ekstraktanlar, özellikle doymamış yağlar ve yağlı asitler, kolayca okside olur; bu nedenle, bu etkiyi en aza indirgemek için sıcaklık ve solvent buharı taşınması ile ilgili özel önlemler dahil edilmiştir. Bazı numunelerle çalkalanan organik solventler, kırılması çok zor olan bir emülsiyon oluşturabilir. Bu yöntem emülsiyonların taşınmasını da sağlar. Solventlerin geri kazanımı önemlidir.

Solvent geri kazanım hem buhar emisyonlarını hem de maliyetlere azaltabilir. (SM 1905).

Çözünmüş Organik Madde (DOC); filtrelenmiş bir numunede SM 5310B: 2012'ye göre hazırlanır ve bu nedenle doğrudan KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) ve BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) ile karşılaştırılamaz. (SM 1905). Bununla birlikte, DOC atıksuyun içindeki organik bileşiklerin varlığı ve dağılımı hakkında daha fazla bilgi verecektir.

VOC (Uçucu Organik Bileşik), EPA 5021A: 2003 / EPA 8015D: 2003'e göre hazırlanır. Bu yöntemde, su numunesinin buharlaştırılmasına izin verilir, ardından buharlaştırma şişesinin üst boşluğundaki VOC bileşenlerinin bir gaz-kromatografik analizi yapılır. (EPA 1970)

Nunume alınan noktalar Şekil 3.8'de görülmektedir.



Şekil 3.8. AAT Basit Akış Diagramı Numune Alım Noktaları

AAT'nin 1992 yılındaki kuruluş tasarım giriş parametreleri Çizelge 3.5'de yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Suyu

Endüstriyel Atık Su Arıtma Tesisi Tasarım Parametreleri					
pH	Sülfür	Yağ	NH4-N	Fenol	BOİ
7 – 9,5	1-10 mg/l	5000 mg/l	0,10 mg/l	1-10 mg/l	250 mg/l

2006'dan bu yana, dreynleri azaltmak, yağ döküntülerini toplayarak geri kazanmak gibi, proses sahalarında pek çok iyileştirmeler yapılmıştır. Bu iyileştirmeler sayesinde AAT'e gelen atıksu yükünde azalma olmuştur. Bu sebeple, yeni kapalı ayrışım tank sisteminin güvenilir bilgilerle tasarlanması için tekrar giriş atıksuyunda analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçları Çizelge 3.6'da AAT Tasarım değerleri ile karşılaştırmalı yer almaktadır.

Çizelge 3.6. AAT Giriş Numunelerinin Analizleri ile Tasarım Kriterlerinin Karşılaştırması

Parametre	**AAT Girişi 13.09.2012** ①	**AAT Girişi Tasarım Kriteri**
pH	8.31	7 – 9.5
Yağ & Gres (mg/L)	4679	5000
Fenol (mg/L)	0.08	1 - 10
Sülfür (mg/L)	0.11	1 - 10
Amonyum Azotu (mg/L)	13	0 - 10
BOİ (mg/L)	67 850	250
KOİ (mg/L)	137 000	-
AKM (mg/L)	56 000	-
Çözünmüş DOC (mg/L)	55	-
VOC (mg/L)	5.7	-
Alkalinite (CaCO3) (mg/L)	736	-

2011 yılı DAF giriş atıksuyu Çizelge 3.7'de, AAT deşarj suyu analizleri ve yasal deşarj limitleri Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. 2011 Yılı DAF Giriş Suyu Analizleri ④

2011	AKM (mg/L)	KOİ (mg/L)	Yağ ve Gres (mg/L)	Fenol (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	pH	m Alkalinite (mg/L)
ORTALAMA	198.3	372.8	65.3	1.1	17.7	8	250
MİN.	343.3	657	123	1.9	36.9	8.8	421
MAK.	63.7	197.7	16.5	0.2	2.8	7.5	166

Çizelge 3.8. 2011 Yılı AAT Deşarj Suyu Analizleri ⑤

		AKM (mg/L)	Yağ ve Gres (mg/L)	H.Karbon (mg/L)	pH	NH_4-N (mg/L)	Sülfür (mg/L)	$BOİ_5$ (mg/L)	KOİ (mg/L)	Krom +6 (mg/L)	Siyanür (ng/L)	Fenol (mg/L)
YASAL LİMİT		60	10	8	6,0–9,0	20	1	100	250	0,1	1	1
2011	ORTALAMA	8,3	2,6	1,5	7,9	0,58	0,11	5	29,76	0,01	0,01	0,04
	MİN.	5,3	2,1	1,2	7,7	0,19	0,008	3	21,57	0,01	0,01	0,02
	MAK	14,3	3,3	1,9	8,2	1,91	0,014	7	39,06	0,02	0,01	0,08

Çizelge 3.7 ve 3.8'den; mevcut DAF'a beslenen su karakteri ile deşarjda yasal limitlerin sağlanabildiği sonucu çıkarılabilmektedir. Bu bakış açısıyla, yeni sistemle de, deşarj suyu yasal limitlerin altında kalacak şekilde arıtma sağlanmalıdır.

API çıkış ve PPI çıkış analiz sonuçları Çizelge 3.9'da gösterilmektedir. Sadece yağ, KOİ, DOC ve VOC analiz edildiğine dikkat edilmelidir. Parantez içindeki rakamlar, API çıkışındaki ve PPI çıkışındaki bu parametrelerin API giriş değerlerine benzeyeceği varsayıldığı API girişi analiz değerleridir.

Çizelge 3.9. DAF Giriş / API ve PPI Çıkış Analizleri / Tasarım Kriterleri
(Parantez içindeki rakamlar, API giriş rakamlarıdır.)

Parametre	② API Çıkışı 13.09.2012	③ PPI Çıkışı 13.09.2012	④ DAF Girişi (2011 Ortalama)	Yeni Tank Çıkış Tasarım Kriteri
pH	(8.31)	(8.31)	8	< 8,0
Yağ & Gres (mg/L)	76	74	65	< 80
Fenol (mg/L)	(0.08)	(0.08)	1.1	< 1,1
Amonyum Azotu (mg/L)	(13)	(13)	17.7	< 20
KOİ (mg/L)	300	296	373	< 400
Alkalinite (mg/L)	(736)	(736)	250	< 250
Çözünmüş DOC (mg/L)	29.4	23	-	-
VOC (mg/L)	0.034	0.09	-	-
AKM (mg/L)	-	-	198	< 200

Giriş suyunda yüksek bir AKM konsantrasyonu gözlemlenmektedir. Muhtemelen AKM esas olarak organik maddedir, çünkü KOİ ve BOİ de çok yüksektir. Atıksu girişindeki 5 000 mg/L yağ, sadece 12 000-15 000 mg/L KOİ'yi (toplam KOİ'nin % 10'u) açıklar.

Geri kalan KOİ'nin % 90'ı, organik AKM'den kaynaklanmaktadır, çünkü filtrelenmiş su numunesinde toplam çözünmüş organik madde (DOC) ölçüm sonucu çok az bulunmuştur (DOC = 55 mg/L). Organik askıda katı madde (AKM) tipik olarak, organik maddenin kimyasal formülüne bağlı olarak KOİ'lerin % 30-50'sine tekabül eder. Bu demektir ki, AKM = 56 000 mg/L, KOİ = 112 000-186 000 mg/L'ye karşılık gelecektir.

KOİ / BOİ oranı = 137 000 / 67 850 = 2.0. Bu oran 1.5-2.0 olan kentsel atık sulara benzerdir. Bu, organik bileşenlerin biyolojik olarak parçalanabilir olduğunu gösterir.

Amonyak, sülfür ve fenolün hepsi beklendiği gibi çok düşüktür.

VOC konsantrasyonu 5.7 mg/L'dir. Bu şaşırtıcı derecede düşüktür. Bu sebeple küçük bir kontrol yapılmıştır:

API'dan VOC emisyonu: 100 m^3/sa * 5.7 g/m^3 = 570 g/sa. API = 117 m^2 ve VOC emisyonu = 570/117 = 4.87 g/m^2/saattir. BREF dokümanlarında, API ayrıştırıcılarından kaynaklanan tipik VOC emisyonu, saatte 20 g/m^2'dir ve bu, 4 kat daha fazladır. Bu durum, Batman Rafinerisinde düşük konsantrasyonda hafif hidrokarbonlar içeren ağır yağlı atıksuyun arıtılıyor olması ile açıklanabilir. Dolayısıyla, diğer rafinerilerden daha düşük bir VOC emisyonu beklenmektedir.

Yağ API'da 4680 mg/L'den 76 mg/L'e, PPI'da 74 mg/L'e düşürülmüştür. Bu neredeyse beklendiği gibi olup ayırma verimliliğinin iyi olduğunu gösterir. BREF dokümanına göre API ve PPI sonrası yağ konsantrasyonu 50-100 mg/L olmalıdır ve bu, gerçek ölçülen performansla çok iyi uyuşmaktadır.

Muhtemelen AKM ve yağın alınması nedeniyle KOİ, 137 000 mg/L'den 300 mg/L'ye kadar oldukça iyi düşürülmüştür. API çıkışı KOİ ve yağ değeri uyumludur. Yağ = 76 mg/L olduğunda 230-280 mg/L'lik bir COD beklenir ve bu analiz edilen 300 mg/L'ye yakındır. Bu, API ve PPI çıkışındaki KOİ'den yağın sorumlu olduğu anlamına gelir.

Çözünmüş DOC, API'de 55 mg/L'den 29 mg/L'e, PPI'da ise 23 mg/L'e düşürülmüştür. Çözünmüş organik bileşiklerin API ve PPI çıkışında neden düşük çıktığı açık değildir ancak sebep, numunelerin aynı zamanda alınmasından dolayı birbirleri ile uyumlu olmamaları olabilir.

API çıkışındaki DOC 35 mg/L yağa karşılık gelir, çünkü yağ normalde % 84 karbon içerir. Bununla birlikte, yağın 76 mg/L olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni, DOC'nin çözünmüş DOC olarak belirlenmesidir; ama yağ, toplam yağ olarak analiz edilir. Atıksu numunesinin 0,45 μm membran filtreden süzülerek bir miktar yağ giderilmesi ile hesaplanan bu fark açıklanabilir.

API ve PPI çıkışında ölçülen VOC değeri çok düşüktür. Bu, neredeyse tüm VOC'nin API içinde - ya havaya VOC emisyonu olarak ya da ayrılan yağla birlikte - kaldırıldığı anlamına gelir. Bu rakamlara göre, PPI'dan sonra suda hemen hemen hiç VOC kalmadığı sonucuna varılabilir ve bu nedenle Dengeleme havuzundan, DAF'dan ve biyolojik arıtmadan kaynaklı çok az VOC emisyonu olacaktır.

Gerçekleştirilen numune alma ve analiz programı şöyle yorumlanabilir:

- Yağ, AKM ve KOİ için giderim verimliliği iyidir.
- Sudaki VOC konsantrasyonu beklenenden yaklaşık dört kat daha az ve neredeyse tüm VOC'nin API içerisinde - ya havaya VOC emisyonuyla ya da ayrılmış yağla birlikte – yok olduğu görülüyor.

Bu nedenle, atık suyu en azından aynı verimlilikle arıtabilecek yeni bir teknoloji ile, yağ ve gresin atık sudan ayrılabilmesi gerekir.

Mevcut AAT girişi, yeni ayrışım tanklarına -yağ ve çamur gideriminin bu tanklarda yapılması için- yönlendirilmiştir. Tank çıkış suyu ise mevcut DAF sistemine Çizelge 3.10'da yer alan kalitede aktarılması planlanmıştır.

Çizelge 3.10. Kapalı Ayrışım Tankları Çıkış Suyu Tasarım Karakteri

	AKM	KOİ	Yağ ve Gres	Fenol	NH4-N	pH	m Alkalinite
LİMİT	200 mg/l	400 mg/l	80 mg/l	1.1 mg/l	20 mg/l	8	250 mg/l

AAT'e giren atıksuda olabilecek yüksek pH ya da alkalinitenin düşürülmesi bu çalışmanın kapsamında yoktur.

3.6.Sistem Tasarımı

Tanktaki yağ, su ve çamurun ayrışımı ağırlıklı olarak yerçekimi (gravite) kuvvetlerinden sağlanır. Sudan daha hafif bir yoğunluğa sahip olan yağ partikülleri, yüzeye çıkar ve ayrı bir yağ fazı halinde birleşir; sudan daha ağır yoğunluğa sahip çamur parçacıkları ise çökelir.

Gerekli tank sayısı, aşağıda gösterildiği gibi toplam döngü süresi ve doldurma süresine bağlıdır.

$$N = T_{döngü} / T_{doldurma}$$

Toplam çevrim süresi, tüm işlemler için gereken süre toplamı olacaktır.

$$T_{döngü} = T = T_{doldurma} + T_{ayrışım} + T_{yağ\ sıyırma} + T_{boşaltma} + T_{çamur\ alma}$$

Tankın doldurulması için gerekli sabit ve sürekli akış süresinin sağlanması için, atık suyun boşaltılması için gereken zamana eşit olması gerekir. Bu durum, ayrışım, yağ alma ve çamur giderimi için yeterli zaman verilen bir tank sistemi ile sürekli akış elde etmek için sistemde en az 3 tankın olması gerektiği anlamına gelir.

Normalde yağ ayrılma hızı, çamur parçacıklarının sedimantasyon (çökelme) hızından daha yavaştır. Bu nedenle, yağ ayrışım hızı ve tank yüksekliği gerekli ayrışım zamanını belirleyecektir. Yağ damlacıklarının hızı temel olarak Stoke Yasası ile belirlenir ve çamur parçacıklarının sedimantasyon hızı da aynıdır.

Hesaplamadan da anlaşılacağı üzere uzun bir tank, ayırma süresini artıracaktır, çünkü bir yağ damlasının tankın tabanından yağın bir katmanda toplandığı su yüzeyine hareket etmesi daha uzun sürmektedir. Bununla birlikte, alçak bir tank, gerekli hacmi

elde etmek için büyük bir tank alanına ihtiyaç duyacak ve çok fazla zemin alanı işgal edecektir. Proje hesaplamalarında optimum tank yüksekliği ve tank alanı dikkate alınmalıdır.

Çamuru kolay gidermek için konik tabanlı tank yapılır.

Tank içerisindeki atıksuda bulunan partikül maddelerin çökme hızı ve yağın ayrışım hızı Stoke Yasası (Denk 3.1) ile hesaplanmıştır. Aşağıda Çizelge 3.11'de belirtilen teorik hesaplamalar, Laboratuvar ortamında yapılan ayrışma testleri ile doğrulanmış ve sonuçları Şekil 3.9'da verilmiştir.

$$V = \frac{d^2 g(\rho_w - \rho_p)}{18u} \qquad (3.1)$$

Çizelge 3.11. Stoke Yasası ile Ayrışım Hızı Hesabı

Su, Yağ ve Çamur Bilgileri			
Parametre	**Yağ**	**Çamur**	
Yerçekimi ivmesi (g)	9.81		m/s^2
Partikül Çapı (d)	0.00015	0.001	m
Partikül Yoğunluğu (ρ_p)	980	1030	kg/m^3
Su Yoğunluğu (ρ_w)	1000		kg/m^3
Atıksu Viskozitesi (μ)	0.001519		$N*s/m^2$
Yağ Ayrışımı			
Mesafe (maksimum)	7.20	m	
Yağ Partikülü >	150	μm	
Ayrışım Hızı (V)	0.000161455	m/s	
Ayrışım Hızı (V)	0.581237656	m/sa	
Ayrışım Süresi	12.4	saat	

Şekil 3.9'da görüldüğü gibi; atıksu laboratuvar ayrışım testleri yapılarak, atık suyu temsilen 940 kg/m3 densitede yağ içeren 1L atık su ve 980 kg/m3 densitede yağ içeren 1 L atık su laboratuar ortamında 1 litrelik mezürlere konulup iyi bir şekilde karıştırılarak ayrışım performansı izlenmiştir. 35 cm boyunda mezüre 50% oranında (17 cm) su ve 50% oranında (17 cm) yağ-hidrocarbon konularak karıştırılmıştır. Daha sonra yağ ayrışımının tamamen gerçekleşmesi gözle kontrol edilmiş ve yağ ayrışım hızı cm/dakika cinsinden ölçülmüştür. Ayrışım hızı mezürdeki yağ-su faz çizgisine ulaşma süresi baz alınarak cm/dakika cinsinden hesaplanmıştır. Son aşama olarak su-yağ ayrışımı olduktan sonra, su fazından numune alınıp sufdaki emülsiye yağ değeri analizi yapılarak su arıtım kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır.



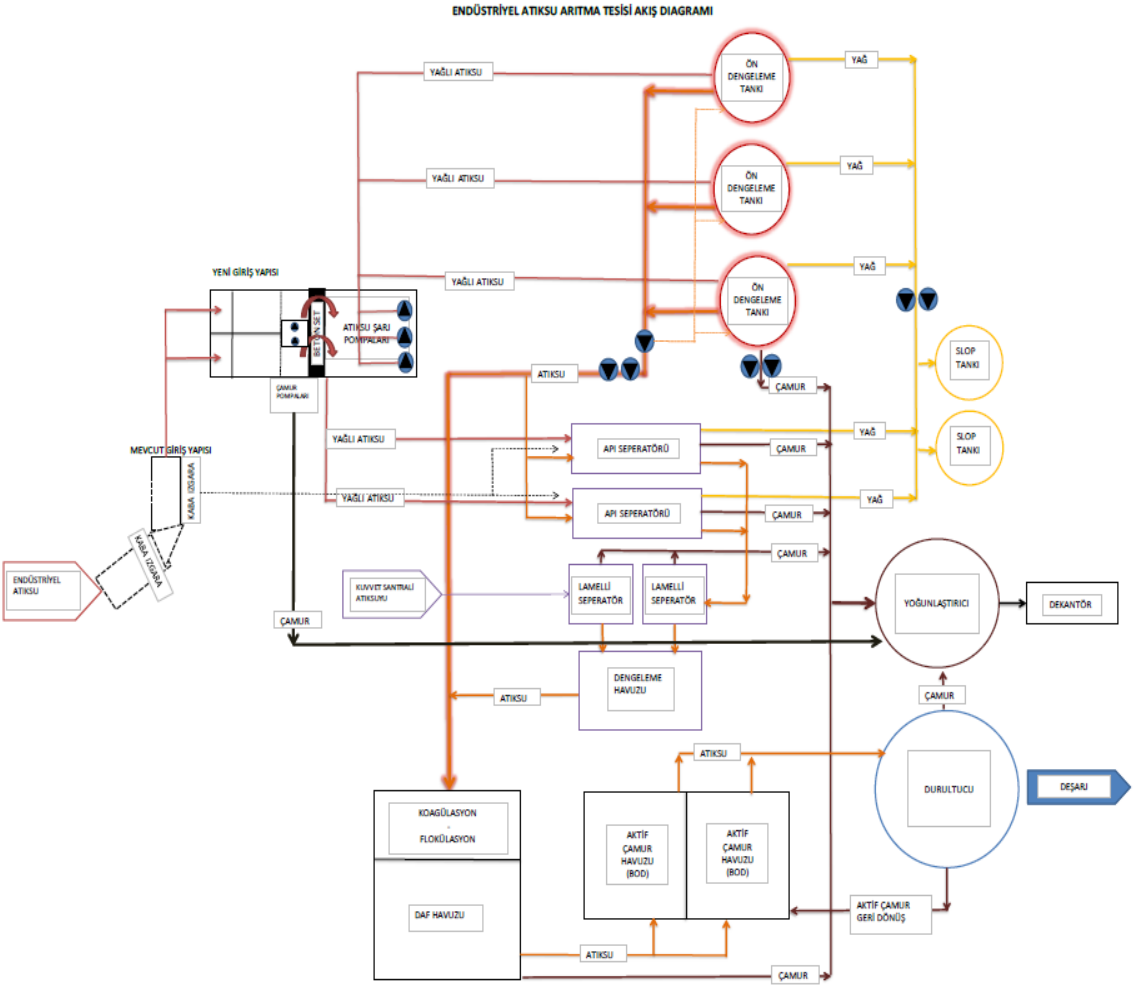
Şekil 3.9. Atıksu Ayrışım Testleri

Çizelge 3.11 ve Şekil 3.9'da belirlenen ayrışım hesaplamaları sonrasında farklı tank kapasitelerine göre; gereksinim duyulan tank sayısı, boyutları, çamur ve yağ ayrışım süreleri hesaplanarak ekonomik açıdan tank alternatifleri Çizelge 3.12'de değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.12 değerlendirildiğinde; en iyi alternatif olarak 1200 m3'lük net çalışma kapasitesi olan 3 adet Kapalı Ayrışım Tankının kurulması kararlaştırılmıştır.

Çizelge 3.12. Tank alternatiflerinin değerlendirilmesi

ASA Ort. Arıtım Kapasitesi=		75 m3/h			1800 m3/Gün		
Tank Kapasitesi m3	**Tank Sayısı**	**Tank Su Yüksekliği m**	**Tank Çapı m**	**Tank Dolum Süresi (@75m3/h) Saat**	**Tank Seviye Düşüm Hızı Hız, mm/saniye**	**Yağ Seperasyon Hız, mm/saniye**	**Yağ Seperasyon Zaman, saat**
800	3	6,0	13,03	10,7	0,156	0,161	10,3
1000	3	6,8	13,69	13,3	0,142	0,161	11,7
1200	3	7,2	14,57	16,0	0,125	0,161	**12,4**
1600	2	8,0	16,0	21,3	0,104	0,161	13,8
2000	2	8,5	17,3	26,7	0,089	0,161	14,6
2400	2	9,0	18,43	32,0	0,078	0,161	15,5
3000	2	9,5	20,06	40,0	0,066	0,161	16,3



Şekil 3.10. AAT Yeni Proses Akış Diyagramı

Şekil 3.10'da Atıksu Arıtma Tesisi'nin Kapalı Ayrışım Tanklarından sonraki akış şeması yer almaktadır. Şekil 3.11'de ise kurulumu yapılan Kapalı Ayrışım Tank Sisteminin tüm kısımları görülmektedir. AAT Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Projesinin tasarımındaki kısımlar aşağıda kısaca verilmiştir.

- Endüstriyel atık su girişinde 1 adet Giriş Havuzu.

- Giriş havuzu içinde çöken çamuru, çamur yoğunlaştırıcı havuzuna basacak 1 adet çamur pompası.

- Giriş havuzu içinde yağlı atıksuyu tank sistemine basacak 3 adet dalgıç pompa

- 1200 m3 kapasiteli 3 adet Kapalı Ayrışım Tankı (yüzer boru sistemi bulunan)

- 2 Adet tank kısmi temiz su pompası (tanklardan çıkan suyu DAF'a ileten)

- 2 Adet tank dip çamur pompası

- 2 Adet tank slop yağ pompası

- 1 adet tank diplerindeki çamuru temizlemek için kullanılacak su springi pompası

- Her tank için 1 er adet kirli su giriş, temiz su çıkış, slop yağ çıkış, sludge çıkış hatlarına scada sisteminden kontrol edilebilir motorlu vana

- Tank seviye ölçüm sistemi (sıcaklık ve 2 faz seviye ölçen)

- Scada sistemi

- PV/Vakum kırıcı

- Borulama



Şekil 3.11. Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Kısımları

3.7.Optimum Bekleme Süresi Belirleme ve Fiili Yağ Giderimi

2016 yılı boyunca haftalık olarak Kapalı Ayrışım Tank çıkışlarından numuneler alınarak; yağ, AKM, pH analizleri yapılmıştır. Ayrıca 2016 yılı boyunca günlük olarak Kapalı Ayrışım Tanklarına transfer edilen atıksu debisi kaydedilmiştir. 09.01.2017 – 03.03.2017 tarihleri arasında ise tanklardan farklı bekleme sürelerinde numuneler alınarak yağ ve AKM analizleri yapılmıştır.

3.7.1.Optimum Bekleme Süresi Belirleme:

09.01.2017 – 03.03.2017 tarihleri arasında ise tanklardan farklı bekleme sürelerinde numuneler alınarak yağ ve AKM analizleri yapılmıştır. 9 set halinde yapılan analiz programının her setinde 6 adet yağ analizi 6 adet AKM analizi yapılmıştır. Bu analizler farklı bekleme sürelerinde alınan numunelerle yapılmış olup, dinlendirilen tankın 10., 11., 12., 13., 14., 15. saatlerinde numuneler alınmıştır.

Bu analiz programının amacı, dizayn aşamasında 12 saat bulunan gerekli ayrışım süresinin fiili durumda uygunluğunun değerlendirilmesidir. Ayrıca farklı debilerle gelen atıksuyun düşük debilerde 15 saat ve üzeri bekleme süresine imkan verdiği, yüksek debilerde ise 10 saatten önce tanktan deşarj edilmesi gerektiği sahada tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında fiili durumda ayrışım için optimum bekleme süresi belirlenmeye çalışılmıştır.

Optimum bekleme süresinin belirlenmesi ile yapılan dizayn çalışmasında kullanılan verilerin ve hesaplamaların uygunluğu değerlendirilmiştir. Ayrıca optimum bekleme süresi belirlendikten sonra, bu süreden fazla bir bekleme süresinin gerekli olmadığına karar verilmiş ve sahada uygulanan prosedürlerin revize edilmesine imkan sağlanmıştır.

Doldurulan tank dinlenmeye bırakılmaktadır. Bu dinlenme süresinin 10. saatinde tank çıkışından alınan numunede Yağ ve AKM analizleri yapılmıştır. Böylelikle 10 saat dinlenmiş bir atıksuyun içerisindeki yağ ve katı maddelerin uygun şekilde giderilip giderilmediği kontrol edilmiştir. Numune alımından sonra tank çıkışı kapatılmış ve bir saat sonra tekrar açılarak 11. numune alınmıştır. Aynı analiz işlemleri bu numune için de yapılmıştır. Numune alma aynı şekilde 12., 13., 14. ve 15. saatlerde de tekrarlanmış olup, daha sonra tank normal operasyonu gereği DAF Havuzuna deşarj edilmeye başlamıştır.

Farklı tarihlerde yapılan bu işlemler 9 kez tekrarlanmıştır. Analiz sonuçları grafiklere dökülerek optimum bekleme süresi belirlenmiştir.

3.7.2.Farklı Bekleme Süreleri ile Alınan Sonuçların 2016 Yılı Verileri ile Karşılaştırılması:

9 defa tekrarlanan analiz programından elde edilen verilerin her bekleme süresi özelinde ortalamaları alınmıştır. Daha sonra bu değerler 2016 yılı içerisinde haftalık olarak yapılan analiz sonuçlarının ortalaması ile karşılaştırılarak, optimum olarak belirlenen bekleme süresinde elde edilen verilerin yıllık ortalama veriler ile karşılaştırmalı değerlendirmesi yapılmıştır.

3.7.3.2016 Yılı Yağ Analiz Verilerinin Debiye Bağlı İncelenmesi:

Dizayn aşamasında ortalama 75 m3/saat debi ile tankların 16 saatte doldurulacağı, 12 saat dinlendirileceği ve 4 saat yağ alma sürecinden sonra tankların DAF'a ortalama 100 m3/saat debi ile 12 saatte deşarj edileceği öngörülmüştür. Ancak fiili durumda tank dolum/ayrışım/boşaltım süreleri atıksuyun debisine göre değişiklik gösterebilmektedir. Debi miktarına göre tank bekleme süreleri 15 saatin üzerine çıkabildiği gibi yağmurlu zamanlarda gelen yüksek debilerde 10 saatin altında bir bekleme süresi ile tankların DAF'a deşarj edilmesi gerekebilmektedir.

2016 yılı boyunca tank çıkışlarından alınan haftalık numunelerde yapılan yağ analiz sonuçları ile debi değerleri karşılaştırılarak, fiili durumda farklı bekleme sürelerindeki yağ giderimi değerlendirilmiştir.

3.7.4.2016 Yılı Yağ Analiz Verilerinin pH'a Bağlı İncelenmesi:

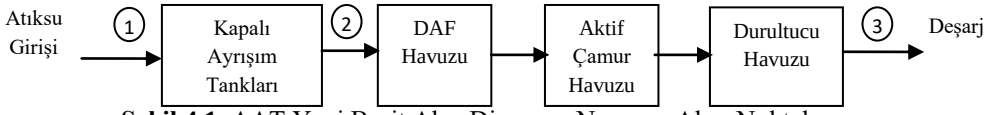
Yüksek pH değerinin yağ giderimini kötü yönde etkilediği, pH'ın yüksek olduğu durumlarda yağın emülsifiye halde suda kaldığı, ayrışmadığı bilinmektedir. (IPIECA 2010).

Bu sebeple 2016 yılında yapılan haftalık yağ analiz sonuçları aynı numunelerin pH değerleri ile karşılaştırılmış ve aralarındaki ilişki incelenmiştir.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Performans Testi

Nunume Alınan Noktalar Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. AAT Yeni Basit Akış Diagramı Numune Alım Noktaları

Proje kapsamında yapılan 3 adet Kapalı Ayrışım Tankından; atıksu giriş-çıkış numuneleri alınarak analizleri yapılmıştır. Çizelge 4.1'de analiz sonuçları verilmiştir, bu sonuçlar tankların yağ, su ve katı madde ayrışımı konusundaki performansını göstermektedir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde; Kapalı Ayrışım Tankları giriş ve çıkışlarındaki atıksu karakterlerinin ortalamaları dikkate alındığında ise tankların arıtma veriminin oldukça iyi olduğu gözlemlenmektedir. AKM 116 mg/L'den 18 mg/L'e düşürülerek % 84, Hidrokarbon 55 mg/L'den 14 mg/L'e düşürülerek % 75, COD 301 mg/L'den 143 mg/L'e düşürülerek % 52, Yağ 82 mg/L'den 22 mg/L'e düşürülerek % 73 oranında arıtım yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Kapalı Ayrışım Tank Sistemi Laboratuvar Analiz Sonuçları

	1 **1. TANK**		1 **2. TANK**		1 **3. TANK**	
ANALİZLER	Tank Girişi	Tank Çıkışı	Tank Girişi	Tank Çıkışı	Tank Girişi	Tank Çıkışı
AKM (mg/L)	124.6	10.5	133.8	28.2	88.4	15
Hidrokarbon (mg/L)	61.8	5.6	69.2	26.5	34.3	8.4
KOİ (mg/L)	178	104	546	153	178	171
Yağ ve Gres (mg/L)	78.6	9.4	99.6	43.2	67.4	13.6

Yeni Sistemden (Kapalı Ayrışım Tankları) DAF Havuzuna beslenen suyun kalitesi ile eski sistemden (API/PPI/Dengeleme) DAF Havuzuna beslenen suyun kalitesi karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.2'de verilmiştir. Eski sistemin analiz sonuçları 01.01.2015 - 24.08.2015 tarihleri arasını, yeni sistemin analiz sonuçları ise performans testi süresini kapsamaktadır.

Çizelge 4.2 incelediğinde; DAF'a beslenen kısmi arıtılmış atıksu kalitesindeki iyileşme görülmektedir. Kapalı Ayrışım Tankları devreye girdikten sonra DAF Havuzuna beslenen suda; AKM parametresi ortalama % 91, COD parametresi ortalama % 66, Yağ parametresi ortalama % 51, hidrokarbon parametresi ortalama % 29

azalmıştır. Bu iyileşme DAF Havuzunda kullanılan kimyasal miktarının düşmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.2. DAF Havuzuna Beslenen Atıksu Kalitesinin Karşılaştırılması

Eski Sistemden DAF'a Beslenen Su				
	AKM (mg/L)	KOİ (mg/L)	YAĞ ve GRES (mg/L)	H.KARBONLAR (mg/L)
MAK	556.1	839	123.5	52.3
MİN	59	95	18	6
ORT	210.2	422	44.7	18.9

Kapalı Ayrışım Tanklarından DAF'a Beslenen Su				
	AKM (mg/L)	KOİ (mg/L)	YAĞ ve GRES (mg/L)	H.KARBONLAR (mg/L)
MAK	28.2	171	43.2	26.5
MİN	10.5	104	9.4	5.6
ORT	17.9	142.7	22.1	13.5

Kapalı Ayrışım Tankları devreye alınmadan önceki deşarj suyu kalitesi ile Kapalı Ayrışım Tankları devreye alındıktan sonraki deşarj suyu kalitesi Çizelge 4.3'de karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.3'de yer alan verilerden de görülebileceği üzere, deşarj suyu kalitesinin iyileştiği görülmektedir.

Çizelge 4.3. Eski sistem ve yeni sistemdeki deşarj suyu analizlerinin karşılaştırılması

DEŞARJ SUYU KALİTESİ											
		NH4-N	**pH**	**AKM**	**T.Siyanür**	**Sülfür**	**KOİ**	**Yağ ve Gres**	**H.Karbon**	**Fenol**	**Krom +6**
YASAL LİMİT		**20**	**6 - 9**	**60**	**1**	**1**	**150**	**10**	**10**	**1**	**0,1**
01.01.2015-24.08.2015 Eski Sistem Devrede	**MAK**	19,8	8,6	43,8	0,021	0,82	144	5,7	4,4	0,145	0,042
	MİN	0,1	6	5,5	0,001	0,01	16	1,7	0,7	0,003	0,001
	ORT	6,0	7,8	14,3	0,01	0,28	60	3,2	1,7	0,04	0,01
24.08.2015-31.10.2015 Kapalı Seperasyon Tank Sistemi Devrede	**MAK**	15,3	8,1	19,5	0,018	0,44	108	4,3	3,3	0,22	0,046
	MİN	0,1	7,3	6	0,001	0,02	31	1,4	0,5	0,021	0,002
	ORT	1,12	7,67	10,3	0,01	0,27	55	3,0	1,7	0,04	0,01

VOC Emisyonu Etkileri:

API girişinde ölçülen 5.7 mg/l VOC değeri; 1.83 g/m^2*h VOC emisyonuna denk olup Mevcut En İyi Teknik Referans (BREF) dökümanlarında belirtilen 20 g/m^2*h VOC salınım değerinin oldukça altındadır. Analiz sonuçları baz alındığında bunun muhtemel nedeni Rafineride düşük gravitede ham petrol işleniyor olmasıdır. Bu VOC konsantrasyonuna göre 234 m2 toplam yüzey alanına sahip API Havuzları devrede iken, atmosfere açık olan yağlı atık suyun sebep olduğu VOC miktarı 0.4 kg/saat'tir. Benzer yaklaşım ile yüzey alanı hesabına göre; Kapalı Ayrışım Tankları devreye alındıktan

sonra 16.3 m2 yüzey alanına sahip Yeni Fiziksel Arıtım Havuzundan dolayı atmosfere açık olan yağlı atık suyun sebep olduğu VOC miktarı 0.03 kg/saat'tir.

4.2.Farklı Bekleme Süreleri ile Optimum Ayrışım Süresi Tayini

Optimum ayrışım süresi, yapılan iki farklı çalışma neticesinde belirlenmiştir. Öncelikle bir analiz programı ile tankın farklı bekleme/dinlenme sürelerinde alınan numuneler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra bu analiz programının aynı bekleme sürelerine ait sonuçları ortalamaları alınarak, saha şartlarında bir yıl boyunca (2016 yılı) haftalık analiz verilerinin ortalamaları ile karşılaştırılmıştır.

4.2.1.Farklı Bekleme Sürelerinde Alınan Numunelerdeki Değerlerin Birbirleri İle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi

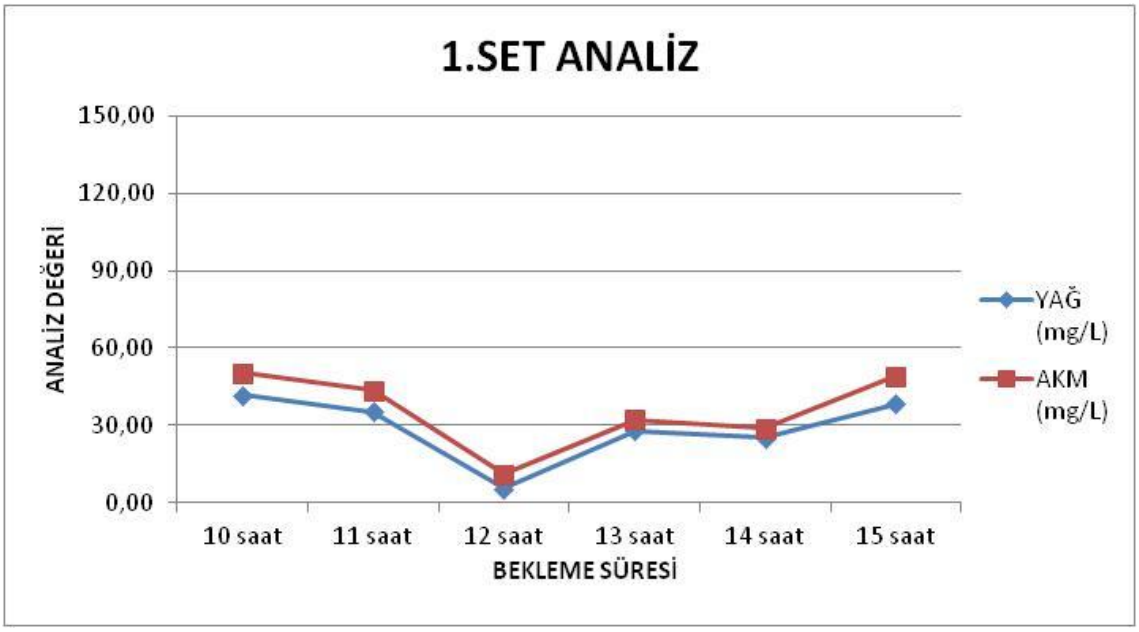
9 defa tekrarlanan analiz programı ile 10., 11., 12., 13., 14., 15. saat bekleme sürelerinde Kapalı Ayrışım Tankları su çıkışlarından alınan numunelerin yağ ve AKM analiz sonuçları Çizelge 4.4'te yer almaktadır.

1.analiz setinin 12. saatinde ve 2.analiz setinin 15. saatinde alınan numunelerin analiz sonuçları tutarsız sonuçlar içermekle birlikte değerlendirme dışı bırakılmamıştır. Bu tutarsızlığın bilinci ile diğer 52 yağ ve 52 AKM analiz sonucu ile birlikte aşağıdaki grafiklerde yer almaktadır.

Her bir analiz seti ayrı tarihlerde yapılmıştır. Bu tarihlerde Rafinerinin çalışma durumları farklı olduğundan tanklara doldurulan atıksuyun yağ içeriği de farklıdır. Bu sebeple farklı analiz setlerindeki, aynı bekleme sürelerinde alınan analiz sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmamıştır. Bunun yerine her bir analiz setindeki sonuçlar, bekleme sürelerine göre birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme her bir analiz seti için aşağıda yer alan şekillerle ayrı ayrı verilmiştir.

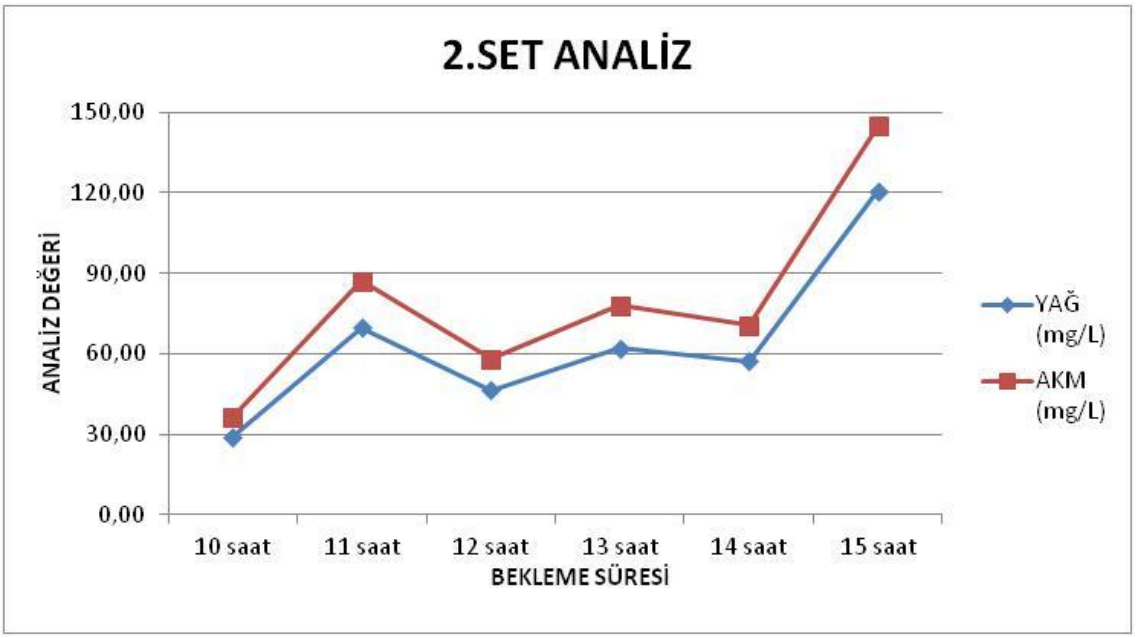
Çizelge 4.4. Farklı Bekleme Süreleri İle Alınan Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

	TANK ADI	SEVİYE	TARİH	SAAT	BEKLEME SÜRESİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
1. ANALİZ SETİ	TK-7502	7083	9.01.2017	13:15	10 saat	42	50
	TK-7502	7021	9.01.2017	14:15	11 saat	35	44
	TK-7502	7003	9.01.2017	15:15	12 saat	6	11
	TK-7502	6998	9.01.2017	16:15	13 saat	28	32
	TK-7502	6904	9.01.2017	17:15	14 saat	25	29
	TK-7502	6814	9.01.2017	18:15	15 saat	39	49
2. ANALİZ SETİ	TK-7501	7244	10.01.2017	22:30	10 saat	29	36
	TK-7501	7200	10.01.2017	23:30	11 saat	70	87
	TK-7501	7164	11.01.2017	00:30	12 saat	46	58
	TK-7501	7111	11.01.2017	01:30	13 saat	62	78
	TK-7501	7082	11.01.2017	02:30	14 saat	57	71
	TK-7501	7046	11.01.2017	03:30	15 saat	121	145
3. ANALİZ SETİ	TK-7503	7080	11.01.2017	22:00	10 saat	58	91
	TK-7503	7050	11.01.2017	23:00	11 saat	71	112
	TK-7503	7003	12.01.2017	00:00	12 saat	17	27
	TK-7503	6988	12.01.2017	01:00	13 saat	18	28
	TK-7503	6917	12.01.2017	02:00	14 saat	15	25
	TK-7503	6790	12.01.2017	03:00	15 saat	18	30
4. ANALİZ SETİ	TK-7503	7012	7.02.2017	17:45	10 saat	46	18
	TK-7503	6938	7.02.2017	18:45	11 saat	29	18
	TK-7503	6858	7.02.2017	19:45	12 saat	32	16
	TK-7503	6794	7.02.2017	20:45	13 saat	27	15
	TK-7503	6720	7.02.2017	21:45	14 saat	18	14
	TK-7503	6652	7.02.2017	22:45	15 saat	12	15
5. ANALİZ SETİ	TK-7501	7208	8.02.2017	05:45	10 saat	16	20
	TK-7501	7154	8.02.2017	06:45	11 saat	12	18
	TK-7501	7108	8.02.2017	07:45	12 saat	14	19
	TK-7501	7072	8.02.2017	08:45	13 saat	13	18
	TK-7501	7011	8.02.2017	09:45	14 saat	11	19
	TK-7501	6970	8.02.2017	10:45	15 saat	12	19
6. ANALİZ SETİ	TK-7502	7124	8.02.2017	16.40	10 saat	31	34
	TK-7502	7094	8.02.2017	17:40	11 saat	27	19
	TK-7502	7039	8.02.2017	18:40	12 saat	26	16
	TK-7502	6968	8.02.2017	19:40	13 saat	24	16
	TK-7502	6889	8.02.2017	20:40	14 saat	21	16
	TK-7502	6824	8.02.2017	21:40	15 saat	22	22
7. ANALİZ SETİ	TK-7502	7024	27.02.2017	20:30	10 saat	10	13
	TK-7502	6980	27.02.2017	21:30	11 saat	8	10
	TK-7502	6888	27.02.2017	22:30	12 saat	8	10
	TK-7502	6821	27.02.2017	23:30	13 saat	4	6
	TK-7502	6768	28.02.2017	00:30	14 saat	3	5
	TK-7502	6709	28.02.2017	01:30	15 saat	4	7
8. ANALİZ SETİ	TK-7503	6950	1.03.2017	00:00	10 saat	16	28
	TK-7503	6888	2.03.2017	01:00	11 saat	16	25
	TK-7503	6817	2.03.2017	02:00	12 saat	14	23
	TK-7503	6752	2.03.2017	03:00	13 saat	12	22
	TK-7503	6693	2.03.2017	04:00	14 saat	15	24
	TK-7503	6630	2.03.2017	05:00	15 saat	14	22
9. ANALİZ SETİ	TK-7501	7022	3.03.2017	15:30	10 saat	41	26
	TK-7501	7001	3.03.2017	16:30	11 saat	38	24
	TK-7501	6910	3.03.2017	17:30	12 saat	19.0	12
	TK-7501	6823	3.03.2017	18:30	13 saat	20	12
	TK-7501	6780	3.03.2017	19:30	14 saat	23	14
	TK-7501	6690	3.03.2017	20:30	15 saat	21	13



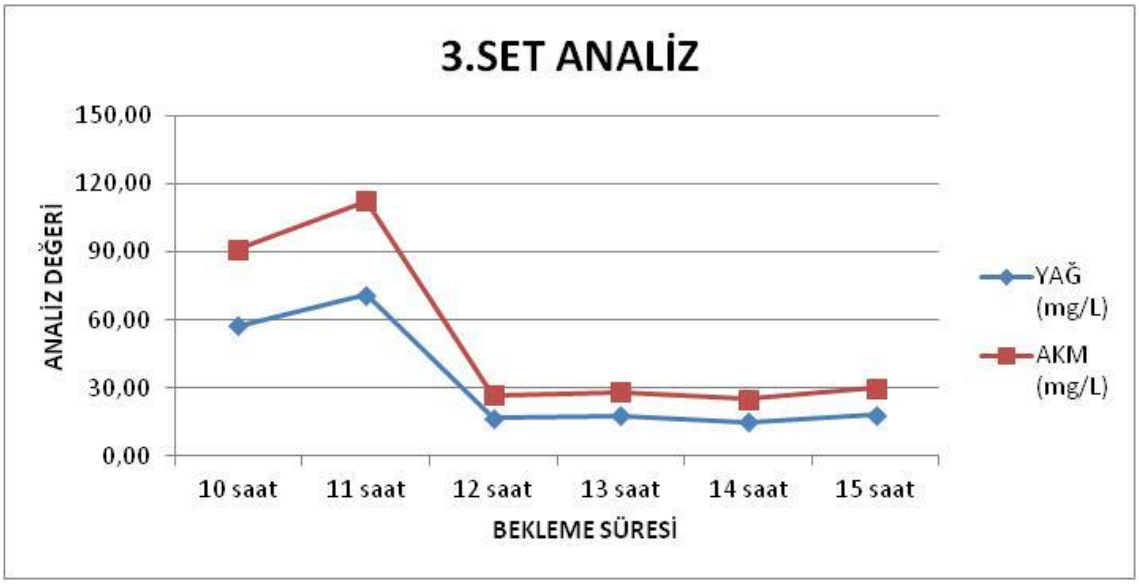
Şekil 4.2. 1. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.2'de gösterildiği gibi; tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 42 mg/L, AKM değeri 50 mg/L'dir. Bu değerler beklendiği gibi daha sonraki saatlerde alınan numunelerin değerlerinden yüksektir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 35 mg/L, AKM değeri 44 mg/L'dir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede ise yağ ve AKM değerinin tutarsız bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 6 mg/L, AKM değeri 11 mg/L'dir. Bu numunenin uygun şekilde alınamadığı düşünülmektedir. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 28 mg/L, AKM değeri 32 mg/L'dir. Bu değerler bir önceki saatte alınan değerlerin doğru olmadığını göstermektedir. Çünkü 11. saat ile 13. saat arasında uyumlu bir düşüş izlenebilmektedir. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 25 mg/L, AKM değeri 29 mg/L'dir. Yine uyumlu bir düşüş ile değerlerin ortalama bir bantta seyrettiği görülebilmektedir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 39 mg/L, AKM değeri 49 mg/L'dir. 15. saatte alınan değerler 10. saatteki değerlerden düşük, 11. ve sonraki saatlerdeki değerlerden yüksektir.



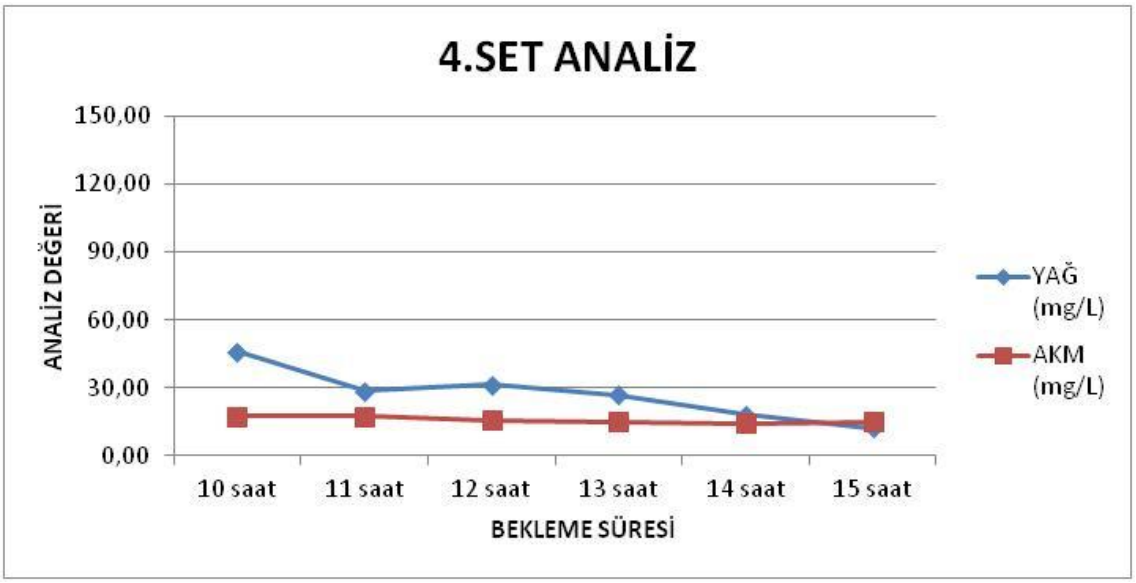
Şekil 4.3. 2. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.3'te gösterildiği gibi; tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 29 mg/L, AKM değeri 36 mg/L'dir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 70 mg/L, AKM değeri 87 mg/L'dir. Bekleme süresi arttığı halde değerlerin düşmemiş olması beklenenin dışındadır. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 46 mg/L, AKM değeri 58 mg/L'dir. Bu düşüş uygundur ve beklentiyi karşılamaktadır. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 62 mg/L, AKM değeri 78 mg/L'dir. Bu yükselme tesadüfi olabileceği gibi, optimum ayrışım süresinin aşıldığını da gösteriyor olabilir. Bu değerlendirme tekrarlanan analizler neticesinde karara bağlanacaktır. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 57 mg/L, AKM değeri 71 mg/L'dir. 14. saate ait değerler 13. saate ait değerlerden düşük, 12. saate ait değerlerden yüksektir. Değerler küçük yükseliş ve düşüşler göstermekle birlikte uygun bir bantta seyretmektedir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede ise yağ ve AKM değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tankın 15.saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 121 mg/L, AKM değeri 145 mg/L'dir. Hem yağ hem de AKM analiz sonucu beklenmedik şekilde yüksek çıktığından, bu numunenin uygun şekilde alınamadığı düşünülmektedir.



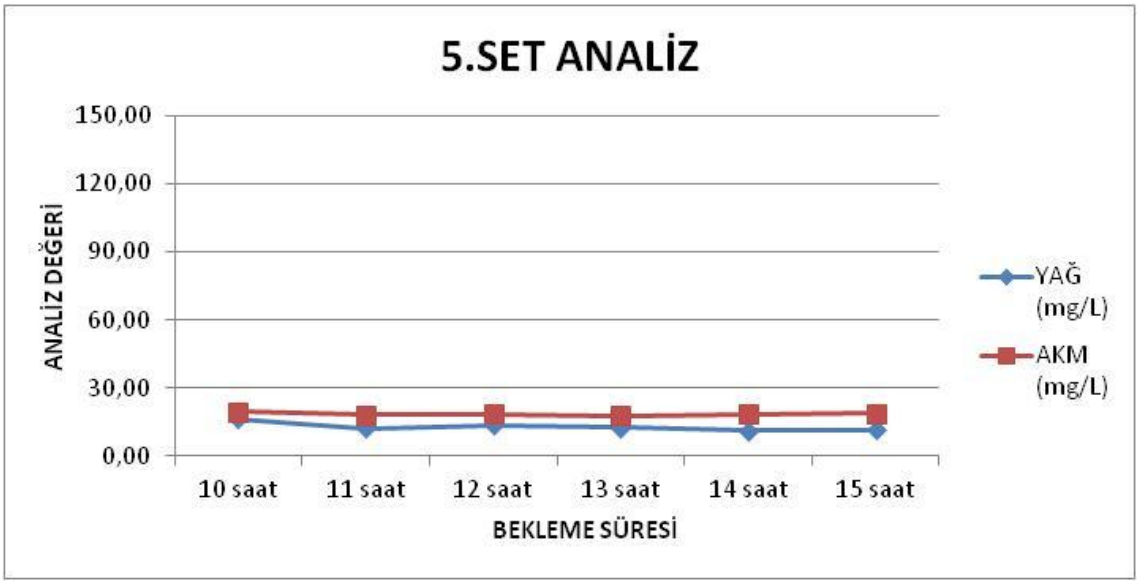
Şekil 4.4. 3. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.4'de gösterildiği gibi; tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 58 mg/L, AKM değeri 91 mg/L'dir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 71 mg/L, AKM değeri 112 mg/L'dir. Değerler bir önceki saate göre yüksek olmakla beraber farklar çok yüksek değildir, kabul edilebilirdir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 17 mg/L, AKM değeri 27 mg/L'dir. 12. saat bekleme süresinde dramatik bir düşüş kaydedilmiştir. Bu olumlu seyir daha sonraki saatlerde de devam etmiş ve uygun bir bantta seyretmiştir. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 18 mg/L, AKM değeri 28 mg/L'dir. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 15 mg/L, AKM değeri 25 mg/L'dir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 18 mg/L, AKM değeri 30 mg/L'dir.12 saat bekleme süresinden sonraki küçük düşüş yükselişler kabul edilebilir bir seyirdedir.



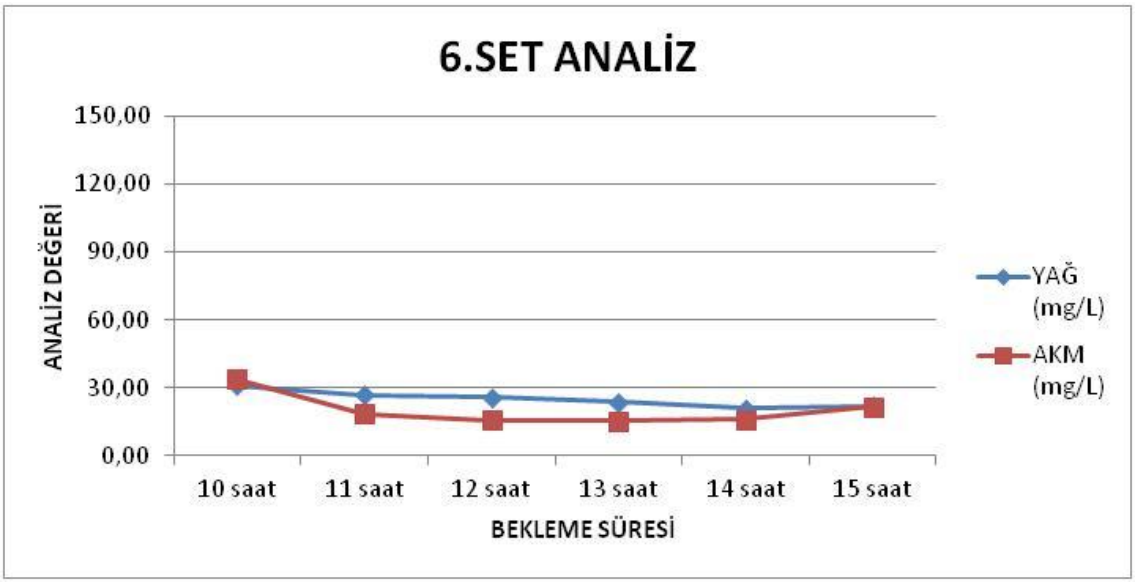
Şekil 4.5. 4. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.5'te gösterildiği gibi; tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 46 mg/L, AKM değeri 18 mg/L'dir. Tankın 11.saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 29 mg/L, AKM değeri 18 mg/L'dir. 11. saat itibari ile düzgün ve uygun bir seyirde devam eden değerlerin küçük düşüş yükselişleri kabul edilebilir düzeydedir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 32 mg/L, AKM değeri 16 mg/L'dir. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 27 mg/L, AKM değeri 15 mg/L'dir. 14. ve 15. saat bekleme süresinde alınan yağ değerlerinde tekrar bir düşüş kaydedilmiştir, AKM değerinde bir düşüş gözlemlenmemiştir. 14. saat yağ değeri 18 mg/L, AKM değeri 14 mg/L'dir. 15. saat yağ değeri 12 mg/L, AKM değeri 15 mg/L'dir.



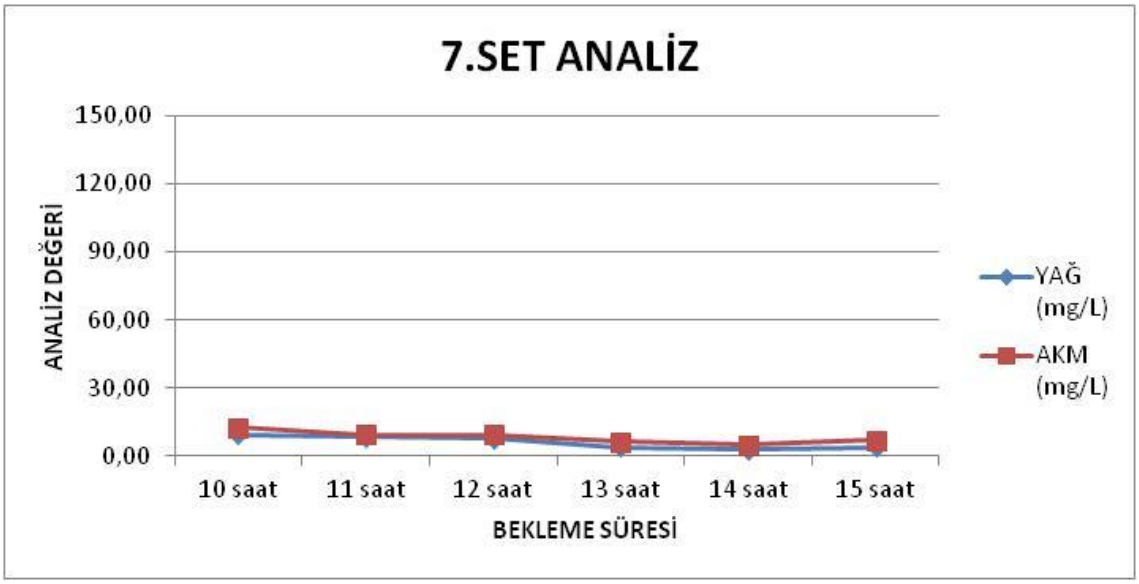
Şekil 4.6. 5. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.6'da gösterildiği gibi; bu analiz setinin 10. saatten 15. saate kadar tüm bekleme sürelerinde uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Küçük düşüş ve yükselişler kabul edilebilir bir seviyededir. Tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 16 mg/L, AKM değeri 20 mg/L'dir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 12 mg/L, AKM değeri 18 mg/L'dir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 14 mg/L, AKM değeri 19 mg/L'dir. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 13 mg/L, AKM değeri 18 mg/L'dir. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 11 mg/L, AKM değeri 19 mg/L'dir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 12 mg/L, AKM değeri 19 mg/L'dir.



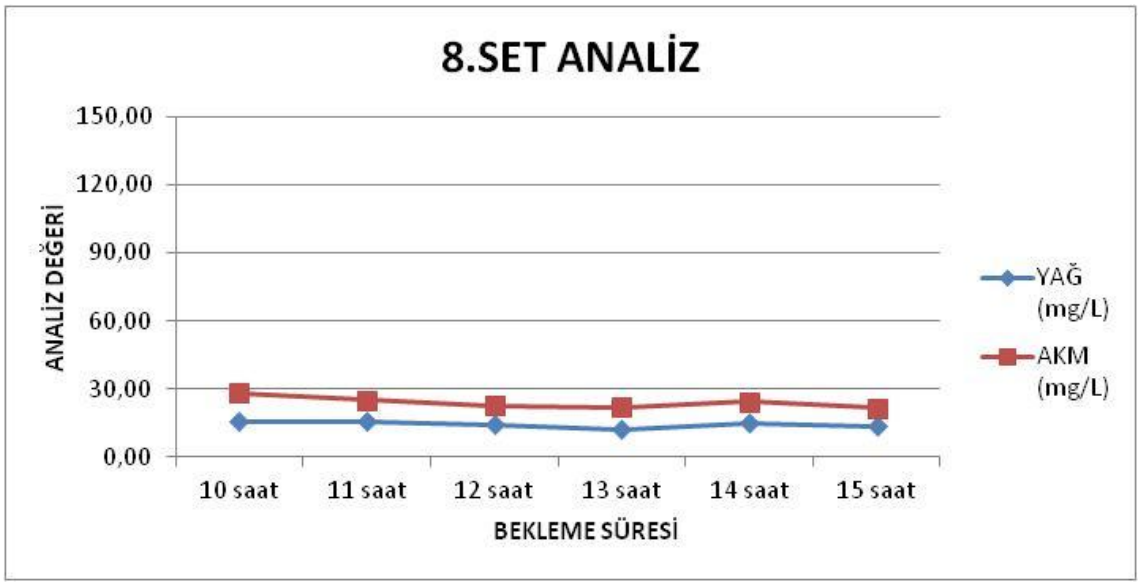
Şekil 4.7. 6. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.7'de gösterildiği gibi; tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 31 mg/L, AKM değeri 34 mg/L'dir. 10. saatten sonra alınan tüm değerlerde bir düşüş gözlemlenmiştir. Değerler uygun ve stabildir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 27 mg/L, AKM değeri 19 mg/L'dir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 26 mg/L, AKM değeri 16 mg/L'dir. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 24 mg/L, AKM değeri 16 mg/L'dir. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 21 mg/L, AKM değeri 16 mg/L'dir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 22 mg/L, AKM değeri 22 mg/L'dir. 15.saat değerlerindeki yükseliş kabul edilebilir bir seviyededir.



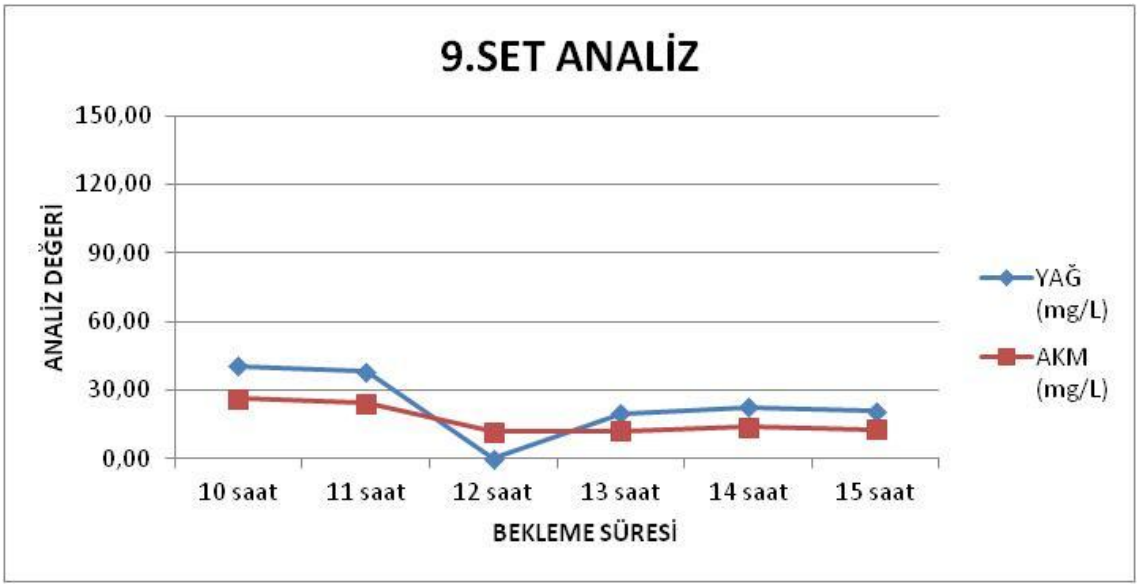
Şekil 4.8. 7. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.8'de gösterildiği gibi; bu analiz setinin 10. saatten 15. saate kadar tüm bekleme sürelerinde uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Küçük düşüş ve yükselişler kabul edilebilir bir seviyededir. Tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 10 mg/L, AKM değeri 13 mg/L'dir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 8 mg/L, AKM değeri 10 mg/L'dir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 8 mg/L, AKM değeri 10 mg/L'dir. En büyük düşüş 13. saatte yaşanmıştır. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 4 mg/L, AKM değeri 6 mg/L'dir. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 3 mg/L, AKM değeri 5 mg/L'dir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 4 mg/L, AKM değeri 7 mg/L'dir.



Şekil 4.9. 8. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

Şekil 4.9'da gösterildiği gibi; bu analiz setinin 10. saatten 15. saate kadar tüm bekleme sürelerinde uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Küçük düşüş ve yükselişler kabul edilebilir bir seviyededir. Tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 16 mg/L, AKM değeri 28 mg/L'dir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 16 mg/L, AKM değeri 25 mg/L'dir. 12. ve 13. saatte yağ değerinde düşüş kaydedilmiştir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 14 mg/L, AKM değeri 23 mg/L'dir. Tankın 13. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 12 mg/L, AKM değeri 22 mg/L'dir. 13. saatten sonra küçük bir yükseliş kaydedilmiştir. Tankın 14. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 15 mg/L, AKM değeri 24 mg/L'dir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 14 mg/L, AKM değeri 22 mg/L'dir.



Şekil 4.10. 9. Analiz Setine Ait Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

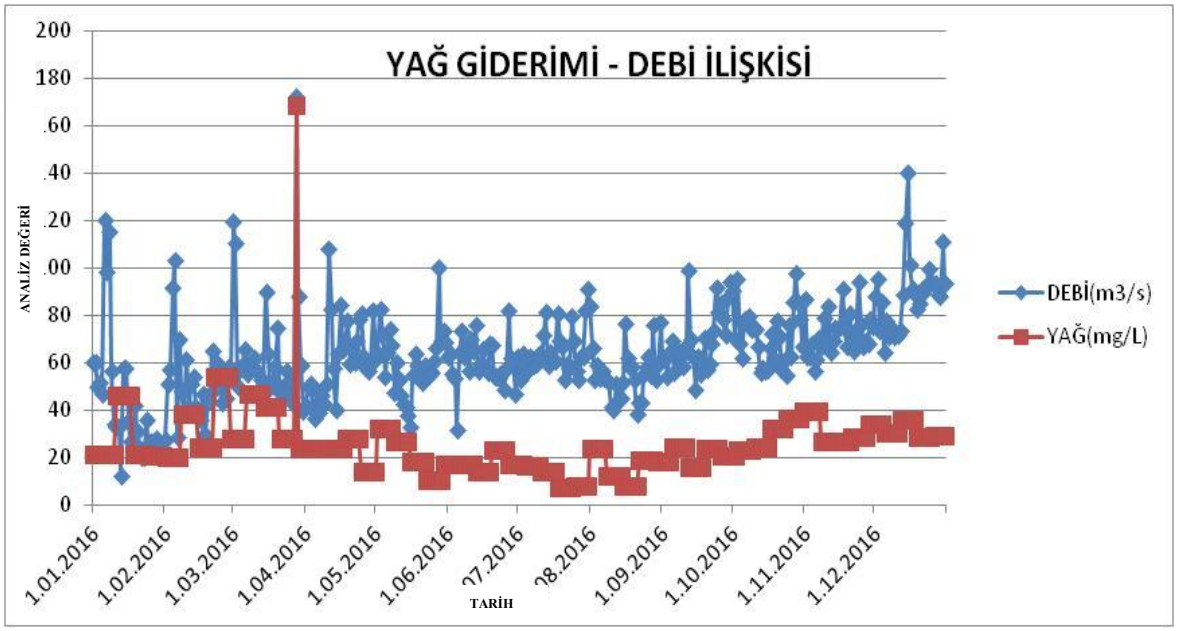
Şekil 4.10'da gösterildiği gibi; Tankın bekleme süresinin 10. ve 11. saatlerinde değerler küçük bir düşüşle seyretmiştir. Tankın 10. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 41 mg/L, AKM değeri 26 mg/L'dir. Tankın 11. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 38 mg/L, AKM değeri 24 mg/L'dir. 12. saat bekleme süresinde ise alınan değerlerde büyük bir düşüş kaydedilmiştir. Tankın 12. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 19 mg/L, AKM değeri 12 mg/L'dir. 13.saatte değerler bir önceki saat ile aynı seyretmiştir. 14. ve 15. saatlerde ise 12. saate göre daha yüksek değerler kaydedilmiştir. Tankın 14.saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 23 mg/L, AKM değeri 14 mg/L'dir. Tankın 15. saat bekleme süresinde alınan numunede yağ değeri 21 mg/L, AKM değeri 13 mg/L'dir.

4.2.2.Aynı Bekleme Süresindeki Analiz Sonuçlarının Ortalamaları ve 2016 Yılı Verilerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi

9 analiz setinin 10. saat bekleme süresi ile alınan verileri bir araya getirilerek ortalamaları alınmıştır. Aynı işlem 11., 12., 13., 14., ve 15.saat bekleme süreleri içinde uygulanmıştır. Çizelge 4.5'te bu veriler görülebilmektedir. Böylelikle ortalama olarak hangi bekleme süresinde en verimli ayrışımın yapıldığına karar verilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada yanlış olduğu düşünülen iki analiz sonucu verisi değerlendirmeyi yanlış etkilememesi açısından ortalama alınırken hesaba katılmamıştır.

Daha sonra bu ortalama veriler, bir yıl boyunca (2016 yılında) haftalık olarak alınan numunelerin analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır. 2016 yılında alınan veriler operasyon şartlarına göre 7 saat ile 20 arasında bekleme sürelerine aittir. Bu bekleme süreleri gelen atıksu debisinin gösterdiği değişiklik sebebi ile farklı farklıdır. Yağ değerlerinin gelen debi ile ilişkisi Şekil 4.11'de görülmektedir.



Şekil 4.11. 2016 Yılı Haftalık Numunelerin Yağ Analiz Değerleri İle Atıksu Debisinin İlişkisi

Grafikte görüldüğü gibi genel olarak debi artışı ile tankın çıkışındaki suyun yağ değerleri artışında bir uyum vardır. Yıl boyunca debi dört defa 120 m3/saatin üzerinde kaydedilmiştir, bu durumların üçünde yağ değeri 50 mg/L'e yakın veya üzerinde ölçülmüştür, bir defasında ise 40 mg/L ölçülmüştür. Debi 120 m2/saati geçtiği zaman, 1200 m3 hacimli tankın bekleme süre 10 saatin altına düşmektedir. Debi 60 m3/saat ile 120 m3/saat aralığındayken, yani bekleme süresi 20 saatin altında 10 saatin üzerindeyken, yağ değerleri genel olarak 30 mg/L'dir. Yağ ve AKM analiz değerleri ayrıntılı olarak Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı Analiz Setlerinin Aynı Bekleme Sürelerinde Alınan Yağ ve AKM Analiz Sonuçları

BEKLEME SÜRESİ	ANALİZ SETİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
10 Saat	1	42	50
	2	29	36
	3	58	91
	4	46	18
	5	16	20
	6	31	34
	7	10	13
	8	16	28
	9	41	26
	ORT	**32**	**35**

BEKLEME SÜRESİ	ANALİZ SETİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
11 Saat	1	35,2	43,5
	2	69,7	87,1
	3	71,1	112,3
	4	28,6	17,6
	5	12,3	18,3
	6	26,9	18,6
	7	8,4	9,6
	8	15,6	25,2
	9	38,1	24,4
	ORT	**34**	**39,6**

BEKLEME SÜRESİ	ANALİZ SETİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
12 Saat	1	-	-
	2	46	58
	3	17	27
	4	32	16
	5	14	19
	6	26	16
	7	8	10
	8	14	23
	9	19.0	12
	ORT	**22**	**22**

BEKLEME SÜRESİ	ANALİZ SETİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
13 Saat	1	28	32
	2	62	78
	3	18	28
	4	27	15
	5	13	18
	6	24	16
	7	4	6
	8	12	22
	9	20	12
	ORT	**23**	**25**

BEKLEME SÜRESİ	ANALİZ SETİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
14 Saat	1	25	29
	2	57	71
	3	15	25
	4	18	14
	5	11	19
	6	21	16
	7	3	5
	8	15	24
	9	23	14
	ORT	**21**	**24**

BEKLEME SÜRESİ	ANALİZ SETİ	YAĞ (mg/L)	AKM (mg/L)
15 Saat	1	39	49
	2	-	-
	3	18	30
	4	12	15
	5	12	19
	6	22	22
	7	4	7
	8	14	22
	9	21	13
	ORT	**18**	**22**

10. saat bekleme süresi değerleri ile 11. saat bekleme süresi değerleri karşılaştırıldığında; 11. saat değerlerinin 10.saat değerlerinden yağ için ortalama % 6, AKM için ise % 11 fazla olduğu görülmektedir. Yani bir saat daha fazla beklediği halde değerler kötüleşmiştir.

11. saat bekleme süresi değerleri ile 12. saat bekleme süresi değerleri karşılaştırıldığında; 12. saat değerlerinin 11.saat değerlerinden yağ için ortalama % 34, AKM için ise % 43 az olduğu görülmektedir. Yani 12. saatte oldukça iyi bir giderim elde edilebilmektedir.

12. saat bekleme süresi değerleri ile 13. saat bekleme süresi değerleri karşılaştırıldığında; 13. saat değerlerinin 12.saat değerlerinden yağ için ortalama % 3, AKM için ise % 11 fazla olduğu görülmektedir. Yani bir saat daha fazla beklediği halde değerler kötüleşmiştir.

13. saat bekleme süresi değerleri ile 14. saat bekleme süresi değerleri karşılaştırıldığında; 14. saat değerlerinin 13. saat değerlerinden yağ için ortalama % 9, AKM için ise % 5 az olduğu görülmektedir. Yani 14. saatte 13. saate göre daha iyi bir giderim yapılmıştır; ancak 14. saatin değerleri 12. saatten çok da farklı değildir.

14. saat bekleme süresi değerleri ile 15. saat bekleme süresi değerleri karşılaştırıldığında; 15. saat değerlerinin 14. saat değerlerinden yağ için ortalama % 16, AKM için ise % 8 az olduğu görülmektedir. Yani 15. saatte 14. saate göre daha iyi bir giderim yapılmıştır; ancak 15. saatin de değerleri 12. saatten çok da farklı değildir.

Çizelge 4.6. 2016 Yılı Haftalık Yağ ve AKM Analiz Verileri

2016 YILI KAPALI SEPERASYON TANK ÇIKIŞ ANALİZLERİ			
	Bekleme Süresi (saat)	**AKM (mg/L)**	**YAĞ ve GRES (mg/L)**
ORTALAMA		**78**	**24**
04.01.2016	> 15 saat	55	21
11.01.2016	> 15 saat	149	46
18.01.2016	> 15 saat	43	22
25.01.2016	> 15 saat	44	21
01.02.2016	> 15 saat	54	20
08.02.2016	> 15 saat	127	39
15.02.2016	> 15 saat	45	24
22.02.2016	> 15 saat	504	54
29.02.2016	> 15 saat	93	28
07.03.2016	> 15 saat	167	47
14.03.2016	> 15 saat	124	41
21.03.2016	> 15 saat	154	28
28.03.2016	<10 saat	501	169
04.04.2016	> 15 saat	141	24
11.04.2016	11 saat	88	24
18.04.2016	> 15 saat	68	28
25.04.2016	14 saat	65	14
02.05.2016	> 15 saat	133	32
09.05.2016	> 15 saat	121	27
16.05.2016	> 15 saat	53	19
23.05.2016	> 15 saat	35	10
30.05.2016	> 15 saat	39	18
06.06.2016	> 15 saat	105	17
13.06.2016	15 saat	40	14
20.06.2016	> 15 saat	108	23
27.06.2016	14 saat	60	17
04.07.2016	> 15 saat	56	17
11.07.2016	> 15 saat	49	15
18.07.2016	14 saat	28	7
25.07.2016	> 15 saat	30	8
01.08.2016	14 saat	88	24
08.08.2016	> 15 saat	55	13
15.08.2016	> 15 saat	40	8
22.08.2016	> 15 saat	58	19
29.08.2016	> 15 saat	52	19
05.09.2016	> 15 saat	72	25
12.09.2016	12 saat	39	16
19.09.2016	> 15 saat	78	24
26.09.2016	14 saat	62	21
03.10.2016	13 saat	69	23
10.10.2016	> 15 saat	107	24
17.10.2016	> 15 saat	75	32
24.10.2016	> 15 saat	102	36
31.10.2016	> 15 saat	186	40
07.11.2016	> 15 saat	300	168
14.11.2016	> 15 saat	62	27
21.11.2016	> 15 saat	100	29
28.11.2016	> 15 saat	136	34
05.12.2016	> 15 saat	51	30
12.12.2016	> 15 saat	54	36
19.12.2016	14 saat	41	29
26.12.2016	12 saat	40,7	29

22.02.2016 ve 07.11.2016 tarihlerine ait analiz sonuçları tutarlı bulunmadığından ortalamaya katılmamıştır. Numunelerin uygun alınmadığı düşünülmektedir. 28.03.2016 tarihinde ise değerlerin yüksekliği debinin yüksek, haliyle bekleme süresinin düşük olmasındandır. O tarihte debi 172 m^3/saat, bekleme süresi 7 saattir. O tarihe ait veriler de normal operasyon şartlarını yansıtmadığından ortalamaya katılmamıştır. Çünkü bu debinin sebebi aşırı yağmurdur ve yağmurlu zamanlarda eski sistemle (API/PPI/Dengeleme) koordineli çalışılmaktadır.

2016 yılı verilerinden yola çıkarak yıllık ortalama 24,3 mg/L yağ, 78,4 mg/L AKM değeri bulunan kısmi atıksyun Kapalı Ayrışım Tanklarından DAF Havuzuna transfer edildiği görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında yapılan 9 analiz setindeki 10 saat – 15 saat arasındaki bekleme sürelerinde alınan numunelerin analiz sonuçlarının ortalama AKM değeri, 2016 yılı ortalama AKM değerinden düşüktür. Ancak 10 saat ve 11 saat bekleme sürelerinden iki adet AKM analiz sonucu 2016 yılı ortalama AKM değerinden yüksek çıkmıştır.

Yağ değerleri incelendiğinde ise; 10. saat ve 11. saat dışındaki tüm bekleme sürelerindeki değerler 2016 yılı ortalama yağ değerinden düşüktür. Yani 12 saat ve üzeri bekleme süresi ile yıllık ortalama yağ değeri elde edilebilmektedir.

4.2.3.Optimum Ayrışım Süresi İle İlgili Genel Değerlendirme

Kapalı Ayrışım Tank Sistemi dizayn edilirken; tanktan çıkan ve DAF'a transfer edilen kısmi arıtılımış atıksuyun 80 mg/L'nin altında Yağ, 200 mg/L'nin altında AKM ihtiva etmesi gerektiği belirlenmiştir. Dizayn aşamasında en uygun ayrışımın ise 12 saatlik bekleme süresi ile elde edeceği hesaplanmıştır. Tez çalışmasında yapılan analizler ve karşılaştırmalı veriler göstermektedir ki 10 saat ile 15 saat arasındaki bekleme süresi sonucu elde edilen tüm veriler dizayn aşamasında belirlenen DAF'a transfer edilecek tank çıkış suyunun karakterini karşılayabilmektedir. Ancak farklı bekleme sürelerinden elde edilen veriler birbirleri ile ve yıllık ortalamalar ile karşılaştırıldığında 12.saatlik bekleme süresinde 10. ve 11. saate göre oldukça iyi bir giderim yapıldığı tespit edilmiştir. 12. saatten sonraki bekleme sürelerinde ise kısmi düşüşler gözlemlenmekle birlikte giderimde önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

2016 yılı debi ve yağ değerleri de incelendiği zaman Kapalı Ayrışım Tanklarındaki bekleme süresinin yıl içerisinde bir defa 10 saatin altına indiği ve o tarihte de istenilen giderimin yapılamadığı görülmüştür. Bu durumdan bekleme süresinin 10 saatin altında indirilmemesinin daha sağlıklı olacağı sonucu çıkmaktadır.

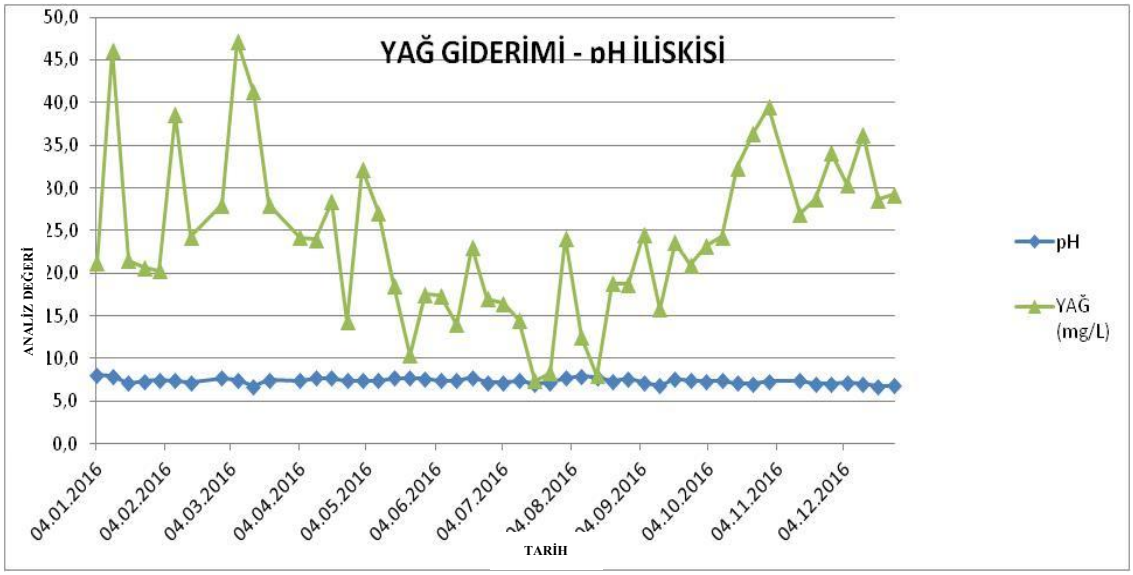
Bu durumda normal operasyonda optimum 12 saat dinlendirilmesi gereken Kapalı Ayrışım Tankları için; maksimum debide 10 saat dinlendirilmesi gerektiği, daha yüksek debilerde ise eski sistemle entegre çalıştırılabileceği sonucu çıkmaktadır. Normal operasyon şartlarında 12. saatin üzerinde bir dinlendirme süresine ihtiyaç olmadığı sonucu çıkmıştır. Tanklar 12 saat dinlendirilmeli, eğer düşük debiler sayesinde fazladan bir zaman kalırsa bu zaman tank temizlikleri için değerlendirilmelidir.

4.3.Yağ Giderimi- pH İlişkisi

Çizelge 4.7. 2016 Yılı Haftalık Yağ ve pH Analiz Verileri

2016 YILI KAPALI SEPERASYON TANK ÇIKIŞ		
	pH	YAĞ (mg/L)
ORTALAMA	7,4	24,3
04.01.2016	8,1	21,2
11.01.2016	7,9	46,2
18.01.2016	7,1	21,5
25.01.2016	7,3	20,7
01.02.2016	7,5	20,3
08.02.2016	7,4	38,6
15.02.2016	7,2	24,3
29.02.2016	7,7	28,0
07.03.2016	7,5	47,2
14.03.2016	6,7	41,3
21.03.2016	7,5	28,0
04.04.2016	7,4	24,2
11.04.2016	7,7	24,0
18.04.2016	7,7	28,4
25.04.2016	7,4	14,3
02.05.2016	7,4	32,2
09.05.2016	7,4	27,1
16.05.2016	7,7	18,6
23.05.2016	7,7	10,4
30.05.2016	7,6	17,5
06.06.2016	7,4	17,4
13.06.2016	7,4	14,0
20.06.2016	7,8	23,1
27.06.2016	7,2	17,0
04.07.2016	7,2	16,5
11.07.2016	7,4	14,5
18.07.2016	7,0	7,4
25.07.2016	7,2	8,3
01.08.2016	7,7	24,1
08.08.2016	7,9	12,5
15.08.2016	7,8	8,0
22.08.2016	7,3	18,8
29.08.2016	7,6	18,7
05.09.2016	7,2	24,6
12.09.2016	6,8	15,8
19.09.2016	7,6	23,6
26.09.2016	7,4	21,0
03.10.2016	7,3	23,2
10.10.2016	7,4	24,3
17.10.2016	7,1	32,4
24.10.2016	7	36,4
31.10.2016	7,3	39,5
14.11.2016	7,4	27
21.11.2016	7	28,7
28.11.2016	7	34,1
05.12.2016	7,2	30,4
12.12.2016	7	36,3
19.12.2016	6,7	28,6
26.12.2016	6,8	29,2

2016 yılında alınan haftalık analizlerin pH değerleri Çizelge 4.7'de yer almaktadır. Literatürde yer alan yüksek pH değerinin yağ giderimin kötü etkilediği bilgisi incelenmek istendiği için bu analiz verileri kullanılmıştır. Ancak Çizelge 4.7 ve Şekil 4.12'den de görülebileceği gibi pH değerleri 6,7 – 8,1 aralığındadır. Büyük dalgalanmalar mevcut değildir.



Şekil 4.12. 2016 Yılı Haftalık Numunelerin Yağ Analiz Değerleri İle pH İlişkisi

pH değerlerinde yüksek dalgalanmalar olmadığından ve debiden bağımsız olarak incelenemediğinden yağ ayrışımı ile ilişkisi tespit edilememiştir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Atıksu Arıtma Ünitesinde eski sistemdeki API havuzları ile yeni Kapalı Ayrışım Tank Sistemi karşılaştırıldığında; havuz yüzey alanının azalmasına paralel olarak VOC Emisyonu miktarı % 93 oranında azalmıştır. VOC emisyonunun azalmasının sebebi; daha önce yağ/su/çamur ayrışımı açık API havuzlarında yapılırken ve bu durum buharlaşmaya sebep olurken, ayrışımın kapalı tanklarda yapılmaya başlaması ile atıksuyun atmosferle temasının kesilmiş olmasıdır. % 93 VOC emisyonu azaltım oranı, üzeri açık olan API havuzu ile Kapalı Ayrışım Tank Sisteminde bulunan giriş havuzunun yüzey alanlarının karşılaştırılması ile atıksuyun içerisindeki VOC konsantrasyonu hesaba katılarak bulunmuştur.

DAF Havuzuna beslenen kısmi arıtılmış atık suyun kalitesinde, ortalama AKM % 91, COD % 66, Yağ % 51 ve Hidrokarbon % 29 oranında azaltılarak, iyileşme sağlanmıştır. Bu iyileşme hem DAF Havuzunda kullanılan kimyasalların azalmasına hem de Aktif Çamur Havuzunda yapılan biyolojik arıtmanın daha sağlıklı yürütülmesine olanak sağlamıştır. Arıtmanın iyileşmesinin sebebi, Kapalı Ayrışım Tank Sistemi ile ayrışım için gerekli olan bekleme süresinin daha uygun hale getirilmiş olmasıdır.

Performans Testleri sonucunda Kapalı Ayrışım Tanklarının arıtma veriminin ortalama % 80 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran tanka giren atıksu analiz değerleri ile tanktan kısmi arıtılmış olarak çıkan atıksu analiz değerleri karşılaştırılarak bulunmuştur.

Kapalı Ayrışım Tanklarının 10 saat ile 15 saat arası bekleme süresi ile çalıştırılabileceği görülmüştür. Bu karara, farklı bekleme sürelerinde alınan tank çıkış suyu analizleri dikkate alınarak varılmıştır.

Ayrışım için, optimum bekleme süresi 12 saattir. 12 saatin üzerinde bir bekleme süresinin ayrışıma büyük bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç birincil arıtma için 12 saatin üzerinde bir bekleme süresine ihtiyaç duyulmayacağı sonucu ile, operasyonun daha sağlıklı yürütülmesine imkan sağlamıştır.

Kapalı Ayrışım Tank çıkışlarındaki pH değeri 6.7 – 8.1 aralığındadır, yüksek dalgalanmalar yaşanmadığından ve debiden bağımsız olarak incelemediğinden pH değişiminin ayrışıma etkisi tespit edilememiştir.

6.KAYNAKLAR

Afshin, P., Toraj, M. 2008. Wastewater treatment of desalting units. ***Desalination*** 222 (08) 249–254

Alejandra, R., Guillem, C., Eva, G., Xavier, R., Ma, J.B., Xavier, G. 2007. Development and validation of a method for air-quality and nuisance odors monitoring of volatile organic compounds using multi-sorbent adsorption and gas chromatography/mass spectrometry thermal desorption system. ***Journal of Chromatography A***, 1140 (07) 44–55

Amitava, B. 2011. Assessment of accidental refinery wastewater discharge: a case study. ***Clean Techn Environ Policy*** (2011) 13:331–345

Ariana, M.A.P., Vı´tor, J.P.V., Cida´lia, M.S.B., Rui, A.R.B. 2014. Optimization of a primary gravity separation treatment for vegetable oil refinery wastewaters. ***Clean Techn Environ Policy*** (14) 16:1725–1734

Ariana, M.A.P., Vítor, J.P.V., Cidália, M.S.B., Rui, A.R.B. 2016. Oil and grease removal from wastewaters: Sorption treatment as an alternative to state-of-the-art technologies. A critical review. ***Chemical Engineering Journal*** 297 (16) 229–255

Basheer, H.D., Wan, M.A.W.D., A.R. Abdul A. 2011. Treatment technologies for petroleum refinery effluents: A review. ***Process Safety and Environmental Protection***, 89 (11): 95–105.

Carlos, E.S., André, F., Eva, K., Amit, B., Vítor, J.P.V., Cidália, M.S.B., Rui, A.R.B. 2015. Performance evaluation of the main units of a refinery wastewater treatment plant – A case study. ***Journal of Environmental Chemical Engineering*** 3 (15): 2095–2103

Carlos, R.N., Rafael, F., Víctor, C. 2012. Use of thermal desorption–gas chromatography–mass spectrometry (TD–GC–MS) on identification of odorant emission focus by volatile organic compounds characterization. ***Chemosphere*** 89 (12) 1426–1436

COWI. 2011. Study Requisition Document For "Installing Separation Tanks System At The Upstream Of DAF In Batman Refinery Waste Water Treatment Plant"

COWI. 2012. Study Report - Technologies For Oil Separation At Batman Refinery WWTP with special focus on VOC reduction

DEP. 2011. Specification Drainage Systems And Primary Treatment Facilities, DEP 34.14.20.31-Gen. February 2011

EPA. 1970. Environmental Protection Agency. Erişim: [https://www.epa.gov]. Erişim tarihi: 01.04.2017

Essam, A.H.Z., Dana, M.A. 2010. Fuel recovery from waste oily sludge using solvent extraction. ***Process Safety and Environmental Prote***ction 88 (10) 318–326

Fakhru'l-Razi, A., Alireza, P., Luqman, C.A., Dayang, R.A.B., Sayed, S.M., Zurina, Z.A. 2009. Review of technologies for oil and gas produced water treatment. ***Journal of Hazardous Materials*** 170 (09) 530–551

Fei, J., Chaolin, L., Xiaoqing, D., Yang, L., Dandan, W. 2009. Separation of oil from oily wastewater by sorption and coalescence technique using ethanol grafted polyacrylonitrile. ***Journal of Hazardous Materials*** 164 (09) 1346–1351

Guangji, H., Jianbing, L., Guangming, Z. 2013. Recent development in the treatment of oily sludge from petroleum industry: A review. ***Journal of Hazardous Materials*** 261 (13) 470– 490

Gündüz, F., 2012. TÜPRAŞ Batman Rafinerisi Atıksu Arıtma Ünitesi Sunumu

IPIECA. 2010. Petroleum refining water/wastewater use and management, Operations Good Practice Series. Erişim: [www.ipieca.org]. Erişim tarihi: 15.04.2017

Ju, Z., Jianbing L., Ronald, W.T., Xuan, H., Xinyuan, S. 2012. Oil recovery from refinery oily sludge via ultrasound and freeze/thaw. ***Journal of Hazardous Materials*** 203– 204 (12) 195–203

Karataş, Z., 2010. TÜPRAŞ Batman Rafinerisi İşletme El Kitabı., Batman

Kızılcan, S., 2012. TÜPRAŞ rafineri tanıtımı. Erişim: [https://www.tupras.com.tr/rafineriler]. Erişim tarihi: 01.04.2017

Li, Y., Mei, H., Fang, H. 2013. A review of treating oily wastewater. Arabian Journal of Chemistry. Erişim: [http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.]. Erişim Tarihi: 20.07.2013

Sanaa, J., Adewale, G., Shadi, W.H. 2015. Recent improvements in oily wastewater treatment: Progress, challenges, and future opportunities. ***Journal of Environmental Sciences*** 37 (15) 15 – 30

SKKY. 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Erişim:[http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr]. Erişim tarihi: 01.04.2017

SM. 1905. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Erişim: [https://www.standardmethods.org]. Erişim tarihi: 01.05.2017

Tae-Soon, K., Jae-Young, L. 2015. Options for reducing oil content of sludge from a petroleum wastewater treatment plant. ***Waste Management & Research***, Vol. 33 (10): 937– 940

VSEP. 2017. New Logic Research Using V-SEP to Treat Desalter Effluent Erişim: [http://www.vsep.com]. Erişim Tarihi: 01.05.2017

ÖZGEÇMİŞ

Ayla Öngören 1987'de Diyarbakır'da doğdu. İlköğretimini Mehmetçik İlköğretim Okulu'nda tamamladıktan sonra Diyarbakır Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2012 yılında göreve başladığı TÜPRAŞ Batman Rafinerisi'nde halen görev yapmaktadır.

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI İNTİHAL RAPORU FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Ayla Öngören
ÖĞRENCİ NO	11806005
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2016-2017
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	İnşaat Mühendisliği
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	RAFİNERİ YAĞLI ATIKSUYUNUN KAPALI AYRIŞIM SİSTEMİ İLE ARITILMASINDA OPTİMUM BEKLETME SÜRESİNİN BELİRLENMESİ
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	73
BENZERLİK ORANI	% 5
RAPORLAMA TARİHİ	14/09/ 2017

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 73 sayfalık kısmına ilişkin, 14/09/2017 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5'tir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
- ☐ Kaynakça hariç
- ☐ Alıntılar hariç/dâhil
- ☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve bu Uygulama Esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Ayla ÖNGÖREN

14/09/2017	14/09/2017
Doç. Dr. Fevzi ÖNEN	Doç. Dr. Halil GÖRGÜN
Tez Danışmanı	**Anabilim Dalı Başkanı**