

**ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI ATIK YAĞLAR VE
DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ**

Yücel YURTSEVEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2007

ANKARA

Yücel YURTSEVEN tarafından hazırlanan ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI ATIK YAĞLAR VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ adlı tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oybirliği ile Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Metin GÜRÜ

Üye : Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR

Üye : Doç. Dr. Ö. Murat DOĞAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Göksel ÖZKAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. S. Ferda Mutlu

Tarih : 24 / 01 / 2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yücel YURTSEVEN

**ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI ATIK YAĞLAR VE
DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Yücel YURTSEVEN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 2007**

ÖZET

Endüstriyel yağlar sanayinin hemen her alanında kullanılan teknolojinin vazgeçilmez girdilerindendir. Teknoloji gelişimine paralel olarak ta alet, araç, motor, makine gibi donanımlarda kullanılan yağların aynı oranda gelişmesi beklenmektedir. Bu anlamda endüstride kullanılan yağlara daha dayanıklı ve daha işlevsel olabilmeleri için kimyasallar ilave edilmektedir. Ancak belirli bir kullanım süresi sonunda fonksiyonlarını yitiren yağlar atık durumuna geçmekte ve içerisindeki kimyasallar dolayısı ile çevre ve insan sağlığı için tehlikeli sınıfına girmektedir.

Temizlemenin en düşük maliyetinin kirletmemek olduğu düşüncesi ile 2004 yılı içerisinde “Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” yürürlüğe girmiş ve uygulanmaktadır. Endüstriyel yağ tüketimi her geçen gün artarken alınacak önlemlerin ve uygulamaların önemi de o derece artmaktadır. Yönetmelik ile birlikte üç kategoriye ayrılan yağların geri kazanılması, yüksek dereceli fırınlarda ilave yakıt olarak kullanılmaları bu ikisinin mümkün olmadığı durumlarda ise bertaraf tesislerinde zararsız hale getirilmeleri amaçlanmaktadır.

Geri kazanma yönteminin hem hammadde tasarrufu, hem ithalat rakamlarının azaltılması, hem istihdam yaratması hem de çevre kirliliğini önlemesi amacı ile en uygun yöntem olduğu düşüncesi içerisinde hazırlanan bu çalışmada, Türkiye'nin durumu gözler önüne serilmeye çalışılmıştır.

Bilim Kodu : 903.2.021
Anahtar Kelimeler : Madeni yağ, atık yağ, atık yönetimi, geri dönüşüm
Sayfa Adedi : 121
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR

INDUSTRIAL WASTE OIL AND EVALUATION METHODS
(M.Sc. Thesis)

Yücel YURTSEVEN

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
January 2007

ABSTRACT

Industrial oil is the essential input of technology that using all of the industry areas. Besides of technology development, oil which used in engine, machine and equipment should be improved at the same ratio.

For more stable and more functional purpose, some chemicals are added to the industrial oil. Although at the end of the shelf life, oil lose their properties and get waste oil. Because of including certain chemicals, these oil are dangerous for environment and human health. The cheapest cleaning method is to avoid of dirty. With this idea, “Waste Oil Control Regulations” published in 2004 and have been applied. When consumption of industrial oil increase day by day, importance of taking the necessary measurements and applications will be increased. With the regulations, the oil divided into 3 categories. Got back of the oil, used as an adding fuel in high temperature ovens. If impossible to use for these two cases, there will be intended to bring undangerous in removing plants.

In this study, with using of the get back methods, saving raw material, decreasing of import costs, creating employment and prevention of environment dirtiness. Have explained with the regarding of Turkey’s statement.

Science Code	: 903.2.021
Key Words	: Metallic oil, waste oil, waste management, recycle.
Page Number	: 121
Adviser	: Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın tümünde göstermiş olduğu yol ve yöntemler ile bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Sn. Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR'e , yine bu günlere erişmemde en büyük pay sahibi olan, maddi manevi desteklerini her zaman üzerimde hissettiğim fedakar bir o kadarda sabırlı aileme, birçok verilerin erişilmesi hususunda desteklerini esirgemeyen Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Dairesi çalışanlarına, Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı Sn. Mustafa ÖZTÜRK'e, tesislerinin kapılarını bana açan ve ellerinden geldiğince bilgi paylaşımı sağlayan DENGE Geri Dönüşüm Şirket çalışanlarına, değerli aile dostumuz Yüksek Kimya Mühendisi Sn Mehmet OKUTAN'a, huzurlarınızda teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarımın bu konuda çalışan tüm meslektaşlarıma yararlı olması temennisiyle.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1.GİRİŞ	1
2.ENDÜSTRİYEL YAĞLAR	3
2.1. Sentetik Esaslı Yağlar	3
2.2. Mineral Esaslı Yağlar	4
2.2.1. Mineral esaslı yağların sınıflandırılması	4
2.3. Sentetik ve Mineral Esaslı Yağlar Arasındaki Farklar	7
3. KATKILAR	9
4. YAĞLAYICILAR – SINIFLANDIRMA METODU – SINIFLARIN TARİFİ	15
4.1. Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Sınıflandırılması	17
4.2. Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Viskozitelerine Göre Sınıflandırması	18
4.3. Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Uygulama Alanına Göre Sınıflandırılması	20
5. KULLANILMIŞ YAĞLAR	21

Sayfa

5.1. Kullanılmış Yağ Yönetimi	25
5.2. Kullanılmış Yağ Kullanım Alanları	35
5.2.1. Yüzey ısıtıcıları	36
5.2.2. Enerji üretim santrallerinde kullanımı	39
5.2.3. Çimento, kireç ve çelik üretim tesislerinde kullanımı	39
6. KULLANILMIŞ YAĞLARININ GERİ KAZANIMI	41
6.1. Destilasyon Metodu	41
6.2. Kahire’de Kullanılan Rafinasyon Metodu	42
6.3. Asit – Kil Süreci	44
6.4. Prop Süreci	45
6.5. Propanla Ekstraksiyon Süreci	46
6.6. KTI Süreci	47
6.7. BERC Süreci	48
6.8. Recyclon Süreci	49
6.9. Atık Yağ Arıtımı İçin Örnek Bir Tesis	50
7. KULLANILMIŞ MOTOR YAĞININ GERİ KAZANILMASININ ÜSTÜNLÜKLERİ	55
8. KULLANILMIŞ YAĞLARIN ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	56
8.1. Sulara Etkisi	56
8.2. Toprağa Etkisi	59
9. KULLANILMIŞ VE KULLANILMAMIŞ YAĞLARIN ÇEŞİTLİ AÇILARDAN MUKAYESELERİ	63
10. SONUÇ VE ÖNERİLER	67

Sayfa

KAYNAKLAR	75
EKLER	78
EK-1 Grup A	79
EK-2 Grup B	80
EK-3 Grup C	82
EK-4 Grup D	84
EK-5 Grup E	86
EK-6 Grup F	91
EK-7 Grup G	92
EK-8 Grup H	93
EK-9 Grup M	95
EK-10 Grup P	97
EK-11 Grup Q	102
EK-12 Grup R	103
EK-13 Grup T	106
EK-14 Grup U	108
EK-15 Grup X	112
EK-16 Grup Z	117
EK-17 Grup Y	119
ÖZGEÇMİŞ	121

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Sentetik baz yağlar ve kullanım alanları	4
Çizelge 3.1. Benzinli motorlarda kullanılan motor yağı	10
Çizelge 4.1. Petrol ürünleri ve ilgili ürünlerin sınıflandırılmasında kullanılan harfler	17
Çizelge 4.2. TS ISO viskozite sınıflandırması	19
Çizelge 4.3. Uygulama alanına göre harf kodları	20
Çizelge 5.1. Kullanılmış yağdaki potansiyel kirleticiler	23
Çizelge 5.2. Atık yağ kategorileri ve limit değerleri	26
Çizelge 5.3. Lisanslı atık yağ geri kazanım tesisleri	28
Çizelge 5.4. Tehlikeli ve özel atıkları ilave yakıt olarak kullanmak üzere lisans alan firmalar	30
Çizelge 5.5. Bazı firmaların aylara göre endüstriyel yağ satış miktarları	33
Çizelge 9.1. Kullanılmış ve kullanılmamış yağların özellikleri	65
Çizelge 10.1. Kullanılmış yağların önerilen değerlendirme yöntemleri	68
Çizelge 10. 2. Kullanılmış dişli yağı analiz raporu	70
Çizelge 10. 3. Kullanılmış kızak yağı analiz raporu	71

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Bazı sınıflandırma örnekleri	16
Şekil 5.1. Kullanılmış yağların yüzey ısıtıcılarında kullanılması	37
Şekil 5.2. Kullanılmış yağ kullanan bir ısıtıcı	38
Şekil 6.1. Kullanılmış yağ arıtım sürecinin şematik olarak gösterimi	42
Şekil 6.2. Kahire’de kullanılan rafinasyon metodu	44
Şekil 6.3. Prop sürecinin şematik olarak gösterimi	46
Şekil 6.4. Propanla ekstraksiyon sürecinin şematik olarak gösterimi	47
Şekil 6.5. KTI sürecinin şematik olarak gösterimi	48
Şekil 6.6. Berc sürecinin şematik olarak gösterimi	49
Şekil 6.7. Recyclon sürecinin şematik olarak gösterimi	49
Şekil 8.1. Bazı petrol ürünü türlerinin suda dağılma hızı	56
Şekil 8.2. Kullanılmış yağ toplama tesisi şeması	61

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. İZAYDAŞ tehlikeli atık yakma tesisi	35
Resim 6.1. Atık yağların arıtımı için uygulanan işlem basamakları	50
Resim 8.1. Kullanılmış yağların gelişi güzel sulara bırakılması	59
Resim 8.2. Kullanılmış yağların toprakta oluşturduğu kirlilik	60
Resim 8.3. Sert zemine dökülen yağ görüntüsü.....	61
Resim 8.4. Kullanılmış yağ geri kazanım merkezi – Avrupa	62
Resim 8.5. Kullanılmış yağ işleyen tesisten görüntüler – Türkiye	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
$^{\circ}\text{C}$	Derece Santigrat
CH	Karbonhidrat
CSt	Sentistoke
F°	Fahrenayt
kCal/kg	Kilokalori / kilogram
km	Kilometre
kWh	Kilowattsaat
m^2	Metre kare
mg/kg	Miligram / kilogram
mg/L	Miligram / litre
mm^2/s	milimetrekare / saniye
$\mu\text{g/L}$	Mikrogram / litre
pH	Asitlik – bazlık derecesi
ppm	Parts per million
W	Watt

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
API	Amerikan Petrol Enstitüsü
BERC	Bartlesville Enerji Teknoloji Merkezi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
FTIR	Fourier transform infrared analiz
GDS	GDS Geri Dönüşüm Sanayi

Kısaltmalar**Açıklama****GKSD**Gas kromatografi metodu ile simule
distilasyon**IFP**

Fransız Petrol Enstitüsü

İZAYDAŞİzmit Atık Yakma ve Depolama Anonim
Şirketi**KTI**

Kinetik Teknoloji Enternasyonal

PETDER

Petrol Sanayi Derneği

TS

Türk Standartları

TÜPRAŞTürkiye Petrol Rafinerileri Anonim
Şirketi

1. GİRİŞ

Endüstriyel yağlar belirli bir kullanma süresinden sonra özelliklerini yitirmektedirler. Bu kullanım süresi kullanım yerlerine, koşullarına ve amaçlarına bağlı olarak değişmektedir. Ancak sonuçta, kullanılmış / atık yağ ismini alan ve arıtılması, ekonomiye geri kazandırılması, imhası ve çevresel değerleri olumsuz etkilememesi gereken bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanılmış yağların miktarlarının gittikçe artması, bunlardan geri kazanım gereğini de zorunlu kılmaktadır. Türkiye'nin 2004 yılındaki ham petrol ithalatının 19 560 000 ton, üretimin ise sadece 1 973 000 ton olduğu düşünülürse elde edilecek ürünün ülke ekonomisine katkısı daha iyi ortaya çıkacaktır [1].

Günümüzde atık yağların denetimli bir şekilde işlenmesi ve değerlendirilmesi için çeşitli araştırmalar yapılmakta ve yöntemler geliştirilmektedir.

Atık yağlar, rafine edildiğinde temiz bir yakıt olarak, ayrıca petrol bazlı pek çok yeni ürünün yeniden elde edilmesinde kullanılabilir. Diğer bir deyişle, atık yağların geri kazanımı ile, normalde “yenilenemez” olan bu enerji kaynağı, yeniden kullanılabilir hale gelir.

Dünyada atık yağların sadece % 35' i toplanmakta, kalan % 65' i ise denetimsiz olarak çevreye boşaltılmaktadır [2].

Geri kazanım tesisleri, enerji tasarrufunun sağlanması yanında, çevrenin korunması açısından da ayrı bir önem taşır. Atık yağlar genel olarak yakılmakta ve çevreye denetimsiz bir şekilde boşaltılmaktadır. Bu da çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bir litre atık yağ bir milyon litre suyu kirletebilmekte, 1 litre atık yağ 8 dekar yüzeyde kirlenme oluşturmaktadır [2].

Türkiye’de Basel Sözleşmesi esaslarına dayanarak hazırlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 27 Ağustos 1995’te yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmelik gereğince atık yağlar tehlikeli atık olarak kabul edilmekte ancak sahip oldukları tehlikelilik özellikleri ve çeşitli kaynaklardan oluşması nedeniyle toplanmaları, taşınmaları, bertarafları ayrı bir sistemi gerektirmektedir.

Bu çalışmada amaç; kullanılmamış endüstriyel yağların detaylı tanımlanması, kullanılmış endüstriyel yağlarla arasındaki farkın ortaya koyulması, kullanılmış endüstriyel yağların arıtılmasının ve geri dönüşümünün sağlanarak çevreye verebilecekleri zararı önlemenin yanı sıra, tekrar kullanılabilir hale getirilebilirliğinin araştırılması ve örneklerle desteklenmesidir.

2. ENDÜSTRİYEL YAĞLAR

Genel olarak endüstriyel yağlar iki katı cismi birbirinden ayırmak ve sürtünme gücünü en aza indirerek kolay hareketi sağlamak için kullanılan maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Bir yağın temel kullanım amacı sürtünmeyi azaltarak hareketi kolaylaştırmaktır. Bunun yanı sıra donanımında oluşan ısıyı gidermek, güç kaybını önlemek, yüzeyleri korozyondan korumak, çalışan parçaların temizlenmesini sağlamak ve aşınmayı engellemektir [3].

Endüstriyel yağların üretiminde yaklaşık % 85 – 90 oranında baz yağ, % 10 – 15 oranında ise katkı maddeleri kullanılmaktadır [3].

Endüstriyel yağlar elde edilişlerine göre başlıca iki grupta toplanırlar.

1. Sentetik esaslı yağlar
2. Mineral esaslı yağlar

2.1. Sentetik Esaslı Yağlar

Sentetik yağlar, doğal yapıya sahip diğer yağların görev yapamayacakları hallerde yağlamayı yapabilmek gayesiyle kimyasal olarak elde edilir ve kullanılırlar. Sentetik baz yağlara örnek olarak Çizelge 2.1 verilebilir.

Çizelge 2.1. Sentetik baz yağlar ve kullanım alanları [3]

	Uygulama Alanları
Polialfa olefin (PAO)	Otomotiv ve sanayi
Dibazik asit ester	Havacılık ve otomotiv
Poliol ester	Havacılık ve otomotiv
Alkillenmiş aromatik	Otomotiv sanayi
Polialkillenmiş glikol (PAG)	Sanayi
Fosfatlı ester	Sanayi

2.2. Mineral Esaslı Yağlar

Ham petrolün destilasyonu sonucunda elde edilen dip ürünün (bakiye), yeniden mineral yağ elde edilebilecek şekilde rafinasyona tabi tutulmasıyla elde edilirler. Başlıca ince, orta ve ağır yağlardır.

Mineral esaslı yağlar ile hayvani ve bitkisel yağlar arasındaki fark, hayvani ve bitkisel yağların yapılarında bir oksijen köprüsünün bulunmasıdır.

2.2.1. Mineral esaslı yağların sınıflandırılması

Mineral esaslı yağlar kimyasal yapı bakımından başlıca 3 gruba ayrılır.

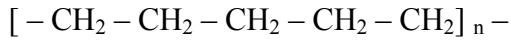
1. Alifatik
2. Aromatik
3. Karışık (Alifatik ve aromatik)

Alifatik yapıda olan mineral esaslı yağlar

Parafinik esaslı baz yağlar

Parafinik esaslı ham petrolden elde edilirler. Yüksek akma noktası, yüksek alevlenme noktası, yüksek Amerikan Petrol Enstitüsü (API) gravitesi ve yüksek viskozite indeks özelliklerine sahip olan parafinik esaslı baz yağlar oksidasyon kararlılığının önemli olduğu tüm endüstriyel yağların üretiminde ana hammadde olarak kullanılmaktadır [3].

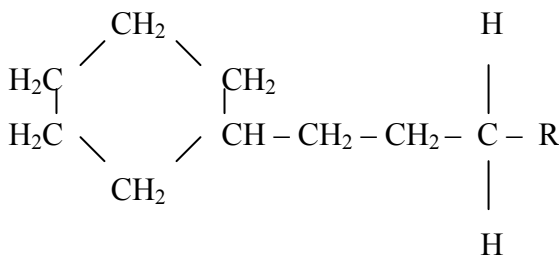
Parafinik mineral yağların yapısı şöyledir



Naftanik esaslı baz yağlar

Naftanik esaslı petrolden elde edilirler. Çok düşük akma noktası, düşük alevlenme noktası, düşük API gravitesi özelliklerine sahiptirler. Parafinik baz yağlardan daha düşük viskozite indekse sahip olan naftanik esaslı baz yağlar ise gresler, trafo yağları, metal işleme yağları ve çok düşük sıcaklık taleplerine cevap vermesi gereken bazı özel yağların (soğutucu kompresör yağları) üretiminde kullanılmaktadır [3].

Naftanik yapıda olanların bağ yapılarında ise CH grupları bir zincir yerine bir halka oluştururlar.



Kaba formülü bakımından her ne kadar aromatik halkaya benzerse de işlevi bakımından tamamen alifatiktir.

Aromatik yapıda olan mineral esaslı yağlar

Bu yapıya sahip olan endüstriyel yağların esasını bir benzen halkası oluşturur. Aromatik sınıfın, alifatik sınıfına nazaran üstünlüğü birçok maddelerin üretilmesinde kullanılabilmeleridir. Alifatik hidrokarbonlardan yalnız alifatik bileşikler yapılabilmesine rağmen, aromatik hidrokarbonlardan birçok sınıflar türeyebilir.

Aromatik ve Alifatik yapıda olan mineral esaslı (karışık) yağlar

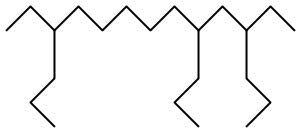
Bu tip endüstriyel yağlar hem doymuş hem de doymamış hidrokarbon molekülleri içerirler. Endüstriyel yağların özellikleri hidrokarbonların zincir yapılarına göre de şu şekilde özetlenebilir.

1- Düz parafin zinciri



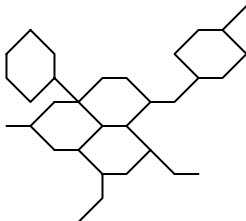
- a. Yüksek viskozite indeksi
- b. Yüksek oksidasyon kararlılığı
- c. Yüksek akma noktası

2- Dallanmış parafin zinciri



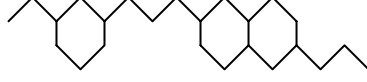
- a. Yüksek viskozite indeksi
- b. Yüksek oksidasyon kararlılığı
- c. Molekül uzunluğuna bağlı olarak düşük akma noktası

3- Naftanik halka, kısa parafin zinciri



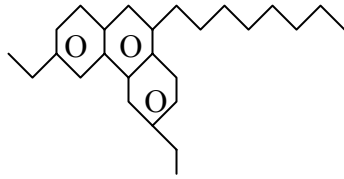
- a. Yüksek viskozite indeksi
- b. Yüksek oksidasyon kararlılığı
- c. Düşük akma noktası
- d. Soğukta plastik hale gelme

4- Naftanik halka, uzun parafin zinciri



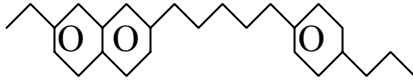
- a. Yüksek viskozite indeksi
- b. Yüksek oksidasyon kararlılığı
- c. Molekül yapısına bağlı olarak düşük akma noktası

5- Aromatik halka, kısa parafin zinciri



- a. Düşük viskozite indeksi
- b. Düşük oksidasyon kararlılığı
- c. Yüksek ısı kararlılık
- d. Molekül yapısına bağlı olarak düşük akma noktası

6- Aromatik halka, uzun parafin zinciri



- a. Düşük viskozite indeksi
- b. Aromatik halka nisbeti azaldıkça yüksek oksidasyon kararlılığı
- c. Molekül yapısına bağlı olarak düşük akma noktası

2.3. Sentetik ve Mineral Esaslı Yağlar Arasındaki Farklar

Bu iki yağ çeşidi arasındaki fark, mineral yağların doğrudan doğruya ham petrolden rafine edilmesi, sentetik yağlarınsa, rafine işlemlerinden elde edilen saf bileşenlerden kimyasal olarak üretilmesidir. Laboratuvar koşullarında özel olarak üretilen bu moleküller daha yüksek düzeyde koruma sağlar ve performansı artırır [4].

Sentetik yağların mineral esaslı yağlardan temel farkı, kullanılan özel hammadde ve katkıları dolayısıyla çok daha dayanıklı olmalarıdır. Sentetik yağlar, özellikle performansa yönelik kullanılırken, mineral yağlar genellikle daha düşük güce sahip motorlar için tercih edilir. Sentetik motor yağları genellikle mineral yağlara kıyasla

daha ince oldukları için motor içinde sürtünmeler dolayısıyla gerçekleşen güç kayıplarını azaltarak aracın daha etkin kullanımını sağlar [4].

Sentetik yağlar özellikle modern motorların karşılaşılabilecekleri en ağır koşullarla baş edebilmek için geliştirilmiştir. Sentetik yağlar geleneksel mineral yağlara oranla çok daha akıcıdır. Bu akıcılık, motor korumasını büyük ölçüde artırır. Motor ilk çalıştırıldığında mineral yağların dolaşımı belli bir zaman alır, bu da sürtünmeye yol açtığı için yağlanmamış motor parçalarında fark edilir bir aşınma oluşturur. Buna karşılık sentetik yağlar motoru çalıştırır çalıştırmaz yağlama görevini yerine getirmeye başlar ve motor içerisinde hareket halinde olan her parçayı korur.

Sentetik yağlar aynı zamanda fark edilir bir yakıt tasarrufu da sağlar. Mineral yağların ısınması ortalama bir otomobil yolculuğunda en azından on dakikalık bir zaman alır. Daha yoğun yapıları olduğu ve daha yavaş hareket ettikleri için tüm bu süre boyunca motor, daha verimsiz çalışır ve daha çok hararet yapar. Oysa sentetik yağlar çok daha kısa sürede etkin yağlamayı sağladıkları için motor kısa sürede en yüksek verime ulaşır.

Sentetik yağların bir başka üstünlüğü de daha çevreci olmalarıdır. Çünkü motor emisyonunu azaltmaya yardımcı olurlar ve katalitik dönüştürücülerin ömrünü uzatırlar. Tüm bu özellikleriyle modern sentetik yağlar, herhangi bir mineral yağa oranla çok daha üstündür [4].

Mineral esaslı baz yağlar; ham petrolün kapalı ortamlarda ısıtılarak sırası ile gaz, benzin, gazyağı, motorin gibi hafif kısımlarının ayrılmasından sonra vakum altında ısıtmaya devam edilmesi ile elde edilirler. Bu şekilde elde edilen vakum yağları rafinerilerde bir dizi süreçten geçirilir ve istenen özellikler kazandırılarak baz yağlar elde edilirler.

3. KATKILAR

Rafineride ham petrolden elde edilen baz yağlar her ne kadar yağlama görevini yerine getirir de günümüzün yüksek performanslı ekipmanlarında kullanılabilmesi ve madeni yağdan beklenen;

- . Sürtünme ve aşınmayı azaltmak
- . Soğutmayı sağlamak
- . Sızdırmazlığı sağlamak
- . Tortu ve depozit oluşumunu kontrol altında tutmak

gibi görevleri yapabilmesi için bazı katkı maddelerini içermesi gerekmektedir.

Madeni yağların üretiminde yaklaşık % 10 -15 oranında kullanılan yağa;

- . Temizleyici
- . Pas önleyici
- . Renk verici
- . Koruyucu
- . Kalınlaştırıcı
- . Viskozite indeks geliştirici
- . Aşınma önleyici
- . Oksidasyona karşı koruyucu
- . Akma noktası düşürücü
- . Köpük oluşumu önleyici

gibi özellikler kazandırmak amacı ile eklenmesi gereken maddeler katkı olarak tanımlanmaktadır [5].

Benzinli araçlarda kullanılan bir motor yağı için baz yağ ve katkı maddeleri yüzdeleri Çizelge 3.1’ de örnek olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Benzinli motorlarda kullanılan motor yağı [5]

Bileşenler	%
Temel Yağ	86
Deterjan İnhibitör (Çinko Dialkil Ditiyofosfat)	1
Deterjan (Baryum ve Kalsiyum Sulfonatlar)	4
Çok fonksiyonel katkı (Poli Metil Metakrilatlar)	4
Viskozite iyileştirici (Poli İzobutilen)	5

Katkı maddeleri; yüzey koruyucu , performans geliştirici ve performans koruyucu katkıları olmak üzere 3 ana grupta toplanırlar.

1) Yüzey Koruyucu Katkılar

- Aşınma önleyici katkıları
- Aşırı basınç katkıları
- Pas ve korozyon önleyici katkıları
- Deterjanlar (Temizleyiciler)
- Dispersanlar (Dağıtıcılar)
- Sürtünme azaltıcı katkıları

2) Performans Geliştirici Katkılar

- Viskozite indeks geliştiriciler
- Akma noktası düşürücüler
- Sızdırmazlık sağlayıcı katkıları

3) Performans Koruyucu Katkılar

- Köpük önleyici katkıları
- Oksidasyon önleyici katkıları
- Metal aktifliğini azaltan katkıları

Genel olarak tipik bir katkı maddesi paketinin; % 60'ını dispersanlar, % 21'ini deterjanlar, % 10'unu aşınma önleyiciler, % 4'ünü sürtünme azaltıcılar, % 3'ünü oksidasyon önleyiciler, % 1'ini akma noktası düşürücüler diğer % 1'ini ise pas ve köpük önleyiciler oluşturmaktadır [6].

Deterjan cinsi katıklar; yüksek sıcaklıklarda çalışan makinalarda oluşan birikimleri azaltma veya tamamıyla oluşumuna engel olma özelliğine sahip kimyasal bileşiklerdir. Yağa, asidik ürünleri nötralleştirerek temizleyici özellik kazandıran deterjanlar sülfonatlar, fenatlar, alkil eklenmiş salisilatlar ve fosfonatlar olmak üzere 4 ana grupta incelenirler.

Sülfonatlar: Alkil eklenmiş uzun zincirli sülfonik asit ve sülfonik asitlerin normal ve bazik tuzları olarak tanımlanan sülfonatlar yağa pas önleyici özellik kazandırır.

Fenatlar: Alkil fenol, alkilfenolsülfid ve alkilfenolaldehit bileşiklerinin normal ve bazik tuzları olarak bilinen fenatlar yağın oksidasyona karşı dirençli olmasını sağlarlar.

Salisilatlar: Yağa oksidasyona karşı direnç özelliği kazandırır.

Fosfonatlar: Fosfonik asidin normal veya bazik tuzlarıdır.

Günümüzde dünyadaki eğilim yüksek performansı sağlama ve maliyeti düşük tutma açısından fenat ve sülfonatlara doğrudur. Deterjan tip katıkların başlıca Ca, Mg ve Ba içerdiği, bunlardan Mg ağırlıklı deterjanların korozyonu daha etkili bir şekilde önlediği, kül özellikleri dikkate alındığında diğerlerinden daha üstün olduğu ancak elde edilmiş işleminin çok pahalı olması nedeni ile birim fiyatının diğerlerine oranla daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Baryumun radyoaktif olmasından dolayı çevre sağlığı açısından kullanımından giderek vazgeçilmiş ve temizleme özelliği yüksek olan Ca içeren deterjan bileşenleri yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Deterjan tip katıkların yüksek sıcaklık koşullarında motorlarda çamur oluşumunu önlediği ancak düşük sıcaklıklarda aynı görevi yapamadıkları için düşük sıcaklık çalışma koşullarında çözünmeyen parçacıkları yüzeyde tutarak çamur oluşumunu önleyen dispersan tip katıklar tercih edilmektedir. Endüstriyel bir ifade ile dispersan, düşük sıcaklıklarda motor çamurunun oluşmasını önleyen ve çözen bir maddedir.

Dispersanlar genellikle külsüz (metal içermeyen) katıklardır. Çoğu yağ katıkları gibi dispersanlar polar uzantılarıyla polar olmayan uzun bir zincirden oluşur.

İlk kullanılan dispersanlar işlenmiş polimetakrilatlar iken daha sonra diğer polimerler kullanılmaya başlanmıştır. Bugün ise hemen tüm dispersanlar molekül ağırlık birimleri 1000–2500 arasında değişen polibüten esaslı bileşiklerden oluşmaktadır [6].

Başlıca dispersan tipleri;

- Süksinimitler
- Süksinat Esterler
- Mannik Tipleri
- Fosfor Tipleri
- Değişik tiplerin bileşimi

Yukarıda belirtilen dispersan tiplerinden fosfor içerenlerinin kullanımından giderek vazgeçilmekte bunun yerine daha kararlı olmasından dolayı süksinimitler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

İnhibitörler;

- pas önleyiciler
- aşınma önleyiciler
- oksidasyon önleyiciler
- sürtünme önleyiciler
- köpük önleyiciler olmak üzere 5 grupta toplanırlar.

Pas önleyici katıklar; nötral ve asidik olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Oksidasyon önleyici katıklar; metal yüzeyde koruyucu bir film oluşturarak asitten dolayı doğacak korozyonu önlerler. Tipleri, yapıları ve etkileme mekanizmalarıyla oksidasyon önleyiciler diğer yağ katıklarına oranla daha çeşitlidirler. Oksidasyon başlıca; sıcak yağın hava ile olan tepkimesinden, yanma sonucu oluşan yan ürünlerden ve yanmamış yakıtın yağa karışması nedeniyle olur [6].

Baz yağların kendileri oksidasyona karşı oldukça dayanıklıdır fakat deterjan, dispersan gibi katıkların birçoğu oksitlenmeye yatkındır. Deterjanların ve dispersanların oksidasyona uğraması yağın yüzey gerilimini artırır. Bu ise yağdan istenilen kaydırıcılık ve sürtünme azaltma özelliklerinin düşmesine neden olur. Oksidasyon önleyici bileşiminin uygun seçimi ise yağın çalışma koşullarına bağlıdır.

Oksidasyon önleyici katıkların tipleri;

- Çinko ditiyo fosfat
- Fenoller
- Aromatik azot bileşikler
- Sülfür bileşikler
- Fosfor bileşikler

olmak üzere 5 grupta toplanmıştır. Son yıllarda çinko ditiyo fosfatın kullanımı yaygınlaşmıştır [6].

Yüzey yağlamasında, yüksek sıcaklıklarda etkili olan sürtünme azaltıcıların düşük olan yağ viskozitesinin arttığı durumlarda viskoziteyi düşürücü etki göstermeleri ve enerji tasarrufu sağlamaları nedeniyle otomotiv endüstrisinde kullanımları artmaktadır. Bunlar, metal yüzeyi kaplayan filmin inceliği, kopması durumunda metal yüzeyde yayılarak sürtünmeyi etkisiz hale getirirler ve yüksek sıcaklıklarda, düşük yağ viskozitesinin yüzey yağlamasında artması durumunda ise etkisini gösterirler.

Sürtünme azaltıcılar organik yapıda olup yağ asidinin amid türevleri, molibdenli bileşikler ve asılı grafitler olmak üzere 3 gruba ayrılırlar.

Düşük derişimlerde, köpük önleme amacıyla kullanılan en tanınmış katık silikon tipidir. Köpürme, yağlarda istenmeyen olayların başında gelir ve yüksek sıcaklıklarda büyük miktarlarda hava ve su ile oluşur, yağın oksitlenmesini hızlandırır. Köpürme ayrıca yağ basıncını düşürür ve kırılmamış yağ filminin oluşmasını önler.

Köpük önleyiciler, yağı köpükten ayırarak baloncukların yüzey gerilimlerini azaltıp bunları parçalarlar.

Viskozite indeks geliştiriciler çok dereceli yağların formülasyonunu mümkün kılan performans katkılarıdır.

Viskozite indeks geliştiricilerin, molekül ağırlıkları 25000–50000 arasında değiştiği ve yağda çözülebilen polimer moleküllerinin soğuk yağda sık ve helezon şeklinde bulundukları kabul edilir. Yağın sıcaklığı arttıkça polimer molekülleri için daha iyi bir çözücü olurlar ve polimer molekülleri genişleyerek daha doğrusal forma gelirler. Bu durumda yüksek oranda çözünen ve genişleyen polimer molekülleri yağ moleküllerinin hareketlerini kendi kalınlaştırma güçleriyle kısıtlarlar. Böylece soğukta ince olan yağın ısındığı zaman istenilen kalınlıkta (viskozitede) kalması sağlanır [6].

4. YAĞLAYICILAR – SINIFLANDIRMA METODU – SINIFLARIN TARİFİ

Bir sınıflandırmanın yapılabilmesi için seçilen ölçütlerin mümkün olduğu kadar uygulanabilir olması gerekir. Bu ölçütler yağlayıcılara uygun olmalıdır. Bazı hallerde bu ölçütler uygun olmayabilir. Bu durumlarda sınıflandırma ürününün tipi temel alınarak yapılabilir. Bu ölçütler, öncelikle tipine ve sonra son kullanım yerine göre sınıflandırılan yakıtlara da uygulanabilir.

Bu sınıflandırmanın esası, petrol ürünlerinin ana sınıfını gösteren bir örnek harfine dayanır [7].

Bu sınıflandırma sisteminde ürünler, aynı yöntem ile işaretlenmişlerdir. Tam bir işaretleme aşağıdakileri içerir:

i. Başlangıç TS harfleri

ii. Petrol ürünü ve ilgili ürünün sınıfı, bir harf ile işaretlenir (Çizelge 4.1.). Bu örnek harf, diğer simgelerden açık bir şekilde ayrılmış olmalıdır.

iii. Bir harf grubuyla işaretlenmiş olan bir tipte, ilk harf daima grubu belirler. Bunu takip eden ayrı yazılmış diğer harfler, sınıflandırma bakımından bir öneme sahip olabilirler veya olmayabilirler. Her durumda da standartlarda verilen tip veya gruba ilgili ayrıntılı sınıflandırma kuralları geçerlidir.

iv. Tam bir işaretlemede rakamlar da eklenebilir. Bunların anlamları ilgili standartlarda belirtilmektedir.

Sınıflandırmanın tam bir gösterimi aşağıda verilen şekilde olmalıdır.

TS – SINIF – TİP – RAKAMLAR (varsa)

Veya aşağıdaki gibi kısa gösterim şeklinde olmalıdır.

SINIF – TİP – RAKAMLAR (varsa)

Bazı sınıflandırma örnekleri Şekil 4.1’ de verilmiştir.

Örnek 1			
TS	SINIF L	TİP G	RAKAM 68
	Yağlayıcılar	Kızak yağları G : Kızak yağları İçin kullanılan yağlama yağları	TS viskozite sınıfı
Örnek 2			
TS	SINIF L	TİP HL	RAKAM 32
	Yağlayıcılar	Oksitlenmeyi ve paslanmayı önleyici katkı maddeleri ihtiva eden rafine mineral yağlar H : Hidrolik sistemler için kullanılan yağlayıcılar grubunu gösterir.	TS viskozite sınıfı
Örnek 3			
TS	SINIF F	TİP DST	RAKAM 2
	Yakıtlar	Düşük parlama noktalı destile petrol ürünleri gaz yağı gibi D : Destile yakıt ürünlerinin grubunu gösterir.	sınıf kısa gösterimi

Şekil 4.1. Bazı sınıflandırma örnekleri [7]

Çizelge 4.1. Petrol ürünleri ve ilgili ürünlerin sınıflandırılmasında kullanılan harfler [7]

Sınıf	Açıklama
F	Yakıtlar
S	Kimya endüstrisinde kullanılan hammaddeler ve çözücüler
L	Yağlayıcılar, endüstriyel yağlar ve ilgili ürünler
W	Mumlar
B	Bitümler

4.1. Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Sınıflandırılması

Madeni yağlar, çeşitli maksatlar için kullanılan gres, dişli yağları, yarı katı bileşikler, mineral yağları gibi maddelere verilen genel isimdir.

Bu sınıflandırma yağlamada kullanılan madeni yağların, endüstriyel yağlar ve ilgili ürünlerin kullanıldıkları sahaların tamamını temsil edebilecek toplam 18 grup ürünü kapsar. Bu grupların hepsi L sınıfı ile temsil edilmektedir.

Her grubun ayrıntılı sınıflaması, ilgili grubun ana kullanım sahalarında gerek duyulan ürünlerin tarif edilmesi suretiyle yapılmıştır. Ayrıntılı sınıflandırma L sınıfına dahil bütün gruplara uygulanabilecek standart bir formda yapılmıştır.

Her ürün sınıfı bir grup harften oluşan simge ile gösterilmiş olup, bu harfler birlikte o ürün sınıfının kodunu temsil eder. Bu kodun ilk harfi ürün grubunu temsil eder. İzleyen harflerin kendi başlarına bir anlamı yoktur.

Her ürün santistoke (cSt) birimi cinsinden viskozite seviyelerinin açıklanan harf sistemine eklenmesiyle gösterilebilir.

Bu sistemde ürünlerin hepsi aynı tarzda sınıflandırılır. Örneğin bir ürünün tam gösteriliş şekli TS – L – AN 32 veya kısaltılmış şekli ile L – AN 32 simgede yer alan rakam viskozite seviyesini gösterir.

4.2. Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması

Endüstriyel sıvı yağlayıcılar ve ilgili akışkanların viskozitelerine göre sınıflandırılması için bir sistem tarif edilmiştir.Bu;

- Endüstriyel sıvı yağlayıcılar, 40 °C de 2 - 3200 mm²/s aralığında kinematik viskozitelerine göre 20 viskozite sınıfına ayrılmıştır. Gaz yağından silindir yağlarına kadar petrol esaslı sıvılar bu viskozite aralığı içerisinde yer alır.

- Her bir viskozite sınıfı, 40 °C de, mm²/s olarak orta nokta kinematik viskoziteye en yakın tam sayı ile ifade edilmiştir ve her bir sınıfa ait viskoziteler, belirtilen değerlerden en fazla ± %10 farklı olabilir. 20 viskozite sınıfı ve her bir sınıfa ait alt ve üst viskozite sınırları Çizelge 4.2’ de verilmiştir [8].

- Sınıflandırma, bir sonraki viskozite sınıfının orta nokta viskozitesinin, bir önceki viskozite sınıfının orta nokta viskozitesinden yaklaşık olarak %50 daha büyük olması gerektiği ilkesine dayanır. Her bir onlu grubun altı eşit logaritmik basamağa bölünmesi, böyle bir sistem öngörür ve bir onlu gruptan diğer bir onlu gruba eş dağılımlı bir diziye izin verir. Bununla birlikte, basit sayılarla ifade etmek için logaritmik seriler yuvarlatılmıştır. Orta nokta viskozitelerinin logaritmik serilerinden en büyük sapması % 2.2’ dir.

- Sınıflandırma, herhangi bir kalite değerlendirmesi vermez ve yalnız referans sıcaklık olan 40 °C de kinematik viskoziteler hakkında bilgi verir.

Gösterim Şekli: Viskozite sınıflarını göstermek için aşağıdaki gösterim şekli kullanılır.

TS ISO VS 46 şeklindedir.

Çizelge 4.2. TS ISO viskozite sınıflandırması [8]

TS ISO Viskozite Sınıfı	Orta nokta Kinematik viskozite 40 °C de, mm ² /s	Kinematik Viskozite Sınırları 40 °C de, mm ² /s	
		En az	En çok
TS ISO VS 2	2.2	1.98	2.42
TS ISO VS 3	3.2	2.88	3.52
TS ISO VS 5	4.6	4.14	5.06
TS ISO VS 7	6.8	6.12	7.48
TS ISO VS 10	10	9.00	11.0
TS ISO VS 15	15	13.5	16.5
TS ISO VS 22	22	19.8	24.2
TS ISO VS 32	32	28.8	35.2
TS ISO VS 46	46	41.4	50.6
TS ISO VS 68	68	61.2	74.8
TS ISO VS 100	100	90.0	110
TS ISO VS 150	150	135	165
TS ISO VS 220	220	198	242
TS ISO VS 320	320	288	352
TS ISO VS 460	460	414	506
TS ISO VS 680	680	612	748
TS ISO VS 1000	1000	900	1100
TS ISO VS 1500	1500	1350	1650
TS ISO VS 2200	2200	1980	2420
TS ISO VS 3200	3200	2880	3520

4.3. Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Uygulama Alanına Göre Sınıflandırılması

Endüstriyel sıvı yağlayıcılar ve ilgili akışkanların uygulama alanlarına göre sınıflandırılması için bir harf tarif edilmiştir. Bunlar Çizelge 4.3’ de verilmiştir [9].

Çizelge 4.3. Uygulama alanına göre harf kodları [9]

Kod harfi	Uygulama Alanı
A	Toplam kayıp sistemleri
B	Kalıp yağı olarak
C	Dişli yağı olarak
D	Kompresör yağı olarak
E	İçten yanmalı motorlar
F	İğ yatakları / yataklar ve ilgili kavramalar
G	Düz yataklar
H	Hidrolik Sistemler
M	Metal işleme sanayi
N	Elektrik yalıtımı
P	Havalı aletler
R	Korozyona karşı geçici koruyucu olarak
S	Isı transferi
T	Türbin yağı olarak
U	Isıl işlemlerde
X	Gres gerektiren uygulamalarda
Y	Diğer uygulama alanları
Z	Buhar silindirlerinde

Uygulama alanlarına göre sınıflandırılmış olan tüm bu yağların özelliklerinin yer aldığı Çizelgeler EKLER başlığı altında yer almaktadır.

5. KULLANILMIŞ YAĞLAR

Sanayileşmenin artması ile birlikte endüstriyel alet ve araçların da sayısı hızlı bir şekilde artmakta ve buda yağ tüketimini arttırmaktadır. Piyasadaki mineral yağlarının yaklaşık olarak %70'i motorlu taşıtlarda kullanılmaktadır. 2005 yılı verilerine göre kullanılmış yağların ancak %35'i sağlıklı olarak toplanıp değerlendirilmektedir. Geriye kalan kısım ise hatalı bir şekilde kullanılmakta ve boşaltılmaktadır [2].

Dünyada günde 10 milyon ton petrol ve petrol ürünleri kullanılmaktadır. Yağ, endüstrinin ve günlük hayatımızın bir parçasıdır. Dolayısıyla yağ kullanımının çevreye zarar vermeden yönetilmesi esastır. Dökülen yağları temizleme maliyeti oldukça pahalıdır. Dökülen yerin durumuna ve yağların özelliklerine bağlı olarak bir litre dökülen yağı temizleme maliyeti 20-200 dolar arasında değişmektedir. Özellikle sahilleri temizleme maliyeti çok daha yüksektir [2].

Yağların çevreye verdiği zararların %30-50'i insan hatasından kaynaklanmaktadır.

Kullanılmış yağ, ham yağdan rafine edilen herhangi bir yağın veya herhangi sentetik yağın sanayide veya sanayi dışı alanlarda özellikle yağlama amacı ile belli bir süre kullanım sonucu kimyasal ve fiziksel safsızlıklarca kirletilmesi sonucu oluşan veya orijinal özelliğini kaybeden bir yağdır. Yağ normal kullanım sırasında kir, metal sürtünmeleri, su veya kimyasallarla karışarak kirlenir. Yağ zamanla uzun kullanımdan dolayı iyi performans göstermez. Dolayısıyla makinanın daha iyi iş yapabilmesi için kullanılmış yağ, yeni yağla değiştirilir.

Kullanılmış yağları

1. Sentetik yağ,
2. Motor yağı,
3. Transmisyon yağları,
4. Buzdolabı yağı,
5. Kompresör, hidrolik, türbin ve madeni makine yağları,

6. Metal işleme yağları,
7. Haddeden geçirme yağları,
8. Endüstriyel hidrolik yağları,
9. Bakır ve alüminyum teli çekme yağları,
10. Elektriksel yalıtım yağı,
11. Endüstriyel işletme yağları,

olarak sınıflandırılabilir ve kullanılmış yağlar;

- Pas, kir ve kurum,
- Motorların sürtünmesi sonucu kurşun,
- Buharların yoğunlaşması sonucu su,
- Tam yanmama sonucu benzin,
- Donanımların aşınması sonucu metal parçacıklar,
- Ek yerlerinin kırılarak sızması sonucu koroziif asitler,
- Uygun olmayan ayırma sonucu çözücüler ve poliklorür bi fenil (PCB)

gibi kirleticiler içerebilir.

Yağın kullanılma aşamasında kirlenmesinin temel nedenleri; katkı maddelerinin kimyasal olarak parçalanması ile koroziif ve istenmeyen maddelerin oluşmasına neden olan yağın son halinin içerdiği maddeler arasındaki etkileşimdir. Tabi ki, kirleticilerin miktarı bir çok etkene bağlıdır. Bunlar; orijinal deterjanların türü, saf yağa katılan incelticiler, depolama yeri ve yönetim çalışmalarıdır.

Katkı maddeleri, temel yağdaki kükürt, klorür ve azot konsantrasyonunu artırır. Kullanılmış yağ klorlu ve aromatik hidrokarbonlarda (benzen, toluen, ksilen gibi) içerebilir. Kullanılmış yağ içinde bulunması olası kirleticiler ve miktarları Çizelge 5.1' de verilmiştir [10].

Gelişmekte olan ülkelerde kullanılmış yağ kaynağının büyük bir kısmı motorlu taşıtlar, sabit yakma motorları ve dişli makineleridir. Bir kısım kullanılmış yağ hidrolik sistemler, transformatörler ve diğer endüstriyel uygulamalardan gelmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde kullanılmış motor yağlarının çoğu, motorlu araçların tamir ve bakım atölyelerinde, otoparklarda, küçük çalışma merkezlerinde toplanmaktadır. Ayrıca demiryolları, toplu taşıma araçları ve kamyon tamir bakım atölyeleri ile büyük endüstriyel tesislerde önemli miktarda kullanılmış yağ bulunmaktadır.

Çizelge 5.1. Kullanılmış yağdaki potansiyel kirleticiler [10]

Organik Kirleticiler	Muhtemel Kirlilik Kaynakları	Konsantrasyon Aralığı*
Aromatik hidrokarbonlar	Petrol tabanlı stok	
Poli siklik (PAH)		
Benzo[a]piren		360 - 62000
Benz[a] antrasin		870 - 30000
Pyrene		1670 - 33000
Monoaromatik Alkilbenzenler	Petrol tabanlı stok	900000
Diaromatik Naftalinler	Petrol tabanlı stok	440000
Klorlu hidrokarbonlar	Kontamine olmuş yağın kullanılması esnasında oluşan kimyasal reaksiyonlar	
Trikloroetanlar		18 - 1800
Trikloroetilenler		18 - 2600
Perkloroetilen		3 - 1300
Metaller	Katkı madde ambalajları	
Baryum		60 – 690
Çinko		630 – 2500
Alüminyum	Motor veya Metal kaplama	4 – 40
Krom		5 - 24
Kurşun	Kurşunlu Benzin	3700 - 14000

*Bütün değerler µg/L, metaller mg/kg birimindedir.

Polisiklik aromatikler

Polisiklik aromatikler (PAH), petrol içinde olabilir ve yağın kullanımı sırasında ortaya çıkabilirler. Bu bileşenlerden birkaçı öncelikle dört, beş ve altı halkalı yapıdakiler, kanserojen ve genetik yapıya etkili olarak bilinirler. Benzo[a]piren,

kanserojen etkileri olan bir PAH'ya birincil örnek olarak verilebilir. Kalıntı petrolerin (6 nolu fuel oil) genellikle atık yağlara (<50mg/kg) göre daha yüksek seviyelerinde PAH'ların (20-100 mg/kg) içerdiğini gösterir[x]. Sonuç olarak PAH'lar açısından, atık yağların kullanımı çevre üzerinde önemli bir olumsuz etkiye neden olabilir.

Organik Halojenler

Organik Halojenler (klor, brom, iyot flor), katkılardaki hidrokarbon ve halojen bileşenlerin tepkimesi (inorganik klorürler gibi) ile normal kullanım sırasında yağ içine girebilir. Kullanılmamış makina yağları genelde, bu bileşenlerin 100 mg/kg'ından daha az içerirler. Bu bileşenlerin yüksek derişimlerinin varlığı (<100 mg/kg), büyük bir olasılıkla depolama boyunca klorürlü atıklar ile karışma sonucu oluşur. Analizler bu kirleticilerin trikloroetan, trikloroetilen ve perkloroetilen gibi gres çözücülerinden oluştuğunu göstermiştir [2].

Metaller

Metaller, yağların içine yağlama yağının bir parçası olarak veya metal parçaların aşınması gibi dış kaynaklardan girerler. Bu şekilde giriş yapan kirletici metallere, çinko, krom, alüminyum ve baryum örnek verilebilir ve bunlar doğada zararlı etkiye sahip olabilirler. Çok yüksek derişimlerde olan kurşun (2,000 mg/kg'dan yüksek), öncelikli olarak otomotiv sektöründe kurşunlu benzin kullanımı ile yağlara giriş yapar. Kurşunsuz benzin kullanımından dolayı bu değer ortalama 10 mg/kg'nın altına düşmüştür.

Petrolün ve ham yağ kaynaklarının sınırlı olmasının yanı sıra, bu endüstriden kaynaklanan atık ürünler insan sağlığı ve çevre için çok tehlikelidir. Bu nedenle, kötü etkilerden korunmak için uygun bir atık yağ yönetimi gereklidir.

5.1. Kullanılmış Yağ Yönetimi

Böylesi büyük miktarda ve tehlikeli olan kullanılmış yağların yönetimi için Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanarak 21.01.2004 tarihinde yürürlüğe giren Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, bu tarihe kadar Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile kontrol edilmeye çalışılan endüstriyel kaynaklı atık yağların durumlarının ne olacağını da tam olarak açıklamaktadır [11].

Yönetmeliğin amacı; atık yağların üretiminden bertarafına kadar,

- a) Çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesini,
- b) Çevre ve insan sağlığına zarar vermeden geçici depolanmasını, taşınmasını, bertaraf edilmesini,
- c) Atık yağların yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların oluşturulmasını,
- d) Geçici depolama ve geri kazanım tesislerinin kurulması ve bu tesislerin çevreyle uyumlu yönetimi için buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi için hukuki ve teknik esasların düzenlenmesini

sağlamaktır. Bu maddeler incelendiğinde atık yağların yönetiminin çevre ve insan sağlığına verebileceği olası zararları önlemesinin yanı sıra ülke için bir iş sağlama amacı güttüğü de görülmektedir.

Yönetmelik ile birlikte atık yağlar, içeriğindeki kimyasallar ve bunların yüzdeleri ile bir sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır. Bu yüzdeler Çizelge 5.2' de verilmiştir [11].

Çizelge 5.2. Atık yağ kategorileri ve limit değerleri [11]

Kirleticiler	Müsaade Edilen Sınır Değerleri (I.Kategori Atık Yağ)	Müsaade Edilen Sınır Değerleri (II.Kategori Atık Yağ)	Müsaade Edilen Sınır Değerleri (III.Kategori Atık Yağ)
Arsenik	< 5 ppm	Max. 5 ppm	> 5 ppm
Kadmiyum	< 2 ppm	Max. 2 ppm	> 2 ppm
Krom	< 10 ppm	Max. 10 ppm	> 10 ppm
Klorür	Max. 200 ppm	Max. 2000 ppm	> 2000 ppm
Kurşun	< 100 ppm	Max. 100 ppm	> 100 ppm
Toplam Halojenler	Max. 200 ppm	Max. 2000 ppm	> 2000 ppm
Poliklorlubifeniller (PCB) ⁽¹⁾	Max. 10 ppm	Max. 50 ppm	> 50 ppm
Parlama Noktası	Min. 38 C	Min. 38 C	-

Yukarıdaki çizelgenin ışığında yönetmelikte geçen tanımları incelersek;

I. Kategori Atık Yağ: Yeniden işlenmesine müsaade edilen ve rejenerasyon ve rafinasyon yolu ile geri kazanıma uygun atık yağlar ile Bakanlıktan lisans almış tesislerde ilave yakıt olarak kullanılarak geri kazanılabilen atık yağları,

II. Kategori Atık Yağ: Bakanlıktan lisans almış tesislerde ilave yakıt olarak kullanılarak geri kazanılabilen atık yağları,

III. Kategori Atık Yağ: Rafinasyona uygun olmayan, ilave yakıt olarak kullanılması insan ve çevre sağlığı açısından risk yaratan ve lisanslı tehlikeli atık bertaraf tesislerinde zararsız hale getirilmesi gereken atık yağları açıklamaktadır.

Yine yönetmelikte geçen diğer bazı tarifler,

Bertaraf: Atık yağların Bakanlıktan lisans almış tesislerde geri kazanımı veya lisanslı yakma tesislerinde yakılarak zararsız hale getirilmesini,

Yakma: Atık yağların lisanslı tehlikeli atık yakma tesislerinde Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri doğrultusunda zararsız hale getirilmesini,

Atık Yağların Geri Kazanılması: Atık yağların rejenerasyonu, rafinasyonu ve mevcut yakıta ilave edilerek lisanslı tesislerde enerji amaçlı kullanımını,

Rejenerasyon: Atık yağlardan her türlü kirleticinin, oksidasyon ürünlerinin, partiküllerin giderilerek ulusal veya uluslararası standartlar, şartnameler ile kullanım amacına uygun orijinal yağ elde edilmesini,

Rafinasyon: Atık yağların rafine edilerek, ulusal veya uluslararası standartlar ile şartnamelere uygun baz yağ veya petrol ürünlerine dönüştürülmesi işlemlerini,

Geçici Depolama: Atık yağların üreticileri tarafından faaliyet sahası içinde geçici olarak muhafaza edilme işlemini veya yağ üreticisi tarafından atık yağ üreticisi ile birlikte atık yağların toplanması amacıyla perakende satış ve/veya yağ değiştirme yerlerinde geçici muhafaza etme işlemini,

Atık Yağların Toplanması: Atık yağların üreticisinden kategorilerine göre sınıflandırılarak alınıp lisanslı bertaraf noktasına kadar lisanslı atık taşıyıcılar vasıtasıyla Ulusal Atık Taşıma Formu ile birlikte taşınması amacıyla yapılan tüm işlemleri,

PCB: Poliklorlubifenilleri,

PCT: Poliklorluterfenilleri,

İfade etmektedir [11].

Yönetmeliğin resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmesinden sonra yatırımcılar özellikle 1. ve 2. kategori atık yağların kullanımı için bakanlıktan lisans alma çalışmalarını hızlandırmışlardır. Çizelge 5.3' de bu tesisler ile ilgili diğer bilgiler yer almaktadır [12].

Çizelge 5.3. Lisanslı atık yağ geri kazanım tesisleri [12]

İLİ	FİRMA ADI	İŞLEYECEĞİ ATIK TÜRÜ	ÜRETİM KONUSU	LİSANS GEÇERLİLİK SÜRESİ
ANKARA	DENGİ SAN. TİC. İTH. İHR. PAZ. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	ENDÜSTRİYEL KALIP YAĞI	27.10.2005 27.10.2008
	GÜNDÜZ GIDA YAĞ SANAYİ VE TİC. A.Ş.	I. Kategori atık madeni yağlar	ENDÜSTRİYEL KALIP YAĞI	02.02.2006 02.02.2009
	ABAK TİCARET VE SANAYİ ADİ KOMANDİT ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	TAKIM TEZGAHLARINDA KULLANILAN YAĞLAMA YAĞLARI, SIVI PETROL ASFALTARI	07.06.2006 07.06.2009
	ENGİN GERİ KAZANIM TESİSLERİ PETROL ÜRÜNLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	JÜT YAĞI	13.11.2006 13.11.2009
ADANA	CAN KİMYEVİ MADDELER GERİ KAZANIM ARITMA BERT.NAK.SAN.VE TİC. LTD. ŞTİ	I. Kategori atık madeni yağlar	DİŞLİ YAĞLARI	07.09.2006 06.09.2009
GAZİANTEP	ŞAHİNBEY DENİZCİLİK PETROL ÜRÜNLERİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	ENDÜSTRİYEL KALIP YAĞI	24.03.2006 24.03.2009
İSTANBUL	ORÜSAN KİMYA VE AKARYAKIT ÜRÜNLERİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	ENDÜSTRİYEL KALIP YAĞI	07.09.2006 06.09.2009
İZMİR	G.D.S. GERİ DÖNÜŞEBİLİR ATIK MAD. İNŞ. TUR. TEM. NAK. TAAH. SAN. VE TİC.LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	TAKIM TEZGAHLARINDA KULLANILAN YAĞLAMA YAĞLARI	05.10.2005 05.10.2008
İZMİR	ÇİNKANLAR KİM. MAD. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	ASFALTLI ÇATI ÖRTÜLERİNDE KULLANILAN ASTAR	07.12.2005 07.12.2008
	GÜR-PET PETROL ÜRÜNLERİ OTO. İNŞ. BOYA, KİMYA SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	DİŞLİ YAĞI	23.01.2006 23.01.2009
	ARES MADENİ YAĞLAR VE KURŞUN MAMULLERİ SAN. TİC.	I. Kategori atık madeni yağlar		05.10.2006 05.10.2009
KOCAELİ	ATABERK END. KİM. SAN.. NAK. VE TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar		21.02.2006 21.02.2009
KİLİS	URAN MADENİ YAĞ VE TAŞIMACILIK SAN. TİC. A.Ş.	I. Kategori atık madeni yağlar	ENDÜSTRİYEL KALIP YAĞI	11.07.2006 11.07.2009
OSMANİYE	F-B ÖİLPETROL ÜRÜNLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	I. Kategori atık madeni yağlar	TAKIM TEZGAHLARINDA KULLANILAN YAĞLAMA YAĞLARI	16.11.2005 16.11.2008

Yukarıdaki lisanslı firmaların 2004 yılı içerisinde Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre toplam 85 000 ton atık yağın geri dönüşümünü sağladığı belirlenmiştir.

Bakanlık tarafından lisanslandırılmış bu tesislerin, yönetmelikte belirlenen ilkeler doğrultusunda çalışıp çalışmadıkları yine bakanlıkça yapılan denetlemelerle izlenmektedir.

Atık yağların geri kazanılması ile ilgili süreçler ve akım şemalarına daha sonra yer verilecektir.

Kategoriye 2'ye giren atık yağların yakılması ile ilgili olarak bakanlık tarafından lisanslandırılmış tesisler Çizelge 5.4' de yer almaktadır [12].

Çizelge 5.4. Tehlikeli ve özel atıkları ilave yakıt olarak kullanmak üzere lisans alan Firmalar [12]

FİRMA ADI	FAALİYET KONUSU	TESİSTE İŞLENECEK ATIK TÜRLERİ	LİSANS/İZİN TARİHİ VE LİSANS NO	LİSANS/İZİN SON TARİHİ
BOLU ÇİMENTO SANAYİ A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kullanılmış lastik ❖ Boya Çamuru	04.10.2004 Lis. No: R1 14-001	01.10.2007
AKÇANSA ÇİMENTO AŞ. (ÇANAKKALE FABRİKASI)	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kullanılmış lastik	07.10.2004 Lis. No: R1 17-001	07.10.2007
AKÇANSA ÇİMENTO AŞ. (ÇANAKKALE FABRİKASI)	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Sıvı Yakıt Slacı ❖ Kullanılmış lastik ❖ Petrol dip çamuru	18.09.2006 Lis. No: R1 17-002	18.09.2009
AKÇANSA ÇİMENTO AŞ. (BÜYÜKÇEK ECE FABRİKASI) 2.FİRİN-3.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar (2-3. FİRİN) ❖ Kullanılmış lastik (2.FİRİN)	07.10.2004 Lis. No: R1 34-001	07.10.2007
AKÇANSA ÇİMENTO AŞ. (BÜYÜKÇEK ECE FABRİKASI) 1.FİRİN-2.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kullanılmış lastik ❖ Atık plastik ❖ Kontamine Atık	21.09.2005 Lis. No: R1 34-002	19.09.2008
AKÇANSA ÇİMENTO AŞ. (BÜYÜKÇEK ECE FABRİKASI) 3.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine Atık ❖ Kullanılmış lastik ❖ Petrol dip çamuru ❖ Atık Plastik	24.08.2006 Lis. No: R1 34-003	23.08.2009
SET ÇİMENTO SAN. VE TİC. A.Ş. (ANKARA) 3. FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	08.02.2005 Lis. No: R1 06-001	08.02.2008
BAŞTAŞ ÇİMENTO A.Ş (ANKARA)	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine Atık ❖ Boya Çamuru	03.05.2005 Lis. No: R1 06-002	03.05.2008
BAŞTAŞ ÇİMENTO A.Ş (ANKARA)	Yakma	❖ Kullanılmış lastik	26.08.2005 Lis. No: R1 06-003	26.08.2008
KONYA ÇİMENTO A.Ş 2.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	24.06.2005 Lis. No: R1 42-001	24.06.2008
KONYA ÇİMENTO A.Ş 1.FİRİN-2.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine Atık ❖ Boya Çamuru ❖ Kullanılmış lastik	26.08.2005 Lis. No: R1 42-002	26.08.2008
ÇİMSA ÇİMENTO SAN A.Ş. 2.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	29.08.2005 Lis. No: R1 33 -001	26.08.2008
ÇİMSA ÇİMENTO SAN A.Ş. 1.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kullanılmış lastik ❖ Petrol dip çamuru ❖ Kontamine Atık	31.07.2006 Lis. No: R1 33 -002	31.07.2009

Çizelge 5.4. (Devam) Tehlikeli ve özel atıkları ilave yakıt olarak kullanmak üzere lisans alan firmalar [12]

FİRMA ADI	FAALİYET KONUSU	TESİSTE İŞLENECEK ATIK TÜRLERİ	LİSANS/İZİN TARİHİ VE LİSANS NO	LİSANS/İZİN SON TARİHİ
ÇİMENTAŞ İZMİR ÇİMENTO FAB. T.A.Ş. 1.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine atık ❖ Kullanılmış lastik	17.08.2005 Lis No: R1 35- 001	15.08.2008
BATIÇİM BATI ANADOLU ÇİMENTO SAN. A.Ş. 1.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ve bunlarla Kontamine olmuş atık ❖ Kullanılmış lastik	17.08.2005 Lis No: R1 35- 002	15.08.2008
BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	13.12.2005 Lis No: R1 16- 001	13.12.2008
MARDİN ÇİMENTO SAN. T.A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine atık ❖ Kullanılmış lastik	13.12.2005 Lis. No: R1-47-001	13.12.2008
ADANA ÇİMENTO SAN. T.A.Ş. 4.FİRİN	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine atık ❖ Kullanılmış lastik ❖ Petrol dip çamuru ❖ Boya çamuru ❖ Atık Plastik	13.12.2005 Lis. No: R1-01-001	13.12.2008
MAYBİ MALKARA BİRLİK SÜT VE SÜT MAMULLERİ A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	16.12.2005 Lis No: R1 59-001	16.12.2008
OYSA NİĞDE ÇİMENTO SAN. TİC. A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Atık Lastik	20 12 2005 Lis. No: R1 51-001	20.12.2008
KARS ÇİMENTO SA.N. TİC. A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Atık Lastik ❖ Kontamine Atık	20.12.2005 Lis.No: R1 36-001	20.12.2008
NUH ÇİMENTO SAN. A.Ş. 1.FİRİN	Yakma	❖ I. Ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Atık Lastik ❖ Kontamine Atık	02.03.2006 Lis.No:TA R1 41 002	02.03.2009
ÖZTÜRE KİMTAŞ KİMYEVİ KİREÇ SAN. VE TİC. A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	10.04.2006 Lis. No:R1 35 003	10.04.2009
ÜNYE ÇİMENTO SAN. A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Atık Lastik ❖ Kontamine Atık	27.04.2006 Lis. No: R1 52-001	27.04.2009
MUĞLA KİREÇ SAN. VE TİC. A.Ş.	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar	13.09.2006 Lis. No:R1 48 001	13.09.2009
BATISÖKE SÖKE ÇİMENTO AŞ. (BSÖKE FABRİKASI)	Yakma	❖ I. ve II. Kategori Atık Yağlar ❖ Kontamine atık	03.11.2006 Lis. No: R1 09 -001	03.11.2009

Ülkemizde toplanan atık yağların tamamı yakılacak olsa bile yukarıdaki tesislerin gereksinimi olan miktarı karşılayamamaktadır. Oysa Türkiye çapında üretilen yağ miktarlarına bakılacak olursa bu değer yıllık 500 000 ton dolaylarındadır. Bu değer, günde 1370 tona, tesis başına ise günde 52 tona karşılık gelmektedir. Bir yakma tesisi fırınının günde 52 ton yakıt kullanması mümkün olmadığı gibi bu değer ortalama 1 – 1,5 ton/gün olduğu bilinmektedir. Tersten düşünüldüğünde, toplam tesislerin günlük atık yağ kullanımı 39 ton, yıllık atık yağ kullanımı ise 14235 ton gibi komik bir sayıya ulaşılmaktadır. Bu miktar toplam miktarın yaklaşık olarak da 35’ de 1’ ne karşılık gelmektedir.

Gerek yakma tesislerinde gerekse de geri dönüşüm tesislerinde toplam olarak hangi miktarlarda atık yağın kullanıldığı hakkında bir bilgi edinilememiştir. Ancak Çevre ve Orman Bakanlığı Atık Yönetimi Daire Başkanlığı yetkilileri ile yapılan bir görüşmede bu miktarın yaklaşık olarak 200 000 ton dolaylarında olduğu söylenmiştir. Bu da her yıl yaklaşık olarak 300 000 ton kullanılmış yağın toprağa, suya veya gelişigüzel yakma yolu ile havaya karıştığının acı bir reçetesidir. Bu konu ile ilgili önerimizi sonuç kısmında yapacağız.

Aslında bu bile atık yağların toplanamadığının bir göstergesidir. Petrol Sanayi Derneği’nden (PETDER) alınan 2004 yılının ikinci yarısı için piyasaya sunulan toplam yağ miktarları Çizelge 5.5’ de verilmiştir [13].

Çizelge 5.5. Bazı firmaların aylara göre endüstriyel yağ satış miktarları [13]

		TEMMUZ 2004	AĞUSTOS 2004	EYLÜL 2004	EKİM 2004	KASIM 2004	ARALIK 2004
BP	Benzinli Motor Yağları	185	190	173	54	200	196
CASTROL		564	719	624	254	617	798
EXXONMOBİL		273	174	672	402	491	345
OPET		91	204	90	77	170	136
POAŞ		197	259	375	447	555	383
SHELL		301	390	237	210	231	263
TOTAL		310	242	294	268	310	363
TOPLAM		1.921	2.178	2.465	1.712	2.574	2.484
BP	Dizel Motor Yağları	1.357	1.615	1.461	559	1.346	1.914
CASTROL		1.295	1.665	1.569	544	1.450	2.074
EXXONMOBİL		1.647	1.525	3.122	1.641	1.005	683
OPET		672	390	268	319	456	748
POAŞ		3.628	4.116	4.602	2.583	7.833	4.099
SHELL		977	1.199	819	752	820	1.086
TOTAL		893	771	878	480	717	312
TOPLAM		10.469	11.281	12.719	6.878	13.627	10.916
BP	Endüstriyel Yağlama Ürünleri	810	801	873	621	750	903
CASTROL		577	544	614	377	507	580
EXXONMOBİL		1.655	1.035	1.947	2.106	1.859	1.494
OPET		219	125	134	117	161	290
POAŞ		4.215	3.305	3.497	2.716	4.085	1.934
SHELL		2.579	2.812	2.511	2.181	2.145	2.647
TOTAL		615	391	388	283	356	257
TOPLAM		10.670	9.013	9.964	8.401	9.863	8.105
BP	Gresler	145	143	144	61	97	125
CASTROL		34	32	37	22	30	35
EXXONMOBİL		96	98	96	89	89	58
OPET		67	27	36	30	27	45
POAŞ		349	400	294	271	381	242
SHELL		537	470	534	424	353	621
TOTAL		43	29	31	41	29	19
TOPLAM		1.271	1.199	1.172	938	1.006	1.145
BP	Deniz Yağları	1	526	491	343	290	548
CASTROL		44	66	25	115	137	76
EXXONMOBİL		606	660	659	687	692	677
OPET		5	3	5	2	11	11
POAŞ		118	104	154	141	75	78
SHELL		662	856	832	601	804	838
TOTAL		217	213	223	254	261	194
TOPLAM		1.653	2.428	2.389	2.143	2.270	2.422
BP	Diğer Yağlama Ürünleri	49	32	55	26	47	35
CASTROL		27	22	20	22	23	86
EXXONMOBİL		260	414	504	364	445	370
OPET		34	10	64	69	34	18
POAŞ		117	415	248	890	254	149
SHELL		5	9	5	12	10	9
TOTAL		16	27	19	8	56	18
TOPLAM		508	929	915	1.391	869	685
BP	TOPLAM	2.579	3.788	3.781	1.845	3.518	3.997
CASTROL		2.578	3.148	3.077	1.440	3.082	3.753
EXXONMOBİL		4.635	4.023	7.615	5.526	5.127	3.720
OPET		1.200	1.020	922	1.063	1.166	1.375
POAŞ		10.516	9.355	12.055	9.506	16.845	7.399
SHELL		5.223	6.321	5.551	4.542	4.924	5.790
TOTAL		2.280	2.658	2.729	1.569	1.991	1.263
TOPLAM		29.011	30.313	35.730	25.491	36.653	27.297

Buna göre yaklaşık olarak 185 000 ton yağ, her altı aylık periyotlarla piyasaya sürülmektedir. Bu sayı yıla vurulduğunda ve diğer listede adı olmayan küçük çaplı firmalarında satışlarının eklenmesi ile yaklaşık olarak 500 000 tona varmaktadır. Konu ile ilgili geleceğe yönelik basit bir teori geliştirelim. Bunun için Devlet İstatistik Enstitüsünün aşağıdaki verilerini inceleyelim.

Türkiye’de 1992 yılında 4 milyon 584 bin 717 olan toplam taşıt sayısı

- . 1993 yılında 5 milyonu,
- . 1996 yılında 6 milyonu,
- . 1998 yılında 7 milyonu,
- . 2000 yılında 8 milyonu,
- . 2004’de 10 milyonu ve
- . 2005’te de 11 milyonu aştı.

2010 yılında ise bu sayının 15 milyonu bulacağı tahmin edilmektedir.

Taşıtlarda kullanılan motor yağları toplam yağların % 70 ini oluşturduğuna göre, önümüzdeki 5 yıl içerisinde sadece taşıt sayısında yaşanacak olan bu % 35’lik artış bile, diğer faktörlerin sabit kaldığı varsayıldığında atık yağların $35 * 0,70 = 24,5$ oranında artış göstereceğini sabitlemektedir. O halde atık yağların yönetimi her geçen gün önem kazanmaktadır.

3. Kategoriye giren atık yağlar İzmit Atık Yakma ve Depolama Anonim Şirketi (İZAYDAŞ) adlı bertaraf tesisinde yakılarak bertaraf edilmektedir. Bu tesisin kapasitesi ise 35 000 ton/yıl’dır.



Resim 5.1. İZAYDAŞ tehlikeli atık yakma tesisi [2]

5.2. Kullanılmış Yağ Kullanım Alanları

Kullanılmış yağlar yüksek yanma sıcaklığında çalışan çimento, kireç taşı, alçı taşı, briket fabrikası, evsel, tıbbi ve tehlikeli atık yakma tesisleri, ve metalürji tesislerinde ilave yakıt olarak kullanılmaktadır. Yanma sırasında hidrokarbonlar bozunurken çimento, alçı taşı ve kil gibi maddelerin absorpsiyon özelliğinden dolayı ağır metaller, kükürt ve klorür absorbe edilmektedir. Modern tesislerde ilaveten baca gazı arıtma tesisleri de bulunmaktadır.

Ayrıca kullanılmış yağlar asfalt üretim tesisleri fırınlarında ilave yakıt olarak kullanılan yakıtla karıştırılarak kullanılmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde kullanılmış yağlar farklı küçük boy aletlerde ilave yakıt olarak da sık sık kullanılmaktadır.

Bazı ülkelerde atık yağ kullanımına uygun rafine edilmemiş fakat suyu, sıvı atıklar ve katı veya yapışkan (kirli çamurlar) maddeleri giderilmiş kategori I'e giren kullanılmış yağlar, güç üretimi için kullanılan büyük ve yavaş hareket eden sabit, dizel, büyük kütleli iş makinelerine 1/100 veya 1/500 oranında katılarak kullanılmaktadır. Motorinli motorda yağın yanması sırasında katkıları önemi miktarda kül oluşturur. Kül, motorun çalışma sıcaklığında (400-550 °C) kısmen erir ve boşaltma vanalarında veya turbo süper şarj redresöründe tortuya neden olur. Bu, vanaların aşınmasına ve tıkalı süper şarj redresöre neden olur [2].

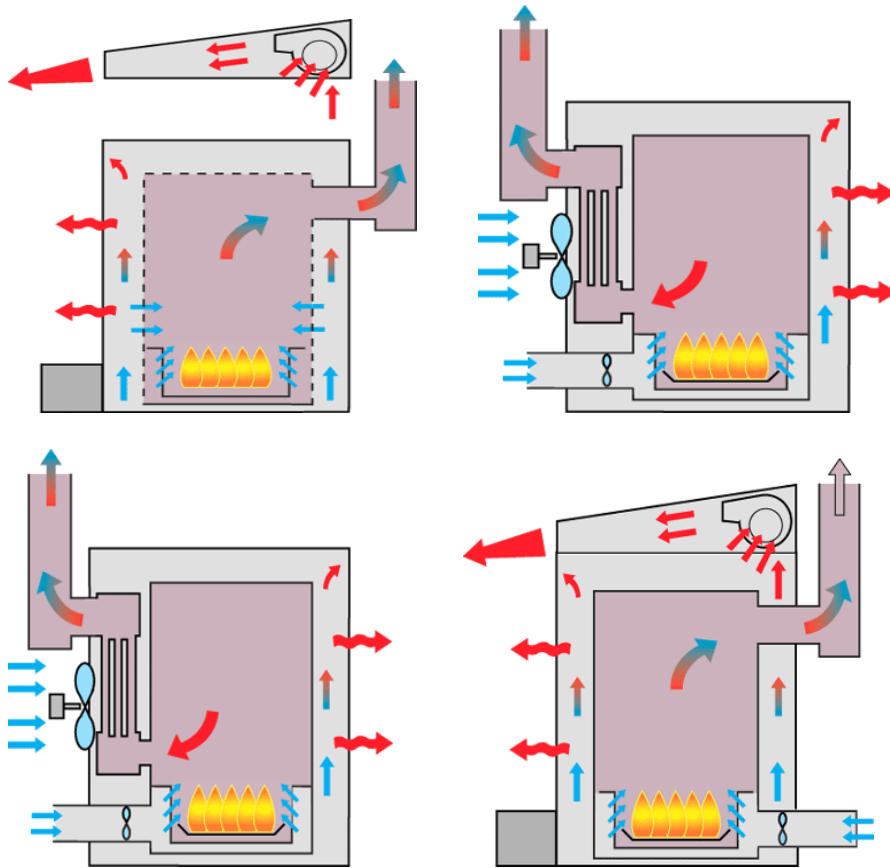
Kullanılmış yağ önemli miktarda parafin içerir. Kullanılmış yağ, bakiye yağla karıştırıldığı zaman parafin bakiye yağın ayrılmasını sağlar. Yakıt tankı tabanında uzun zincirli hidrokarbonlu çamur oluşur.

5.2.1. Isıtma sistemlerinde kullanımı

Kategori I'de verilen sınır değerlerini sağlayan kullanılmış yağ ısıtma amacı ile kullanılmadan önce su ve askıda katı madde gibi olması muhtemel kirleticiler ve safsızlıklarından önceden arındırılmalıdır. Ön işleme tabi tutulmamış kullanılmış yağlar ısınma amacı ile kullanılmamalıdır.

Bir tesis sadece kendi ürettiği suyu, sıvı atıklar ve katı veya yapışkan (kirli çamurlar) maddeleri giderilmiş kullanılmış yağı kullanabilmelidir. Kendi tesisinde ısıtma amacı ile kullanacaksa yağdaki kirletici miktarı kategori I'de verilen sınır değerlerinden yüksek olmadığını analiz ettirerek belgelemelidir. Kullanılmış yağ yakan ısıtma sistemleri, duman oluşumunu minimize etmek için ön ısıtma (takriben 5 dakikalık) donanımına sahip olmalıdır. Sıkışmış hava püskürtme, mekanik püskürtme ve döner sistem püskürtmenin bu tip sistemlerde yakıt ateşleme yöntemi olarak uygun olduğu düşünülmektedir. Sıkışmış hava ve mekanik püskürtme, yanma odasına yağın ulaşması için izlenen oldukça önemli bir yoldur. Sıkışmış hava ile yağın karışması için damlacıkların iyi spreyleneceği gerekir. Atık yağlarda bulunan askıda maddeler, bu tip sistemler için, püskürtülen yağın ağız bölgesinde sıkışması nedeni ile bazı ciddi problemlere neden olabilirler. Bu nedenle döner sistemler, verimsiz çalışmaları

nedeni ile artık yavaş yavaş kullanımdan kaldırılan geleneksel yakma uygulamalarıdır. Kullanılan döner sistemlerde yakıt, yanma bölgesine santrifüj gücü ile ulaşır. Baca gazı emisyonu Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerini sağladığını belgelemelidir. Isıtıcıların tip emisyon belgesi olması gereklidir. Yüzey ısıtıcının ısıl kapasitesi 15 000 kWh'den yüksek olmamalıdır. Tip emisyon belgesi olmayan ısıtıcılarda kullanılmış yağların kullanılması çevre ve sağlık açısından fevkalade sakıncalıdır. Şekil 5.1' de verilen ısıtıcılarda, kategori I'e giren ön arıtmaya tabi tutulmuş kullanılmış yağlar, enerji amacı ile kullanılabilir. Bu tür kullanılmış yağ yakan yakma sistemleri sık aralıklarla temizlenmezse çok verimsiz yanma koşulları oluştururlar [2].



Şekil 5.1. Kullanılmış yağların yüzey ısıtıcılarda kullanılması [2]

yakıldığında insan sağlığı ve çevre için çok zararlı kirleticiler oluşur. Kullanılmış yağları geliş güzel yakma sistemlerinde yakan tamir bakım istasyonları hakkında yasal işlem yapılmalıdır.

5.2.2. Enerji üretim santrallerinde kullanımı

Kullanılmış yağdaki su ve parçacık gibi kirleticiler giderildikten sonra yağlar, sıvı yakıt kullanan enerji üretim santrallerinde yakıtı ilave edilerek kullanılmaktadır.

Kullanılmış yağ kullanan tesislerin bacasındaki baca gazı emisyonu Endüstriden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerini aşmamalıdır.

Kullanılmış yağdaki toplam halojen miktarı 2 000 mg/L'yi ve PCB miktarı ise 50 ppm'i aşmamalıdır. Kullanılmış yağ kullanılmadan önce ağır metal, PCB ve toplam halojen analizi yapılmalıdır. Suyu ve askıda katı maddesi giderilmiş kullanılmış yağ , kategori II'de verilen sınır değerlerinden yüksek olmadığını analiz ettirerek belgelemelidir.

Kategori II'de verilen değerlerin üzerinde kirletici içeren kullanılmış yağlar tehlikeli atıklar sınıfına girdiğinden dolayı enerji üretim santrallerinde yakıt olarak kullanılması sakıncalıdır.

Lisanslı kullanılmış yağ toplayıcısı kuruluşlar, bu tür kuruluşlarla anlaşmalı ve yağları bu tesislerde bertaraf ettirdiklerini belgelemelidirler. Nakliye esnasında bu tür belgelenmeyi yapamayanlar hakkında Çevre Kanuna göre ceza kesilmelidir. Bu tür araçlar sadece kullanılmış yağ taşımalıdır. Geçici depolarda sadece diğer bölümlerde tarif edilen konteynırlar kullanılmalıdır.

5.2.3. Çimento, kireç ve çelik üretim tesislerinde kullanımı

Bu tür tesislerde yüksek sıcaklıkta yanma söz konusudur. Kullanılmış yağ içindeki askıda katı maddeler ve su bertaraf edildikten sonra çimento, kireç, fosfat ve çelik

Üretim tesislerinde kullanılan yakıtta belli oranda ilave edilerek yakılabilir. Bu tür tesislerde kullanılmış yağların yüksek sıcaklıkta (1 200 °C) yanması sonucu yağ içinde bulunan organik maddeler parçalanır. Yağ içinde bulunan metal bileşikleri ise tepkimeye girerek yeni bileşikler oluştururlar. Bu bileşikler ise baca gazı arıtma tesislerinde tutulurlar. Ayrıca yanma sonucu oluşan gazların yanma bölümünde uzun süre kalması nedeniyle ve imento, kireç ve kil gibi absorbanlar tarafından kükürt, klorür ve ağır metaller absorbe edilir. Zararlı gazların etkisini minimize etmek için modern tesisler baca gazı temizleme tesisleri ile donatılmıştır. Baca gazı toz arıtma tesisleri genel olarak % 99 verimde çalışırlar. Böylece gazlar bacadan atmosfere atılmadan arıtılarak zararsız hale dnştrlrlar. Bu tür tesislerde ayrıca ikincil atık oluşmaz [2].

Baca gazı emisyonu Endüstriden Kaynaklanan Hava Kirliliği Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerini aşmamalıdır.

Kullanılmış yağdaki kirletici miktarı, kategori II’de verilen sınır değerlerini aşmamalıdır.

6. KULLANILMIŞ YAĞLARIN GERİ KAZINIMI

Eskiden büyük yağ üretim firmaları kullanılmış yağları geri kazanıp rafine ederlerdi. Yüksek derecede kompleks işlemler sonucu eski yağlardan yeni yağlar üretirlerdi. Zamanla yağ fiyatlarındaki düşüşler, kullanılmış yağdan yağ üretimini ekonomik olmaktan çıkardı. Dolayısıyla küçük veya daha az yoğun nüfuslu ülkelerde fırsat olmaktan çıktı. Daha ziyade küçük kapasiteli tesisler için hem yeni iş alanları hem de bir gelir sağlaması açısından önemli oldu.

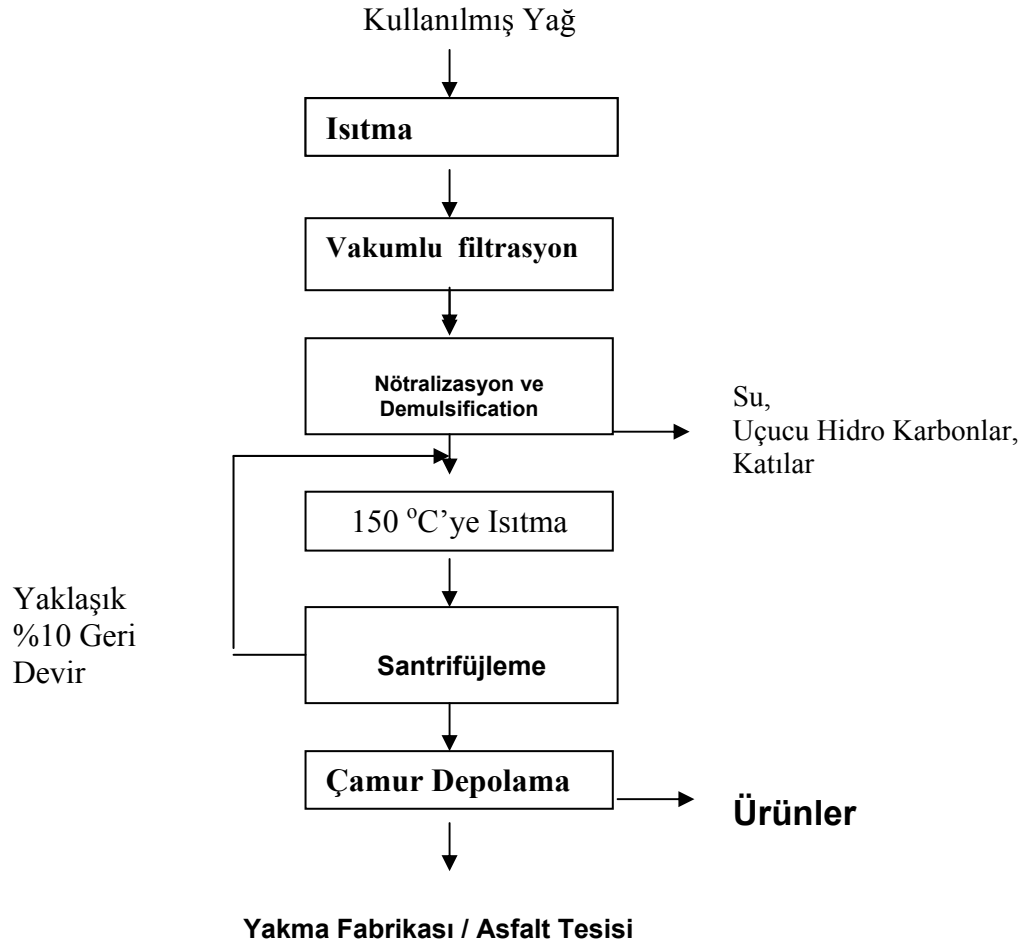
Kullanılmış yağdan yeni ürünler elde eden tesislerin yapım maliyetleri oldukça yüksektir. Türkiye’de bir firma kullanılmış yağdan yeni ürün üretmek istediği zaman tesisi ile ilgili uzman bir Üniversite veya araştırma kurumu ile Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Şirketinden (TÜPRAŞ) izin almak zorundadır. Bu ürünlerin standartlara uygunluğunun belgelenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu tür ürünlerin standardı olmalıdır. Standartlara uygun ürünlerin piyasaya sürülebilmesi için ise, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan (EPDK) izin almak gereklidir.

Fiziksel yöntemlerle kirliliği giderilmiş kullanılmış yağlar genel olarak enerji amacı ile çimento, kireç, katı atık yakma tesisleri, fosfat üretimi ve demir çelik gibi tesislerde kullanılmaktadır. Atık yağların geri kazanılması ile ilgili çeşitli ticari süreçler vardır. Bu süreçler aşağıda kısaca tarif edilmiştir.

6.1. Destilasyon Metodu

Kullanılmış yağı toplayan işleyiciler, çökebilen maddeleri, suyu, askıda maddeleri ve külü gidermek için ısıtma temizleme cihazı kullanırlar. Fakat bu yöntemle uçucu maddelerin ve metallerin miktarları azalmaz. Geri işleme arıtma sistemleri, çöktürme, ısıtma, vakum, filtrasyon ve santrifüj kademelerini içerir. Arıtılmamış yağ, çöktürme tankına verilir. Burada büyük partiküller çöktürülerek giderilir. Daha sonra yağ ısıtılır ve su, uçucu hidrokarbonlar ve askıda katı maddeler vakumlu filtre ile giderilir. Nötralizasyon ve demulfizasyondan sonra kullanılmış yağ 150 °C ısıtılır. Filtrasyondan geçen partiküller santrifüj edilerek % 90 oranında ürün elde edilir.

Bakiye madde tehlikeli atık bertaraf tesislerinde bertaraf edilmelidir. Ürün çimento, kireç ve diğer ilgili tesislerde ek yakıt olarak kullanılması uygundur. Şekil 6.1’ de kullanılmış yağ işleyen bir asfalt tesisi için destilasyon metodu gösterilmektedir [2].



Şekil 6.1. Kullanılmış yağ arıtım sürecinin şematik olarak gösterimi [2]

6.2. Kahire’de Kullanılan Rafinasyon Yöntemi

Bu sistemde sadece kullanılmış motor yağı kullanılır. Kapasitesi 3000 litre civarındadır. Kullanılmış yağlar şehir içi bölgelerdeki araç tamir bakım atölyelerinden toplanır ve arıtma tesisine taşınır.

Şematik gösterimi Şekil 6.2’ de verilen tesiste işleme başlamak için konteynırlardaki yağlar pompa ile çelikten yapılmış ısıtma kabına boşaltılır. Kapalı kap tabandaki atık

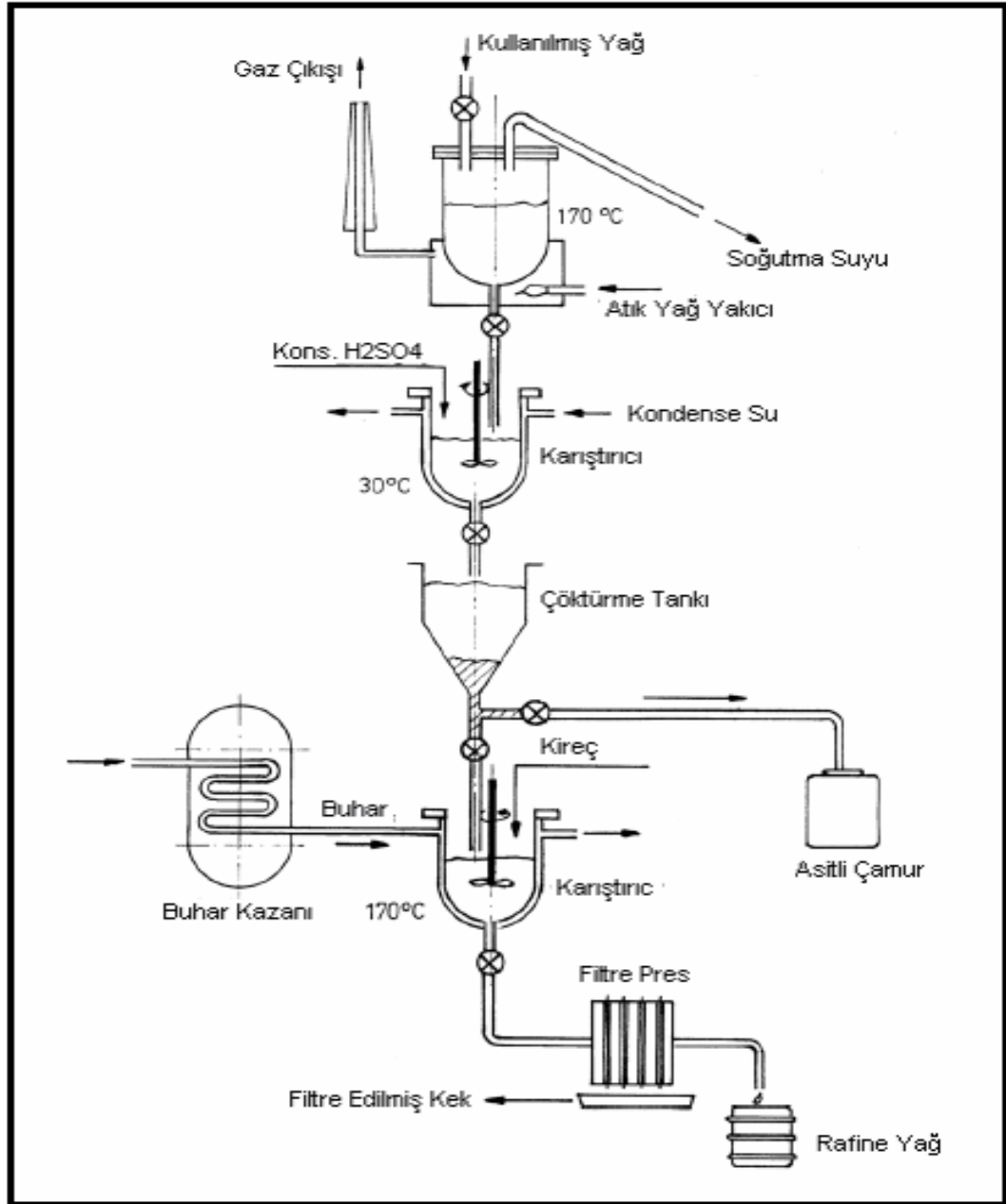
yağ kullanan ısıtıcı ile doğrudan ısıtılır. Önce 100 °C kadar ısıtılarak yakıt içindeki suyun uzaklaşması sağlanır. Sonra ısıtmaya devam edilerek sıcaklık 170 °C'ye kadar yükseltilir. Atık yağ içine karışması olası çözücüler ve petrol türevlerinin buharlaşmaları sağlanır.

Sıcaklık 170 °C'ye yükseldiğinde yağ ilk çelik karıştırıcıya pompalanır. Bu çelik kap çift cidarlıdır ve arasından soğutma suyu pompalanır. Yağ böylece 30-40 °C'ye kadar soğutulur. Soğutma işleminden sonra ortama sülfürik asit ilave edilir. İlave edilmesi gerekli sülfürik asit miktarı arıtılan yağın yaklaşık %10'u kadardır. Karışım 3-4 saat homojen bir şekilde karıştırılır. Böylece asitle kirleticilerin sülfat oluşturmak üzere tepkimeye girmesi sağlanır. Daha sonra yağ tabanı konik olan silindirik çelik kap içine pompalanır. Katı maddelerin tabanda çökelmeleri için bir gün bekletilir. Daha sonra asitli çamur bertaraf edilmek üzere eski yağ konteynırına konur.

Yüzeydeki duru asit-yag karışımı ikinci açık çelik karıştırıcıya pompalanır. Bu karıştırıcı ısıtma amacı ile çift cidarlıdır. Isıtma buhar kullanılarak sağlanır. Asit-yag karışımı ile karıştırıcı doldurulduktan sonra (yaklaşık 3000 litre) 100 kg. kireç ilave edilir. Karıştırılarak 170 °C kadar ısıtılır. Tüm tepkimenin tamamlanması için 2-4 saat bekletilir. Daha sonra asidi nötralize edip pH'ı 7'ye çıkarmak gereklidir. Böylece alçı taşı elde edilir.

Kireçle arıtma işleminden sonra karışım içeriğindeki alçı taşını yağdan gidermek için filtre presten geçirilir. Temiz yağ depolama tankına pompalanır ve dağıtımına sunulur. Bu yavaş hareket eden makineler için (metallerin işlenmesi gibi) ikincil kalite yağ veya soğutma amacı ile kullanılır.

Bu yöntemin en büyük sakıncası çamur oluşturmaları ve bu çamurun uzaklaştırılması için özel dikkat gerektirmesidir. Ayrıca baca gazı kirleticileri oluşturmalarıdır [2].



Şekil 6.2. Kahire’de kullanılan rafinasyon yöntemi [2]

6.3. Asit – Kıl Süreci

Bu süreçte su yağdan flaş edilerek uzaklaştırılır. Atık yağ sülfürik asitle tepkimeye sokularak metal ve yüksek moleküllü asfaltik maddelerden ayrılır. Suyu alınmış ve asitle tepkimeye sokulmuş yağda diğer istenmeyen maddeler kille etkileştirilerek uzaklaştırılır, rengi düzeltilir. Son olarak yağ, nötralize edilir, baz yağlar

destilasyonla geri kazanılır. Kullanılmış kil, süzme ile yeniden kullanılacak duruma getirilir.

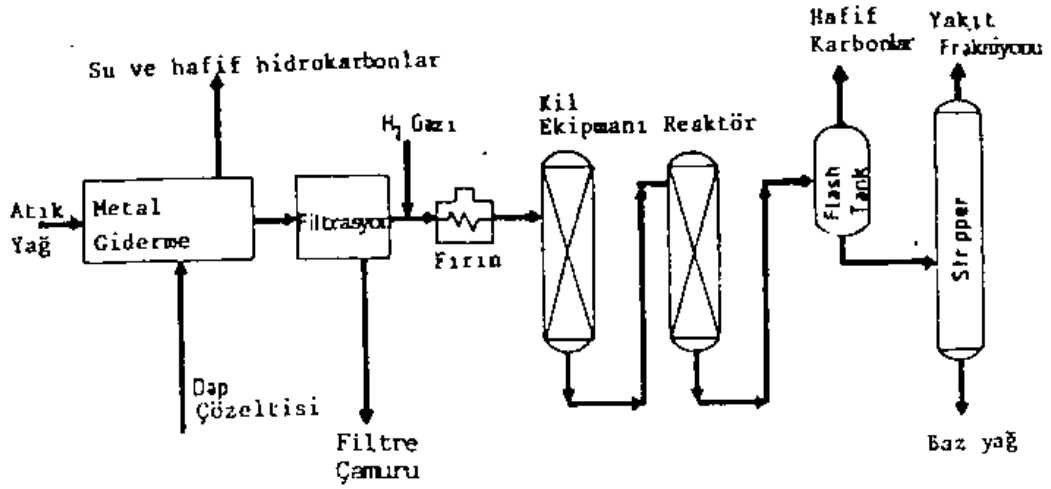
Bu süreçte ortaya çıkan asit çökeltileri, çevre kirlenmesi ile ilgili olarak sorun yaratır. 1000 ton atık yağın geri kazanılmasında 200 ton asit çözeltisi oluşur. Buna ilaveten baz yağın bir kısmı çökelti ile kaybolur. Bu yüzden bu süreçteki % 45–75 lik verim diğer süreçlere nazaran daha düşüktür [2].

6.4. Prop Süreci

Bu süreç Philips Petrol Şirketi tarafından geliştirilmiş olup, metallerin uzaklaştırılması ve hidrojen gazı ile arıtma basamaklarını kapsar. Atık yağ boru hattında metallerin uzaklaştırılması için diamonyum fosfatın sulu çözeltisi ile karıştırılır. Metal giderme bir seri reaktörde olur. Kül oluşturan maddeler ve metaller filtrasyonla uzaklaştırılır. Su ve hafif hidrokarbonlar da metal giderme bölümünde ayrılırlar. Su ve metalden arınmış atık yağ hidrojen gazı ile birleştirilerek az miktarda bulunan inorganik maddelerin giderilmesi için kil içeren ekipmana alınır. Bu ekipman bundan sonra kullanılacak reaktördeki nikel molibdenli katalizöre zarar verecek maddelerin uzaklaştırılmasında kullanılır. Nikel molibden katalizöründe hidrojenle tepkimeye giren yağın rengi açılırken azot, kükürt, oksijen ve klorlu maddeler uzaklaştırılır.

Son basamakta buharla yağdaki hafif yakıt fraksiyonları uzaklaştırılır. Yan ürünler katı madde olarak ayrıldıklarından çevre kirlenmesi yaratmazlar. Ürün verimi % 75–85 arasında değişir.

Bu sürecin tesis ve işletme maliyeti oldukça yüksektir, şematik olarak gösterimi Şekil 6.3’ de verilmiştir [10].

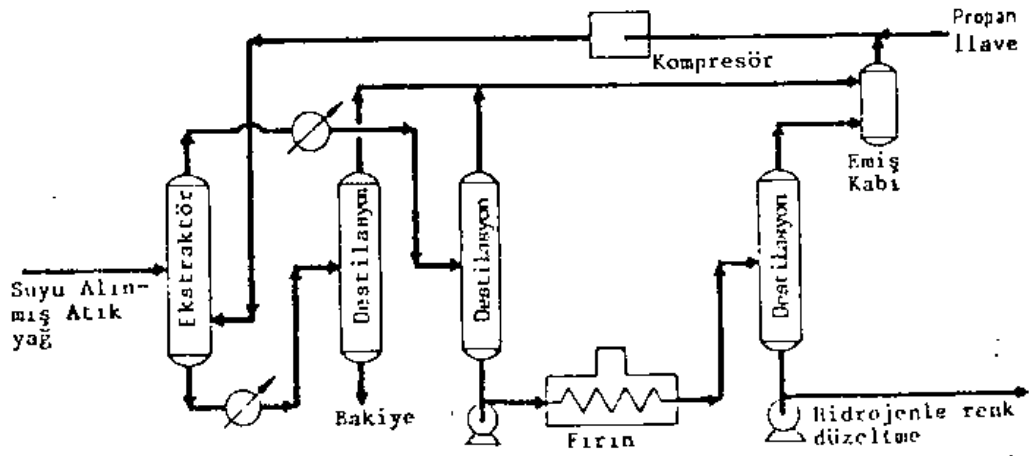


Şekil 6.3. Prop sürecinin şematik olarak gösterimi [10]

6.5. Propanla Ekstraksiyon Süreci

Fransız Petrol Enstitüsü (IFP) tarafından geliştirilmiş olup bu süreçte propan, çözücü olarak kullanılır. Sürecin temeli sıvı propan kullanarak özellikle baz yağdan katık ve bozunma ürünlerinin ayrılmasını sağlamaktır. Su ve hafif hidrokarbonlar flaş edilerek ayrılırlar. Yağ, sıvı propanla birleştirilerek ters akım ilkesi ile çalışan çözücü ekstraktörüne gönderilir. Propanda çözünen baz yağ ekstraktörün üst kısmından ayrılırken koyu renkli oksitlenmiş hidrokarbonlar ve katıklar kolon dibinden alınırlar. Propan yağdan ayrıldıktan sonra soğutuculardan geçerek sıvılaştırılır ve tekrar kullanılır. Temizlenmiş yağ değişik fraksiyonlara ayrılır. Ağır fraksiyonlar hidrojenle renklerinin belli bir standarda getirilmesinden önce kille etkileştirilir. Hafif fraksiyonlarda kil etkileşimi yoktur, doğrudan hidrojenle son durumlarına getirilirler.

Bu süreçle yüksek kalitede baz yağ üretilir. Ancak oldukça karmaşık bir süreç olup, yüksek oranda propan sirkülasyonu gerektirir. Propanı sıvı tutmak için yüksek işletme basıncına gerek vardır. Bu sürecin şematik olarak gösterimi Şekil 6.4' de verilmiştir [10].

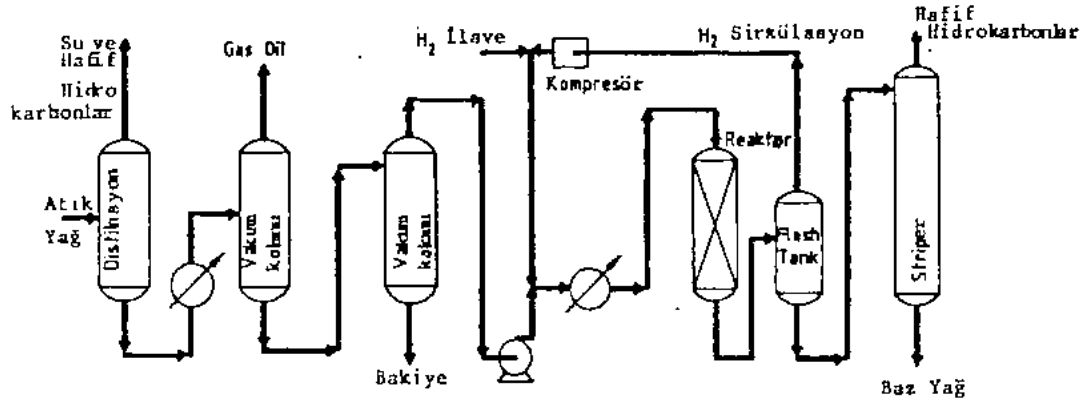


Şekil 6.4. Propanla ekstraksiyon sürecinin şematik olarak gösterimi [10]

6.6. KTI Süreci

Hollanda'nın Kinetik Teknoloji Enternasyonel (KTI) firmasının, Amerika Birleşik Devletleri Gulf Science & Technology firmasıyla iş birliği yaparak geliştirdikleri bir geri kazanma süreci olup, her türlü atık yağa uygulanır. İlk basamak olan atmosferik destilasyonla su ve benzin uzaklaştırılır. Vakum destilasyonunda özel film buharlaştırıcısı (wiped film evaporator) kullanarak baz yağlar, metal ve asfaltik maddeler içeren kalıntıdan ayrılır. KTI, Gulf'un hidrojenle arıtma sürecini kullanarak baz yağın renk ve kokusunu istenilen düzeye getirir. Hidrojenle zengin gaz, yağla birleştirilir ve reaktöre girmeden önce ısıtılır. Bundan sonra yağdaki hafif kısımları buharla uzaklaştırıldıktan sonra vakum altında istenilen özelliklerde fraksiyonlara ayrılırlar.

Bu süreçle yüksek kalitede ve verimde baz yağlar elde edilir. Yağların 250°C ' nin altında destilasyonu için düşük vakuma gerek vardır. Bu iş için ticari amaçlı ve yüksek kapasitede kullanılacak özel bir buharlaştırıcı tekniği ile elde edilecek düşük vakum pahalı olabilir ve özel bakım gerektirir. Bu sürecin şematik olarak gösterimi Şekil 6.5' de verilmiştir [14].

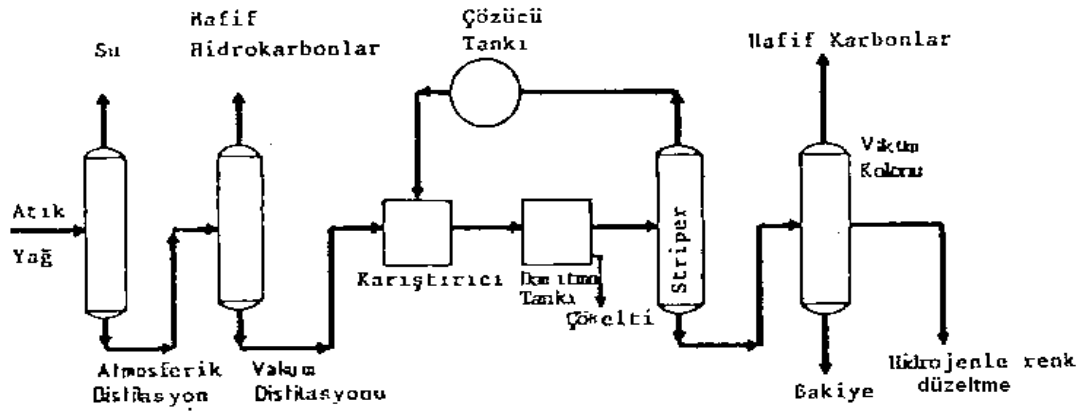


Şekil 6.5. KTI sürecini şematik olarak gösterimi [14]

6.7. BERC Süreci

Çözücü ile ekstraksiyon uygulayan bu süreç ABD Enerji Bakanlığının Bartlesville'deki Enerji Teknoloji Merkezinde geliştirilmiştir. Su atmosferik basınçta, 340–350 °C' nin altında kaynayan hidrokarbonlar ise vakum altında distilasyonla uzaklaştırılırlar. Bu sürecin en önemli kısmı çözücü ile arıtmadır. Değişik çözücüler tek başına ve karışımlar halinde kullanıldığında en uygun çözücü sistemi olarak 2-propanol, 1-bütanol ve metil etil ketonun hacimce 1:2:1 oranlarındaki karışımı bulunmuştur. Bu çözücü karışımı atık yağla karıştırılır. Oluşan çökelti yağdan ayrılır ve çözücü atmosferik kolonda tekrar kullanılmak üzere geri kazanılır. Arıtılmış yağ parçalanmayı (kraking) önlemek amacıyla 5 mm Hg basıncının altında uygulanan bir vakumla değişik fraksiyonlara ayrılır. Hidrojenle yapılan arıtma yağ – kil kalıntısı yapmadığından, kille yapılan arıtmaya tercih edilir.

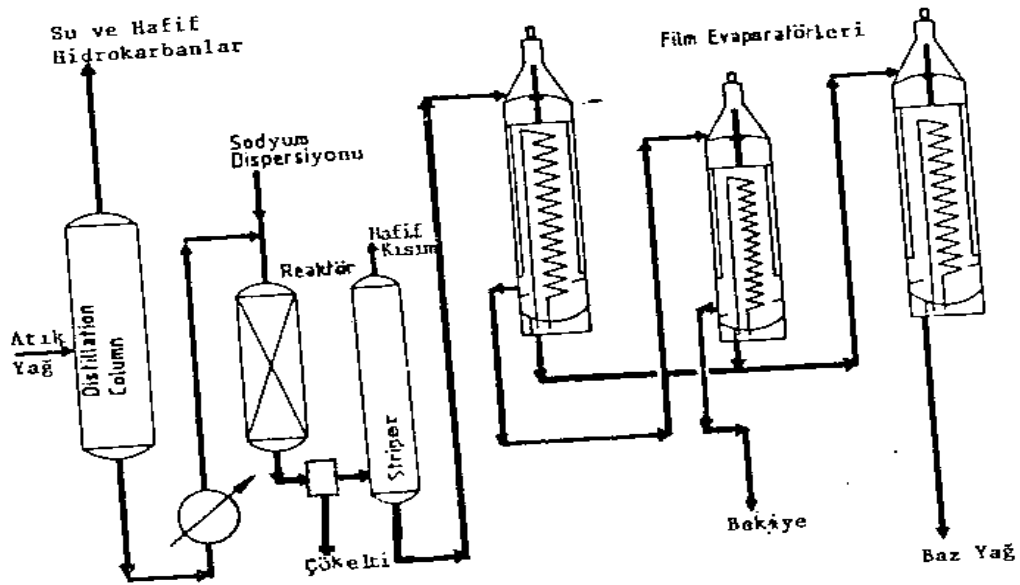
Bu süreçte yüksek kalitede ve verimde (%75–85) yağlama yağı üretse de, ticari alanda denenmemiştir. Bu sürecin şematik olarak gösterimi Şekil 6.6 da verilmiştir [14].



Şekil 6.6. BERC sürecinin şematik olarak gösterimi [14]

6.8. Recyclon Süreci

Leybolt - Heraeus isimli bir Alman firmasının geliştirdiği bu süreçte metalik sodyumun emülsiyonu atık yağın geri kazanılmasında kullanılır. Yağ 1 milibar basıncın altında çalışan ve film buharlaştırıcıları bulunan destilasyon kolonundan geçirilir. KTI sürecinde bahsedilen düşünceler bu süreç için de geçerlidir. Bu sürecin şematik olarak gösterimi Şekil 6.7' de verilmiştir [14].



Şekil 6.7. Recyclon sürecinin şematik olarak gösterimi [14]

6.9. Atık Yağ Arıtımı İçin Örnek Bir Tesis

Geri dönüşüme uygun, kategori 1 e giren atık yağların arıtımı için uygulanan işlem basamakları Resim 6.1’ de verilmiştir.



Fabrikaya gelen atık yağlar öncelikle laboratuarda analizleri yapılarak belirlenen kategorilere uygunluğu görüldükten sonra depolama tanklarına alınır.



Atıklar öncelikle susuzlaştırma işlemine tabi tutulabilmesi için ısıtmalı karıştırıcıda ısıtma işlemine tabi tutulmaktadır.



Isıtmalı karıştırıcıdan geçen atıkların ayırıcı yardımı ile su ayrıştırması tamamlanır.

Resim 6.1. Atık yağların arıtımı için uygulanan işlem basamakları [13]



Atıklardan çıkan serbest ve emilüsyon suları kimyasal arıtma paketinde temizlenir.



Susuzlaştırması yapılan atıklar evaparatöre alınmadan önce besleme tankına alınır.

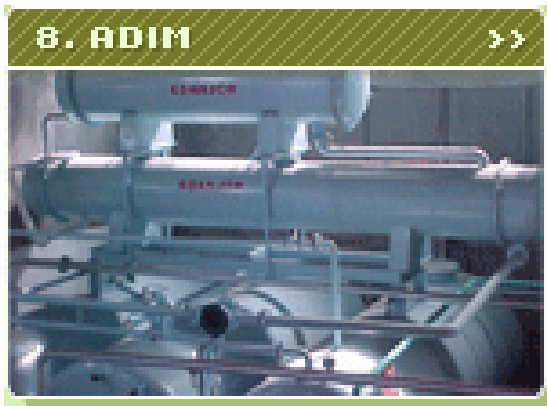


Evaparatörde kızgın yağ kazanı ile 350 dereceye kadar çıkılarak atıkların ayrıştırılması yapılır.

Resim 6.1. (Devam) Atık yağların arıtımı için uygulanan işlem basamakları [13]



Evaporatörden çıkan ürünlerin kademe ayrıştırılması ısı değıştircilerde tamamlanır.

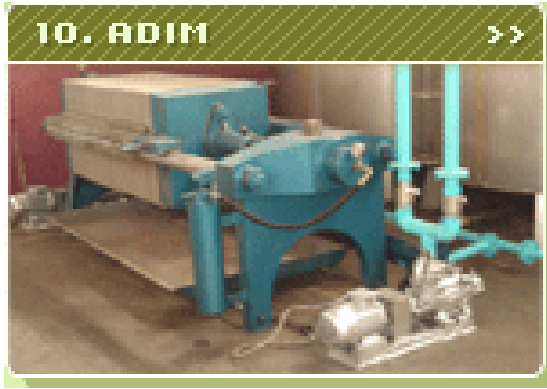


Isı değıştircilerden geçen ayrılmış ürün destile tanklarında toplanır.



Destile tanklarındaki ürün ısıtmalı kil mikserine alınır ve burada belli bir sıcaklığa getirilerek ağartma işlemi yapılır.

Resim 6.1. (Devam) Atık yağların arıtımı için uygulanan işlem basamakları [13]



Isıtılan hammadde filtre presten geçirilerek içersinde kalan yabancı maddeler alınır.



Ham ürün filtreden geçirilerek gerçek renk ve kokusunda toplama tanklarına alınır.



Toplanan ham ürün ısıtmalı mikserlerde katkıları yapılarak standart ürün haline getirilir.

Resim 6.1. (Devam) Atık yağların arıtımı için uygulanan işlem basamakları [13]

Bu tesiste üretilen madeni yağlar “GDS” markası ile piyasaya arz edilmekte ve kalite bakımından sıfır yağlardan farksız olarak görev üstlenmektedirler.

Sonuç olarak baz yağlar bilinen vakum teknikleri kullanılarak temiz ve atık yağlardan geri kazanıldığında;

- Atık yağın kullanma süresi ile orantılı olarak fiziksel özelliklerinin negatif yönde değiştiği,
- Atık yağdan elde edilen baz yağın özelliklerinin temiz yağdan elde edilen baz yağın özellikleri ile tam bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

7. KULLANILMIŞ MOTOR YAĞININ GERİ KAZANILMASININ ÜSTÜNLÜKLERİ

Şayet, 9 litre kullanılmış yağ geri kazanılır ve enerji üretiminde kullanılsa;

- Bir evin 6 günlük tüm elektrik gereksinimi karşılanabilir.
- Elektrikli bir fırında 48 defa yemek pişirilebilir.
- Saç kurutma makinası ile saçınız 216 defa kurutulabilir.
- Elektrikli süpürme aracı ile eviniz 15 ay temizlenebilir.
- 180 saat televizyon seyredilebilir.

Kullanılmış motor yağının ısı değeri 7220 - 8880 kcal/kg arasında değişmektedir.

192 litre ham petrolden sadece 3 litre motor yağı üretilirken 4.8 litre kullanılmış motor yağından 3 litre üretilir [2].

Bir litre kullanılmış yağ enerji üretiminde kullanıldığı zaman 100 W bir lambanın bir günlük elektrik enerjisini veya 1000 W lık bir elektrik ısıtıcısının 2 saatlik enerjisini sağlayabilirsiniz.

Kullanılmış yağı geri kazanarak petrol tüketimini ve ithalatını azaltabilirsiniz.

9 litre kullanılmış motor yağından 32 kWh elektrik enerjisi üretmek mümkündür.

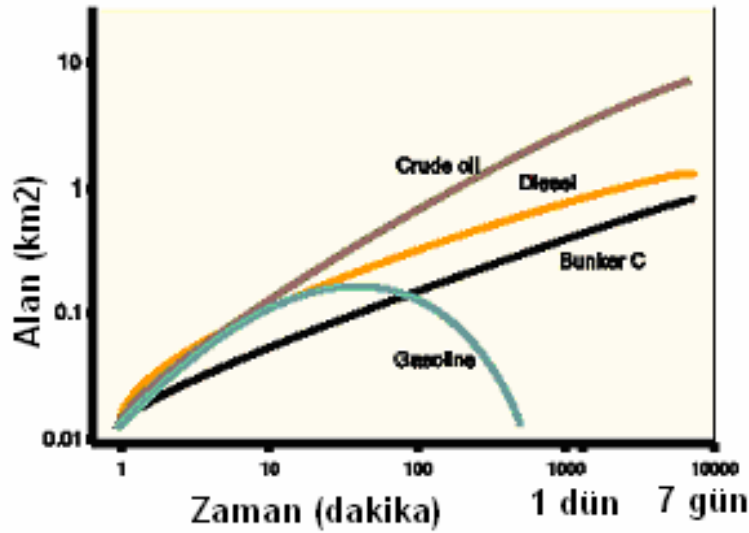
Kullanılmış motor yağı arıtma tesisinde mono amonyum fosfatla reaksiyona girdirerek iz elementlerin çöktürülmesi sağlanır ve sonra filtre edilerek tekrar kullanılır hale getirilebilir.

8. KULLANILMIŞ YAĞLARIN ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kullanılmış yağ geri dönüştürölüp toprağa, suya dökölmediği sürece tehlikeli madde değildir. Kullanılmış yağlar deterjanlar, fosfatlar yanında kurşun, çinko, baryum, kadmiyum, cıva, krom, arsenik ve vanadyum gibi ağır metaller içerirler. Kullanılmış yağları evsel atıksu arıtma tesislerinde arıtmak zor ve pahalıdır [15].

8.1. Sulara Etkisi

Kullanılmış yağların suda çözölmesi çok düşük ve yavaştır. Yağların suda dağılması dökölün yağın özelliğine bağlıdır. Deniz veya göl gibi yüzeysel sulara ulaşan kullanılmış yağlar suda hızlı şekilde dağılır (Şekil 8.1). Suda bozulmadan uzun süre kalabilir. Sudaki canlılarla teması halinde ölölmlerine neden olur. 30-50 ppm yağlı su balıkları öldüröl [16].



Şekil 8.1. Bazı petrol üröl türlerinin suda dağılma hızı [2]

Kullanılmış yağ sudaki mikroorganizmalar yanında balıkların tüm gıda kaynaklarını da kirletir. Toksin maddeler, planktonlarda ve diğer küçük organizmalarda birikerek besin zincirine katılırlar.

Bir litre kullanılmış yağ bir milyon litre şebeke suyunu veya 15 kişinin bir yıllık su ihtiyacını kullanılamaz hale dönüştürür. Sudaki tüm bitkileri öldürür.

Kullanılmış yağ çöpe dökülürse, çöp depolama alanında yer altı suyunu ve yüzeysel suları kirletir.

Nehirlerdeki, göllerdeki ve denizlerdeki doğal hayatı olumsuz yönde etkiler.

50-100 ppm kullanılmış yağ içeren atıksu, arıtma tesisini olumsuz etkiler ve arıtma maliyetini artırır.

Kullanılmış yağ kanalizasyona dökülürse kanalizasyon borularını ve fosseptik çukurları tahrip eder.

Yer altı suları bir defa kullanılmış yağlarla kirlendikten sonra onu tekrar temizlemek çok pahalı ve zordur.

5-7 litre kullanılmış yağ yüzeysel suya döküldüğünde su yüzeyinde 10000 m² yağ tabakası oluşturur. Bir futbol sahasının iki katı büyüklüğündeki bir alanı kaplar. Su yüzeyinde ince film tabakası halinde biriken kullanılmış yağ suda oksijenin çözünmesini önler, fotosentez işlemini bozar ve güneş ışınlarının su içine yayılımını engeller [2].

Kullanılmış yağ suda zamanla çözünerek mikro organizmalar için besin maddesi olarak kullanıldığından dolayı suda mikro organizma tekrar ürer ve sayısı artar. Bu olay suda ötrofikasyona neden olur. Suda ötrofikasyon arttığı zaman balıklar ve diğer canlılar için gerekli olan oksijen azalır.

ABD’ de yılda 5.1 milyon ton otomobil ve endüstriyel kaynaklı kullanılmış yağ oluşmaktadır.

Kullanılmış yağ suda bozulurken zehirli maddeler serbest hale geçer. Zehirli maddeler sudaki canlılar üzerinde kanserojen madde etkisi yapar ve çözünmüş oksijen miktarını azaltır. Fazla miktarda oksijen tüketiminden dolayı suda mikro organizma büyümesi ve çoğalması hızlanır [2].

1 litre kullanılmış yağ 1000 ton suyun tadını bozar.

Bazı eski elektrik aletleri (transformatör gibi) PCB içerir. Bu tür aletlerden yağa PCB karışabilir. Bu tür yağların çevreye denetimsizce bırakılması doğal alanların zarar görmesine neden olur. PCB kolayca parçalanmaz ve besin zincirinde uzun süre birikebilir.

Kullanılmış yağ suda balıkların gıda kaynağı olarak kullandıkları organizmaları öldürür. Kullanılmış yağ, solungaçlara girerek balıkların boğulmalarına ve hatta ölümlerine neden olur. Yağ, bataklık bitkilerini de öldürür.

Göçmen kuşları ve martılar sulardaki yağ kirliliğinden çok etkilenirler. Göç sırasında göçmen kuşları sakin sular ararlar ve yağ kaplı sularda sakin sular olarak görünür. Bu durum kuşların suya konmasına ve ölümlerine neden olur. Kuşlar gagaları ile tüyleri üzerindeki yağları giderirken yüksek oranda zararlı maddeleri de alırlar ve birkaç gün içinde ölürler.

Sulardan kıyıya vuran yağlar buralardaki canlıların ölümlerine neden olur.

Sularda kullanılmış yağlardan dolayı ölen canlılar diğer canlılar tarafından yenildiğinde zehirlenirler ve böylece su canlıların besin zincirinde olumsuz değişimlere neden olurlar.

ABD’de yüzeysel sular % 40 oranında kullanılmış yağlardan dolayı kirlenmektedir. Kullanılmış yağların sulara dökülmesi sonucu oluşturduğu kirlilik Resim 8.1’ de verilmiştir.



Resim 8.1. Kullanılmış yağların gelişi güzel sulara bırakılması [2]

8.2. Toprağa Etkisi

Toprağa dökülen kullanılmış yağ, bitkileri tahrip eder, toprak ürünlerinin azalmasına neden olur.

Kullanılmış yağlar yol yapımında toz tutucu olarak asla kullanılmamalıdır.

Toprağa dökülen kullanılmış yağ, bitkiler tarafından absorbe edilir. Topraktaki besin zincirinde birikir ve hatta insanların zehirlenmesine dahi neden olur.

Kullanılmış yağ yüksek miktarda kurşun, arsenik, kadmiyum, krom gibi ağır metalleri içerebilir ve toprakta birikebilir. Bitkiler, yüksek derişimlerdeki ağır metalleri absorbe ederler. Bitkiler kullanılmış yağla kirlenmiş toprakta asla büyümeyebilirler [16].

Kullanılmış yağ herhangi bir kişinin derisine döküldüğünde bu kirlilik dikkatlice ve iyice temizlemelidir.

Kullanılmış yağ çöpe dökülürse, çöp depolama alanında yer altı suyu ve yüzeysel sular kirlenir, kanalizasyon borusuna dökülürse kanalizasyon borularını ve fosseptik çukurları tahrip eder. 50-100 ppm kullanılmış yağ içeren atıksu, arıtma tesisini olumsuz etkiler.

Kullanılmış yağların toprağa dökülmesi sonucu oluşturduğu kirlilik Resim 8.2’ de verilmiştir.



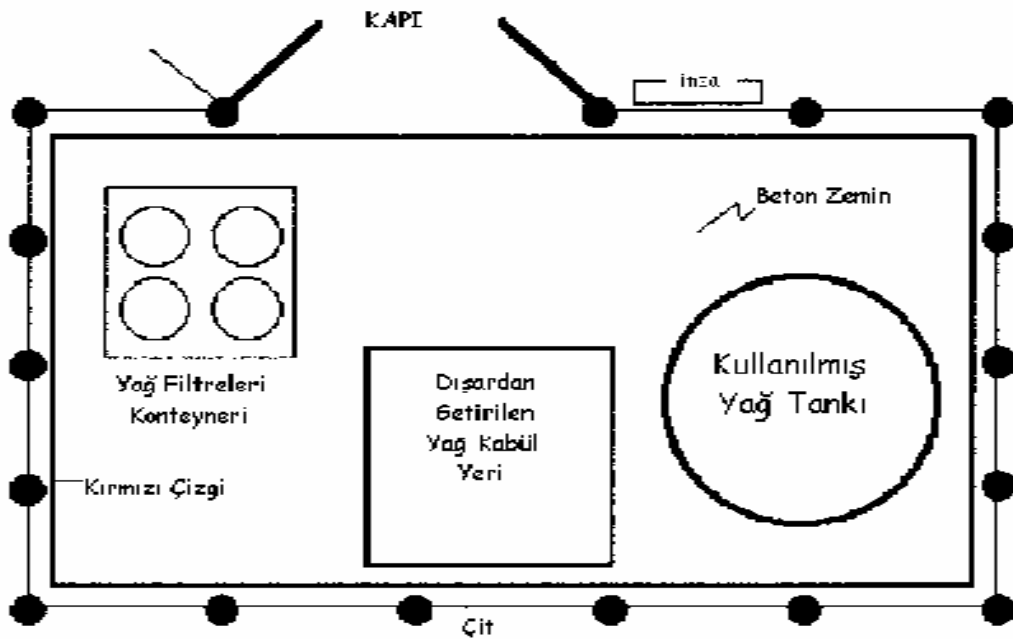
Resim 8.2. Kullanılmış yağların toprakta oluşturduğu kirlilik [2]

Sert bir zemine dökülen yağın görüntüsü Resim 8.3’ de verilmiştir.



Resim 8.3. Sert zemine dökülen yağ görüntüsü [2]

Kullanılmış yağ toplama veya geçici depolama tesisleri, Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen şartları sağlamalıdır. Şekil 8.2’ de böyle bir tesis şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 8.2. Kullanılmış yağ toplama tesisi şeması [2]

Bu uygulamalara ne derece uyulduğu ile ilgili Avrupa ve Türkiye’ den birer kullanılmış yağ işleme tesisinin görüntüleri Resim 8.4 ve Resim 8.5’ de verilmiştir.



Resim 8.4. Kullanılmış yağ geri kazanma merkezi – Avrupa [2]



Resim 8.5. Kullanılmış yağ işleyen tesisten görüntüler –Türkiye [2]

9. KULLANILMIŞ VE KULLANILMAMIŞ YAĞLARIN ÇEŞİTLİ AÇILARDAN MUKAYESELERİ

Atık yağların geri kazanılması ekonomik kazanımlar yanında kaynak tasarrufu ve çevre kirliliği yönünden de önemlidir. Geri kazanma süreci atık yağlardaki istenmeyen maddeleri uzaklaştırdığı gibi ham petrolden elde edilen baz yağlar kalitesinde baz yağ elde edilmesini de mümkün kılar.

Atık yağları yakarak enerjisini geri kazanmak ile içindeki yüksek kalitedeki baz yağları geri kazanarak yağlama yağı yapımında kullanılmasını sağlamak arasındaki farklar bir çok çalışmalara konu olmuştur. Bunlardan bir tanesi Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Enerji Bakanlığınca yapılmıştır. Bu çalışma baz yağların geri kazanılmasının yakılmasına oranla çok daha üstün bir yol olduğunu göstermiştir. 1980 yılı için geçerli olmak şartı ile bütün atık yağların ABD ‘de geri kazanılması yakılmasına göre 300 milyon \$ daha karlıdır [2]. Buna ek olarak baz yağların atık yağlardan elde edilmesi ham petrolden elde edilmesine oranla çok daha ucuzdur. Fransız Petrol Enstitüsünün (IFP) raporuna göre 1 ton baz yağın atık yağ süreçlerinden geri kazanılması geleneksel süreçlerle ham petrolden baz yağ eldesine oranla 0,2 – 0,4 ton daha az yakıt gerektirdiğini ortaya koymuştur [2].

Yağlama yağları yüksek derişimlerde viskozite indeks geliştiricileri, deterjan, dispersan ve diğer katkıları içerecek şekilde formüle edilir. Taşıt yağları %14 ‘e kadar katkı içerir. Atık yağlarda bulunan yüksek orandaki metaller, oksitlenmiş hidrokarbonlar ve asfaltik maddeler yağın kullanılması sırasında ısı ve basınç sonucu oluşur. Bu istenmeyen maddelerin içinde benzin ve dizel yakıtları, katkıların bozunmasıyla oluşan organik ve inorganik maddeler ve yanma sırasında benzinden geçen kurşun bileşikleri de bulunur. Kurşunun atık yağlardaki oranı % 1 ‘i bile geçebilir.

Atık yağlar uzun yıllar enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Atık yağların yanmasındaki sorun bacalardan çıkan ve hava kirlenmesine neden olan maddelerdir. Atık yağlardaki metal bileşikleri atmosfere oksit halinde verilmektedir. Bu

parçacıklar 5 – 10 μ 'dan daha küçük olduğundan insanların soluma sınırlarına girmektedir. Özellikle kurşunun insan sağlığına olan olumsuz etkileri bilinmektedir. Atık yağların uygun olmayan yollarla yok edilmesi önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu yağlar çoğunlukla hava ve su kirlenmesine neden olmaktadır. Bu sorunlar fiziksel geri kazanma (recycling), kimyasal geri kazanma (reclaiming) ve daha ileri rafineri süreçleri ile geri kazanma (re-refining) yolları ile ortadan kaldırılabilir.

Fiziksel olarak atık yağların geri kazanılması yöntemi ısı aktarma donanımları ve yakıcı ağızlarında kışır yapan maddelerin uzaklaştırılması için önemlidir. Ön arıtma yöntemleri olarak çöktürme, santrifüj, elektriksel çökeltme, su ve hafif hidrokarbonların uzaklaştırılması sayılabilir. Bu fiziksel yöntemlere ek olarak bazı kimyasal yöntemlerinde uygulanması atık yağlardaki çözünmeyen maddeler yanında çözünen, istenmeyen maddelerin de uzaklaştırılmasını sağlar. Bu ek yöntemler, kil, asit veya bazla çöktürme ve destilasyondur. Bu tip uzaklaştırma taşıt yağları gibi, çok karmaşık olmayan yağlardan istenmeyen maddelerin uzaklaştırılmasını mümkün kılar. Son yıllarda taşıt yağları 15 – 20 kadar kimyasal katkı maddesinin kullanılması ile daha karmaşık bir yapıya girmiştir. Bu yüzden geri kazanma süreçleri kullanılarak karmaşık yapıdaki taşıt yağlarından yüksek kalitede baz yağ elde etmek mümkün olmuştur. Bu süreçler petrol rafinerilerinde kullanılan, destilasyon, hidrojenle işlem, asit, kostik, solvent, kil veya buna uygun diğer kimyasal madde kullanan arıtma süreçleridir.

Kullanılmamış ve Atık Yağların Tipik Özellikleri

Koşal ve diğerleri yaptıkları çalışmada kullanılmamış (temiz) ve kullanılmış otomobil yağlarının durumunu izlemek için laboratuvar testleri yapmışlardır. Bu testlerde yoğunluk, renk, bakiye karbon, viskozite, destilasyon, kül ve metal miktarlarını ölçmüşlerdir. Fourier transform infrared analiz (FTIR) yöntemi kullanılarak organik grup ve katıkların değişimini incelemişlerdir. Atık yağ vakum altında destile edilerek yağda bozunan maddeler, katıklar ve metaller uzaklaştırmış ve baz yağ elde etmişlerdir. Kullanılmış ve kullanılmamış taşıt yağlarının elde edilen baz yağlarında yukarıda verilen testler ve gas kromatografi metodu ile simule

destilasyon (GKSD) testlerini yapmış ve birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Sonuçları birbirine çok yakın bulmuşlardır [14]. Yoğunluk, renk, viskozite, karbon bakiyesi, sülfatlı kül ve metal analizlerinin sonuçları kullanılmamış ve 3000 km kullanılmış yağda yapılarak Çizelge 9.1’ de verilmiştir.

Çizelge 9.1. Kullanılmış ve kullanılmamış yağların özellikleri [14]

Testler	Kullanılmamış yağlama yağı	Kullanılmış yağlama yağı (3000 km)
Yoğunluk 15 C	0,896	0,904
Renk. ASTM	4,0	Black
Viskozite 100 F ⁰ (38 C ⁰) 210 F ⁰ (99 C ⁰)	194,16 19,95	174,67 18,27
Karbon Bakiyesi %	1,06	1,97
Sülfatlı kül %	0,73	1,43
Metaller (ppm)		
Kalsiyum	1530	1570
Bakır	0,26	1,66
Krom	7,26	19,20
Demir	2,22	19,40
Potasyum	<10	<10
Magnezyum	586	603
Manganez	0,59	0,37
Molibden	0,18	0,32
Nikel	0,33	0,63
Fosfor	961	909
Çinko	1090	1090
Kurşun	<1	2170
Silisyum	<3	<3
Stronsiyum	<2	<2

Yoğunluk kullanılmamış yağdan kullanılmışıya göre az da olsa artarken, viskozite düşmüştür. Metal analizleri her iki örnekte de bakıldığında kalsiyum, magnezyum, fosfor ve çinko miktarları birbirlerine çok yakın olup, katıklardan kaynaklanmıştır. Kullanılmış yağdaki kurşun oranı motorda benzin yakılması dolayısıyla kullanılmamış yağa göre 2000 defa artmıştır. Diğer metal oranlarındaki değişim motor parçalarının aşınmasından ileri gelmiştir.

Kullanılmamış yağdaki 335 °C lik ilk kaynama noktası 3000 km lik yağda 210 °C ve 5000 km lik yağda 180 °C ye düşmüştür. Yağların ilk kaynama noktaları kullanılmamış yağdan kullanılmış yağa doğru değişirken en düşük sıcaklık en fazla kullanılmış yağda görülmektedir. Bu değişiklik yağın kullanılması sırasında hidrokarbon kırılmasından oluşmaktadır.

Yağlama yağları yüksek sıcaklıkta metallerin etkisiyle daha değişik tipte bir değişikliğe daha uğrar. Moleküller birbirleriyle birleşerek daha yüksek sıcaklıkta kaynayan daha yüksek moleküllü hidrokarbonlar oluştururlar. Bu durum 500 °C nin üzerine çıkıldığında gerçekleşmektedir.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm bu bilgiler ışığında varılan kanı şudur ki atık yağ yoktur, kullanılmış yağ vardır ve yüksek oranda katkı maddelerinden kaynaklanan kirleticileri içerdiklerinden çevreye zarar vermeyecek biçimde toplanmalı ve yukarıda sayılan işlemlerden uygun olanı ile değerlendirilmelidir.

Kullanım alanlarına göre sınıflandırılmış olan 18 tip endüstriyel yağ için, kullanıldıktan sonra muhtemelen hangi kategoride inceleneceği ve ne şekilde değerlendirilmesi gerektiği hususunda aşağıda yer alan Çizelge 10.1 hazırlanmış ve yorumlanmıştır. Bu öneri ile kullanılmış yağın üretim yeri ve çalışma koşulları göz önüne alındığında geri kazanım adına ne tür bir işleme tabi tutulabileceği konusu değerlendirilmiştir.

Çizelge 10.1. Kullanılmış yağların önerilen değerlendirme yöntemleri [17]

YAĞLAR (L SINIFI)		ÖNERİLEN DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ		
Kod harfi	Uygulama Alanı	KATEGORİ I (Geri Dönüşüm)	KATEGORİ II (İlave Yakıt Olarak)	KATEGORİ III (Bertaraf)
A	Toplam kayıp sistemlerinde kullanılan	*		
B	Kalıp yağları	*	*	
C	Dişli yağları		*	*
D	Kompresör yağları	*	*	
E	İçten yanmalı motorlarda kullanılan		*	*
F	İğ yatakları, yataklar ve ilgili kavramalarda kullanılan	*		
G	Düz yataklarda kullanılan	*		
H	Hidrolik sistemlerde kullanılan	*		
M	Metal işleme sanayinde kullanılan			*
N	Elektrik yalıtımında kullanılan	*		
P	Havalı aletlerde kullanılan	-	- (*)	-
R	Korozyona karşı geçici koruyucu olarak kullanılan		*	
S	Isı transferlerinde kullanılan	*		
T	Türbin yağları		*	*
U	Isıl işlemlerde kullanılan		*	
X	Gresler		*	
Y	Diğer uygulama alanlarında kullanılan	*	*	*
Z	Buhar silindirlerinde kullanılan		*	

Toplam kayıp sistemlerinde kullanılan yağlama yağları, tel şeklinde halatların olduğu sistemlerde, açık dişli sistemlerde ve hafif yüklü parçalarda kullanılan yağlar olup aşırı sıcaklık, yüksek basınç, metal parça teması gibi olaylara maruz kalmazlar. Katkı maddesi olarak daha çok bitüm içerdiklerinden bu tür kullanılmış yağların geri kazanılması en uygun yoldur.

Kalıp yağları; beton, seramik ve metal malzemelerin kalıplarında kullanılan, kalıp içinde ince bir film tabakası oluşturarak malzemenin kalıplara yapışmasını önleyen ve kalıp temizleme işlemini ortadan kaldıran yağlardır. Performans geliştirici veya koruyucu gibi özel kimyasal katkı maddelerin içermezler. Ancak yüksek sıcaklıktaki fırınlardan geçirilmeleri kimyasal yapılarında birtakım bozunmalar (tepkimeler) gerçekleşmesine neden olabilir. Bu durumda kullanılmış kalıp yağları işleneceği tesisin teknolojisine bağlı olarak geri dönüşümü sağlanabilir veya ilave yakıt olarak kullanılabilirler.

Dişli yağları çok geniş kullanım alanlarına sahip bir sınıf olup; aşınma önleyici, aşırı basınç dayanıklılığı, soğuktan ısıya aşırı sıcaklık değişimlerine uygun oksidasyon kararlılığı, anti korozyon özelliği, metaller üzerinde sürtünmeyi önleme özellikleri sağlayan çeşitli kimyasal katkı maddelerini içerirler. Kullanım alanlarına göre düşük sıcaklıkta ve hafif yük altında çalışan sistemler için kullanılmış dişli yağlarının ilave yakıt olarak kullanılması uygun olabilir. Ancak yüksek sıcaklık ve ağır yük altında çalışan sistemler için mevcut yağın bünyesinde bulunan kimyasalların tepkime oluşturmaları ve bu tepkimeler sonucu oluşacak yan ürünler ile dişliler arasındaki etkileşimden yağa geçebilecek metaller nedeni ile bu tür kullanılmış yağların kesinlikle bertaraf edilmesi gereklidir. Aşağıdaki Çizelge 10.2’ de böyle bir sistemden çıkan kullanılmış yağların Haziran 2006’da yapılmış bir analiz raporu görülmektedir.

Çizelge 10.2. Kullanılmış dişli yağı analiz raporu [17]

Kirleticiler	Numune Sonuçları (ppm)	I. Kategori Atık Yağ (ppm)	II. Kategori Atık Yağ (ppm)	III. Kategori Atık Yağ (ppm)
Arsenik	< 0,1	< 5	En çok 5	> 5
Kadmiyum	1,27	< 2	En çok 2	> 2
Krom	2,14	< 10	En çok 10	> 10
Klorür	102,7	En çok 200	En çok 2000	> 2000
Kurşun	21,3	< 100	En çok 100	> 100
Top. Halojenler	111,8	En çok 200	En çok 2000	> 2000
Poliklorlubifeniller	0,13	En çok 10	En çok 50	> 50
Parlama Noktası ($^{\circ}\text{C}$)	125	En az 38	En az 38	-

Gaz ve soğutma kompresörü yağları ısı pompaları ve klima gibi basit sistemlerde kullanılırlar, termal kararlılığı sağlayan katkı maddelerinden başka kimyasalları içermezler. Bu tür sistemlerden toplanabilecek kullanılmış yağlar geri dönüşüme uygun nitelikte olabilir ancak açık tipte pistonlu veya volumetrik tipteki kompresörlerde piston hareketi sonucu metal aksamda oluşabilecek aşınmalar ve bu aşınmalar ile yağa geçebilecek parçacıklar göz önünde bulundurulduğunda bu tür kullanılmış yağların ilave yakıt olarak ta kullanılması uygun olabilir.

İçten yanmalı motorlarda kullanılan yağlama yağları tüm yağların yaklaşık olarak % 70'ini oluşturmaktadır. Yüzey koruyucu, performans geliştirici ve performans koruyucu gibi oldukça çeşitli katkı maddeleri içerirler. Motordaki devir sayısının oldukça yüksek olması ekipmanlar arasındaki sürtünme sonucu metal parçacıkların oluşmasına neden olacaktır. Üstelik zedelenmenin en fazla olduğu ilk çalışma işlemi bu tür sistemlerde oldukça fazla yaşanmaktadır ki bu da aşınmaya neden olur. O halde kullanılmış yağın metal içeriği oldukça fazla olacaktır. Yine ekipmanların çalışma esnasında sürtünmeden dolayı yüksek sıcaklıklara erişmesi yağın kimyasal yapısında istenmeyen tepkimelerin gerçekleşmesine neden olabilir. Yağın formu bozulabilir. Bu tür araçlardan çıkacak olan kullanılmış yağlar iyi bir baca gazı filtreleme sistemine sahip tesislerde ilave yakıt olarak kullanılabilir aksi taktirde bertaraf edilmeleri uygun olacaktır.

İğ yataklar, düz yataklar ve kavramalarda kullanılan yağlar rafine mineral yağlar olup korozyona ve aşınmaya karşı mukavemet attırıcı katkı maddeleri içerirler. Bu tür sistemlerde aşırı basınca maruz kalma, yüksek sıcaklık, yüksek devir gibi olaylar yaşanmaz iken yağdan ekipman üzerinde kaydırıcılık sağlaması beklenir. Bu tür sistemlerden toplanabilecek kullanılmış yağlar geri dönüşüme uygun yağlardır. Aşağıdaki Çizelge 10.3' de böyle bir sistemden çıkan kullanılmış yağların Haziran 2006'da yapılmış bir analiz raporu görülmektedir.

Çizelge 10. 3. Kullanılmış kızak yağı analiz raporu [17]

Kirleticiler	Numune Sonuçları (ppm)	I. Kategori Atık Yağ (ppm)	II. Kategori Atık Yağ (ppm)	III. Kategori Atık Yağ (ppm)
Arsenik	1,8	< 5	En çok 5	> 5
Kadmiyum	0,3	< 2	En çok 2	> 2
Krom	4,8	< 10	En çok 10	> 10
Klorür	1,4	En çok 200	En çok 2000	> 2000
Kurşun		< 100	En çok 100	> 100
Top. Halojenler	31,8	En çok 200	En çok 2000	> 2000
Poliklorlubifeniller	0,5	En çok 10	En çok 50	> 50
Parlama Noktası (°C)	163,8	En az 38	En az 38	-

Hidrolik sistemlerde kullanılan hidrolik yağları genellikle paslanmayı ve oksitlenmeyi önleyici katkı maddeleri içerirler. Bu tür sistemler kapalı sistemler olup çevre ile irtibatları olmayan ve güç iletiminde kullanılan sistemlerdir. Dolayısı ile kullanım ömrünü tamamlamış yağların formunda aşırı bir değişikliğin olması beklenemez. Bu tip kullanılmış yağların toplanması halinde geri dönüşümlerinin sağlanması uygundur.

Metal işleme sanayilerinde kullanılan ve kesme yağları olarak bilinen bu yağlar; kesme, zımparalama, zımbalama, derin çekme, demir kaplama, güç uygulayarak bükme, tel çekme, soğuk veya sıcak dövme, damgalama, soğuk haddeleme ile metal şekillendirme gibi işlemler için kullanılırlar. Genel olarak sürtünmeyi azaltıcı özellik

sağlayan katkı maddeleri içerirler. Ancak maruz kaldıkları işlemlerde gerek metal-metal etkileşimi ile sıcaklığın yükselmesi gerekse de sistemden kopabilecek parçacıkların yağın bünyesine geçmesi nedeni ile bu tür sistemlerden toplanabilecek kullanılmış yağların geri dönüşüm yada ilave yakıt olarak kullanılmaları uygun olmayacaktır. Bu tür kullanılmış yağlar kesinlikle bertaraf edilmelidir.

Elektrik yalıtımında kullanılan yağlar kullanımları esnasında yüksek sıcaklık, yüksek devir, aşırı basınç gibi olaylara maruz kalmazlar. Sistemde hareketli ekipman olmayışı yağa birtakım performans geliştirici katkı maddelerinin ilave edilmesini gerektirmediğinden bu tür sistemlerden toplanabilecek kullanılmış yağlar geri dönüşüm açısından değerlendirilebilir.

Basınçlı hava ile çalışan cihazlarda kullanılan yağlama yağları genel itibarı ile korozyonu ve aşınmayı önleyici katkı maddeleri içerirler. Ancak bu tür sistemler darbeli veya tahrikli sistemler olduklarından ekipmanlar arası etkileşimden kopabilecek parçacıkların yağa bulaşması söz konusu olabilir. Üstelik bu tür sistemler çok fazla durup çalışan sistemlerdir. Bilindiği gibi aşınmanın en fazla olduğu anlar çalışmanın ilk anıdır. Her ne kadar bu tür sistemlerden kullanılmış yağ toplanması pek mümkün olmasa da toplanabilenlerin ilave yakıt olarak kullanılması uygun olacaktır.

Korozyona karşı geçici koruma sağlaması amacı ile kullanılan yağlar daha ziyade kaplanmamış metallerin korunması amacı ile kullanılırlar. İşlemler arasındaki bekleme periyodunda ekipmandaki temizlenmiş parçalara tatbik edilirler. Kullanımları sonrasında yüksek sıcaklığa maruz kalma ve bir miktar metal parçacıkları bulaşma risklerinden ötürü ilave yakıt olarak kullanılmaları daha uygun olur.

Isı aktarımlarında kullanılan yağlar genelde sıcaklığın 300 °C ye kadar yükseldiği sistemlerde mekanik parçaların ısıtılması için zorlanmış konveksiyonlu kapalı sistemlerde kullanılan yağlardır. Bu tür yağlarda en etkin katkı maddesi termal kararlılık sağlayıcı katkı maddeleridir. Sistemin kapalı olması ve metal-metal

etkileşimi, devir, aşırı basınç gibi etmenlerden uzak olmaları bu tür kullanılmış yağların toplandıklarında geri dönüşüm için kullanılabilmelerini uygun kılar.

Türbin yağları; güç üretim ve endüstriyel amaçlı tahrik sistemlerinde kullanılırlar. Geliştirilmiş yük taşıma özelliği kazandıran katkı maddeleri içerirler. Pas önleme ve oksidasyon kararlılığı arttırıcı katkı maddeleri de bulunmak zorundadır. Ağır yük altında çalışan bu sistemler her ne kadar devamlı sistemler olsa da dişli hareketleri göz önüne alındığında bu tür sistemlerden çıkabilecek kullanılmış yağların kullanım alanlarına göre ilave yakıt olarak kullanılmaları veya bertaraf edilmeleri uygun olur.

Isıl işlemlerde kullanılan yağlar tatbik edildikleri sıcaklıklara göre soğuk sertleştirme ($\emptyset < 80\text{ }^{\circ}\text{C}$), yarı sıcak sertleştirme ($80\text{ }^{\circ}\text{C} < \emptyset < 130\text{ }^{\circ}\text{C}$), sıcak sertleştirme ($130\text{ }^{\circ}\text{C} < \emptyset < 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve çok sıcak sertleştirme ($200\text{ }^{\circ}\text{C} < \emptyset < 310\text{ }^{\circ}\text{C}$) işlemlerinde kullanılır. Performans özelliklerine göre de çabuk sertleştirme veya normal sertleştirme sağlarlar. Termal kararlılık sağlayıcı katkı maddeleri dışında kimyasallar içermeyen bu yağlar kullanım sonrası ilave yakıt olarak kullanılabilirler.

Gresler; bu tür yağların kullanım alanları çok geniş ve çeşitlilik içermektedir. Gresler çalışma sıcaklıklarına göre, korozyona karşı koruma sağlayabilme özelliklerine göre, ağır yük şartlarında çalışabilme özelliklerine göre ve çalışılan penetrasyon aralığına göre ayrı ayrı sınıflandırılmışlardır. Bu durumda kullanılmış greslerin kullanım alanlarına göre her üç kategoride de değerlendirilebilir olduğu söylenebilir. Ancak dış ortam ile temas halinde olmaları fiziksel bulaşmanın (kontamine) oluşmasını sağlayacaktır. Yine ağır yük koşullarında da çalışmaları aşırı basınç doğuracaktır. Bu halde geri dönüşümlerinin sağlanması kolay olmayabilir. Yine kullanıldıkları ekipmanlarda düşük devir sayıları olması ve yağın kimyasal yapılarını bozacak çok yüksek sıcaklıklara erişilmemesi bertaraf edilmesi gerekli yağlar grubuna girmelerini de önleyecektir. Kullanılmış greslerin toplanmaları durumunda en uygun yöntem ilave yakıt olarak kullanılmalarıdır.

Diğer uygulama alanları için kullanılan yağlarda değerlendirme yöntemlerinden herhangi birini önerebilmek için kullanım alanlarını ve çalışma koşullarını iyi bilmek

gerekir. Buna göre bu tür kullanılmış yağlar toplanabildikleri durumlarda her üç kategoride de değerlendirilebilirler.

Buhar silindirlerinde kullanılan yağlar, buharla çalışan makinaların vana ve silindirlerinin yağlanması için kullanılan rafine edilmiş madeni yağlardır. Serbest asit bulundurmeyen katı yağları ihtiva ederler. Sistemde oluşacak aşırı buhar basıncı, silindir hareketleri sonucu aşınma ve yüksek sıcaklık nedenleri ile bu tür sistemlerden elde edilecek kullanılmış yağların ilave yakıt olarak kullanılmaları uygun olur.

Görülen odur ki bu gün itibarı ile kullanılmış yağların toplanması konusunda başarısız olunmuştur. Bu durum iki koldan yapılabilecek çalışma ile giderilebilir kanaatindeyiz. Bunlardan ilki devletin yağ üreticilerine kota sınırlaması getirmesi, diğeri ise kullanılmış yağların toplanması, taşınması ve işlenmesi gibi yatırım gerektiren konuları girişimciler için daha çekici görünebilecek hale getirmesidir.

Türkiye 'de bulunan sanayi ve gelişme hızı göz önüne alındığında, her sanayileşmiş ilde en az bir adet olmak üzere 40 adet tehlikeli atık işleme, geri kazanma tesisi gerekmektedir. Bu tür tesislerin ilk yatırım maliyetleri \$ 500 000 ile \$ 20 000 000 arasında olduğu göz önüne alınırsa, ortalama tesis başına \$ 5 milyon düşmektedir [18].

Bu yükü omuzlarında taşıyabilecek girişimci sayısı ve ülke ekonomisi de göz önüne alınacak olursa devletin üç koyup beş alabileceği bu sektör ile ilgili daha yakından ilgilenmesi gereği açıktır. Unutulmamalıdır ki en ucuz temizlik maliyeti kirletmemektir.

KAYNAKLAR

1. Altunsoy, İbrahim., Ocak 21, “Ülkelere Göre Ham Petrol İthalatı”, **Zaman Gazetesi**, 4 (2006)
2. Öztürk, M. “Kullanılmış Motor Yağı ve Bertarafı”, **Çevre ve Orman Bakanlığı**, Ankara, 1-26, (2005)
3. Hani, İ. “Madeni Yağlar ve Petrol Ofisi Ürünleri”, 4. Baskı, **Petrol Ofisi A.Ş. Madeni Yağ Direktörlüğü**, İstanbul, 25-35 (2002)
4. Diner, R. “Otomotiv ve Sanayide Kullanılan Sentetik Yağlayıcılar”, Madeni Yağlar Sempozyumu, **Kimya Mühendisleri Odası**, Bursa, 61-64 (1991)
5. Petrol Ofisi, “Yakıtlar ve Yağlar”, **Madeni Yağlar Şube Müdürlüğü**, İstanbul, 5, 77-85, 95-99 (1980)
6. Taşkıran, Y. “Taşıt Yağlarının Genel Özellikleri, Katıklar ve Sınıflandırma”, Madeni Yağlar Sempozyumu, **Kimya Mühendisleri Odası**, Bursa, 7-25 (1991)
7. Türk Standardı, “Petrol Ürünleri ve Yağlayıcılar - Sınıflandırma Metodu - Sınıfların Tarifi”, **Türk Standartları Enstitüsü**, TS ISO 8681, Mart (1991)
8. Türk Standardı, “Endüstriyel Sıvı Yağlayıcılar – ISO Viskozite Sınıflandırması”, **Türk Standartları Enstitüsü**, TS 4427 ISO 3448, Nisan (1999)
9. Türk Standardı, “Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin (L Sınıfı) Sınıflandırılması – Genel”, **Türk Standartları Enstitüsü**, TS 4590, Ekim (1985)
10. ERCÜMEN, Y. “A study on the characterisation of waste automotive lubricants in Turkey with an emphasis on reclaimability”, Yüksek Lisans Tezi, **Master of sciences in environmental technology, Boğaziçi Üniversitesi**, İstanbul, 23-32 (1998)
11. “Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği”, **Resmî Gazete**, 25353, 21.01.2004
12. İnternet: T.C., Çevre ve Orman Bakanlığı,
<http://www.atikyonetimi.cevreveorman.gov.tr/lisans/atikyag.xls> (2006)
<http://www.atikyonetimi.cevreveorman.gov.tr/lisans/lisans/ekyakit.doc> (2006)
13. İnternet: T.C., PETDER Petrol Sanayi Derneği,
<http://www.petder.org.tr/Yayinlar/publication.asp>, (2006)
14. Koşal, N. “Atık Yağların Geri Kazanılması İle İlgili Teknik Özellikler”, Madeni Yağlar Sempozyumu, **Kimya Mühendisleri Odası**, Bursa, 179-199 (1991)

15. Turak, F. “Atıksularda Yağların Giderilmesi”, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 8-10, (2001)
16. TÜRKMAN, A. “Madeni Yağların Ekotoksikolojik Etkileri”, *Mühendis ve Makine*, 27 (317): 21-23 (1994)
17. Yurtseven Y. Arşivinden, (2006)
18. İnternet: T.C., Kocaeli Sanayi Odası,
<http://www.kosano.org.tr/guncel/atikbulten/atiklar.html> (2005)
19. Türk Standardı, “Yağlama Yağları – Toplam Kayıp Sistemlerinde Kullanılan”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS 12351, Aralık (1997)
20. Türk Standardı, “Endüstriyel Yağlar – Kalıp Yağı”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS 12153, Mart (1997)
21. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler (L Sınıfı) – Sınıflandırma – Bölüm 6: Grup C (Dişli Yağları)”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS ISO 6743-6, Mart (1997)
22. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler (L Sınıfı) – Sınıflandırma – Bölüm 3B: Grup D (Gaz ve Soğutma Kompresörü Yağları)”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS ISO 6743-3B, Mart (1997)
23. Türk Standardı, “Yağlama Yağları – İçten Yanmalı ve Benzinli Motorların Karterlerinde Kullanılan”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS 12330, Kasım (1997)
24. Türk Standardı, “Yağlamada Kullanılan Madeni Yağlar – Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünlerin Sınıflandırılması – Grup F – İğ Yatakları, Yataklar ve Kavramalar İçin”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS 4592, Ekim (1985)
25. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 13: Grup G (Kızak Yağları)”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS ISO 6743-13, Mart (1997)
26. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Grup H (Hidrolik Sistemler İçin) - Özellikler”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS ISO 11158, Nisan (2000)
27. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 7: Grup M (Metal İşleme Sıvıları)”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS ISO 6743-7, Mart (1997)
28. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 11: Grup P (Basınçlı Havayla Çalışan Cihazlarda Kullanılan)”, *Türk Standartları Enstitüsü*, TS ISO 6743-11, Mart (1997)

29. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 8: Grup R (Korozyona Karşı Geçici Koruma Sağlayan Sıvılar)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS ISO 6743-8, Mart (1997)
30. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 12: Grup Q (Isı Transfer Akışkanları)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS ISO 6743-12, Mart (1997)
31. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 5: Grup T (Türbin Yağları)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS ISO 6743-5, Mart (1997)
32. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 14: Grup U (Isıl İşlemlerde Kullanılan)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS ISO 6743-14, Mart (1997)
33. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – Sınıf L – Grup X (Gresler)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS 11584, Mart (1995)
34. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – (Sınıf L) Sınıflandırma – Bölüm 10: Grup Y (Muhtelif Yağlayıcılar)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS ISO 6743-10, Mart (1997)
35. Türk Standardı, “Yağlama Yağları, Endüstriyel Yağlar ve İlgili Ürünler – Sınıf L – Yağlama Yağları – Buhar Silindirlerinde Kullanılan (Grup Z)”, ***Türk Standartları Enstitüsü***, TS 11984, Mart (1996)

EKLER

EK-1 Grup A (Toplam kayıp sistemleri için)

Bu kapsama giren madeni yağlar, endüstriyel yağlar ve ilgili ürünlere ait ayrıntılı sınıflandırma aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1.1. A grubu yağlar ve uygulama alanları [19]

Kod harfi	Genel uygulama alanı	Özel uygulama alanı	Bileşim ve özellikleri	Sembol TS - L	Tipik uygulama alanı	Düşünceler
A	Toplam Kayıp sistemleri		Geliştirilmiş Özelliklere Sahip rafine Mineral yağları. Bu Özellikler Yapışma Özelliği çok Yüksek basınçta kullanabilme özelliği, antikorozyon özelliği vb. Olup bitüm ve/veya katkı maddesi ilavesi ile elde edilir.	AB	Tel halat, Açık dişliler	
			Rafine mineral yağlar	AN	Hafif yüklü parçalar	
			Rafine edilmemiş mineral yağlar	AY	Akslar, demiryolu, pinyonları az talep edilen uygulamalar	

EK-2 Grup B (Kalıp yağları)

Kalıp yağı; beton, seramik ve metal malzemelerin kalıplarında kullanılan, kalıp içinde ince bir film tabakası oluşturarak malzemenin kalıplara yapışmasını önleyen ve kalıp temizleme işlemini ortadan kaldıran yağlardır.

Sınıflar

Bu standart kapsamına giren kalıp yağları bir sınıftır.

Tipler

Bu standart kapsamına giren kalıp yağları viskozitelerine göre

Tip 1 : Düşük viskoziteli

Tip 2 : Yüksek viskoziteli

olmak üzere iki tiptir.

Görünüş

Kalıp yağları homojen olmalı, yabancı madde ve tortu ihtiva etmemelidir.

Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kalıp yağlarının diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1.2’de verilmiştir.

EK-2 (Devam) Grup B (Kalıp yağları)

Çizelge 2.1. Kalıp yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri [20]

Özellik	Değerler	
	Tip 1	Tip 2
Kinematik viskozite mm ² /s		
40 C ⁰ de	4,5 – 17,2	6,0 – 28,0
100 C ⁰ de	2,0 – 3,8	2,4 – 6,0
Parlama noktası ⁰ C, en az	180	100
Akma noktası ⁰ C, en az	-20	-10
Emülsiyon kararlılığı, 24 h	Ayrışma olmamalı	Ayrışma olmamalı
Bakır korozyonu, 100 ⁰ C de		
3 saat, en fazla	1	-
Pas önleme özelliği	Geçer	Geçer
Viskozite indeksi	108	-
Toplam asit sayısı, oleik asit olarak, % m/m , en az	5	-

EK-3 Grup C (Dişli yağları)

Çizelge 3.1. C grubu yağlar ve uygulama alanları [21]

Kod harfi	Genel uygulama alanı	Özel uygulama alanı	Uygulama şekli	Bileşimi Ve Özellikleri	Sembol	Tipik uygulama alanları	Not
C	Dişliler	Kapalı dişliler	Sıçratma (splash) veya püskürtme ile sürekli yağlama	Oksidasyon kararlılığı, anti korozyon (demir veya demir dışı metaller üzerinde) ve köpük yapmama özellikleri olan rafine, madeni yağlar	CKB	Hafif yük altında çalışan dişliler	Yüksek performans gerektiren yağ sınıflarına dahil yağlar, sentetik veya sentetik esaslı olabilecekleri için önceden madeni yağ kullanılan birçok cihazda uyumsuzluk problemi ile karşılaşılabilir.
				İlaveten artırılmış aşırı basınç ve aşınmayı önleyici özellikleri bulunan CKB tipi yağlar	CKC	Normal veya orta seviyede kararlı yağ sıcaklıklarında ve ağır yük altında çalışan dişliler	
				Yüksek sıcaklıklarda kullanım sağlayan, artırılmış termal / oksidasyon kararlılığı özellikleri bulunan CKC tipi yağlar	CKD	yağın yüksek kararlı sıcaklıklarında ve ağır yük altında çalışan dişliler	
				Düşük sürtünme katsayısı sağlayan CKB tipi yağlar	CKE	Sonsuz dişliler gibi aşırı sürtünme altında çalışan dişliler	
				Soğuktan ısıya aşırı sıcaklık değişimlerine uygun oksidasyon kararlılığı, anti korozyon (demir veya demir dışı metaller üzerinde) sürtünmeyi önleme özellikleri artırılmış olan yağlar	CKS	Çok düşük, düşük veya çok yüksek fakat kararlı yağ sıcaklıklarında ve hafif yük altında çalışan dişliler	
				Soğuktan ısıya aşırı sıcaklık değişimlerinde ağır yük altında kullanılabilen CKS tipinde yağlar	CKT	Çok düşük, düşük veya çok yüksek fakat kararlı yağ sıcaklıklarında ve ağır yük altında çalışan dişliler	
		Güvenlik muhafazası ile kapatılabilir açık dişliler	Sıçratma (splash) ile sürekli yağlama	Aşırı basınç ve aşınmayı önleyici özellikleri olan gresler	CKG	Hafif yük altında çalışan dişliler	
				Anti korozyon özelliği olan genellikle bitüm esaslı yağlar	CKH	Orta oda sıcaklığında ve genellikle ağır yük altında çalışan silindirik veya mahruti dişliler	

EK-3 (Devam) Grup C (Dişli yağları)

Çizelge 3.1.(Devam) C grubu yağlar ve uygulama alanları [21]

				Artırılmış aşırı basınç ve aşınmayı önleme özellikli CKH tipi yağlar	CKJ	Orta oda sıcaklığında ve genellikle ağır yük altında çalışan silindirik veya mahruti dişliler	Uygulama kolaylığı bakımından bir seyreltici ile birlikte kullanılabilir
			Aralıklarla yağlama	Aşırı basınç, aşınmayı önleme, korozyon önleme ve termal kararlılık özellikleri geliştirilmiş olan gresler	CKL	Yüksek veya çok yüksek ortam sıcaklığında ve genellikle ağır yük altında çalışan silindirik veya mahruti dişliler	Bu yağlar püskürtülerek tatbik edilemez
				Aşırı yük altında çalışmaya imkan veren geliştirilmiş yapışmama özelliği olan yağlar ve korozyon önleme özelliği olan yağlar	CKM	Bazen ağır yükler dışındaki yükler altında çalışan dişliler	

EK-4 Grup D (Kompresör yağları)

Bu kapsama giren kompresör yağlarının ayrıntılı sınıflandırması Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

EK-4 (Devam) Grup D (Kompresör yağları)

Çizelge 4.1. D grubu yağlar ve uygulama alanları [22]

Kod harf	Uygulama alanı			Bileşimi Ve Özellikleri	Sembol TS - L	Tipik uygulama alanları	Not
	Genel	Özel	Çok özel				
D	Hava Kompresörleri	Pozitif deplasmanlı hava kompresörü - basınçlı yağ hazneli	Pistonlu veya türbin kompresör		DAA	Hafif hizmet	
					DAB	Orta hizmet	
					DAC	Ağır hizmet	
					DAG DAH	Hafif hizmet Orta hizmet	
			Döner yağ banyolu kompresör		DAJ	Ağır hizmet	
		Pozitif deplasmanlı hava kompresörü - yağlamasız sıkıştırma hazneli	- sıvı ceketli ve su banyolu türbin ve vidalı kompresör - pistonlu yağlamasız kompresör - döner yağlamasız kompresör				Dişliler yataklar ve aktarım üniteleri için uygun yağlayıcılar
		Dinamik kompresör- ler	Radyal ve eksenel turbo kompresörler				Yataklar ve dişliler için uygun yağlayıcılar
	Vakum pompaları	Pozitif deplasmanlı vakum pompaları - basınçlı yağ hazneli	- Pistonlu - Türbin - Döner yağ banyolu pompalar		DVA	Aşındırıcı gaz için düşük vakum	Düşük vakum 1 – 1000 mbar aralığındaki vakum
					DVB	Aşındırıcı olmayan gaz için düşük vakum	
					DVC	Aşındırıcı gaz için orta vakum	
			Yağ sızdırmaz vakum pompaları		DVD	Aşındırıcı olmayan gaz için orta vakum	Orta vakum 0,001 – 1 mbar aralığındaki vakum
					DVE	Aşındırıcı gaz için yüksek vakum	
					DVF	Aşındırıcı olmayan gaz için yüksek vakum	Yüksek vakum 10^3 – 10^7 mbar aralığındaki vakum

EK-5 Grup E (İçten yanmalı benzinli ve dizel motorların karterlerinde kullanılan yağlar)

Bu standart, içten yanmalı benzinli ve dizel motorların karterlerinde kullanılan yağlama yağlarının tarifine, sınıflandırma ve özelliklerine yer verir.

Sınıflar

Bu gruba giren yağlama yağları 1 sınıftır.

Tipler

Yağlama yağları kullanıldıkları içten yanmalı motorların türüne göre,

TS – E – S : Benzinli motorlarda kullanılan,

TS – E – C : Dizel motorlarda kullanılan,

TS – E – S/C : Hem benzinli hem de dizel motorlarda kullanılan olmak üzere 3 tiptir.

Burada ;

TS : Türk Standardını,

E : İçten yanmalı motorları,

S : Benzinli motor yağları

C : Dizel motor yağlarını ifade etmektedir.

Türler

Benzinli motorlarda kullanılan yağlama yağları

Bunlar performans seviyelerine göre,

TS – E – SC

EK-5 (Devam) Grup E (İçten yanmalı benzinli ve dizel motorların karterlerinde kullanılan yağlar)

TS – E – SF

TS – E – SG olmak üzere 3 tür

Dizel motorlarda kullanılan yağlama yağları

Bunlar performans seviyelerine göre,

TS – E – CC

TS – E – CD

TS – E – D5 olmak üzere 3 türdür.

Not : Burada, kodda yer alan son harfler yağlama yağının alfabetik sıraya göre artan performans seviyelerini ifade eder. Bir veya birkaç performans seviyesi yağlama yağlarının hizmet sınıfını da ortaya koyar. Yağlama yağları hafif hizmet (normal), orta hizmet (premum) ve ağır hizmet (heavy) olmak üzere 3 hizmet sınıfına ayrılır. Hangi performans seviyesinin hangi hizmet sınıfına karşılık geldiği yağlama yağının türüne göre değişmekle birlikte kesin bir ayırım yapılamamaktadır.

Cinsler

Yağlama yağları, kullanılacakları mevsime göre,

- tek dereceli yağlama yağları
- çok dereceli yağlama yağları olmak üzere 2 cinstir.

Çeşitler

Tek dereceli yağlama yağları

EK-5 (Devam) Grup E (İçten yanmalı benzinli ve dizel motorların karterlerinde kullanılan yağlar)

- yaz mevsimi yağlama yağları
- kış mevsimi yağlama yağları olmak üzere 2 çeşittir.

Çok dereceli yağlama yağları

- dört mevsim yağlama yağları olmak üzere 1 çeşittir.

Gruplar

Tek dereceli yağlama yağları

Yaz mevsimi yağlama yağları

Yaz mevsimi yağlama yağları viskozitelerine göre

- 20
- 30
- 40
- 50
- 60

olmak üzere 5 gruptur.

Kış mevsimi yağlama yağları

Kış mevsimi yağlama yağları viskozitelerine göre

- 0 W
- 5W
- 10W

EK-5 (Devam) Grup E (İçten yanmalı benzinli ve dizel motorların karterlerinde kullanılan yağlar)

- 15W
- 20W
- 25W

olmak üzere 6 gruptur.

Çok dereceli yağlama yağları

Çok dereceli yağlama yağları 10W/30, 20W/40, 20W/50 gibi çok değişik gruplarda hazırlanabilir.

Görünüş

Yağlama yağları homojen olmalı, asılı madde, tortu, su veya herhangi bir yabancı madde ihtiva etmemelidir.

Ortam sıcaklığında, iç çapı 25 mm olan renksiz bir cam tüp içinde ışığa tutulduğunda temiz, parlak olmalı, bulanık olmamalı ve tortu görülmemelidir.

Diğer fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kış mevsimi yağlama yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 5.1’de, yaz mevsimi yağlama yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 5.2’de verilmiştir.

EK-5 (Devam) Grup E (İçten yanmalı benzinli ve dizel motorların karterlerinde kullanılan yağlar)

Çizelge 5.1. Kış mevsimi yağlama yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri [23]

Özellikler	Kış mevsimi yağlama yağları					
	0W	5W	10W	15W	20W	25W
Kinematik viskozite 100 °C de mm ² /s en az	3,8	3,8	4,1	5,6	5,6	9,3
Görünür viskozite Verilen sıcaklıkta	3,25 (-30 °C)	3,50 (-25 °C)	3,50 (-20 °C)	3,50 (-15 °C)	4,50 (-10 °C)	6,00 (-5 °C)
Viskozite indeksi	100	100	100	95	95	95
Akma noktası °C en az	-33	-33	-27	-24	-21	-15
Parlama noktası °C en az	160	160	190	190	200	200
Buharlaşma kaybı % (m/m) en çok	20	20	20	15	15	15
Pompanabilme Sınır sıcaklığı C en az	-35	-30	-25	-20	-15	-10
Köpürme temayülü Köpük kararlılığı (köpük miktarı olarak), mm 24 °C de en çok 93,5 °C de en çok 93,5 °C deki deneyden sonraki 24 saat en çok	25/0 150/0 25/0					

Çizelge 5.2. Yaz mevsimi yağlama yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri [23]

Özellikler	Yaz mevsimi yağlama yağları				
	20	30	40	50	60
Kinematik viskozite 100 °C de mm ² /s en az en çok	5,6 9,3	9,3 12,5	12,5 16,3	16,3 21,9	21,9 26,1
Viskozite indeksi en az	95	95	90	90	90
Akma noktası °C en az	-9	-9	-6	-6	-6
Parlama noktası °C en az	200	215	215	220	220
Buharlaşma kaybı % (m/m) en çok	15	10	10	10	10
Köpürme temayülü Köpük kararlılığı (köpük miktarı olarak), mm 24 °C de en çok 93,5 °C de en çok 93,5 °C deki deneyden sonraki 24 saat en çok	25/0 150/0 25/0				

EK-6 Grup F (İğ yatakları, yataklar ve kavramaları için kullanılan yağlama yağları)

Bu kapsama giren yağlama yağlarının ayrıntılı sınıflandırması Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1. F grubu yağlar ve uygulama alanları [24]

Kod Harfi	Genel uygulama alanı	Özel uygulama alanı	Çok özel uygulama alanı	Bileşim ve özellikleri	Sembol TS – L	Tipik uygulama alanı	Not
F	İğ yatakları yataklar ve kavramaları		İğ yatakları yataklar ve kavramaları	Geliştirilmiş özelliklere sahip rafine mineral yağları Bu özellikler korozyona ve oksitlenmeye mukavemet gibi özellikler olup katkı maddeleri ilavesi ile elde edilebilir	FC	Düz ve bilyalı yataklar ile kavramaların ın basınç, banyo ve yağ püskürtme metodu ile yağlanması	Kavramalarda aşınmayı önleyici maddeler veya katkı maddeleri korozyona sebep olabileceği için, kullanılmamalıdır.
			İğ yatakları yataklar	Geliştirilmiş özelliklere sahip rafine mineral yağları Bu özellikler korozyona ve oksitlenmeye mukavemet gibi özellikler olup katkı maddeleri ilavesi ile elde edilebilir.	FD	Düz ve bilyalı yatakların basınç, banyo ve yağ püskürtme metoduyla yağlanması	

EK-7 Grup G Düz yataklar (Kızak yağları)

Bu gruba giren kızak yağlarının ayrıntılı sınıflandırılması Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1. G grubu yağlar ve uygulama alanları [25]

Kod harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Tür ve Performans Özellikleri	Sembol TS – L	Uygulama Alanı	Not
G	Kızaklar	Yağlama		Yapışık kaymayı önlemek amacıyla aşırı basınç korozyonu önleme, yağlama ve yapışmama özellikleri geliştirilmiş rafine, madeni yağlar	G	Makina takım tezgahlarında kızakların ve düz yatakların yağlanması	Bu yağlar, makina üreticilerinin isteklerini karşılayan aynı viskozite sınıfında HG tipi yağlara ayrılabilir.

EK-8 Grup H (Hidrolik sistemler)

Bu gruba giren hidrolik sistem yağlarının ayrıntılı sınıflandırılması Çizelge 8.1’de verilmiştir.

EK-9 Grup M (Metal işleme sanayi)

Bu gruba giren metal işleme sıvılarının ayrıntılı sınıflandırılması Çizelge 9.1’de verilmiştir.

Çizelge 9.1. M grubu yağlar ve uygulama alanları [27]

Kod harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Ürünün Tipi ve son kullanım özellikleri	Sembol TS – L	Tipiğk uygulama alanları	Not
M	Metal işleme	Kesme, zımparalama veya elektrik deşarjı ile metal işleme ve zımbalama, derin çekme, demir kaplama, güç uygulayarak bükme, tel çekme, soğuk veya sıcak dövme, ekstrüsiyon, damgalama ve soğuk haddeleme ile metal şekillendirme	Yağlamanın öncelikli olduğu işlemler	Korozyonu önleme özelliği olan akışkanlar	MHA	Ek - B	Seyreltilmeden kullanılan bu akışkanlar oksidasyona karşı dayanıklı olabilir veya özel işlemler için dolgu maddeleri ihtiva edebilir.
				Sürtünmeyi azaltma özelliği olan MHA tipi akışkanlar	MHB		Seyreltilmeden kullanılan bu akışkanlar oksidasyona karşı dayanıklı olabilir veya özel işlemler için dolgu maddeleri ihtiva edebilir.
				Kimyasal olarak aktif olmayan, aşırı basınç özelliği olan MHA tipi akışkanlar	MHC		
				Kimyasal olarak aktif aşırı basınç özelliği olan MHA tipi akışkanlar	MHD		
				Kimyasal olarak aktif olmayan, aşırı basınç özelliği olan MHB tipi akışkanlar	MHE		
				Kimyasal olarak aktif aşırı basınç özelliği olan MHB tipi akışkanlar	MHF		
			Soğutmanın öncelikli olduğu işlemler	MHA tipi akışkanla seyreltilerek veya olduğu gibi uygulanan gresler, pastalar ve mumlar	MHG		Özel işlemler için dolgu maddeleri ihtiva edebilir.
		Kesme veya zımparalama ile metal işleme ve zımbalama, derin çekme, demir kaplama güç uygulayarak bükme, tel çekme, soğuk veya sıcak dövme,		Sabunlar, tozlar, katı yağlayıcılar vb. ile bunların karışımları	MHH		Bu ürünler seyreltilmeden kullanılır.
				Suyla karıştırıldığında süte benzer emülsiyonlar	MAA		

EK-9 (Devam) Grup M (Metal işleme sanayi)

Çizelge 9.1. (Devam) M grubu yağlar ve uygulama alanları [27]

		ekstrüsiyon, damgalama ve soğuk ve sıcak haddeleme ile metal şekillendirme		veren korozyonu önleme özelliği olan konsantreler			
				Sürtünmeyi azaltma özellği olan MAA tipi konsantreler	MAB		
				Aşırı basınç özelliği olan MAA tipi konsantreler	MAC		
				Aşırı basınç özelliği olan MAB tipi konsantreler	MAD		
				Suyla karıştırıldığında yarı şeffaf emülsiyonlar (mikros emülsiyonlar) veren korozyonu önleyici özelliği olan konsantreler	MAE		Bu emülsiyonlar servis şartlarında opaklaşabilir.
				Sürtünmeyi azaltma özelliği ve/veya aşırı basınç özelliği olan MAE tipi konsantreler	MAF		Bu emülsiyonlar servis şartlarında opaklaşabilir.
				Suyla karıştırıldığında şeffaf çözeltiler veren korozyonu önleyici özelliği olan konsantreler	MAG		Özel işlemler için dolgu maddesi ihtiva edebilir.
				Sürtünmeyi önleme ve/veya aşırı basınç özelliği olan MAG tipi konsantreler	MAH		Özel işlemler için dolgu maddesi ihtiva edebilir.
				Suyla karıştırılarak uygulanan gres ve pastalar	MAI		Özel işlemler için dolgu maddesi ihtiva edebilir.

EK-10 Grup P (Basınçlı havayla çalışan cihazlarda kullanılan yağlama yağları)

Yağlama yağları kullanıldıkları basınçlı havayla çalışan cihazın tipine göre,

TS – L – PA : Basınçlı havayla çalışan çarpmalı tip cihazlarda kullanılan

TS – L – PB : Basınçlı havayla çalışan döner tip cihazlarda kullanılan

Çizelge 10.1. P grubu yağlar ve uygulama alanları [28]

Kod Harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Yağlama Yağının Özellikleri	Sembol TS - L	Not
P	Basınçlı havayla çalışan alet ve makinalar	Basınçlı havayla çalışan darbeli aletler	Otomatik veya elle yağlama	İnhibe edilmemiş düz zincirli madeni yağlar	PAA	Yoğunlaşabilen maddelerin bulunmadığı havada hafif yük altında çalışan aletler
				Korozyonu ve aşınmayı önleme özelliği olan madeni yağlar	PAB	Yoğunlaşabilen maddelerin bulunduğu havada hafif yük altında çalışan aletler
				Korozyonu, aşınmayı, emülsiyonu ve köpük oluşumunu önleme özelliği olan madeni yağlar	PAC	Yoğunlaşabilen maddelerin bulunduğu havada orta yükten aşırı yüke uzun süreli çalışma şartlarında çalışan aletler
				Sentetik esaslı sıvı akışkanlar	PAD	Özellikle sıfırın altındaki sıcaklıklarda açık havada yapılan işlerde
				Yarı akışkan gresler	PAE	Yağ buharı tahliyesinin düşük olduğu özel çalışma şartlarında
		Döner, basınçlı havayla çalışan aletler ve hava tahrikli makinalar	Gresleme	İnhibe edilmemiş düz zincirli madeni yağlar	PBA	Yoğunlaşabilen maddelerin bulunmadığı havada hafif yük altında çalışan aletler
				Korozyonu önleme özelliği olan madeni yağlar	PBB	Yoğunlaşabilen maddelerin bulunduğu havada hafif yükten orta yüke değişik yükler altında çalışan
				Korozyonu, aşınmayı, emülsiyonu ve köpük oluşumunu önleme özelliği olan madeni yağlar	PBC	Yoğunlaşabilen maddelerin bulunduğu havada hafif yükten orta yüke değişik yükler altında çalışan
				Sentetik esaslı akışkan yağlayıcılar	PBD	Özel uygulamalar

EK-10 (Devam) Grup P (Basınçlı havayla çalışan cihazlarda kullanılan yağlama yağları)

Genel Özellikler

Homojenlik

Yağlama yağları, yağlama yağlarında tamamen çözünen katkı maddeleri ve diğer bileşikleri ihtiva eden uygun damıtık madeni yağların homojen bir karışımı olmalı ve -12⁰C ile 120⁰C arasındaki bütün sıcaklıklarda homojenliğini muhafaza etmeli, faz ayrımı ve çökelek meydana gelmemelidir.

Görünüş

Yağlama yağları, berrak olmalı, su, tortu, asılı madde ve diğer gözle görülebilir safsızlıklar ihtiva etmemelidir.

Depolama kararlılığı

Normal atmosfer şartlarında depolanan tamamen dolu ve açılmamış bir kaptaki yağlama yağları, sevkiyattan sonraki 12 aylık depolama süresince bu standartta verilen özellikleri sağlamalıdır.

Diğer fiziksel ve kimyasal özellikler

Aşağıdaki çizelgelerde bu kategoriye giren yağlama yağlarının özellikleri verilmiştir.

EK-11 Grup Q (Isı transfer akışkanları)

Bu standardın kapsamına giren ısı transfer akışkanlarının ayrıntılı sınıflandırılması Çizelge 11.1’de verilmiştir.

Çizelge 11.1. Q grubu yağlar ve uygulama alanları [29]

Kod Harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Tür ve performans özellikleri	Sembol TS - L	Uygulama Alanı	Not
Q	Isı transferi	Ölçülen en yüksek sıcaklık < 250°C	Açık sistemler	Rafine madeni yağlar veya oksidasyona karşı kararlılığı olan sentetik yağlar	QA	Mekanik veya elektronik parçaların ısıtılması için açık yağ kapları	Özel uygulamalarda yangın riskleri, sistem, çalışma çevresi ve akışkanın kendisiyle birlikte dikkate alınmalıdır. 1) Isı transfer akışkanı ısıtma sistemli kısımlar, yeterli genişleme tankı, tahliye ve filtre sistemlerine bağlanmalıdır. 2) Beslemeyi ısıtmak için ısı değiştiricisi bulunan kısımlarda kullanılan ısı transfer sıvısı, ilgili hijyen ve emniyet kurallarına uygun olmalıdır.
		Ölçülen en yüksek sıcaklık < 300°C	Zorlanmış veya zorlanmamış konveksiyonlu kapalı sistemler	Rafine madeni yağlar veya termal kararlılığı olan sentetik yağlar	QB	Isı transfer akışkanı ısıtma sistemleri	
		Ölçülen en yüksek sıcaklık 300°C< ve < 320°C	Zorlanmış konveksiyonlu kapalı sistemler	Rafine madeni yağlar veya termal kararlılığı olan sentetik yağlar	QC	Kapalı sistemlerde su banyosu	
		Ölçülen en yüksek sıcaklık > 320°C	Zorlanmış konveksiyonlu kapalı sistemler	Özellikle yüksek termal kararlılığa sahip olan sentetik akışkanlar	QD	Isı transfer akışkanı ısıtma sistemi	
		Ölçülen en yüksek sıcaklık - 30°C< ve < 200°C	Soğutma sistemleri	Rafine madeni yağlar veya düşük sıcaklıkta düşük viskoziteli ve termal kararlılığı olan sentetik akışkanlar	QE	Sıcak ve / veya soğuk akışı olan kısımlar	

EK-12 Grup R (Korozyona karşı geçici koruma sağlayan sıvılar)

Bu standart kapsamına giren korozyona karşı geçici koruma sağlayan sıvıların sınıflandırılması Çizelge 12.1’de verilmiştir.

Çizelge 12.1. R grubu yağlar ve uygulama alanları [30]

Kod Harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Filmin Özellikleri ve yapısı	Sembol TS – L	Tipik Uygulama Alanı	Not
R	Korozyona karşı geçici koruma	Kaplanmamış metallerin korunması	Hafif görev şartlarında	İnce bir koruyucu film meydana getiren, suyla yer değiştiren akışkanlar	RA	İşlemler arasındaki bekleme periyodunda makinada işlenmiş ve temizlenmiş parçalar	Uygun bir çözücü ile veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir (uzaklaştırılmaları gerekmeyebilir)
				Yağımsı ince filmler meydana getiren su esaslı akışkanlar	RB	İşlemler arasındaki bekleme periyodunda makinada işlenmiş ve temizlenmiş parçalar	Uygun bir çözücü ile veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir (uzaklaştırılmaları gerekmeyebilir)
				Suyla yer değiştirme özelliği olan RB tipi akışkanlar	RBB	İşlemler arasındaki bekleme periyodunda makinada işlenmiş ve temizlenmiş parçalar	Uygun bir çözücü ile veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir (uzaklaştırılmaları gerekmeyebilir)
				Seyreltilmemiş akışkanlar	RC	İşlemler arasındaki bekleme periyodunda makinada işlenmiş ve temizlenmiş parçalar	Uygun bir çözücü ile veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir (uzaklaştırılmaları gerekmeyebilir)
				Suyla yer değiştirme özelliği olan RC tipi akışkanlar	RCC	İşlemler arasındaki bekleme periyodunda makinada işlenmiş ve temizlenmiş parçalar	Uygun bir çözücü ile veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir (uzaklaştırılmaları gerekmeyebilir)
			Daha ağır görev şartlarında	Seyreltilmemiş akışkanlar	RD	Çelik levhalar, metal levhalar, çelik tüp, çubuk ve teller. Dökme parçalar, işlemler arasında veya parçaların tamamen sökülmesi durumunda makinada işlenmiş parçalar. Somun civata ve vidalar, alüminyum levhalar	Uygun bir çözücü ile ve / veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.

EK-12 (Devam) Grup R (Korozyona karşı geçici koruma sağlayan sıvılar)

Çizelge 12.1. (Devam) R grubu yağlar ve uygulama alanları [30]

			Suyla yer değiştirme özelliği olan RD tipi akışkanlar	RDD	Çelik levhalar, metal levhalar, çelik tüp, çubuk ve teller. Dökme parçalar, işlemler arasında veya parçaların tamamen sökülmesi durumunda makinada işlenmiş parçalar. Somun civata ve vidalar, alüminyum levhalar	Uygun bir çözütücü ile ve / veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.
			Yağımsı veya gresimsi filmler meydana getiren çözütücü esaslı akışkanlar	RE	Çelik levhalar, metal levhalar, çelik tüp, çubuk ve teller. Dökme parçalar, işlemler arasında veya parçaların tamamen sökülmesi durumunda makinada işlenmiş parçalar. Somun civata ve vidalar, alüminyum levhalar	Uygun bir çözütücü ile ve / veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.
			Suyla yer değiştirme özelliği olan RE tipi akışkanlar	REE	Çelik levhalar, metal levhalar, çelik tüp, çubuk ve teller. Dökme parçalar, işlemler arasında veya parçaların tamamen sökülmesi durumunda makinada işlenmiş parçalar. Somun civata ve vidalar, alüminyum levhalar Son işlemler için mekanik parçalar. Alüminyum levhalar	Uygun bir çözütücü ile ve / veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.
			Mum şeklindeki filmde kuru filme kadar değişik filmler meydana getiren çözütücü esaslı akışkanlar	RF	Tam sökülme durumunda mekanik parçalar. Alüminyum levhalar Ağır görev makinaları, yarım dingilliler	Uygun bir çözütücü ile ve / veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.
			Suyla yer değiştirme özelliği olan RF tipi akışkanlar	RFF	Tüp telleri ve mekanik parçalar	Uygun bir çözütücü ile ve / veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.

EK-12 (Devam) Grup R (Korozyona karşı geçici koruma sağlayan sıvılar)

Çizelge 12.1. (Devam) R grubu yağlar ve uygulama alanları [30]

				Bitümlü filmler meydana getiren çözücü esaslı akışkanlar	RG	Alüminyum levhalar Paslanmaz çelik levhalar	Uygun bir çözücü ile ve mekanik olarak uzaklaştırılabilir.
				Mum şeklindeki filmde kuru filme kadar değişik filmler meydana getiren su esaslı akışkanlar	RH	İşlenmiş veya temizlenmiş parçalar. Küçük kırılabilir parçalar	Uygun bir çözücü ile veya su esaslı deterjanlarla uzaklaştırılabilir.
		Kaplanmış metallerin korunması	Bütün görev şartlarında	Kabuklaşabilir filmler meydana getiren çözücü veya su esaslı akışkanlar	RP	Yataklar, makinada işlenmiş parçalar	Kabuklaştırılarak ya da çözücü veya su esaslı ortamlarda uzaklaştırılabilir.
				Eritilerek uygulanan plastik malzemeler	RT	Kalay kaplanmış olanlar hariç kaplanmış çelik levhalar, çinko kaplı levhalar. Motor ve silahlar gibi bir araya getirilmiş parçalar	Kabuklaştırılarak uzaklaştırılabilir. Uygun bir çözücü ile veya hafifçe silinerek uzaklaştırılabilir.
				Soğuk veya sıcak uygulanan yumuşak veya ince gresler	RK	Boyalı yüzeyler Araç gövdeleri. Kaplanmış çelik levhalar	Kabuklaştırılarak ya da çözücü veya su esaslı ortamlarda uzaklaştırılabilir.
				Seyreltilmemiş akışkanlar	RL		
				Mum şeklindeki filmde kuru filme kadar değişik filmler meydana getiren çözücü ve / veya su esaslı akışkanlar	RM		Kabuklaştırılarak ya da çözücü veya su esaslı ortamlarda uzaklaştırılabilir.

EK-13 Grup T (Türbin yağları)

Bu standart kapsamına giren türbin yağlarının ayrıntılı sınıflandırması Çizelge 13.1’de verilmiştir.

Çizelge 13.1. T grubu yağlar ve uygulama alanları [31]

Kod Harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Çok Özel Uygulama Alanı	Bileşimi ve Özellikleri	Sembol TS - L	Tipik Uygulama Alanları	Not
T	Türbinler	Buhar ; Yüke doğrudan veya dişli ile bağlanmış	Normal servis	Pas önleme ve oksidasyon kararlılığı özelliği olan rafine, petrol esaslı yağlar	TSA	Güç üretim ve endüstriyel amaçlı tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde, dişlilerinde geliştirilmiş yük taşıma özelliği olan yağların kullanılması gerekmeyen denizcilik tahrik sistemlerinde	
			Özel kullanım	Ateşe dayanıklılık özelliği olmayan sentetik sıvılar ^{1,2)}	TSC	Oksidasyon kararlılığı, düşük sıcak özellikleri gibi özellikler sebebiyle sıvı yağ kullanımının avantajlı olduğu güç üretim ve endüstriyel tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde	
			Ateşe dayanıklı	Fosfat esteri esaslı yağlama yağı ¹⁾	TSD	Ateşe dayanıklılığın gerekli olduğu güç üretim ve endüstriyel tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde	
			Yüksek yük taşıma kabiliyeti	Pas önleme, oksidasyon kararlılığı ve artırılmış yük taşıma kapasitesi özelliği olan rafine, petrol esaslı yağlar	TSE	Dişlilerinde geliştirilmiş yük taşıma özelliği olan yağların kullanılması gereken güç üretim, endüstriyel amaçlı tahrik sistemleri ve denizcilik tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde	
		Gaz ; Yüke doğrudan veya dişli ile bağlanmış	Normal servis şartlarında	Pas önleme, oksidasyon kararlılığı özelliği geliştirilmiş olan rafine, petrol esaslı yağlar	TGA	Güç üretim ve endüstriyel amaçlı tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde, dişlilerinde geliştirilmiş yük taşıma özelliği olan yağların kullanılması gerekmeyen denizcilik tahrik sistemlerinde	
			Yüksek sıcaklık şartlarında	Pas önleme, oksidasyon kararlılığı özelliği geliştirilmiş olan rafine, petrol esaslı yağlar	TGB	Mevzi yüksek sıcaklık sebebiyle sıcaklığa dayanımın gerektiği güç üretim ve endüstriyel amaçlı tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde	

EK-13 (Devam) Grup T (Türbin yağları)

Çizelge 13.1. (Devam) T grubu yağlar ve uygulama alanları [31]

			Özel kullanım	Ateşe dayanıklılık özelliği olmayan sentetik sıvılar ^{1,2)}	TGC	Oksidasyon kararlılığı, düşük sıcaklık özellikleri gibi özellikler sebebiyle sıvı yağ kullanımının avantajlı olduğu güç üretim ve endüstriyel tahrik sistemler ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde
			Ateşe dayanıklı	Fosfat esterli esaslı yağlama yağları ¹⁾	TGD	Ateşe dayanıklılığın gerektiği güç üretim ve endüstriyel amaçlı tahrik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde
			Yüksek yük taşıma kapasiteli	Pas önleme, oksidasyon kararlılığı ve artırılmış yük taşıma kapasitesi özelliği olan rafine, petrol esaslı yağlar	TGE	Dişlilerinde geliştirilmiş yük taşıma özelliği olan yağların kullanılması gereken güç üretim, endüstriyel amaçlı tahrik sistemleri ve dişli tahrikli denizcilik sistemleri ile bu sistemlerin kontrol sistemlerinde
		Kontrol sistemleri	Ateşe dayanıklı	Fosfat esterli esaslı kontrol sıvısı	TCD	Sıvı beslemenin yağlama yağından ayrıldığı ve ateşe dayanıklılığın gerektiği buhar, gaz ve hidrolik türbinlerin kontrol mekanizmalarında
		Havacılık Hidrolik			TA TH	

¹⁾ Bu ürün petrol esaslı ürünlerle uyuşabilir olmayabilir.²⁾ Bu sınıf, diğer kimyasal tipler kadar sentetik hidrokarbonları da ihtiva eder.

EK-14 Grup U (Isıl işlemlerde kullanılan madeni yağlar)

Sınıflar

Bu standart kapsamına giren madeni yağlar bir sınıftır.

Tipler

Madeni yağlar, kullanım şartlarına göre

- tip 1 : soğuk sertleştirme ($\emptyset < 80^{\circ}\text{C}$)
- tip 2 : yarı sıcak sertleştirme ($80^{\circ}\text{C} < \emptyset < 130^{\circ}\text{C}$)
- tip 3 : sıcak sertleştirme ($130^{\circ}\text{C} < \emptyset < 200^{\circ}\text{C}$)
- tip 4 : çok sıcak sertleştirme ($200^{\circ}\text{C} < \emptyset < 310^{\circ}\text{C}$)

olmak üzere dört tiptir.

Türler

Yukarıda belirtilen tüm tipler, sertleştirme süresine göre

- normal sertleştirme
- hızlı sertleştirme

olmak üzere iki türdür.

Görünüş

Madeni yağlar, sıvı olmalı tortu ihtiva etmemelidir.

EK-14 (Devam) Grup U (Isıl işlemlerde kullanılan madeni yağlar)

Diğer fiziksel ve kimyasal özellikler

Isıl işlemlerde kullanılan madeni yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 14.1’de verilmiştir.

Çizelge 14.1. Isıl işlemlerde kullanılan madeni yağların fiziksel ve kimyasal Özellikleri [32]

Özellik		Soğutma özelliği		Kararlılık		Kinematik viskozite		Parlama Noktası °C, min.	Yanma Noktası °C, min.	Su Muhtevası %, max.
Tip	Tür	Karakteristik Sıcaklık °C, min.	800°C’den 400°C’ye soğutma süresi s, max.	Viskozite oranı max.	Karbon kalıntısı %, max	40°C’de mm ² /s	1000°C’de mm ² /s			
1	UHA	480	5,0	1,5	1,5	30	-	180	200	0,05
	UHB	580	4,0	1,5	2,0	26	-	170	190	0,05
2	UHC	500	5,0	1,5	2,0	-	20	200	220	0,1
	UHD	-	-	1,5	2,0	-	35	250	280	0,1
3	UHE	600	6,0	1,4	2,0	-	30	230	250	0,1
	UHF	-	-	1,4	2,0	-	50	280	310	0,1
4	UHG	700	7,0	1,4	2,0	-	40	320	330	0,1
	UHH	-	-	1,4	2,0	-	60	350	380	0,1

Bu standart kapsamına giren ısıt işlemlerde kullanılan sertleştirme akışkanlarının sınıflandırması Çizelge 14.2’de verilmiştir.

EK-14 (Devam) Grup U (Isıl işlemlerde kullanılan madeni yağlar)

Çizelge 14.2. (Devam) U grubu yağlar ve uygulama alanları [32]

Kod Harfi	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Tipi ve Performans Özellikleri	Sembol TS – L	Not
U	Isıl işlemler	Isıl işlem yağları	Soğuk sertleştirme $\varnothing < 80^{\circ}\text{C}$	Normal sertleştirme yağı	UHA	Bu yağlar, su ile yıkanarak kolaylıkla uzaklaştırılabilir. Bu özellik formüldeki emülsiyon yapıcılarla sağlanır. Bu sebeple bu tür yağlar “ yıkanabilir “ olarak bilinir. Yağ üreticileri, son kullanıcının istegine uygun olarak bu özelliği sağlamalıdır.
			Yarı sıcak sertleştirme $80^{\circ}\text{C} < \varnothing < 130^{\circ}\text{C}$	Çabuk sertleştirme yağı	UHB	
				Normal sertleştirme yağı	UHC	
				Çabuk sertleştirme yağı	UHD	
			Sıcak sertleştirme $130^{\circ}\text{C} < \varnothing < 310^{\circ}\text{C}$	Normal sertleştirme yağı	UHE	
				Çabuk sertleştirme yağı	UHF	
				Normal sertleştirme yağı	UHG	
		Isıl işlemler için sulu akışkanlar	Çok sıcak sertleştirme $200^{\circ}\text{C} < \varnothing < 310^{\circ}\text{C}$	Çabuk sertleştirme yağı	UHH	
			Vakum sertleştirme		UHV	
			Diğer durumlar		UHK	
			Yüzey sertleştirme	Su	UAA	
				Yavaş sertleştirme için sulandırılmış akışkanlar	UAB	
				Hızlı sertleştirme için sulandırılmış akışkanlar	UAC	
		Gövde sertleştirme		Su	UAA	
				Yavaş sertleştirme için sulandırılmış akışkanlar	UAD	
				Hızlı sertleştirme için sulandırılmış akışkanlar	UAE	
			Diğer durumlar		UAK	

EK-14 (Devam) Grup U (Isıl işlemlerde kullanılan madeni yağlar)

Çizelge 14.2. (Devam) U grubu yağlar ve uygulama alanları [32]

		Isıl işlem tuzlar için eritilmiş	150 ⁰ C<ø<500 ⁰ C	Eritilmiş tuzlar 150 ⁰ C<ø<500 ⁰ C	USA	
			500 ⁰ C<ø<700 ⁰ C	Eritilmiş tuzlar 500 ⁰ C<ø<700 ⁰ C	USB	
			Diğer durumlar		USK	
		Isıl işlemler için gazlar		Hava	UGA	
				Doğalgaz	UGB	
				İndirgen gazlar	UGC	
				Yükseltgen gazlar	UGD	
		Akışkan yataklar			UF	
		Diğer durumlar			UK	

EK-15 Grup X (Gresler)

Gres, akışkan bir yağ ile kalınlaştırıcı bir maddenin, katı ile yarı akışkan arasında yapı değişikliği gösteren ve akışkan yağların kullanılamadığı yerlerde yağlama maddesi olarak kullanılan maddelerdir.

Gresler, kullanıldıkları cihazların çalışma şartlarına göre sınıflandırılmıştır. Gresler çok değişik yerlerde kullanılabildiklerinden, son kullanım yerine göre sınıflandırılmaları mümkün değildir. Bu sebeple, greslerin mesela; bilyalı yataklar veya pompa sistemlerinde kullanılıp kullanılamayacağı veya ayrıca ürünlerin uyumluluğu bakımından, tedarikçiye danışılması gereklidir.

Bu sınıflandırmada herhangi bir gres, birden fazla sembolle gösterilemez. Bu sembol, gresin kullanılabileceği sıcaklığın, su ile kirlenmenin ve yük şartlarının en yüksek değerlerine karşılık gelmelidir.

Kullanılan Sembollerin Anlamı

Tip X in ayrıntılı sınıflandırması, gresin kullanıldığı çalışma şartlarını esas alır.

Greslerin işaretlerle tam olarak gösterilmesi aşağıdakileri ihtiva eder.

- Başlangıçta ISO ibaresi
- Yağlama yağları, endüstriyel yağlar ve ilgili ürünlerin sınıfını gösteren “L” harfi
- Gres kategorileri, her bir harf ve sırası belli bir özelliği gösteren beş harften oluşur.
- Gres tipi için X harfi
- Düşük çalışma sıcaklığı (sembol 1)
- Yüksek çalışma sıcaklığı (sembol 2)
- Su ile kirlenme şartlarında yeterli bir yağlama ve paslanmaya karşı koruma sağlama özelliği (sembol 3)
- Ağır yük şartlarında yağlama özelliği (sembol 4)
- Gresin, ölçülen penetrasyon seviyesine karşılık gelen NLGI kıvamlılık sayısı

EK-15 (Devam) Grup X (Gresler)

Bu sınıflandırma sisteminde, ürünler, her bir harf bir özelliği göstermek üzere aynı şekilde gösterilir. Bu sebeple, Çizelge 15.1’ de görülen yazım sırasının kullanılması mecburidir.

Örneğin;

- Düşük çalışma sıcaklığı : -20⁰C
- Yüksek çalışma sıcaklığı : +160⁰C
- Su ile kirlenme : çevresel şartlar – su ile yıkama,
- Paslanmaya karşı koruma gerektirmeyen,
- Ağır yük uygulamasına uygun,
- NLGI kıvamlılık sayısı : 00

olan çalışma şartlarında kullanılan bir gresin işaretlerle gösterilmesi ISO – L – XBEGB 00 şeklindedir.

Ayrıntılı Sınıflandırma

Ayrıntılı sınıflandırma aşağıdaki gibidir:

Gres özellikleri, Ek A da ayrıntılarıyla verilen özelliklere göre tayin edilir. Doğru olarak işaretlerle gösterme sembolleri, deney sonuçlarından tayin edilebilir.

Greslerin çalışma sıcaklık aralıkları, Çizelge 15.2’ den tayin edilir ve iki sembolü içerir:

en düşük çalışma sıcaklığı ve en yüksek sürekli çalışma sıcaklığı

Su ile kirlenmenin mümkün olduğu şartlarda, yeterli bir yağlama ve Çizelge 15.3’ de belirtilen paslanmaya karşı koruma sağlar.

EK-15 (Devam) Grup X (Gresler)

Çizelge 15.4, ağır yük şartlarında greslerin yağlama özelliğini gösteren sembol 4 için özellikleri tanımlar.

Çizelge 15.5, NLGI kıvamlılık sayısı, işaretlerle gösterme sisteminde son basamakta verilir.

Greslerin ayrıntılı sınıflandırılması ise Çizelge 15.6’ da verilmiştir.

Çizelge 15.1. Greslerin işaretlerle gösterilmesinde kullanılan harflerin sırası [33]

TS ISO	L	X	Sembol 1	Sembol 2	Sembol 3	Sembol 4	NLGI Sayısı
ISO İbaresı	Yağlama yağı sınıfı	Gres tipi	Düşük çalışma sıcaklığı	Yüksek çalışma sıcaklığı	Su ile kirlenme	Ağır yük şartlarında yağlama özelliği (aşırı basınç özellikleri)	Kıvamlılık
Örnek							
TS ISO	L	X	B	E	G	B	00

Çizelge 15.2. Çalışma sıcaklık aralıkları [33]

Sembol 1		Sembol 2	
Düşük çalışma sıcaklığı		Yüksek çalışma sıcaklığı	
Sıcaklık °C	Sembol 1	Sıcaklık °C	Sembol 2
0	A	60	A
-20	B	90	B
-30	C	120	C
-40	D	140	D
< -40	E	160	E
		180	F
		> 180	G

EK-15 (Devam) Grup X (Gresler)

Çizelge 15.3. Suya dayanıklılık seviyesi ve korozyona karşı koruma seviyesi [33]

Su ile kirlenme	Paslanmaya karşı koruma	Sembol 3
L	L	A
L	M	B
L	H	C
M	L	D
M	M	E
M	H	F
H	L	G
H	M	H
H	H	I
L = Kuru M = Statik H = Su ile yıkama	L = Korumasız M = Su varken koruma H = Tuzlu su varken koruma	

Çizelge 15.4. Ağır yük şartlarında yağlama özelliği [33]

Aşırı basınç özellikleri	Sembol 4
Var	A
Yok	B

Çizelge 15.5. NLGI kıvamlılık sayısı [33]

NLGI sınıfı	Çalışılan penetrasyon aralığı (60 çift sıkıştırma sayısı)
000	445 – 475
00	400 – 430
0	355 – 385
1	310 – 340
2	265 – 295
3	220 – 250
4	175 – 205
5	130 – 160
6	85 - 115

EK-15 (Devam) Grup X (Gresler)

Çizelge 15.6. Greslerin sınıflandırılması [33]

	Uygulama Şartlara									
	Çalışma sıcaklık aralığı				Su ile kirlenme	Sembol 3	Yük (aşırı basınç)	Sembol 4	Kıvamlılık	ISO – L Gösteriliş
	Düşük sıcaklık ^a		Yüksek sıcaklık ^b							
	⁰ C	Sembol 1	⁰ C	Sembol 2						
Yağlama da kullanılan gresler	0	A	60	A	Su ile kirlenme şartlarında yeterli bir yağlama ve Çizelge 3 de belirtilen paslanmaya karşı koruma sağlama özelliği	A B C D E F G H I	Aşırı basınç özelliği gerektiren ağır yük şartlarında yağlama özelliği Çizelge 4	A B	NLGI kıvamlılık sayısına ayrılan bu kısma Çizelge 5 de verilen diğer sembollerden uygun olan biri gelir	Greslerin gösterimi X sembolü, 1, 2, 3, 4, de verilen diğer semboller ve NLGI kıvamlılık sayısı ile yapılır.
			90	B						
			120	C						
			140	D						
			160	E						
			180	F						
			>	G						
	-20	B	180	A						
			60	B						
			90	C						
			120	D						
			140	E						
			160	F						
			180	G						
	-30	C	>	A						
			180	B						
			60	C						
			90	D						
			120	E						
			140	F						
			160	G						
	-40	D	180	A						
			>	B						
			180	C						
			60	D						
			90	E						
			120	F						
			140	G						
	< -40	E	160	A						
			180	B						
			>	C						
			180	D						
			60	E						
			90	F						
			120	G						
			140							
			160							
			180							
			>							
			180							

^a En düşük sıcaklık, cihazlar çalıştırılmaya başlarken veya çalışırken ya da gres pompalanırken deneyerek bulunur.

^b En yüksek sıcaklık, yağlanan parçanın kullanım esnasındaki en yüksek sıcaklığıdır.

^a En düşük sıcaklık, cihazlar çalıştırılmaya başlarken veya çalışırken ya da gres pompalanırken deneyerek bulunur.

^b En yüksek sıcaklık, yağlanan parçanın kullanım esnasındaki en yüksek sıcaklığıdır.

EK-16 Grup Z (Buhar silindirlerinde kullanılan)

Buhar silindirlerinde kullanılan yağlama yağları, buharla çalışan makinaların vana ve silindirlerinin yağlanması için kullanılan rafine edilmiş madeni yağlardır. Buhar silindirlerinde kullanılan yağlama yağları, serbest asit bulundurmayan katı yağları ihtiva edebilir.

Sınıflar

Yağlama yağları (TS – L – Z) bir sınıftır.

Tipler

Yağlama yağları, katı yağ ihtiva edip etmediklerine göre;

TS – L – ZA : Katı yağ ihtiva etmeyen yağlama yağları

TS – L – ZB : Katı yağ ihtiva eden yağlama yağları,

Olmak üzere iki tipe ayrılır.

Görünüş

Yağlama yağları, homojen ve berrak olmalı, su, tortu, asılı madde ve diğer gözle görülebilir safsızlıkları ihtiva etmemelidir.

Depolama Kararlılığı

Normal atmosfer şartlarında depolanan tamamen dolu ve açılmamış bir kaptaki yağlama yağı, sevkıyattan sonraki 12 aylık depolama süresince bu standartta verilen özellikleri sağlamalıdır.

EK-16 (Devam) Grup Z (Buhar silindirlerinde kullanılan)

Çizelge 16.1. TS – L – ZA tipi yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri [34]

Özellikler	Tür		
	TS – L - ZAA	TS – L – ZAB	TS – L - ZAC
Kinematik Viskozite 40 ⁰ C de mm ² /s	414 – 506	612 – 748	900 – 1100
Viskozite indeksi En az	75	75	75
Akma noktası, üst, ⁰ C en fazla	3	3	3
Bakır korozyonu, 100 ⁰ C de, 3 h, en fazla	1	1	1
Parlama noktası ⁰ C en az	250	280	300
Toplam asitlik, mg KOH/g, en fazla	0,1	0,1	0,1
Çökeltme numarası, en fazla	0,05	0,05	0,05
Karbon kalıntısı, % (m/m), en fazla	2,5	2,5	3,0
Kül muhtevası, % (m/m), en fazla	0,05	0,05	0,10

Çizelge 16.2. TS – L – ZB tipi yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri [34]

Özellikler	Tür		
	TS – L - ZBA	TS – L – ZBB	TS – L - ZBC
Kinematik Viskozite 40 ⁰ C de mm ² /s	414 – 506	612 – 748	900 – 1100
Viskozite indeksi En az	75	75	75
Akma noktası, üst, ⁰ C en fazla	3	3	3
Bakır korozyonu, 100 ⁰ C de, 3 h, en fazla	1	1	1
Parlama noktası ⁰ C en az	250	280	300
Toplam asitlik, mg KOH/g, en fazla	0,3	0,3	0,3
Çökeltme numarası, en fazla	0,05	0,05	0,05
Katı yağ muhtevası % (m/m)	4-6	4-6	4-6
Karbon kalıntısı, % (m/m), en fazla	2,5	2,5	3,0
Kül muhtevası, % (m/m), en fazla	0,05	0,05	0,10

EK-17 Grup Y (Muhtelif yağlayıcılar)

Bu standart kapsamına giren muhtelif yağlayıcıların sınıflandırılması Çizelge 17.1’de verilmiştir.

Çizelge 17.1. Y grubu yağlar ve uygulama alanları [35]

Kod Harfî	Genel Uygulama Alanı	Özel Uygulama Alanı	Uygulama Şekli	Bileşimi ve Özellikleri	Sembol TS – L	Not
Y	Muhtelif	Üretim	Hava gazından benzen ve naftalinin uzaklaştırılması		YA	Gazlaştırma ve kok fırını tesislerinde yıkama yağı
			Liflerin Harmanlanması		YB	Pamuk, keten, kenevir, hint keneviri, sisal vb. nin emprenye edilmesi için taramadan önce yumuşatılması ve çanta elbise ve ip üretmek için bükülmesi
			Kekleşmenin önlenmesi		YC	Granül halindeki gübrelerin kaplanması
			Toz bastırma		YD	Çimento granüllerinin kaplanması, kömür ve kok yığınları üzerine püskürtme, toprağın kararlı hale getirilmesi
			Genişletilmiş kauçuk ve plastikleştirme kullanılan plastikler	Aromatik kısımlar	YEA	
			Genişletilmiş kauçuk ve plastikleştirme kullanılan plastikler	Naftanik esaslı rafine madeni yağlar	YEB	
			Genişletilmiş kauçuk ve plastikleştirme kullanılan plastikler	Parafinik esaslı rafine madeni yağlar	YEC	
			Genişletilmiş kauçuk ve plastikleştirme kullanılan plastikler	Oldukça saf teknik beyaz yağlar	YED	Besinlerde doğrudan temas etmemek şartıyla diğer uygulamalar
			Genişletilmiş kauçuk ve plastikleştirme kullanılan plastikler	Oldukça saf teknik beyaz yağlar	YEE	Doğrudan besinle temas eden veya tıbbi cihazlarda kullanılan polistiren ve kauçuk

EK-17 (Devam) Grup Y (Muhtelif yağlayıcılar)

Çizelge 17.1. (Devam) Y grubu yağlar ve uygulama alanları [35]

			Klima sistemleri için hava filtreleri		YF	
			Emprenye		YĞ	Ağaç kaplama bileşiklerinde taşıyıcı yağ
			Temizlik ve ev işleri		YH	Mobilya parlaticıları ve yer temizleyicilerin bileşiminde
			Derinin şartlandırılması		YL	Su sızdırmazlık bileşiklerinde
			Bitkilere püskürtme		YM	Mantar ve böcek öldürücüler için taşıyıcı yağ
			Matbaa mürekkepleri		YPA	Absorbsiyon tipi baskıda kullanılan ağır mürekkepler
			Matbaa mürekkepleri		YPB	Isı ayarlı, kurutmalı, ışın ayarlı mürekkepli baskıda kullanılan hafif mürekkepler
			Çatlak tespitli	Floresan olmayan oldukça saf madeni yağlar	YR	Taşıyıcı gaz
			Köpük bastırma		YS	Şeker üretimi veya kanalizasyon atığının temizlenmesinde köpüğün bastırılması
			Kozmetik		YT	Kozmetik ve makyaj malzemeleri muhtevasında
			Eczacılık	Çok saf beyaz yağlar	YW	Fotoğraf banyoları için düzleştirici yağ
			Elektroliz ve metal kaplama	Rafine tıbbi saflıkta beyaz yağ	YX	Parlatma yağı
		Deney	Kalibrasyon ve standartlaştırma		YZ	Kalibrasyon ve referans yağları

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YURTSEVEN, Yücel
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 20.05.1980, Ankara
Medeni Hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 363 93 80
Faks :
e-mail : yucel_yurtseven@mynet.com.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Çevre Müh.	2002
Lise	Çankırı S. DEMİREL Fen Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003-2004	DIYAP Proje Yapım ve İnşaat	Şantiye Şefi
2005-	ÜLKER Gıda /Ankara	Kalite Yönetim Uzm.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Sinema, İnternet, Türk Sanat Müziği,