

Volkan PELİTLİ

Yazışma yazarı:
Volkan PELİTLİ,
volkan.pelitli@tubitak.gov.tr

TÜBİTAK MAM, İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı, Gebze, Kocaeli, Türkiye.
ORCID: 0000-0001-7332-4151

Referans:

Pelitli, V. (2025). Yağlayıcı Ürünlerde Sürdürülebilirlik: Çevresel Etiketleme Sistemleri ve AB Mevzuatının İncelemesi, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 26, (1) 9–16.

Makale Gönderimi: 20 ARALIK 2024

Online Kabul : 3 ŞUBAT 2025

Online Basım : 12 ŞUBAT 2025

Özet Yağlayıcı ürünler için çevresel etiketleme programlarının amacı, fosil kaynaklı geleneksel ürünlerin çevresel etkilerini azaltarak, biyoçeşitliliğe zarar vermeyen ve çevre dostu alternatiflerin geliştirilmesini sağlamaktır. Bu sayede hem doğal kaynakların korunması hem de ekosistemler üzerinde minimum olumsuz etki sağlanması hedeflenmektedir. Ülkemizde de her yıl yaklaşık 400 bin ton yağlayıcı ürün tüketildiği ve sektörde 120'den fazla lisanslı madeni yağ tesisi faaliyet gösterdiği göz önüne alındığında, çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir alternatiflerin benimsenmesi için çevre etiketleme sistemlerinin etkin bir şekilde hayata geçirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu amaçla mevcut makale de yağlayıcılar ürün grubu ile ilişkili çevresel etiketleme sistemleri ve bu sistemlere ilişkin Avrupa Birliği (AB) mevzuatı detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. AB Çevre Etiket Tüzüğü (66/2010/EC), Kimyasal Maddelerin Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına İlişkin Yönetmelik (1907/2006/EC) ve Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi (2008/1/EC) gibi düzenlemeler, yağlayıcıların çevresel ve insan sağlığına olan etkilerini azaltmaya yönelik kapsamlı kriterler ve kurallar sunmaktadır. Bu düzenlemeler, yağlayıcı ürünlerin biyobozunurluk, biyobirikim, toksisite, yenilenebilir içerik ve ambalajlama gibi önemli çevresel etkilere dayalı kriterlere uymalarını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, bu kriterlerin her biri için belirlenen eşik ve sınır değerler, sektörün çevresel sorumluluklarını yerine getirmesine de rehberlik etmektedir. Böylece, hem tüketicilere daha bilinçli seçimler yapma imkânı sunulmakta hem de sektörde çevre bilincinin gelişmesine katkı sağlanmaktadır. Sonuç olarak, mevcut makale, çevresel etiketleme sistemlerinin yağlayıcı sektöründe sürdürülebilirlik ve inovasyon üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirirken, aynı zamanda bu alandaki uygulamalar ve mevzuatın bütüncül bir analizini de sunmaktadır. Bu analiz, çevresel etiketleme sistemlerinin sektör üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacak ve aynı zamanda gelecek dönemde sürdürülebilir ürün geliştirme süreçlerine de rehberlik edecektir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, çevresel etiketleme, yağlayıcılar, dögüsel ekonomi, AB mevzuatı.

Sustainability in Lubricant Products: A Review of Environmental Labelling Systems and EU Legislation

Abstract The aim of environmental labeling programs, especially for lubricant products, is to reduce the environmental impact of traditional fossil-based products and to develop environmentally friendly alternatives that do not harm biodiversity. In this way, it is aimed both to protect natural resources and to ensure minimum negative impact on ecosystems. Considering that approximately 400,000 thousand tons of lubricant products are consumed in Türkiye every year and more than 120 licensed lubricant plants operate in the sector, it is critical to effectively implement environmental labeling systems to reduce environmental impacts and adopt sustainable alternatives. For this purpose, the present paper discusses in detail the environmental labeling systems associated with the lubricants product group and the European Union (EU) legislation related to these systems. Regulations such as the EU Environmental Labeling Regulation (66/2010/EC), the Regulation on Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (1907/2006/EC) and the Integrated Pollution Prevention and Control Directive (2008/1/EC) provide comprehensive criteria and rules to reduce the environmental and human health impacts of lubricants. These regulations require lubricant products to meet criteria based on key environmental impacts such as biodegradability, bioaccumulation, toxicity, renewable content and packaging. In addition, the thresholds and limit values set for each of these criteria guide the sector in fulfilling its environmental responsibilities. This not only provides consumers with the opportunity to make more informed choices, but also contributes to the development of environmental awareness in the sector. In conclusion, this paper provides a comprehensive assessment of the impact of environmental labeling systems on sustainability and innovation in the lubricant sector, while also providing a holistic analysis of practices and legislation in this area. This analysis will help to better understand the impacts of environmental labeling systems on the industry and will also guide sustainable product development processes in the future.

Keywords: Sustainability, environmental labelling, lubricants, circular economy, EU legislation.

1. Giriş

Günümüzde endüstriyel ve lojistik sektörlerinde yaygın olarak kullanılan yağlama yağları, genellikle sıvı formda olup, alkanlar, naftenik yağlar ve aromatik bileşiklerden oluşan, yoğunluğu 0,8 g/ml arasında değişen, renksiz ve kokusuz özelliklere sahip maddelerdir (Candela vd., 2016). Bu yağların %80-90'ını baz yağlar oluştururken, geri kalan %10-20'lik kısmını ise katkı maddeleri meydana getirmektedir (Islam vd., 2021). Baz yağlar, petrol kökenli olabileceği gibi, bitkisel, sentetik ester, silikon, florokarbon, iyonik, çoklu alkilenmiş siklopentan (MAC) ve diğer kaynaklardan da elde edilebilmektedir. Yağların performansını veya fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan katkı paketleri ise oldukça fazla olup, bunlar arasında antioksidanlar, deterjanlar, aşınma önleyiciler, korozyon önleyiciler, sürtünme değiştiriciler, köpük önleyici maddeler, aşırı basınç katkıları, viskozite indeks iyileştiriciler ve emülsifiye edici maddeler gibi bileşenler yer almaktadır (Candela vd., 2016).

Ülkemizde yağlayıcı ürün tüketimi yıllık ortalama 436 bin ton civarında olup, kişi başına tüketim ise 2004 yılında 5 kg'den, 2021 yılı itibariyle %30'luk bir artışla 6,5 kg/kişiye çıkmıştır. Yağlayıcı ürünlerin kullanım alanlarına bakıldığında, bunların yarısından fazlasının (%50) lojistik sektöründe, %41'inin ise

endüstride kullanıldığı görülmektedir. Geriye kalan kısım ise denizcilik sektörüne aittir (PETDER, 2025). Bu kullanım dağılımı incelendiğinde, yağlayıcı ürünlerin ülke ekonomisi ve sanayisi için kritik bir rol oynadığı anlaşılmaktadır.

Yağlama yağlarının kullanımı, günümüzden binlerce yıl öncesine, yani erken uygarlıklara kadar uzanmaktadır. Mezopotamya ve Mısır gibi eski uygarlıklarda, yağlama yağları (Şekil 1), (1) MÖ 3000 yılında Eski Mısır'da piramitlerin inşasında büyük kaya bloklarının taşınmasında, (2) MÖ 2400 yılında heykellerin taşınmasını kolaylaştırmada ve (3) Savaş arabalarının akslarının yağlanmasında dahi kullanılmıştır (Nosonovsky, 2007). 20. yüzyılın başlarına gelindiğinde ise yağların kullanım alanları çok daha genişlemiştir.



Şekil 1. Yağlama yağları kullanımı erken dönem Mısır (Kyodo Yushi, 2024)

Günümüzde yağlama yağlarının kullanım alanları Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablo, otomotiv, endüstriyel, denizcilik ve havacılık sektörlerinde kullanılan çeşitli yağ türlerini, her bir sektörün özel ihtiyaçlarına göre sıralamaktadır.

Tablo 1. Yağların günümüzdeki kullanım alanları (Candela vd., 2016).

OTOMOTİV	ENDÜSTRİYEL	DENİZCİLİK	HAVACILIK
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor yağları: ▪ Transmisyon sıvıları ▪ Dişli sıvıları ▪ Fren sıvıları ▪ Hidrolik sıvılar ▪ Piston motor yağları 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidrolik yağlar ▪ Kompresör yağları ▪ Dişli yağları ▪ Sirkülasyon yağları ▪ Metal işlem sıvıları 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Silindir yağları ▪ Stern tüp yağları ▪ Piston motor yağları 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gaz türbin motor yağları

Sağladıkları avantajlarla birlikte petrol bazlı yağlayıcıların üretiminde kullanılan fosil kaynaklar ise günümüzde hızla tükenmekte ve bu kaynakların kullanımı çevreyi ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik açısından petrol bazlı yağlayıcıların çevresel ayak izini azaltacak alternatiflere olan ihtiyacı vurgulamaktadır (Malik vd., 2023). Bu amaçla çevreci yağlar, ilk olarak 1970'lerin sonunda Almanya ve İsviçre sınırındaki Bodensee'de, iki zamanlı motor yağları için geliştirilmiştir. 1980'lerin başında ise Almanya'da artan çevreci görüşler, milli parklardaki ormancılık operasyonlarında kullanılacak çevreci hidrolik sıvıların geliştirilmesini teşvik etmiştir (Norrby, 2003). Bu çabalar sonucunda, Almanya'da (VDMA Spesifikasyonları 24,568 ve 24,569), Alman Mavi Melek (Blue Angel) RAL UZ 178 ve İsveç'te SS155434 ve SS155470 gibi çevre dostu hidrolik yağlara ilişkin standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartların temelinde, yağlayıcıların dökülmesi veya alıcı ortama sızması durumunda çevre kalitesi ile çevresel etkileşim arasındaki ilişkiyi minimize etme amacı yatmaktadır (Shah vd., 2021). Bu doğrultuda, uygulamaya geçen en önemli çevreci etiketleme sistemleri/programları ise şunlardır:

- İskandinav Kuşusu (Nordic Swan): İzlanda, Norveç, Danimarka, İsveç ve Finlandiya
- Mavi Melek (Blue Angel): Almanya
- Eko İşaret Japonya (Eco Mark Japan): Japonya
- Kore Eko Etiket (Korea Ecolabel): Kore
- Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture; USDA): A.B.D.
- AB Eko Etiket (EU Ecolabel): Avrupa Birliği
- İsveç Standardı (Swedish Standard; SIS)

- Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic; OSPAR): Belçika, Danimarka, Avrupa Birliği, Finlandiya, Fransa, Almanya, İzlanda, İrlanda, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İngiltere, Lüksemburg, İsviçre ve Kuzey İrlanda
- Avrupa Standartlar Komitesi (European Committee for Standardization; CEN)
- Çevresel Açısından Kabul Edilebilir Yağlar (Environmentally Acceptable Lubricants; EAL)

Bu sistemlerin ortak noktası, yağlayıcıların dökülmesi durumunda çevrede hızlı biyolojik bozunma (tam mineralizasyon) ya da kısa süreli kalıcılık sağlamak ve su yaşamı için yüksek toksisite sınırlarını aşmamaktır. Ayrıca, alternatif olarak yenilenebilir madde içeriğine sahip olmaları da önemli bir özelliktir.

Etiketleme sistemleri dışında, AB ve ulusal düzeyde uygulanan çevre düzenlemeleri de, biyolojik olarak parçalanabilen ve ekotoksik olmayan yağlayıcıların teşvik edilmesinde önemli bir adım olmuştur. Özellikle, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından kabul edilen 66/2010 sayılı AB Eko Etiket Tüzüğü, çevre dostu ürünlerin tanınması ve kullanımı konusunda önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bu tüzük, gönüllü bir etiketleme sistemini benimseyerek, tüketicilerin çevre dostu ürünleri kolaylıkla tanıyabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Yönetmeliği ve Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Tüzüğü gibi düzenlemeler de kimyasal maddelerin güvenli kullanımını teşvik ederken, biyosidal

ürünlerin kontrolü ve atık yönetimi ile ilgili önemli kuralları da içermektedir. Avrupa genelinde, biyobazlı yağlayıcıların kullanımını teşvik eden ulusal mevzuatlar da bulunmaktadır. Örneğin, Fransız yasası, hassas doğal alanlarda biyolojik olarak parçalanabilen yağlayıcıların kullanımını zorunlu kılarken; Almanya, Avusturya ve İsviçre’de mineral bazlı yağlayıcıların su yolları ve ormanlık alanlarda kullanımı yasaklanmıştır. Bu yönergeler, çevresel etkileri minimize etme ve sürdürülebilir yağlayıcı kullanımı konusunda AB’nin ve üye devletlerin attığı önemli adımları dikkat çekici şekilde yansıtmaktadır. Bu sebeple, çevre dostu yağlayıcıların üretim ve kullanımının teşvik edilmesi, sürdürülebilir endüstriyel uygulamaların benimsenmesi için oldukça önemli bir adım olarak görülmektedir.

Bu amaçla, mevcut makale, yağlayıcıların çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik geliştirilen çevre etiketleme sistemlerini (Nordic Ecolabel, EU Ecolabel, Blue Angel, Eco Mark Japan vb.) incelemenin yanı sıra, mevcut AB mevzuatını da değerlendirerek çevre dostu yağlayıcıların gelişimini ele almaktadır. Ülkemizde ise çevre etiketi yönetmeliği 19 Ekim 2018 tarihinde Resmî Gazete’de yayınlanmış (Resmî Gazete Sayısı: 30570) olmasına rağmen, yağlayıcı ürün grubu ile ilgili henüz bir kriter seti belirlenmemiştir. Bu kriter setinin 2025 yılı içinde yayımlanması planlanmaktadır (ÇŞB, 2025). Bu süreçle birlikte, çevre dostu yağlayıcıların üretimi ve kullanımı konusunda ülkemizde farkındalık yaratılması, bu ürünlerin daha geniş kitleler tarafından tanınarak yaygınlaşması ve ilgili bilgi birikiminin oluşturulması hedeflenmektedir.

2. Çevresel Etiketleme Sistemleri

Uluslararası düzeyde, yağlayıcılar kategorisini kapsayan çeşitli ulusal ve uluslararası Çevresel Etiketleme Sistemleri bulunmaktadır. Ancak, bazı önemli çevre etiketi programları, yağlayıcıları kapsamamaktadır. Örneğin, Uluslararası Çevresel Ürün Beyan Sistemi (International Environmental Product Declaration; EPD), şu anda yağlayıcı ürün kategorisini içermemektedir. Bu durum, yağlayıcıların çevresel etkilerini belirlemek ve daha sürdürülebilir alternatiflerin teşvik edilmesi için hala ek düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Buna karşın, çevre etiketleme sistemleri, yağlayıcıların çevresel etkilerini dikkate alarak, bu ürünlerin güvenli ve çevre dostu alternatiflerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Bu bölümde, önemli çevresel etiketleme sistemleri detaylı olarak ele alınacaktır: İskandinav Kuğusu, Mavi Melek, Eko İşaret Japonya, Kore Eko Etiket, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Sertifikalı Biyobazlı Ürünler, AB Eko Etiket, İsveç Standardı, Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi, Avrupa Standartlar Komitesi Çevresel Etiketleme Standartları ve Çevre Açısından Kabul Edilebilir Yağlar. Çevresel etiketleme sistemlerinin sıralaması, kapsam genişliği, uluslararası kabul edilebilirlik ve çevre dostu yağlayıcılar üzerindeki etkileri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.1 İskandinav Kuğusu

İskandinav Kuğusu ve Eko Etiket, Norveç, İsveç, Finlandiya, İzlanda ve Danimarka’yı kapsayan, yağlayıcılara yönelik ilk uluslararası etiketleme sistemidir. 1989 yılında İskandinav Kurulu tarafından başlatılan İskandinav Kuğusu, sürdürülebilir tüketim katkısında bulunacak bir çevresel etiketleme programı sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Çevresel etkilerin azaltılması amacıyla çeşitli kriterlere dayalı olarak uygulanmakta ve ürünlerin çevresel performansını belirlemek için sıkı denetimler içermektedir. Başlangıçta, hidrolik yağlar, iki zamanlı motor yağları, şanzıman ve dişli yağları gibi ürünler için uygulanmaya başlanmıştır. Ancak, yakın zamanda

yağlayıcılar için bu etiketleme programı geri çekilmiştir (Nordic Ecolabel, 2024).

2.2 Mavi Melek

Yağlayıcılar için ilk ulusal etiketleme programlarından biri olan Mavi Melek (Blauer Engel), 1978 yılında uygulamaya konmuştur. 1988 yılından itibaren, çeşitli yağlayıcılar için özel kriterler geliştirilmiş ve Mavi Melek etiketleme sistemi, hidrolik sıvılar, yağlama yağları ve gresler gibi yağlayıcıları kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu programda, yağlayıcıların sahip olması gereken temel özellikler arasında biyolojik olarak parçalanabilirlik, suda yaşayan organizmalar için düşük toksisite, biyoakümülatif olmama ve tehlikeli bileşenler (örneğin kanserojen veya toksik maddeler) içermemek bulunmaktadır. Ayrıca, bu etiketi alabilen ürünler, kullanım amacına uygunluğu gösteren bir dizi teknik performans özelliği de sunmalıdır.

Yağlayıcıların biyolojik bozunabilirlik özellikleri, OECD 301B-301F testleri ile belirlenmekte veya birincil biyolojik bozunabilirlik ölçümü için CEC L-33-A-934 testi kullanılabilir. Bu programın diğer çevresel etiketleme programlarından farkı, nihai biyolojik parçalanabilirlik gerekliliğidir. Bununla birlikte, Mavi Melek programında yenilenebilir hammadde kullanımına dair bir şart bulunmamaktadır; bu nedenle tamamen petrol kaynaklı yağlayıcılar da sertifika alabilmektedir. Günümüzde, 83 farklı ürün Mavi Melek etiketi taşımaktadır. Bu miktar, programın çevre dostu yağlayıcılar ve diğer ürünler için önemli bir çevresel standardı belirlemektedir.

Mavi Melek etiketine sahip yağlayıcılar, sadece üretim aşamasında değil, kullanım sırasında da çevresel etkileri minimize ederek, endüstriyel uygulamalarda çevre dostu alternatiflerin önünü açmaktadır. Bu çerçevede, Mavi Melek programı sunduğu kriterler ile çevreye duyarlı endüstriyel yağlayıcı üretiminde önemli bir referans noktası oluşturmaktadır. (Blue Angel, 2022).

2.3 Eko İşaret Japonya

Eko İşaret Japonya, Japonya’da çevresel etkileri minimize etmeye yönelik olarak geliştirilmiş önemli bir çevresel etiketleme sistemidir. Bu etiket, hidrolik yağlar, 2 zamanlı motor yağları, gres ve diğer yağlama yağları gibi ürün kategorilerini kapsamaktadır. Etiket programı, yaşam döngüsü değerlendirmesi yaparak, ürünlerin çevresel etkilerini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Bu analizde, kaynak tüketimi, sera gazı salınımı, ozon tabakasını incelten maddeler, atmosferik ve su kirleticileri, atık oluşumu, tehlikeli maddelerin kullanımı ve deşarjı gibi çeşitli çevresel faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Eko İşaret Japonya, yağlayıcıların üretiminden kullanımına kadar tüm aşamalarda çevresel etkilerin azaltılmasını teşvik etmekte ve çevre dostu alternatiflerin benimsenmesine katkı sağlamaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca Japonya’da değil, küresel anlamda da sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına da önemli destek sunmaktadır.

Sertifikasyon sürecinde, üretim tesislerinin çevresel yasalarla uyumlu olduğunu gösteren belgelerin kriterlere ilave olarak sunulması gerekmektedir. Bu belgeler, çevresel mevzuata uyum sağlanması için gerekli önlemleri, organizasyonel yapıyı, kayıt belgelerinin muhafaza edilmesi için iç tüzükleri ve olası ihlalleri önlemeye yönelik önlemleri içermektedir. Ayrıca, kimyasal maddelerin doğru yönetimi de oldukça önemli olup, proses sırasında kullanılan kimyasal maddelerin güvenilirliğine dair verilerin de sağlanması gerekmektedir. Örneğin, biyolojik bozunurluk oranının %60 ve üzeri olması ve su ekosistemler üzerinde toksik özellik sergilenmemesi

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

ürünlerin sertifikasyonu için gereklidir. Ayrıca, ürünlerin etiketlerinde uygun kullanım ve atık yönetimiyle ilgili uyarılar da belirtilmelidir. Bu önlemler, çevre dostu yağlayıcıların daha geniş alanlarda kullanılmasını sağlamak amacıyla belirlenen önemli gerekliliklerindedir (Eco Mark Japan, 2012).

2.4 Kore Eko Etiketi

Kore Eko Etiketi, çevreyle temas eden yağlayıcılar için belirli çevresel kriterlere dayanan bir sertifikasyon sistemidir. Bu etiket sistemi, pas önleyici yağlama yağları, hidrolik yağlar ve kullanımdan sonra doğaya karışan yağlayıcılar gibi ürünleri kapsamaktadır. Kore Eko Etiketi, bu ürünlerin çevresel etkilerini değerlendirirken üç temel faktöre odaklanmaktadır: Biyolojik birikim (BCF), biyolojik parçalanabilirlik ve akut-kronik toksisite. Bu kriterler, yağlayıcıların ekosistemler üzerindeki potansiyel zararlarını en aza indirmek amacıyla, çevreye karıştıklarında hızla şekilde parçalanmaları ve canlılar üzerinde toksik etki göstermemeleri için önemlidir (KEITI, 2024).

2.5 Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Sertifikalı Biyobazlı Ürünler

Sertifikalı Biyobazlı yağlayıcılar programı, bitkilerden ve diğer yenilenebilir tarım, deniz ve ormancılık malzemelerinden elde edilen, biyobazlı içerik taşıyan ürünleri kapsayan bir sertifikasyon sistemidir. Bu sertifika, 187 farklı ürün kategorisini içermekte ve yağlayıcı ürün grubu da bu kapsamda yer almaktadır. Mevcut durumda 387 yağlayıcı ürün bu etikete sahiptir. USDA sertifikasına sahip yağlayıcılar, biyobazlı içeriğin oranına bağlı olarak çeşitli kategorilerde değerlendirilmektedir. Yağlayıcı kategorisine göre biyobazlı içerik oranı %30 ile %90 arasında değişmektedir. Bu sertifikasyon, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ve çevresel etkileri azaltan ürünlerin kullanımını teşvik ederek, daha sürdürülebilir bir endüstriyel uygulama anlayışını desteklemektedir (USDA A, 2014; USDA B, 2024).

2.6 AB Eko Etiketi

AB Eko Etiket Sistemi, yağlayıcılar için 2005 yılında oluşturulmuş olup, hidrolik sıvılar, gresler ve iki zamanlı yağlar gibi toplam kayıplı yağlayıcıları kapsamaktadır. Bu etiketleme programı, ilk aşamada çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlayan 7 temel kriteri kapsamaktadır. Bu kriterler arasında biyolojik bozunma, sucul toksisite ve biyoakümülyasyon gibi çevresel etkilerin değerlendirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, belirli toksik madde türlerinin hariç tutulması, yenilenebilir hammadde içeriği ve yağlayıcıların minimum teknik performans gereksinimleri de bu etiketleme programına dahil edilmiştir (EU Ecolabel, 2005).

Günümüzde ise AB Eko Etiketi, Çevresel Etiketleme Sistemleri içerisinde en yaygın kabul gören etiket programı haline gelmiştir. Yağlayıcı ürün grubu için 2018 yılından sonra, biyolojik bozunabilirlik, sucul toksisite, biyoakümülyasyon ve belirli kısıtlanmış maddelerin varlığını içeren 8 temel kriteri kapsamıştır. Bu etiketleme sistemi, motorlu testere yağları, tel halat yağlayıcılar, beton ayırıcılar, açık dişlilerde kullanılması amaçlanan dişli yağları, stern borusu yağları, iki zamanlı motor yağları, korozyona karşı geçici koruma yağları, hidrolik sistem yağları, metal işleme sıvıları, kapalı dişlilerde kullanılması amaçlanan dişli yağları ve gresleri değerlendirmek için oluşturulmuştur (Cargill, 2022).

O.E.C.D. 301 A-B-C-D-E-F testleri veya eşdeğer yöntemler, yağlayıcıların kolayca biyolojik bozunabilirliğinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Örneğin, hidrolik yağ formülasyonları için bu değer, en az %90 ve gresler içinde %80 olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, yağlayıcıların biyoakümülyasyon

için yüksek bir potansiyele sahip olmaması gerekmektedir. Bu kriter için belirtilen koşullardan en az birinin yerine getirilmesini zorunludur: 800 g/mol'den daha büyük bir molar kütle veya 1,5 nm'den daha büyük bir moleküler çap; 3'ten küçük veya 7'den büyük bir log K_{ow} ; ya da 100 L/kg'dan daha az ölçülen bir biyokonsantrasyon faktörü (BCF). Sucul toksisite değerlendirmesi, çevreye tamamen karışan yağlayıcı formülasyonlarının ve bileşenlerinin >100 mg/L akut toksisite için OECD 201 (algler, 72 saat) ve 202 (Daphnia, 48 saat) testlerini, ayrıca >10 mg/L kronik toksisite için OECD 210/212/2015 (balık) veya 211 (daphnia) testlerini geçmesini gerektirmektedir (EU Ecolabel, 2018).

AB Eko Etiketli ürün bilgilerini içeren internet sitesinden alınan son veriler, 116 lisans altında toplam 615 yağlayıcı ürünün piyasaya sunulduğunu göstermektedir. Bu etikete sahip firmalar arasında BIOSTAR GmbH, Motorex, Royal Purple, Chevron Belgium ve Total Energies Lubrifiants gibi önde gelen markalar yer almaktadır (EU Ecolabel Product Catalogue, 2024).

2.7 İsveç Standardı

İsveç Standardı, yağlayıcıların çevresel ve insan sağlığına etkilerini değerlendirmek amacıyla kapsamlı bir değerlendirme süreci sunmaktadır. Programda günümüze itibarıyla 142 yağlayıcı bulunmaktadır ve bu yağlayıcıların her biri, çeşitli kriterlere göre analiz edilmektedir.

Değerlendirme sürecinde biyolojik bozunabilirlik ve sucul toksisite gibi çevresel faktörlerin yanı sıra, yağlayıcıların bileşenlerinin ve formülasyonlarının hassaslaştırıcı özellikleri de test edilmektedir. Bu testler, özellikle çevre dostu ve insan sağlığına daha az zararlı ürünlerin kullanılmasını teşvik etmektedir.

Biyolojik bozunabilirlik testi, ISO 94393 standardına dayanmaktadır. Bu test, yağlayıcıların çevreye zarar vermeden doğal yollarla bozunup bozulmadığının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca, yağlayıcı sınıfına göre değişen gereklilikler, özellikle yenilenebilir malzemelerin içeriği ile ilişkilidir. Bu şart, çevresel sürdürülebilirliği artırmak ve fosil kaynaklara bağımlılığı azaltmak amacıyla yağlayıcı formülasyonlarının daha doğal ve yenilenebilir bileşenler içermesini sağlamak için bir zorunluluk haline gelmiştir (Candela vd., 2016).

2.8 Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi

OSPAR deniz çevresinin korunmasına yönelik uluslararası sulara rehberlik eden mevcut yasal araçlardan biridir. Bu sözleşme, 1972 tarihli Oslo Sözleşmesi (atıkların denize dökülmesine ilişkin) ve 1974 tarihli Paris Sözleşmesi (kara kökenli deniz kirliliği kaynaklarına ilişkin) olmak üzere iki önemli anlaşmayı birleştirerek, deniz çevresinin korunmasına yönelik kapsamlı bir çerçeve oluşturmaktadır (Candela vd., 2016).

OSPAR yönetmelikleri, kimyasalların kalıcılığı ve deniz toksisitesi açısından çevresel performansın değerlendirildiği önemli bir çerçeve sunmaktadır. Kalıcılık, iki ana parametre ile değerlendirilmektedir: Biyoakümülyasyon (OECD 1174 veya OECD 1074 test yöntemleri) ve deniz suyunda 28 günlük biyolojik bozunma (OECD 3064 standardına göre). Bu testlerin her biri, her bir bileşen için üçüncü taraf bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmekte ve bu sayede bağımsız ve güvenilir bir değerlendirme süreci sağlanmaktadır.

OSPAR gereksinimleri, yağlayıcılar için biyolojik bozunma

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

sınırlarına, sucul toksisite sınırlarına ve biyolojik birikim sınırlarına uyum sağlanmasını zorunlu kılmaktadır (Oleon, 2024).

2.9 Avrupa Standartlar Komitesi Çevresel Etiketleme Standartları

Bu etiketleme sistemi, şeffaflık ve tüketici güvenini artırarak biyo-bazlı ürün pazarının büyümesini destekleyecek standartlar geliştirmektedir. Bu çerçevede, CEN/TC 19 - Gaz ve sıvı yakıtlar, yağlayıcılar ve ilgili petrol ürünleri, sentetik ve biyolojik kökenli biyo-yağlayıcıların ve biyo-bazlı yağlayıcıların terminolojisi ve karakterizasyonu hakkında Teknik Rapor (CEN/TR 16227) hazırlamıştır. Bu rapor, biyolojik bozunabilirlik, sucul toksisite, biyokütle içeriği ve performansla ilişkin gereklilikleri içeren bir Avrupa Standardı (EN 16807) geliştirmek için temel alınmıştır (Candela vd., 2016).

Bu Avrupa Standardı 2016 yayımlanmış olup, biyo-yağlayıcı terimini ve tüm biyo-yağlayıcılar ve biyo-bazlı yağlayıcılar için minimum gereklilikleri belirlemektedir. Örneğin, eko etiketli yağlar belirli biyo-yağlayıcı ailelerine atıfta bulunurken, bu standard biyo-yağlayıcıların karakterizasyonu ile ilgili test yöntemi gereksinimlerini kısaca açıklamaktadır. Ayrıca, biyo-yağlayıcıların üretiminde kullanılan farklı yenilenebilir hammaddeler ve/veya farklı biyo-bazlı içeriklerin miktarına ilişkin biyolojik bozunabilirlik, ürün fonksiyonelliği ve ilgili standartlara yönelik öneriler de sunmaktadır (GlobalSpec, 2024).

2.10 Çevresel Açısından Kabul Edilebilir Yağlar

Kasım 2011'de ABD Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency; EPA), Çevresel Açısından Kabul Edilebilir Madeni Yağlar programını başlatmıştır. Bu program, sucul çevreye olumsuz etkileri en aza indirecek şekilde biyolojik parçalanabilirlik, biyobirikim ve toksisite standartlarını karşıladığı kanıtlanmış madeni yağları tanımlamaktadır (EPA, 2011).

Aralık 2013'te yürürlüğe giren Gemi Genel İzni (VGP), teknik olarak mümkün olduğu sürece 24 metreden daha uzun gemiler için tüm petrol-deniz ara yüzleri üzerinde çevre dostu yağların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, ABD kıyı şeridinin üç deniz mili içinde ve Büyük Göller'de faaliyet gösteren gemiler için kaza deşarjlarına ilişkin (yağlayıcılar dahil) katı sınırlamalar getirmektedir. Gemi genel izni (Vessel General Permit; VGP) kapsamındaki bazı uygulamalar arasında kontrol edilebilir pervaneler, itici hidrolik sıvılar, çark tahrikinden kaynaklanan yağlama deşarjları, stern boruları, dümen yatakları, tel halat ve daldırmaya maruz kalan mekanik ekipmanlar yer almaktadır (VGP, 2013; Houston, 2015).

VGP standardını karşılamak üzere yağlayıcıların taşınması gereken üç temel özellik şunlardır: a) Biyolojik olarak parçalanabilirlik: Yağlayıcı formülasyonunun %90'ı, 28 gün içinde minimum %60 oranında biyolojik bozunur olmalıdır. Bu oran gresler için %75'tir. Nihai ürün, %60'luk gereksinimi karşılamayan bileşenlerin %10'unu ve biyolojik olarak parçalanamayanların ise %5'ini içerebilir (gresler için bu oran %25'tir). b) Toksikite: Asgari düzeyde toksik olan nihai ürün, akut ve kronik toksisite testlerinden geçmelidir. c) Biyobirikim: Bir madde, biyobirikimsiz olarak nitelendirilebilmesi için toksik seviyelere ulaşmamalıdır (Candela vd., 2016).

3. AB Mevzuatı

3.1 Kimyasal Maddelerin Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Tüzüğü

Avrupa Komisyonu'nun Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals; REACH) ilişkin 1907/2006 sayılı Avrupa Parlamentosu Tüzüğü çevreci yağlar için belirli test yöntemlerini içermektedir. Bu mevzuat, çevre dostu yağların biyolojik bozunabilirlik, toksisite ve biyobirikim gibi çevresel etkilerini değerlendirmek için gerekli test standartlarını belirlemekte olup, yağların sucul çevreye zarar vermesini en aza indirmeyi hedeflemektedir (REACH, 2008).

3.2 Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Tüzüğü

Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanmasına (Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures; CLP) ilişkin 16 Aralık 2008 tarihli ve 1272/2008/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü, yağlayıcılarla ilgili olarak, kimyasal maddelerin tehlikeli özelliklerinin doğru bir şekilde sınıflandırılmasını, etiketlenmesini ve ambalajlanmasını sağlayan düzenlemeleri içermektedir. Bu tüzük, özellikle yağlayıcıların çevreye olan etkilerini belirleyerek, sağlık ve güvenlik risklerini azaltmayı amaçlamaktadır (CLP, 2008).

3.3 Biyosidal Ürünler Yönetmeliği

Biyosidal Ürünlerin Piyasada Bulundurulması ve Kullanımına İlişkin 22 Mayıs 2012 tarihli ve 528/2012 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönetmeliği, yağlayıcılar içerisinde bulunan biyositleri sınırlandırmaktadır. Bu yönetmelik, biyosidal ürünlerin piyasaya sürülmesini ve kullanılmasını düzenleyerek, çevre ve insan sağlığına olabilecek olumsuz etkileri en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Yağlayıcı ürünler, biyosidal bileşikler içerdiğinde, bu bileşiklerin kullanımına yönelik belirli sınırlamalar ve gereklilikler uygulanmaktadır (Biyosidal Ürünler, 2012).

3.4 Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi

Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolüne (Integrated Pollution Prevention and Control; IPPC) ilişkin 15 Ocak 2008 tarihli ve 2008/1/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi (2010/75/AB), yağlayıcılarla ilgili olarak çevresel kirlitici azaltılması ve yönetimi üzerine çeşitli hususlara vurgu yapmaktadır. Bu direktif, özellikle endüstriyel tesislerde kirliliğin önlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik düzenlemeler getirmekte olup, yağlayıcıların üretimi ve kullanımı sırasında çevresel etkilerin minimize edilmesini amaçlamaktadır. Yağlayıcıların kullanımında, emisyonların sınırlandırılması, atıkların yönetimi ve daha sürdürülebilir üretim süreçlerinin benimsenmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, yağlayıcı kullanımı neticesinde açığa çıkacak CO₂ emisyonları ve atık yağ rafinasyon tesislerinde emisyonların azaltılması için uygulanabilecek yöntemler de Mevcut En İyi Teknikler referans Dokümanında (MET 42, 43 ve 44) kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır. Bu yöntemler arasında, daha verimli yağlayıcıların kullanımı, yağlayıcı geri dönüşüm süreçlerinin teşvik edilmesi, enerji verimli rafinasyon teknolojilerinin benimsenmesi, hava kirliliği kontrolü ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi çözümler bulunmaktadır. Bu düzenlemeler, çevresel etkilerin azaltılması ve daha sürdürülebilir bir üretim yaklaşımının benimsenmesi için önemli bir rehber sunmaktadır (IPPU, 2024; BAT, 2018).

3.5 Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi

20 Aralık 1994 tarihli ve 94/62/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi, ambalaj ve ambalaj atıklarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerini önlemeyi veya azaltmayı amaçlamaktadır. Bu Direktif, ambalaj atıklarının önlenmesi, ambalajların yeniden kullanımı ve ambalaj atıklarının geri kazanımı ve geri dönüşümü ile ilgili düzenlemeler getirmektedir. Ayrıca, yağlayıcıların paketlenmesi sırasında geri kazanılmış ambalajların kullanımıyla ilişkilendirilebilecek hususlar da içermektedir. Örneğin yağlayıcı ürün ambalajlarının ağırlıkça %25-45 oranında geri dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu düzenlemeler, çevreye zarar veren atıkların azaltılmasını ve geri dönüştürülebilir ambalaj malzemelerinin kullanımını teşvik etmeyi hedeflemektedir. Direktif, ambalajların çevresel etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilir ambalaj yönetimi uygulamalarının benimsenmesini de önermektedir (Packaging and Packaging Waste, 1994).

3.6 Su Çerçeve Direktifi

23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi (Su Çerçeve Direktifi), su politikası alanında Topluluk eylemi için bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu Direktif, sucul çevrenin korunmasını hedefler ve Ek X'inde yer alan öncelikli maddelerin, örneğin alaklor, antrasen, atrazin, benzen, bromlu difeniller, kadmiyum ve bileşikler, endosulfan, PFOS, PAH, HBCDD gibi bileşiklerin, yağlayıcılarda %0,01'in üzerinde kasıtlı olarak eklenmesi veya oluşması yasaklanmıştır. Bu düzenleme, su kaynaklarının korunmasına yönelik çevresel risklerin azaltılmasını ve bu maddelerin su ekosistemlerine zarar vermesinin önlenmesini amaçlamaktadır (ECHA, 2024).

4. Sonuç

Bu çalışma, yağlayıcı ürünlerin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik uluslararası çevresel etiketleme sistemlerini incelemiş ve Avrupa Birliği (AB) mevzuatına ilişkin düzenlemelerin etkisini analiz etmiştir. Çevresel etiketleme programları, sürdürülebilir ürünlerin kullanımını teşvik ederek çevresel etkilerin minimize edilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Bu etiketleme sistemleri, yağlayıcıların biyolojik parçalanabilirlik, toksisite ve biyoakümülyasyon gibi çevresel faktörlere odaklanarak, çevre dostu alternatiflerin benimsenmesini teşvik etmektedir. Mavi Melek ve Eko İşaret Japonya gibi etiketler, yağlayıcıların sadece üretim sürecinde değil, kullanım aşamasında da çevre dostu olmasını zorunlu kılmaktadır. Ancak, mevcut çevresel etiketleme sistemlerinin yağlayıcılar için yeterince kapsamlı olmadığı ve bazı ürün gruplarının dışarıda bırakıldığı görülmektedir. Bu durum, etiketleme programlarının daha kapsayıcı düzenlemeler ve kriterler geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

AB mevzuatına dayalı düzenlemeler, yağlayıcıların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik önemli adımlar atmaktadır. REACH yönetmeliği, yağlayıcıların biyolojik bozunabilirlik, toksisite ve biyobirikim gibi çevresel etkilerini değerlendiren test standartlarını belirlerken, CLP tüzüğü, yağlayıcıların sağlık ve çevre üzerindeki tehlikeli etkilerini sınıflandırma, etiketleme ve ambalajlama konularında önemli düzenlemeler getirmektedir. Biyosidal ürünler yönetmeliği ise yağlayıcılarda bulunan biyositlerin kullanımını sınırlayarak çevre ve insan sağlığını korumayı amaçlamaktadır. IPPC Direktifi ise, endüstriyel üretim süreçlerinde çevresel kirleticilerin azaltılmasını hedefleyerek, yağlayıcıların üretimi ve kullanımı sırasında çevresel etkilerin minimize edilmesini sağlamaktadır.

Ambalaj atıkları konusunda, 94/62/EC sayılı Direktif, geri

dönüştürülebilir ambalajların kullanımını teşvik ederek çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, Su Çerçeve Direktifi, zararlı kimyasalların su ekosistemlerine zarar vermesini engelleyerek su kaynaklarını korumaya yönelik önemli bir düzenleme sunmaktadır. Bu düzenlemeler, AB mevzuatının çevre dostu yağlayıcı üretimini teşvik etme ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin benimsenmesi konusunda önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, çevresel etiketleme programları ve AB mevzuatına dayalı düzenlemelerin birleşimi, yağlayıcı endüstrisinin çevre dostu çözümler geliştirmesinde önemli bir etken olmaktadır. Bu düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulanması, çevre dostu yağlayıcıların kullanımını teşvik ederek, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı endüstriyel üretim süreçlerinin de yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Ancak, çevresel etiketleme sistemlerinin kapsamının genişletilmesi ve entegrasyonunun sağlanması, çevre dostu yağlayıcı üretimini daha da hızlandıracak ve yağlayıcıların çevresel etkilerinin azaltılmasında daha büyük bir rol oynayacaktır.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

5. Kaynaklar

- BAT (2018) https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC113018_WT_Bref.pdf (Son erişim tarihi: 05.12.2024)
- Biyosidal Ürünler (2012) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0528> (Son erişim tarihi: 03.12.2024)
- Blue Angel (2022) <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/en/DE-UZ%20178-202201-en%20criteria-V2.pdf> (Son erişim tarihi: 05.12.2024)
- Candela, V.A.G., Renata, K., Oliver, W., Marta, E., Jaume, J., Rosa, R.M., Elisabet, B., Joana, B., Gemma, J., Natalia, F., and Carme, H., (2016). Revision of European Ecolabel Criteria for Lubricants. *JRC Technical Reports*, Seville.
- Cargill (2022) <https://www.cargill.com/bioindustrial/doc/1432233753535/european-ecolabel-for-lubricants.pdf> (Son erişim tarihi: 01.11.2024)
- CLP (2008) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1272> (Son erişim tarihi: 02.12.2024)
- ÇŞB (2025) <https://cevreetiketi.csb.gov.tr/yaglayicilar-urun-grubuna-yonelik-turkiye-cevre-etiketi-sisteminin-yayginlastirilmasi-projesi-calistayi-gerceklestirildi-haber-289747> (Son erişim tarihi: 17.01.2025)
- ECHA (2024) <https://echa.europa.eu/ann-x-priority-subst-water-dir-2000-60> (Son erişim tarihi: 09.12.2024)
- Eco Mark Japan (2012) https://www.ecomark.jp/nintei/pdf/e110V2_a.pdf (Son erişim tarihi: 12.11.2024)
- EPA (2011) <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OW-2011-0141-0006> (Son erişim tarihi: 15.11.2024)

- EU Ecolabel (2005) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2005D0360:20091204:EN:PDF> (Son erişim tarihi: 22.11.2024)
- EU Ecolabel (2018) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D1702> (Son erişim tarihi: 22.11.2024)
- EU Ecolabel Product Catalogue (2024) <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzAyMzVknWMTNmJhOS00ZDg4LWlzMtItNzczMdkwODBiNjRmliwiZC16ImlyNGM4YjA2LTUyMmMtNDZmZS05MDgwLTcwOTI2ZjhkZGRiMSIsImMiOiJh9> (Son erişim tarihi: 22.11.2024)
- GlobalSpec (2024) <https://standards.globalspec.com/std/10050567/en-16807> (Son erişim tarihi: 29.11.2024)
- Houston, M. (2015). New EPA Regulations for Environmentally Acceptable Lubricants and Their Effect On the Dredging Industry, Proceedings of western Dredging Association and Texas a & m University Center for Dredging Studies "dredging Summit and Expo 2015, USA; June 22-25.
- IPPC (2010) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075> (Son erişim tarihi: 05.12.2024)
- IPPU (2024) https://unosd.un.org/sites/unosd.un.org/files/session_6_ms_heejeong_yim_erdeliebe_institute.pdf (Son erişim tarihi: 03.12.2024)
- Islam, S., Sanzida, N., Rahman, M. And alam, D. (2021). From the value chain to environmental management of used lube oil: A baseline study in Bangladesh, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4(2021), 100159.
- KEITI (2024) <https://www.keiti.re.kr/site/eng/02/1022000000002020092205.jsp> (Son erişim tarihi: 13.11.2024)
- Kyodu Yushi (2024) <https://www.kyodoyushi.co.jp/english/knowledge/grease/history/> (Son erişim tarihi: 19 Ağustos 2024)
- Malik, M.A.I., Kalam, M.A., Mujtaba, M.A. and Almomani, F., (2023). A review of recent advances in the synthesis of environmentally friendly, sustainable, and nontoxic biolubricants: Recommendations for the future implementations. *Environmental Technology & Innovation*, 32, 103366.
- Nordic Ecolabel (2024) <https://www.nordic-swaneolabel.org/> (Son erişim tarihi: 24.07.2024)
- Norrby, T. (2003). Environmentally adapted lubricants – where are the opportunities?. *Industrial Lubrication and Tribology*, 55 (6), 268-274.
- Nosonovsky, M. (2007). Droughts of the Indian summer monsoon: Role of clouds over Indian Ocean. *Tribology Online*, 2, 2, 44-49.
- Oleon (2024) <https://lubricantexpo.com/wp-content/uploads/2024/04/EAL-brochure-Oleon.pdf> (Son erişim tarihi: 29.11.2024)
- Packaging and packaging waste (1994) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062> (Son erişim tarihi: 06.12.2024)
- PETDER (2025) <https://www.petder.org.tr/tr-TR/atik-motor-yagi-faaliyet-raporlari/627767PETDER> (Son erişim tarihi: 17.01.2025)
- REACH (2008) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0440> (Son erişim tarihi: 02.12.2024)
- Shah, R., Woydt, M., Zhang, S. (2021). The Economic and Environmental Significance of Sustainable Lubricants. *Lubricants*, 9, 21, 1-11.
- USDA A (2014) <https://www.usda.gov/article/usda-announces-inclusion-wood-products-and-other-materials-biopreferred-program> (Son erişim tarihi: 19.11.2024)
- USDA B (2024) <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/catalog/Catalog.xhtml> (Son erişim tarihi: 19.11.2024)
- VGP (2013) https://www3.epa.gov/npdes/pubs/vgp_permit2013.pdf (Son erişim tarihi: 29.11.2024)

