

ASTM D975 DİZEL YAKIT STANDARDI VE UYGULAMALARI: YAKIT KALİTESİ, MOTOR PERFORMANSI VE ÇEVRESEL ETKİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Cemil Koyunoğlu¹, İsmail Ekmekçi²

Accepted: 23 Temmuz 2025
DOI: 10.47118/somatbd.1685597

ÖZET

Bu çalışma, ASTM D975 standardının dizel yakıtlar üzerindeki temel gerekliliklerini ele almakta ve söz konusu standardın yakıt kalitesi, motor performansı ve çevresel etkiler bakımından önemini vurgulamaktadır. Dizel yakıtın setan sayısı, kükürt içeriği, viskozite, parlama noktası ve tortu-su gibi kritik parametrelerinin motorun çalışma verimi, bakım masrafları ve emisyonlar üzerindeki yansımaları tartışılmaktadır. Ayrıca, gerçek dünya uygulama örnekleriyle birlikte, standart dışı yakıt kullanımının yaratabileceği riskler ve maliyetler gösterilmektedir. Sonuç olarak, ASTM D975'in, dizel motorların sürdürülebilirliğine ve çevre dostu yakıt kullanımına büyük katkı sağladığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dizel Yakıt, ASTM D975, Motor Performansı, Kükürt İçeriği, Setan Sayısı, Emisyon, Viskozite, Yakıt Kalitesi, Çevre, Uygulama Örnekleri

ASTM D975 DIESEL FUEL STANDARD AND ITS APPLICATIONS: A REVIEW ON FUEL QUALITY, ENGINE PERFORMANCE, AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

ABSTRACT

This study focuses on the core requirements of the ASTM D975 standard for diesel fuels, highlighting its significance in terms of fuel quality, engine performance, and environmental effects. The discussion covers the influence of critical parameters such as cetane number, sulfur content, viscosity, flash point, and water-sediment levels on engine efficiency, maintenance costs, and emissions. In addition, real-world case studies are provided to illustrate the risks and expenses associated with using non-compliant fuels. The findings indicate that ASTM D975 plays a vital role in enhancing the sustainability of diesel engines and promoting environmentally responsible fuel use.

Keywords: Diesel Fuel, ASTM D975, Engine Performance, Sulfur Content, Cetane Number, Emissions, Viscosity, Fuel Quality, Environment, Case Studies

¹ Yalova University, Faculty of Engineering, Yalova, TURKİYE, email: cemil.koyunoglu@yalova.edu.tr ORCID: 0000-0001-6309-1569

² İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. İstanbul, TURKİYE, ORCID: 0000-0002-2247-2549

1. GİRİŞ

Dizel motorlar; ulaştırma, tarım, enerji ve savunma sektörlerinde yaygın olarak kullanılan, yüksek verimlilik ve dayanıklılık özellikleri ile öne çıkan içten yanmalı motorlardır. Bu motorların uzun ömürlü, verimli ve çevre dostu bir şekilde çalışabilmesi, büyük ölçüde kullanılan yakıtın kalitesine bağlıdır. Bu nedenle, dizel yakıtların kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirleyen uluslararası standartlar, motor performansı ve çevresel etki açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, ASTM D975 standardı, dizel yakıtların teknik özelliklerini belirleyen en yaygın kullanılan referans dokümanlardan biridir. Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM International) tarafından yayımlanan bu standart, dizel yakıtları kükürt seviyesi ve distilasyon karakteristiklerine göre sınıflandırarak, motor uyumluluğu ve yakıt kalitesi açısından teknik sınır değerler belirlemektedir. No.1-D, No.2-D ve No.4-D olarak tanımlanan yedi ayrı sınıfta (S15, S500, S5000 kükürt dereceleri dahil) dizel türleri; viskozite, setan sayısı, parlama noktası, su-tortu oranı gibi kritik parametreler üzerinden değerlendirilir.

ASTM D975'in tarihsel gelişimi, motor teknolojilerindeki ilerlemeler ve çevre regülasyonlarının sıkışması ile birlikte şekillenmiştir. Özellikle son güncellemelerde düşük sülfür içeriği, biyoyakıt karışım toleransı (örneğin B5 düzeyinde biyodizel uyumluluğu) ve soğuk hava performansı gibi özelliklere odaklanılmıştır. Bu yönleriyle ASTM D975, yalnızca Amerika'da değil, dünya genelinde motor üreticileri ve yakıt sağlayıcıları için referans noktası haline gelmiştir. Aynı zamanda EN 590 (Avrupa dizel standardı) ve ISO 8217 (denizcilik yakıt standardı) gibi diğer uluslararası standartlarla da karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilir.

Standart sadece teknik parametreleri değil; bu parametrelerin motor performansı, egzoz emisyonları ve sistem uyumluluğu üzerindeki etkilerini de kapsamaktadır. Örneğin, düşük setan sayısı geç yanma ve vibrasyon sorunlarına neden olabilirken; yüksek aromatik içerik partikül emisyonlarını artırır. Buna karşılık, düşük sülfür içeriği, egzoz arıtma sistemlerinin (örneğin DPF ve SCR) ömrünü uzatır ve emisyonların kontrol altına alınmasına katkı sağlar.

Bu çalışmanın amacı, ASTM D975 dizel yakıt standardını teknik detaylarıyla incelemek, söz konusu parametrelerin motor sistemlerine etkilerini analiz etmek, ayrıca uygulama örnekleri ve saha gözlemleriyle bu standardın sektörel pratiğe yansımalarını ortaya koymaktır. Özellikle Türkçe literatürde bu denli bütüncül bir teknik analiz sunan kaynakların azlığı göz önüne alındığında, bu makale hem bilimsel katkı hem de mühendislik pratiğine destek yönüyle özgün bir nitelik taşımaktadır.

2. YÖNTEMLER

Bu çalışma, nitel bir literatür taraması ve karşılaştırmalı standart analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Çalışmanın temel amacı, ASTM D975 standardının teknik içeriğini sistematik biçimde incelemek, bu standardın motor performansı, çevreye etkisi ve yakıt kalitesi üzerindeki yansımalarını açıklamak, aynı zamanda EN 590 ve ISO 8217 gibi uluslararası dizel yakıt standartları ile teknik karşılaştırmalar yapmaktır.

2.1. Literatür Tarama Stratejisi

Akademik veritabanları olarak ScienceDirect, SpringerLink, Scopus, Google Scholar ve ASTM International standart arşivi kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: ASTM D975, diesel fuel standard, cetane number, sulfur content, viscosity, fuel quality, EN 590, ISO 8217, biodiesel blends, ULSD (ultra-low sulfur diesel), engine wear and emission.

2005–2024 yılları arasında yayımlanmış, hakemli ve teknik rapor niteliğindeki kaynaklar öncelikli olarak seçilmiştir.

Türkçe kaynaklar için ayrıca TÜBİTAK ULAKBİM, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve sektör raporları taranmıştır.

2.2. Standartların Karşılaştırmalı İncelemesi

ASTM D975 standardının güncel versiyonu (ASTM D975-22a) teknik parametreler açısından detaylı olarak incelenmiştir.

Karşılaştırmalı analiz için EN 590 (Avrupa standardı) ve ISO 8217 (gemi yakıtları standardı) teknik özellik tabloları karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırmalarda özellikle şu parametreler dikkate alınmıştır:

- Setan sayısı
- Kükürt içeriği
- Parlama noktası
- Viskozite sınırları
- Soğuk hava özellikleri (CFPP – Cold Filter Plugging Point)
- Aromatik madde sınırları

2.3. Saha Verisi ve Uygulama Gözlemleri

Saha örnekleri, literatürde raporlanmış vakalar ve dizel motor üreticilerinin teknik dökümanları doğrultusunda analiz edilmiştir.

Özellikle standart dışı yakıtların kullanımı, emisyon kontrol sistemlerine etkisi, filtre tıkanma örnekleri, soğuk iklim senaryoları gibi konulara odaklanılmıştır.

Ayrıca, bazı üretici firmaların kullanıcı rehberleri ve motor garanti koşulları incelenerek, yakıt kalitesinin motor ömrüne etkisine dair teknik değerlendirmeler yapılmıştır.

2.4. Sınırlılıklar

Çalışma deneysel değil, teorik ve belgesel analiz temellidir.

Yalnızca açık erişimli veya kurumsal lisans kapsamında ulaşılabilen kaynaklarla sınırlandırılmıştır.

Saha verileri, literatürde raporlanmış ampirik gözlemlerle sınırlıdır; doğrudan ölçüm içeren deneysel veri içermemektedir.

3. YAKIT ÖZELLİKLERİ VE MOTOR PERFORMANSI

3.1. Setan Sayısı ve Yanma Kalitesi

Dizel motorlarda, yakıtın çabuk tutuşması ve verimli yanması için setan sayısı kritik bir göstergedir (Chukwuezie ve ark., 2017). ASTM D975 genellikle minimum 40 setan sayısını yeterli görür; bu değer, motorun titreşimsiz ve verimli çalışmasını sağlamak için alt sınır kabul

edilir. Düşük setan sayılı yakıtlar, uzun tutuşma gecikmesine ve düzensiz yanmaya yol açarak hem performans hem de emisyonlar açısından sorun çıkarabilir.

3.2. Kükürt İçeriği

Standart, dizel yakıtlardaki kükürdü en fazla 5000 ppm (S5000) ile sınırlandırırken, günümüzdeki çevre düzenlemeleri çoğunlukla 15 ppm (ULSD) kullanımı zorunlu kılar (Gabel, 2024). Yüksek kükürt, yanma esnasında asidik bileşikler ve SO₂ oluşumuna neden olurken, düşük kükürtlü yakıt hem motor aksamının ömrünü uzatır hem de emisyon azaltım teknolojilerinin (SCR, DPF vb.) daha etkili çalışmasına imkân tanır.

3.3. Viskozite ve Püskürtme Sistemi

Viskozite, yakıtın püskürtme kalitesini ve pompa yağlamasını doğrudan etkiler (Chevron, 2007). ASTM D975, No.2-D tipi yakıtlar için 1.9–4.1 mm²/s aralığında bir viskoziteyi hedef alır. Çok yüksek viskoziteli yakıt püskürtme verimini düşürürken, çok düşük viskozite ise enjektörlerde iç kaçaklara ve yetersiz yağlamaya sebebiyet verebilir.

3.4. Parlama Noktası ve Güvenlik

Dizel yakıtın parlama noktası, yangın güvenliği açısından değerlidir. Standartta genellikle 52 °C (No.2-D) veya 38 °C (No.1-D) alt sınırları belirlenmiştir. Bu değerler, yakıtın depolama ve taşıma sırasında patlayıcı buharlar oluşturmasını engelleyecek düzeyde ayarlanır.

3.5. Su ve Tortu (Temizlik)

Standart, dizel yakıtta su ve tortu oranını %0.05 ile sınırlandırır. Bu sınıra uyulmadığında, yakıt filtrelerinde tıkanma, korozyon ve enjektör arızaları sıklıkla ortaya çıkabilir (Polaris Laboratories, 2018).

3.6. Yağlayıcılık

Düşük kükürtlü yakıtların doğal yağlama özelliği azaldığından, ASTM D975 yağlayıcılık için HFRR testinde en fazla 520 µm aşınma izine izin verir. Bu gereklilik, enjeksiyon pompası ve enjektör parçalarının aşınmasını önlemeye yöneliktir.

4. ÇEVRESEL ETKİLER VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

4.1. Emisyon Azaltımı

ASTM D975, özellikle kükürt içeriğini düşük tutarak SO₂ ve partikül madde emisyonlarının ciddi ölçüde azalmasına katkıda bulunur. ULSD kullanımı, gelişmiş egzoz arıtma sistemleriyle birleştiğinde NO_x ve PM emisyonlarında önemli düşüşler sağlamıştır (Gabel, 2024).

4.2. Motor Ömrü ve Bakım Maliyetleri

Yakıtın tortu, su ve kükürt gibi parametrelerinin düşük olması, enjeksiyon ekipmanlarının ömrünü uzatır ve bakım aralıklarını seyrekleştirir. Örneğin, standart dışı yakıt kullanan bazı filolarda sıkça filtre tıkanması ve enjektör arızaları rapor edilirken, ASTM D975 uyumlu yakıtlarla bu problemler büyük oranda azalır.

4.3. Saha Uygulamaları

Soğuk İklim: Kış mevsiminde No.1-D ve No.2-D karışımları, düşük sıcaklıklarda yakıtın akışkanlığını koruyarak donma sorununu hafifletir.

Yüksek Kükürtlü Yakıtın Zararları: Gelişmiş emisyon sistemine sahip araçlarda, S5000 yakıtın kullanılması DPF ve SCR gibi ekipmanlarda ciddi hasara yol açabilir.

Elbette, aşağıda belirttiğiniz tüm unsurları içeren detaylı ve analitik bir değerlendirme paragrafı hazırladım. Bu paragrafı çalışmanızın "Tartışma" ya da "Sonuçlar ve Değerlendirme" bölümüne ekleyebilirsiniz:

4.4. Parametreler Arası Etkileşim ve Uluslararası Standartlarla Karşılaştırma

Dizel yakıtların performansını belirleyen başlıca parametreler olan viskozite, setan sayısı, kükürt içeriği ve aromatik madde oranı çoğu zaman bağımsız değerlendirilse de, bu parametrelerin motor sistemleri üzerindeki etkileri birbirleriyle etkileşimli biçimde ortaya çıkar. Örneğin, düşük viskozite değerleri, özellikle yüksek basınçlı enjeksiyon sistemlerinde yakıt filmi yeterince oluşmadan enjeksiyonun tamamlanmasına neden olabilir. Bu durum, hem enjektör aşınmasını artırabilir hem de silindir içi hava-yakıt karışımında düzensizliklere yol açarak geç yanma (delayed ignition) problemleri oluşturabilir. Bu tür geç yanma eğilimi ise çoğu zaman düşük setan sayısı ile birlikte gözlenir. Düşük setan sayısı, dizel yakıtın tutuşma gecikmesini artırır; bu da hem vibrasyon artışı hem de kontrolsüz yanma bölgeleri nedeniyle partikül madde (PM) ve hidrokarbon (HC) emisyonlarında artış ile sonuçlanır.

Kükürt içeriğinin azaltılması, çevresel regülasyonlar açısından önemli bir kazanım olmakla birlikte, yakıtın yağlayıcılık özelliğini azaltır. Bu durum, pompa ve enjektör sistemlerinde metal-metal sürtünmesini artırarak, ekipman ömrünü kısaltabilir. Bu nedenle düşük sülfür içerikli dizel yakıtların, yağlayıcılık artırıcı katkılarla (örneğin yağ esteri türevleriyle) desteklenmesi zorunlu hale gelmiştir.

ASTM D975 standardı, bu parametrelere dair minimum ve maksimum sınır değerleri belirlemiş olsa da, Avrupa dizel standardı EN 590 ve denizcilikte kullanılan ISO 821 gibi diğer uluslararası standartlarla karşılaştırıldığında, bazı farklar gözlemlenmektedir. Örneğin EN 590 standardı, yakıtın soğuk filtre tıkanma noktası (CFPP) gibi düşük sıcaklık performans parametrelerine daha fazla önem verirken, ASTM D975 daha geniş bir bölgesel iklim yelpazesine hitap ettiği için iklim bölgesi sınıflandırmasına göre alt standartlar içerir. ISO 8217 ise viskozite ve kül içeriği gibi parametreleri özellikle gemi motorlarına uygunluk açısından sınıflandırır ve ASTM D975'ten daha esnek toleranslara sahiptir.

Son yıllarda geliştirilen HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) ve GTL (Gas-to-Liquid) gibi yeni nesil dizel yakıtlar, özellikle aromatik içermemeleri ve yüksek setan sayıları ile dikkat çekmektedir. Bu sentetik yakıt türleri, ASTM D975 ile tanımlı mineral dizellere kıyasla daha temiz yanma, daha düşük egzoz emisyonları ve daha düşük depo tortusu üretmektedir. Nitekim, birçok güncel çalışmada bu yakıtların klasik dizellere oranla motor ömrü ve verimi üzerinde olumlu etkileri olduğu rapor edilmiştir. Ancak bu alternatif yakıtların da bazı fiziksel parametrelerde standartların dışında kalabildiği ve katkı gereksinimi doğurduğu unutulmamalıdır.

Dolayısıyla ASTM D975 standardı, geleneksel dizel yakıtların performans ve emisyon uygunluğunu güvence altına alsa da, gelecekte daha esnek, katkı toleranslı ve sürdürülebilir yakıtları kapsayan güncellenmiş versiyonlarının hazırlanması gerekliliği açıktır.

4. SONUÇLAR

Bu makalede, ASTM D975 standardının dizel yakıtlar üzerindeki belirleyici etkisi detaylı biçimde incelenmiş; yakıt kalitesi, motor performansı ve çevresel etkiler bakımından ne denli kritik olduğu gösterilmiştir. Setan sayısından kükürt içeriğine, viskoziteden su-tortu sınırlarına kadar her parametrenin dizel motorların ömrü ve verimliliği üzerinde doğrudan rol oynadığı ortaya konmuştur. Aynı zamanda, düşük kükürtlü yakıtların kullanımıyla birlikte egzoz emisyon kontrol sistemlerinin etkinliğinin arttığı, çevresel kirliliğin ise azaldığı vurgulanmıştır.

Yapılan teknik analizler, düşük viskozite ile düşük setan sayısının birlikte enjektör aşınması ve geç yanma problemlerini tetiklediğini; yüksek kükürt oranlarının ise hem motor aksamı hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler taşıdığını göstermiştir. ASTM D975'in bu parametreleri belirli sınırlar içinde tanımlaması, motor üreticileri ile yakıt tedarikçileri arasında teknik bir köprü işlevi görmektedir; aynı zamanda kullanıcı güvenliği ve sistem verimliliği açısından kritik bir referans sunmaktadır.

Saha uygulamalarından elde edilen deneyimler de, standarda uyumun işletme maliyetlerini düşürüp arıza oranlarını azaltarak kullanıcıya ekonomik fayda sağladığını doğrulamaktadır. Örneğin, ULSD (Ultra Low Sulfur Diesel) kullanımı, gelişmiş emisyon kontrol ekipmanlarının ömrünü uzatmakta ve daha temiz yakma süreçleri sağlamaktadır.

Gelecekte dizel yakıtların yenilenebilir ve sentetik kaynaklarla karışımı — örneğin HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), GTL (Gas-to-Liquid) ve biyodizel katkıları — veya tamamen bu kaynaklardan üretilmesi gündeme geldikçe, ASTM D975'in kapsam ve koşullarında da güncellemeler beklenmektedir. Özellikle katkı maddelerine yönelik alt standartların oluşturulması, yağlayıcılık toleranslarının yeniden tanımlanması ve düşük sıcaklık özelliklerinin bölgesel bazda düzenlenmesi bu güncellemeler arasında yer alabilir.

Ancak bugünkü haliyle bile, ASTM D975 dizel motor teknolojisinin temel taşı konumundadır. Bu standart, motor üreticilerinden filo yöneticilerine, çevre mühendislerinden akaryakıt dağıtıcılarına kadar tüm paydaşların ortak teknik ve kavramsal dilini oluşturarak, dizel sistemlerin güvenli, ekonomik ve sürdürülebilir çalışmasına katkı sağlamaktadır.

5. GELECEK PERSPEKTİFİ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

ASTM D975 standardı, dizel yakıtların minimum kalite gerekliliklerini tanımlayan küresel bir referans çerçevesi sunmakta ve motor teknolojileriyle yakıt uyumluluğu açısından önemli bir standart işlevi görmektedir. Ancak yakıt teknolojilerindeki gelişmeler, çevre regülasyonlarındaki sıkılaşıma ve sürdürülebilirlik baskıları, bu standardın kapsamının gelecekte yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Yeni nesil alternatif yakıtlar — örneğin HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), GTL (Gas-to-Liquid) ve ileri biyodizel türevleri — düşük aromatik içerikleri ve yüksek setan sayıları ile daha temiz ve verimli yanma vaat etmekte; ancak mevcut ASTM D975 standardı bu yakıtların bazı fiziksel özelliklerine dair düzenlemeler içermemektedir. Bu nedenle, aşağıdaki somut revizyon ve politika önerileri gündeme gelmelidir:

Standardın genişletilmesi: ASTM D975'e, sentetik ve yenilenebilir dizel türevleri için ayrı alt sınıflar eklenmeli; HVO, GTL gibi katkısız alternatiflerin teknik kriterleri tanımlanmalıdır.

Katkı maddesi regülasyonları: Yakıt katkılarının (yağlayıcı, kış katkısı, mikrobiyel inhibitör vs.) etkilerine yönelik sınır değerler oluşturulmalı; bu katkıların motor sistemleri üzerindeki uzun vadeli etkileri standart kapsamına alınmalıdır.

Soğuk iklim düzenlemeleri: Avrupa'daki EN 590 standardına benzer şekilde CFPP (Cold Filter Plugging Point) ve yakıt akışkanlığı ile ilgili bölgesel limitler tanımlanmalı; ASTM D975'in bu yönüyle iklim farklılıklarına daha duyarlı hale getirilmesi sağlanmalıdır.

Depolama stabilitesi ve mikrobiyolojik güvenlik: Uzun süreli stoklama durumları için mikrobiyel büyüme, oksidatif bozulma ve su kontaminasyonu gibi faktörleri içeren yeni bir "depolama standardı eklentisi" oluşturulmalıdır.

Ulusal adaptasyon önerisi: Türkiye gibi ülkelerde, ASTM D975'in Türk şartlarına uygun olarak uyarlanması için ulusal bir alt versiyon (örneğin "TS EN-975/TR") geliştirilmeli; bu kapsamda yerli dizel kalitesi, rafineri yapıları ve iklim koşulları göz önünde bulundurulmalıdır.

ASTM D975'in mevcut hali motor uyumluluğu ve yakıt güvenliği açısından temel bir çerçeve sunmakla birlikte; enerji dönüşüm süreci, alternatif yakıtların artan kullanımı ve emisyon azaltım hedefleri doğrultusunda revize edilmeye ve genişletilmeye açık hale gelmiştir. Bu tür stratejik güncellemeler, yalnızca teknik değil aynı zamanda ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

ASTM International. (2022). ASTM D975-22a Standard specification for diesel fuel oils. ASTM International.

Chevron Corporation. (2007). Diesel fuels technical review. Chevron Global Marketing.

Chukwuezie, O. C., Nwakuba, N. R., Asoegwu, S. N., & Nwaigwe, K. N. (2017). Cetane number effect on engine performance and gas emission: A review. *American Journal of Engineering Research*, 6(1), 56–67.

Gabel, E. (2024, May 24). The evolution of ultra-low sulfur diesel (ULSD) and its environmental impact. *Environmental Protection Online*. <https://www.eponline.com/articles/2024/05/24/the-evolution-of-ultra-low-sulfur-diesel.aspx>

Polaris Laboratories. (2018). What you need to know about ASTM D975. Polaris Laboratories. <https://polarislabs.com/decoding-astm-d975>