



YAKITLAR ve YANMA

Örnek

15.6°C'deki özgül ağırlığı 0.8354 g/ml olan bir dizel yakıtın alt ve üst ısı değerini belirleyiniz.

$$API=(141.5/0.8354)-131.4=37.7$$

$$ÜID=42860+93(37.7-10)=45436 \text{ kJ/kg}$$

$$AID=0.719(45436)+10000=42669 \text{ kJ/kg}$$

Yoğunluk (15.6 C)	API	ÜID (kJ/kg)	AID (kJ/kg)
0.70	70.64286	48499.79	44871.35
0.75	57.16667	47246.50	43970.23
0.80	45.37500	46149.88	43181.76
0.90	25.72222	44322.17	41867.64
0.95	17.44737	43552.61	41314.32

Aynı özgül ağırlığa sahip yakıtların aynı kalori değerine sahip olmaları gerekir. Ancak aşağıdaki sebeplerden dolayı ısı değerler farklı olabilir:

- **Yakıtın içerdiği C ve H farkı (%);** H oranı fazla ise ısı değeri yüksektir.
- **Yakıtın içerdiği hidrokarbon çeşitleri ve % oranları;** Parafin, olefin, aromatik hidrokarbonlarının ısı değerleri birbirinden farklıdır.
- **Yakıt içindeki su ve sediment miktarı;** Yakıtta su bulunması ısı değerini düşürür.
- **Yakıttaki S miktarı %0.25-4 arasında değişir bu durum H ve C miktarının azalmasına neden olur.** S'in ısı değeri C'dan 4 kat, H'den ise 15 kat daha azdır.

➤ **Yakıtın içerisindeki O miktarı;** O, H ile birleşerek su oluşturur ve bu da ısı değerini düşürür.

Gaz yakıtların ısı değeri sabit basınç altında ölçülür ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$\text{Üst ısı değeri } H_o = (W \times \Delta t \times 1000) / G \text{ (kcal/kg)}$$

W: su miktarı (g)

Δt : sıcaklık farkı (oC)

G: yakılan yakıt miktarı (g)

Yakıtların Uçuculuğu

Benzin uçuculuğunu ölçmek için 3 farklı özellik kullanılır.

- ❑ Buhar basıncı (buhar tıkcı indisi (VLI))
- ❑ Damıtma (distilasyon) eğrisi
- ❑ Buhar-sıvı oranı

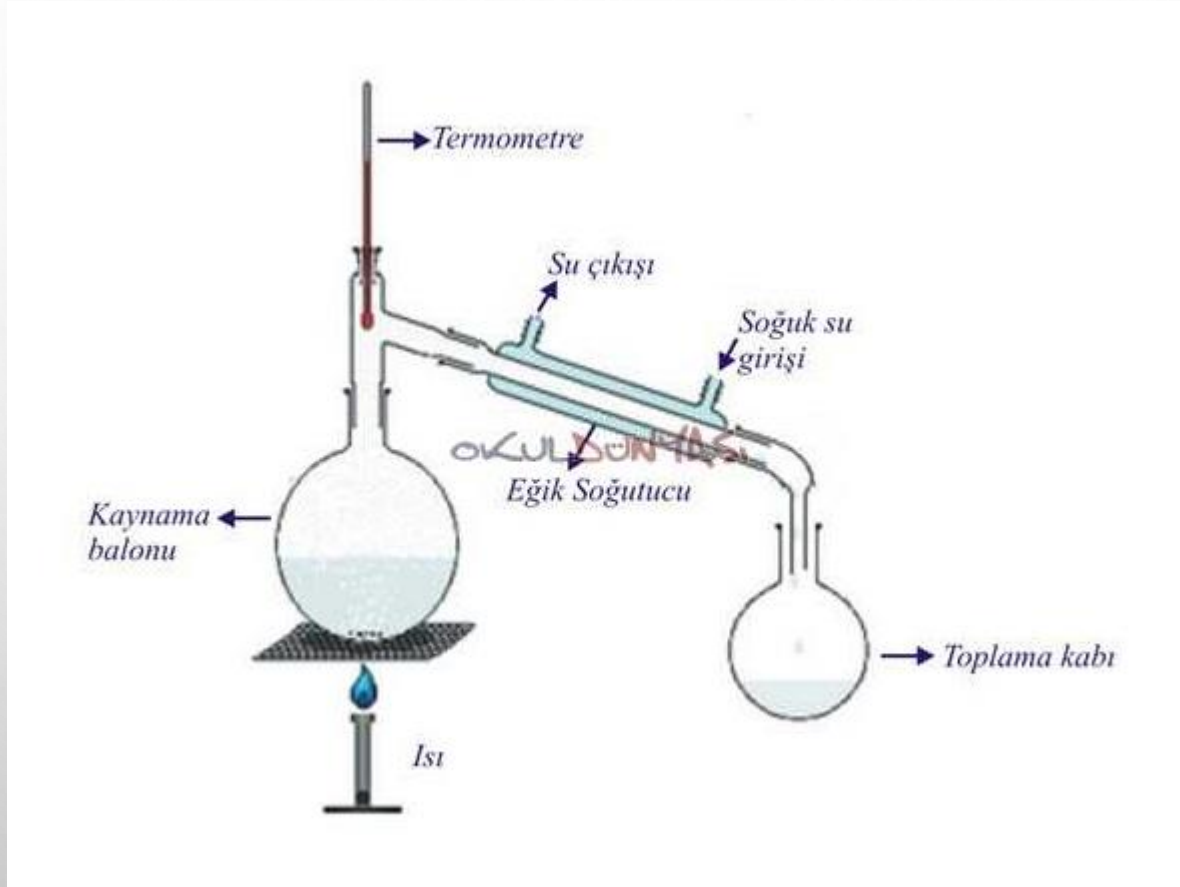
Ayrıca distilasyon eğrisinden hesaplanan «sürülebilirlik indisi» de kullanılabilir.

Buharlaşma ısısı: birim kütle sıvı yakıtın normal şartlarda tam buhar haline geçmesi için gereken ısı miktarıdır.

Otomobil motorlarının soğuk havada kolayca çalışabilmesi için kullanılan yakıtın kolayca buharlaşma özelliğine sahip olması gerekir.

- Uçuculuk, yakıtların buharlaşabilme yeteneğini ifade eder.
- Uçuculuğu yüksek olan yakıtın buhar basıncı yüksektir.
- Uçuculuğun yüksek olması iyi bir hava/yakıt karışımını meydana getirir. Ancak buharlaşmanın da belirli bir dereceyi aşmaması istenir. Çünkü kolay buharlaşabilen yakıtlar yakıt sisteminde buharlaşarak yakıtın akışını zorlaştırır (buhar tıkaçı).
- Dizel motorlar için ilk hareket esnasında düşük sıcaklıkta buharlaşabilen yakıtlar iyidir. Fakat buharlaşma özelliği arttıkça is oluşum ihtimali artar.

Yakıtların uçuculuğunu belirleyebilmek için «Reid buhar basıncı» ve «damıtma eğrisi»nden faydalanılır.



Yakıtların damıtma testini yapabilmek için gerekli düzenek

Yakıt numunesi distilasyon şişesine konularak ısıtılır. Buharın sıcaklığını ölçmek için termometre vardır.

Eğik tüp boyunca ilerleyen buhar, soğutularak yoğunlaşır.

Yoğunlaşan yakıt toplama kabında toplanır.

Toplama kabının içine ilk damla düştüğü anda termometre okunur ve bu sıcaklık K.N başlangıcı olarak isimlendirilir.

Yakıtların Buhar Basınçları

Her sıvının sıcaklıkla değişen bir buhar basıncı vardır ve bu basınç atmosfer basıncına eşit olduğu anda sıvı kaynamaya başlar.

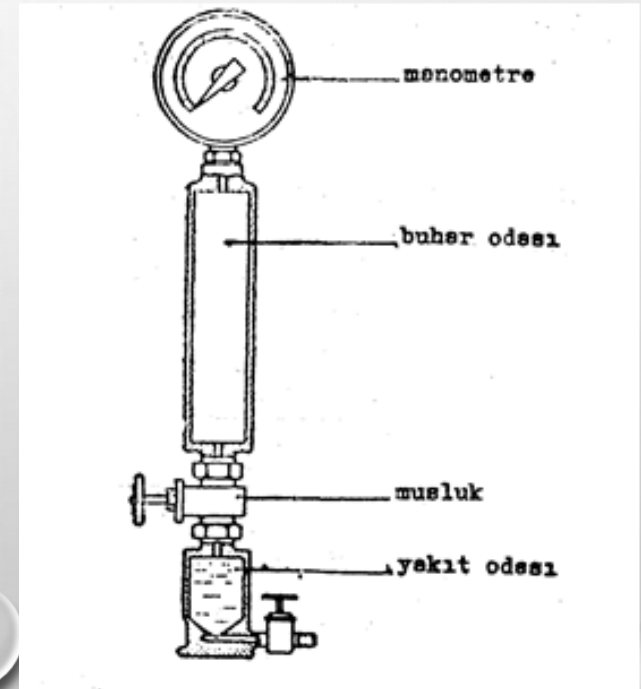
Farklı sıvılardan oluşan karışımların K.N sabit değildir.

ASTM D86'ya göre yapılan damıtmanın %20'sinin buharlaştığı nokta K.N olarak kabul edilir.

Sıvı ne kadar uçucu ise (K.N ne kadar düşükse) düşük sıcaklıklardaki buhar basıncı o kadar yüksektir.

- Benzinin buhar basıncı Reid buhar basıncı testi ile ölçülür. Bu düzenek çelikten yapılmış iki kap ve bir manometreden oluşur.
- Yakıt kabın içine konur ve kap 37.8°C 'deki su banyosuna daldırılır.
- Yakıt ısındıktan sonra basınç artışı durduğu anda buhar basıncı manometreden okunur. Bu değer (kPa veya kg/cm^2) benzinin uçuculuğunu ifade eder.

Reid buhar basıncı ölçüm düzeneği



Buhar basıncı, motorun ilk çalışmasının kolay olmasının ve yakıtın buhar tıkaçı oluşturma eğiliminin bir ölçüsüdür.

Buhar basıncının düşük olması, benzinin iyi uçucu olmadığını ve soğuk havalarda motorun ilk çalışmasının kolay yapılamayacağını gösterir.

Enjeksiyonlu motorlar karbüratörlere göre daha düşük buhar basınçlı benzinlerle çalıştırılabilir.

Buhar basıncı değeri fazla iken motor soğuk çalışmada iyi bir performans gösterirken yakıt sisteminde tıkanıklığa sebep olabilir.

Kışın kullanılan benzinin buhar basıncı 60-80 kPa, yazın kullanılan benzinin buhar basıncı ise 15-20 kPa aralığında olmalıdır.

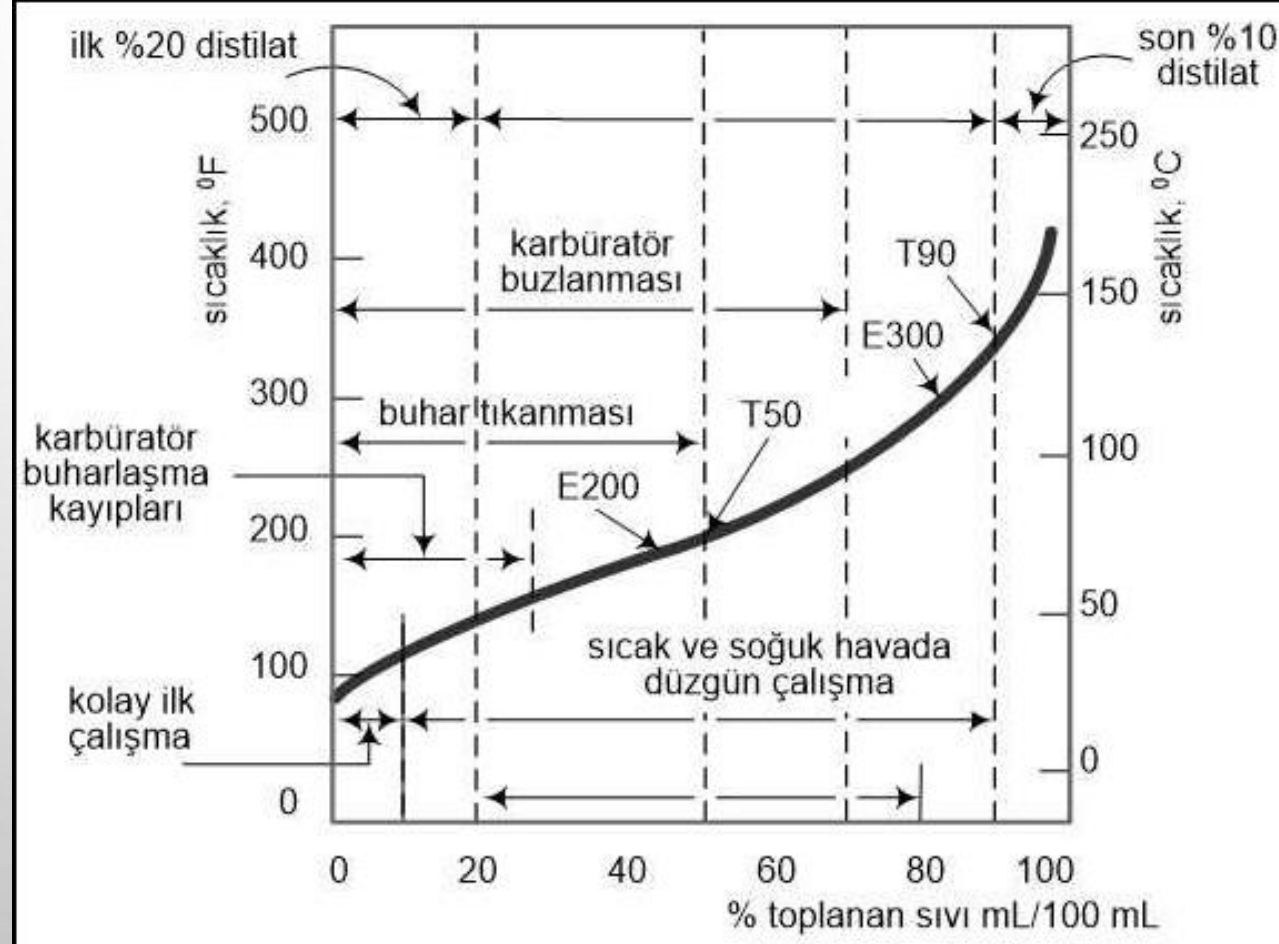
Damıtma Eğrisi (Distilasyon Profili)

Distilasyon; Her maddenin farklı K.N'sı olması nedeniyle, sıvı karışımının önce kaynatılıp gaz haline dönüştürülmesi ve bu gazın soğutulup yeniden sıvı hale yoğunlaştırılması ile bileşenlerin geri kazanılması işlemidir.

Benzin, K.N farklı çok sayıda hidrokarbon içeren bir sıvıdır. Reid buhar basıncı testi sonuçlarından, benzinin «damıtma eğrisi» elde edilmiştir.

Distilasyon eğrisi; uçuculuk, ortalama K.N, moleköl ağırlığı, bileşim ve diğer fiziksel özelliklerin (kritik sabitler, buhar basıncı vb.) belirlenmesinde kullanılır.

Reid buhar basıncı, uçuculuğu tek bir sayı ile açıklarken damıtma eğrisi detaylı bilgi verir.



Damıtma eğrisinin benzin performansı ile ilişkisi

T değerleri Amerika, Japonya ve Avustralya'daki standartlarda kullanılır.

E değerleri Avrupa'daki standartlarda kullanılır.

T harfinden sonra gelen rakam (T10), yakıtın hacimsel % olarak o rakam kadarının buharlaştığı andaki sıcaklık değeridir. (T10: Yakıtın %10'nun buharlaştığı sıcaklıktır.)

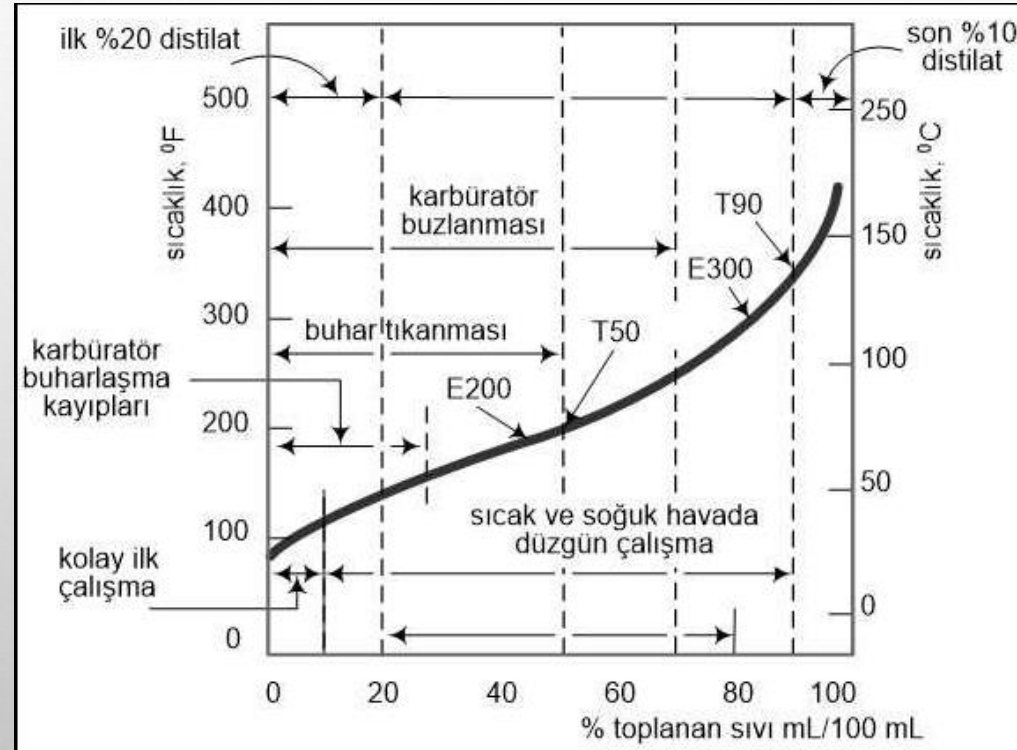
E harfinden sonra gelen rakam (E120) ise sıcaklık (oC) değerini ifade eder ve o sıcaklığa kadar buharlaşan yakıtın hacimsel % değerini belirtir.

İlk %20'lik distilat: Motorun ilk çalışmasının kolay olması, ısınmış motorun düzgün çalışması, buhar tıkanması olmaması ve düşük buharlaşma kaybını tanımlar.

%20-90 arası distilat: Motorun hızlı ısınması ve düzgün çalışması, kısa mesafelerde yakıt ekonomisi, iyi güç ve hızlanma, karbüratör buzlanmasını engellemek amacını taşır.

Son %10'luk distilat: İyi yakıt ekonomisi, motorda depozit oluşmasını engelleme, karter yağının yakıtla seyrelmesini en aza düşürme, eksozdan uçucu organik madde çıkışının en az düzeyde olmasını belirler. Şekildeki sıcaklık aralıkları yaklaşıktır, kesin aralıklar aracın kullanıldığı yerleşim yerinin koşullarına bağlıdır.

Önemli miktarda yüksek K.N'lı bileşikler içeren benzinler egzoz emisyonunda fazla uçucu organik madde salınımına neden olur. Bu tür maddeler zor buharlaşır, özellikle motor soğukken tam yanma olmaz. Distilasyon profiline getirilen sınırlamaların bir nedeni de bu bileşikleri asgari seviyede tutmaktır.



Damıtma eğrisinin benzin performansı ile ilişkisi

Damıtma eğrisinde, T10, T50 ve T90 noktaları önemlidir. Çünkü bu değerler «Driveability (sürülebilirlik)/Distilasyon indisi (DI)»'nin hesaplanmasında kullanılır.

Sürme İndeksi (DI): Benzinin motorda geçirdiği safhalar olan silindire giriş, buharlaşma ve yanma özellikleri de distilasyon profilinden tanımlanır ve «sürme indisi» olarak bilinir.

Benzinin %10, %50 ve %90'ının buharlaştığı sıcaklıklar T10, T50 ve T90 ile gösterildiğinde, **DI (sürme indeksi)** aşağıdaki formülle verilir.

$$DI = 1.5 \times T10 + 3.0 \times T50 + T90$$

Bu eşitlik geleneksel benzinlerin kullanıldığı karbüratörlü araçlardan alınan verilere göre çıkarılmıştır. Aynı tür benzinlerin kullanıldığı yakıt enjeksiyonlu motorlarda da yapılan ilave testlerle formülün geçerli olduğu kanıtlanmıştır. Ancak, örneğin etanol katkılı benzin kullanan araçlarda gerçek sürme performansının saptanmasında formülün yenilenmesi gerekir.

$$DI = 1.5 \times T10 + 3.0 \times T50 + T90 + 11 \times O_2$$

Formüldeki O_2 , benzin katkısı olan etanol içindeki O_2 miktarının kütleli değeri. Eğer etanol katkısı yok ise bu değer sıfır kabul edilir.

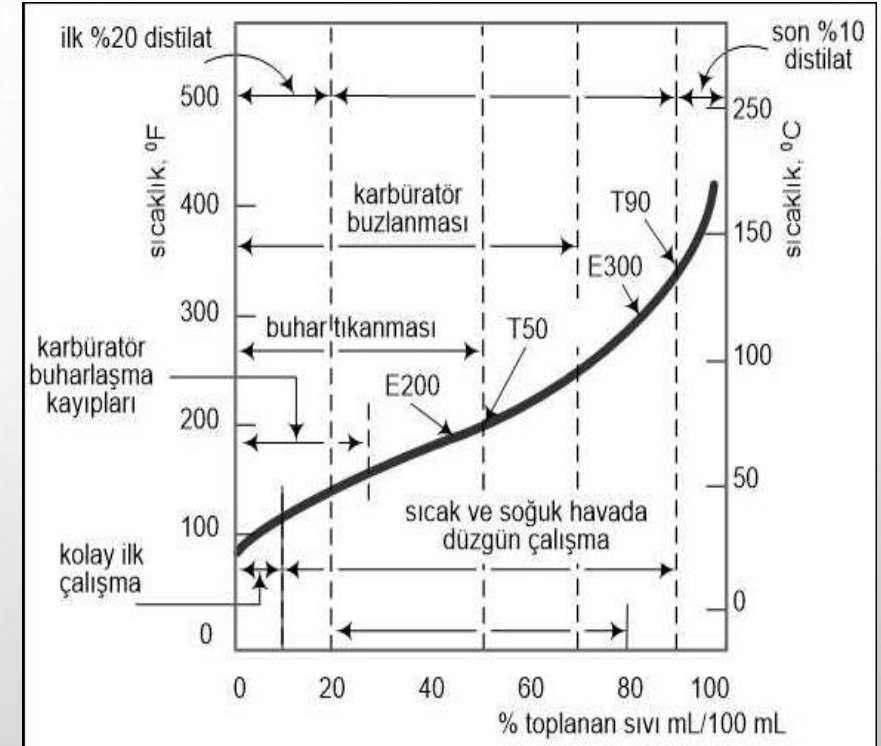
Motorların soğuk çalışma koşullarında HC ve CO emisyonlarının fazla olduğu bilindiğinden DI değeri motor emisyonları için de dikkate alınmaktadır.

❖ Distilasyon indisi çok fazla arttırılırsa sürülebilirlik problemleri de artar.

❖ DI değeri artışına bağlı olarak HC emisyon oluşumu da artış gösterir.

■ T10 sıcaklığı kış şartlarında motorun kolayca çalışmasını sağlayacak miktarda yakıtın buharlaştıracak kadar düşük olmalıdır.

■ T50 sıcaklığı motorun ısınmasıyla ilgili olup bu sıcaklığın düşük olması (uçuculuk fazla) motorun kolay ısınmasını ve stop etmeden gücünün hızlıca artmasını sağlar. Fakat bu değer çok fazla düşük olursa bazı sürüş problemlerinin yanı sıra yakıt tüketimi de artar.



- T50'nin çok yüksek olması durumunda ise soğukta motor zor çalışır, geç ısınır ve karbüratörlü motorlarda hava/yakıt oranı bozulur.
- T90 sıcaklığı ise karterdeki yağın incelmesine ve yakıt ekonomisine etki eder. Eğer T90 sıcaklığı çok yüksek ise büyük yakıt molekülleri silindir cidarı üzerinde yoğunlaşacak ve aşağı doğru inerek karterdeki yağa karışacaktır.
- Yazın yada yüksek yerlerde kullanılacak benzinin uçuculuğu düşük olmalıdır. Çünkü bu şartlarda buharlaşma kolay olduğundan yakıt sisteminde «buhar tıkaçı» oluşabilir.
- Buhar tıkaçı yakıt sisteminde yakıt buharı baloncuklarının oluşmasıdır ki bu durum yakıt pompasının çalışmasına engeldir. Buna karşın kışın yada alçak yerlerde kullanılan benzinin uçuculuğunun fazla olması istenir. Çünkü bu şartlarda buharlaşma zordur.

Rafineriler T10 sıcaklığını düşürmek için benzinin içine daha fazla bütan ve hafif hidrokarbonlar ilave eder.

➤ Benzinli motorlar kadar olmasa da dizel motorlar içinde uçuculuk önemlidir. Dizel yakıt, yanma için yeterli buharlaşmayı sağlayacak kadar uçucu olmalıdır. Fakat yakıt çok uçucu ise yakıt damlacıkları çok kolay buharlaşarak yakıtın yanma odasına püskürtülmesine imkan sağlar.

■ T10 sıcaklığının düşük olması dizel motorunun daha kolay çalışmasını sağlar.

■ T50 sıcaklığının düşük olması dizel dumanını ve kokuyu azaltır.

■ T90 sıcaklığının düşük olması karterdeki yağın daha az kirlenmesini sağlar ve yakıt ekonomisini iyileştirir.

Buhar Tıkacı İndisi

Buhar tıkaçı indisi; bir yakıtın ısınmasından dolayı meydana gelen buhar habbeciklerinin yakıt akışını düzensiz hale getirmesidir.

Benzin sıcaklığı belli değere ulaşırsa benzin buharı oluşur ve buhar habbeleri yoğunlaşır. Hava/yakıt oranı fakirleştiğinden motor düzensiz çalışır ve hatta durabilir.

Otomobillerde buhar tıkaçının meydana gelmesinde hava sıcaklığı, barometrik yükseklik ve uçuculuk rol oynar.

Buhar basıncı ve distilasyon özellikleri iyi bir taşıt performansı ile ilgili değilken buhar/sıvı oranı taşıt performansını etkiler.

Buhar tıkaçı oluşma eğiliminin en sağlıklı saptanma yöntemi buhar/sıvı oranı ile belirlenir. $V/L=20$ değeri mevsime göre (35-60°C) aralığında ayarlanmaktadır. 20'den daha yüksek değerler buhar tıkaçı olayına karşı daha iyi koruma sağlarken zor çalışma veya çalışmama gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir.

Bu durum eski nesil taşıt motorlarında geçerli bir durum olup günümüzde basınçlı yakıt enjeksiyon sistemine sahip araçların hidrokarbonlarla V/L arasında iyi bir korelasyon olduğu bilinmektedir.

Benzinin buhar tıkanması eğilimi, distilasyon profilinde ilk %20'lik distilatın toplandığı sıcaklık ile buhar basıncından etkilenir. Buhar tıkanmasını kontrol eden parametre «buhar tıkaçı indisi (VLI)» denilen ve benzinin buhar basıncı (kPa olarak) ile ve 70°C'de toplanan distilat hacminden hesaplanır. VLI, mevsimlere göre 800-1250 arasında değişir.

$$VLI = 10 \times \text{buhar basıncı (kPa)} + 7 \times E70 \text{ (ml)}$$

Özet olarak;

- Buhar tıkaçı; benzinin uçuculuğunu (K.N düşük bileşenlerin miktarını) sınırlamakla önlenabilir.
- Reid buhar basıncı 0.5 kg/m^2 'den (4.9 Pa) fazla olan yakıtlar genellikle buhar tıkanıklığına neden olurlar.
- Buhar tıkanıklığının azalmasında enjeksiyon sisteminin fazla etkisi yoktur. Çünkü buhar tıkaçı genellikle yakıt besleme sisteminde görülür.
- Benzin içinde hafif hidrokarbonların yüzdesi fazla ise buhar tıkaçına eğilim artmaktadır.

Yakıtların Parlama ve Tutuşma Noktaları

Sıvı bir yakıtın yanabilmesi için bu yakıtın buharı ile havanın belirli oranlarda karışmış olması gerekir. Bir yakıt ne kadar kolay buhar haline geçebilirse, hava ile yanıcı bir ortam oluşturması o derece kolay olur.

Bir sıvının sahip olduğu parlama noktası ortam sıcaklığına eşit veya düşükse sıvı kolayca tutuşabilir ve hızlıca yanabilir. Bu durumdaki ateşlemede, sıvı yüzeyinden alevin yayılması hızlı olacaktır. Çünkü yanma olayında gerekli buharı oluşturmak için sıvıya daha fazla enerji vermek (harcamak) gerekli değildir (benzin gibi).

Parlama noktası ortam sıcaklığının üzerinde olan bir sıvı daha az risklidir. Çünkü bu sıvıyı ateşlemek (benzine kıyasla) daha zordur ve buharın oluşma ve yayılma potansiyeli daha azdır. Yakıtların taşınması ve depolanmasında yakıtların «Parlama noktası» değeri dikkate alınmalıdır.

Parlama noktasına benzer bir özellik de «tutuşma noktası»dır. Parlama noktasından farklı olarak tutuşma noktasında yakıt buharı ile hava karışımı tutuştuktan sonra yanma olayı devam eder.

Parlama noktasında, karışımında parlamamanın (alev oluşumunun) görülmesi yeterlidir, yanmanın devam etmesine gerek yoktur.

Diğer bir ifadeyle tutuşma noktası; yakıtın yüzeyindeki yakıt buharı ile havanın, harici (dış) bir kaynak tarafından yanma olayının gerçekleştirilebilmesi için yeterli oranda karışım meydana getirdiği andaki yakıtın minimum sıcaklığıdır.

Tutuşma noktası, yakıt-hava karışımlarının ateşlenebildiği en düşük sıcaklığı ifade ettiğinden yakıtlar tutuşma noktalarına göre sınıflandırılır.

Tutuşma noktasının tespiti için iki farklı yöntem kullanılır;

- ✓ Açık potalı
- ✓ Kapalı potalı

Yanma Noktası: Açık potada alev alma noktasından sonra sıcaklık daha yükselirse, çıkan gazlar homojen bir alevle yanarlar. Alev çekildiği halde yanmanın devam ettiği bu sıcaklığa «yanma noktası» denir. Yanma noktası, alevlenme noktasından yüksektir.

Kendiliğinden tutuşma noktası: Alevlenme ve yanma odası test cihazında sıcaklık arttırılırsa, belirli bir süre sonra karışım kendi kendine tutuşur. Bu sıcaklık «kendiliğinden tutuşma noktası»dır.

Çalışır durumdaki motorlarda silindirin iç kısmında özellikle egzoz supabı bölgesi ve yanma odasındaki kurumların sıcaklıklarının yüksek olması karışımın kendiliğinden tutuşmasına ve vuruntuya sebep olur.

Kendiliğinden tutuşma sıcaklığının yüksek olması tehlikenin olmadığını ifade eder. Hava akımı içerisinde kendiliğinden tutuşma sıcaklığı; **benzin (475-530°C), motorin (350°C) ve hidrojen için (585°C)**'dir.

Viskozite

- **Sıvıların akmaya karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanır.**
- Viskozite, yakıtın düşük çalışma sıcaklıklarında dahi kolayca akmasını sağlayacak kadar düşük ve pompa-enjektör sistemini yağlayabilecek kadar da yüksek olmalıdır.
- **Otto (benzinli) motorlar** için viskozite çok önemli değildir. Çünkü benzin düşük sıcaklıklarda dahi normal akıcılığını korur.
- **Dizel motorlarda** yakıt, yüksek basınç altında yanma odasına püskürtüldüğünden viskozite önem arz eder.