

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PIYASADAN TEMİN EDİLEN BENZİNLERİN ÖZELLİK
AYRICALIKLARI ve EGZOZ EMİSYON SEVİYELERİNİN
SEYRİ**

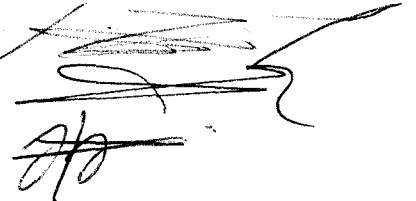
**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Mak.Müh. Alp Tekin ERGENÇ

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Makinaları Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı: Prof. İrfan YAVAŞLIOĞLU
Prof.Dr. Ulvi AVCIATA
Doç. Dr. Hakan İKALELİ**



İSTANBUL, 2002

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| SİMGE LİSTESİ | i |
| KISALTIMA LİSTESİ..... | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | iv |
| ÇİZELGE LİSTESİ | vi |
| ÖNSÖZ..... | viii |
| ÖZET..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. PETROL | 2 |
| 2.1.Petrolün Tanımı ve Oluşum Teorisi..... | 2 |
| 2.2. Petrolün Kimyasal Yapısı | 2 |
| 2.2.1. Alifatik Hidrokarbonlar..... | 2 |
| 2.2.1.1 Doymuş Hidrokarbonlar | 2 |
| 2.2.1.1.1.Parafinler | 3 |
| 2.2.1.1.2.Naftenler | 3 |
| 2.2.1.2. Doymamış Hidrokarbonlar | 4 |
| 2.2.1.2.1.Olefinler | 4 |
| 2.2.2.Aromatik Hidrokarbonlar | 4 |
| 2.2.2.1.Aromatiklerin Özellikleri | 5 |
| 2.3. Ham Petrolün Sınıflandırılması | 5 |
| 2.3.1.Parafinik Yapılı Ham Petroller | 5 |
| 2.3.2.Karışık Yapılı Ham Petroller | 6 |
| 2.3.3. Naftenik Yapılı Ham Petroller..... | 6 |
| 2.3. Ham Petrolden Elde Edilen Ürünler | 6 |
| 3. BENZİNİN TANIMI | 8 |
| 3.1. Benzinin Yapısı | 8 |
| 3.1.1.Benzinde Bulunan Doymuş Hidrokarbonlar | 11 |
| 3.1.1.1Alkanlar | 11 |
| 3.1.2.Benzinde Bulunan Doymamış Hidrokarbonlar | 12 |
| 3.1.2.1.Alkenler | 12 |
| 3.1.2.2.Akiller | 12 |
| 3.1.2.3.Arenler | 12 |
| 3.1.2.4.Polinükleer Aromatikler | 13 |

| | |
|--|----|
| 3.2.Ham Petrolden Benzin Üretimi..... | 14 |
| 3.2.1.Rafinasyon Metotları | 14 |
| 3.2.1.1.Kimyasal Metotlar | 14 |
| 3.2.1.2.Fiziksel Metotlar | 14 |
| 3.2.1.3.Destilasyon Metotları | 14 |
| 3.2.1.3.1.Pott Stil Destilasyon | 14 |
| 3.2.1.3.2.Shell Stil Destilasyon | 15 |
| 3.2.1.3.3.Fraksiyonlu Destilasyon | 16 |
| 3.2.2.TÜPRAŞ Benzin Üretim Aşamaları | 19 |
| 3.2.2.1.İzomerizasyon Ünitesi | 19 |
| 3.2.2.2.HDS Ünitesi | 22 |
| 3.2.2.3.Reforming Ünitesi | 23 |
| 3.2.2.4.FCC Ünitesi | 24 |
| 3.2.2.5.Hidrocracker Ünitesi | 25 |
| 3.2.2.6.Benzin Karıştırıcısı | 26 |
| 3.3. Benzinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri | 26 |
| 3.3.1. Renk | 26 |
| 3.3.2. Yoğunluk | 26 |
| 3.3.3. Oktan Sayısı | 27 |
| 3.3.3.1Oktan Artırıcı Katıklar | 29 |
| 3.3.3.1.1.Organik Kurşun İçeren Bileşikler | 29 |
| 3.3.3.1.2.Oksijenatlar | 30 |
| 3.3.3.1.2.1.Metanol | 30 |
| 3.3.3.1.2.2.Etanol | 31 |
| 3.3.3.1.2.3.İzo-propilalkol (IPA) | 31 |
| 3.3.3.1.2.4.t-Bütanol (TBA)..... | 31 |
| 3.3.3.1.2.5.Metil t-Butil Eter (MTBE) | 32 |
| 3.3.3.1.2.6.Etil t-Butil Eter (ETBE) | 32 |
| 3.3.3.1.2.7.t-Amil Metil Eter (TAME) | 32 |
| 3.3.4.Uçuculuk | 33 |
| 3.3.5.Gom Miktarı | 35 |
| 3.3.6.İlk ve Son Kaynama Noktası | 35 |
| 3.3.7.Kükürt | 35 |
| 3.3.8.Oksidasyon Stabilitesi..... | 36 |
| 3.3.9.Su Tutma Özelliği | 36 |
| 3.4.Ülkemizde Üretilen Benzin ve Spesifikasyonları | 36 |
| 3.5. Benzine Katılabilecek Performans Artırıcı Katıklar..... | 39 |
| 3.5.1.Deterjan Katıklar..... | 40 |
| 3.5.2.Donmayı Önleyici Katıklar..... | 40 |
| 3.5.3.Korozyon Önleyici Katıklar..... | 41 |
| 3.5.4. Metal Reaksiyonlarını Önleyici Katıklar | 41 |
| 3.5.5. Erken Ateşleme Önleyici Katıklar | 41 |
| 3.5.6.Piston Üstü Silindir Yağlayıcı Katıklar | 41 |
| 3.5.7.Benzine Katılan Katkıların Miktarları | 41 |
| 3.5.7.Firmaların Yakıt Alımı ve Tüketici Öncesi İşlemler | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 4. TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR VE ETKİLERİ..... | 43 |
| 4.1.Hava Kirliliği | 43 |
| 4.1.1.Hava Kirliliğinin Oluşumu..... | 43 |
| 4.2.Kirleticilerin İnsan ve Çevre Üzerine Etkileri | 44 |
| 4.2.1.Karbonmonoksit | 44 |
| 4.2.2.Yanmamış Hidrokarbonlar | 45 |
| 4.2.3.Azot Oksitler | 45 |
| 4.2.4.Aldehitler | 45 |
| 4.2.5.İs Partikülleri | 46 |
| 4.2.6.Kükürt Dioksit | 46 |
| 4.2.7.Kurşun Bileşikleri | 46 |
| 4.3. Avrupa Topluluğu Emisyon Standartları | 47 |
| 4.3.1.1.EURO1 | 48 |
| 4.3.1.2.EURO 2 | 48 |
| 4.3.1.3.EURO 3 | 49 |
| 4.3.1.4.EURO 4 | 50 |
| 4.3.2. Avrupa Topluluğu Emisyon Standartlarının Parametreleri | 50 |
| 4.3.2.1.MVEG ve NWMEG Emisyon Belirleme Çevrimleri | 50 |
| 4.3.2.2.Standartlarda Dayanıklılık Emisyon İlişkisi | 51 |
| 4.3.2.3.Benzin Buhar Kaçağı | 51 |
| 4.3.2.4.Soğuk Ortam Çevrimi | 52 |
| 4.3.2.5.EOBD..... | 52 |
| 4.3.3.Avrupa Topluluğu Emisyon Standartlarının Gelişimi | 53 |
| 4.3.4.Ülkemizde Uygulanan Emisyon Standartları ve Gelişimi | 56 |
| 4.3.5.Emisyon Standartları ve Yakıt Özelliklerinin Değişimi | 57 |
| 5. BENZİNLERİN ÖZELLİK ANALİZLERİ | 58 |
| 5.1. Reid Buhar Basıncı Tayin..... | 58 |
| 5.1.1.Numune Alma Yöntemi | 58 |
| 5.1.2.Sıvı Hücresi Hazırlama | 58 |
| 5.1.3.Hava Hücresi Hazırlama | 58 |
| 5.1.4.Numunenin Aktarılması | 58 |
| 5.1.5.Cihaz Parçalarının Birleştirilmesi | 60 |
| 5.1.6.Cihazın Banyoya Konması..... | 60 |
| 5.1.7.Buhar Basıncının Ölçülmesi | 60 |
| 5.1.8.Cihazın Bir Sonraki Deneye Hazırlanması | 61 |
| 5.2. Destilasyon Karakteristiklerinin Tayini | 61 |
| 5.2.1.Deney Düzeneginin Hazırlanması | 61 |
| 5.2.2.Numunenin Ölçülmesi ve Balona Konması | 61 |
| 5.2.3.Deneyin Yapılışı..... | 61 |
| 5.2.4.Cihazın Bir Sonraki Deneye Hazırlanması | 62 |
| 5.3. Doktor Testi | 63 |
| 5.3.1.Deneyin Amacı..... | 63 |
| 5.3.2.Deneyin Özeti | 63 |
| 5.3.3.Deney Ekipmanları..... | 63 |
| 5.3.4.Deney Reaktifleri | 63 |
| 5.3.4.1.Sodyum Plumbit Çözeltisi | 63 |
| 5.3.4.2.Kükürt | 63 |
| 5.3.4.3.Kadmiyum Klorür Çözeltisi | 63 |
| 5.3.4.4.Potasyum İyodür Çözeltisi | 64 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3.4.5.Nişasta özeltisi..... | 64 |
| 5.3.5.Deneyin Yapılışı..... | 64 |
| 5.4.Eser Miktarda Kurşunun Tayini..... | 64 |
| 5.4.1.Deneyin Amacı..... | 65 |
| 5.4.2.Deney Ekipmanları | 65 |
| 5.4.3.Deneyin Yapılışı..... | 65 |
| 5.5.Yoğunluk Tayini | 65 |
| 5.5.1.Yoğunluk Tanımı | 66 |
| 5.5.2.Deney Yapılışı..... | 66 |
| 5.5.2.1.Standart Metod..... | 66 |
| 5.5.2.2.Hidrometre Metodu..... | 66 |
| 5.6.Benzen Miktarının Tayini | 66 |
| 5.6.1.Deney Reaktifleri | 66 |
| 5.6.2.Deney Ekipmanları..... | 66 |
| 5.6.3.Deneyin Yapılışı | 67 |
| 5.7.Benzinde Bulunan Kükürt Miktarının Tayini | 67 |
| 5.7.1.Deneyin Yapılışı..... | 67 |
| 6. BENZİN ANALİZ SONUÇLARI..... | 68 |
| 6.1. Reid Buhar Basıncı Sonuçları | 68 |
| 6.2. Destilasyon Karakteristikleri Sonuçları | 69 |
| 6.3. Doktor Testi Sonuçları | 70 |
| 6.4.Eser Miktarda Kurşun Tayini Sonuçları | 70 |
| 6.5.Yoğunluk Tayini Sonuçları | 71 |
| 6.6.Benzen Miktarının Sonuçları | 72 |
| 6.7. Kükürt Miktarının Sonuçları..... | 73 |
| 6.8.C ₂ -C ₅ Hidrokarbon Sonuçları..... | 74 |
| 7. EMİSYON ÖLÇÜMLERİ..... | 75 |
| 7.1. Emisyon Laboratuvarı Ekipmanları..... | 75 |
| 7.1.1.Gaz Analiz Sistemi..... | 75 |
| 7.1.2.Emisyon Test Odası | 75 |
| 7.1.3.şartlandırma Odası | 75 |
| 7.1.4.şasi Dinamometresi | 76 |
| 7.1.5.Buharlaşma Test Odası | 77 |
| 7.2.Faz 3 Benzin Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi | 77 |
| 7.2.1. Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi Ekipmanları | 77 |
| 7.2.1.1 Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi Sarf Malzemeleri | 78 |
| 7.2.1.2.Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi Referans Malzemeleri..... | 78 |
| 7.2.2.Test Aracının Teste Hazırlanması ve şartlandırılması | 78 |
| 7.2.2.1. Test Aracının Dinamometreye Bağlanması | 78 |
| 7.2.3.Test Sisteminin Hazırlanması | 79 |
| 7.2.4.Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testinin Yapılması..... | 79 |
| 7.2.4.1.Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi Sonuçları | 84 |
| 7.3. Emisyon Kirleticileri Hesaplanması..... | 84 |
| 7.4. Yakıt Sarfiatı Hesabı | 86 |
| 8. BENZİN EMİSYON TESTİ SONUÇLARI..... | 87 |
| 7.1. Egzoz Emisyon Sonuçları | 87 |
| 7.1.1.Yakıt Tüketimi Sonuçları | 88 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| 9.SONUÇ..... | 91 |
| EKLER | 93 |
| KAYNAKLAR..... | 94 |
| ÖZGEÇMİŞ | 95 |



SİMGE LİSTESİ

| | | |
|------------------|-------------------------------|--|
| C | | karbon |
| H | | hidrojen |
| O | | oksijen |
| N | | azot |
| S | | kükürt |
| CO | | karbonmonoksit |
| HC | | hidrokarbon |
| Nox | | azotoksit |
| CO ₂ | | karbondioksit |
| SO ₂ | | kükürdioksit |
| PbO | | kurşunoksit |
| He | | helyum |
| d | [g/ml] | yoğunluk |
| M _i | | kilometredeki emisyon kirletici miktarı |
| V _{mix} | | litre cinsinden seyreltilmiş egzoz gazı hacmi |
| Q _i | [g/lt] | normal basınç ve sıcaklıktaki cinsinden kirletici yoğunluğu |
| k _H | | nitrojen oksitlerin emisyon kütleleri hesabında nem düzeltme faktörü |
| d | | çevrimin kilometresi. |
| V | | test başına seyreltilmiş gaz hacmi. |
| V _o | [lt/devir] | pompa tarafından gaz hacmi. |
| N | | test için dönme sayısı. |
| P _B | [kPa] | test odası barometrik basıncı |
| P ₁ | [kPa] | ortam barometrik basıncı ile ilişkili pompanın girişi vakum değeri |
| T _p | [K] | test esnasında pompa girişindeki seyreltilmiş gaz ortalama gaz sıcaklığı |
| C _i | [ppm] | kirleticilerin seyreltilmiş egzoz gazı içindeki konsantrasyonu. |
| C _e | [ppm] | seyreltilmiş egzoz gazı ölçülen kirletici konsantrasyonu |
| C _d | [ppm] | ortamdaki kirletici konsantrasyonu |
| DF | | seyreltme faktörü. |
| C _{CO2} | [%v/v] | torbalarda toplanan egzoz gazı içindeki CO ₂ konsantrasyonu |
| C _{HC} | [ppmC] | torbalarda toplanan egzoz gazı içindeki HC konsantrasyonu |
| C _{CO} | [ppm] | torbalarda toplanan egzoz gazı içindeki CO konsantrasyonu |
| H | [grH ₂ O/ kg hava] | mutlak nem |
| R _a | | ortam havasının bağıl nemi |

| | | |
|-----------------|----------------------|---|
| P_d | [kPa] | ortam sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı |
| P_B | [kPa] | odadaki atmosfer basıncı |
| Y.S | [lt/100km] | aracın 100 km yol için litre olarak yakıt sarfiyatı |
| HC | [ppmC] | egzoz kirleticileri içindeki hidrokarbonların değeri. |
| Co | [ppm] | egzoz kirleticileri içindeki karbonmonoksit değeri. |
| CO ₂ | [ppm] | egzoz kirleticileri içindeki karbondioksitin değeri. |
| d | [g/cm ³] | yakıtın yoğunluğu |
| RVP | [kPa] | buhar basıncı |
| KN | [°C] | kaynama noktası |



KISALTMA LİSTESİ

| | |
|-------|--|
| RON | araştırma oktan numarası (Research Octane Number) |
| MON | motor oktan numarası (Motor Octane Number) |
| KKTS | kendi kendine tutuşma sıcaklığı |
| FCC | akışkan katalitik kraking (Fluid Catalitic Cracking) |
| HDS | hidrojen ile kükürt giderme (Hidrodeshulphurization) |
| TIP | toplam izomerizasyon prosesi |
| TEL | tetra etil kurşun (Tetra Etil Lead) |
| TML | tetra metil kurşun (Tetra Metil Lead) |
| IPA | izo-propilalkol |
| TBA | t-bütanol |
| MTBE | metil t-butil eter |
| TAME | t-amil metil eter |
| VLI | buhar kilitleme endeksi (Vapor Lock Index) |
| İ.K.M | ilk kaynama noktası |
| S.K.M | son kaynama noktası |
| ASTM | Amerikan standart test metotları (American Standart Testing Methods) |
| EC | Avrupa komisyonu (European Commissions) |
| MVEG | motorlu araç emisyon grubu (Motor Vehicle Emissions Group) |
| EEC | Avrupa ekonomi topluluğu (European Economic Community) |
| ECE | şehir içi çevrimi (Elementary Urban Cycle) |
| EUDC | şehir dışı çevrimi (Extra Urban Driving Cycle) |
| EOBD | Avrupa araç üstü diagnos sistemi (European On Board Diagnosis) |
| ppm | milyon partikül miktarı (parts per million) |

ŞEKİL LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1 Hekzanın kimyasal yapısı | 3 |
| Şekil 2.2 Siklo-hekzanın kimyasal yapısı..... | 3 |
| Şekil 2.3 Benzenin kimyasal yapısı | 4 |
| Şekil 2.4 Petrolden elde edilen ürünlerin üretim akışı | 7 |
| Şekil 3.1 Normal heptanın kimyasal yapısı..... | 11 |
| Şekil 3.2 İzo-oktanın kimyasal yapısı | 11 |
| Şekil 3.3 Siklo-hekzanın kimyasal yapısı..... | 11 |
| Şekil 3.4 2-metil-2-bütanın kimyasal yapısı..... | 12 |
| Şekil 3.5 Asetilenin kimyasal yapısı | 12 |
| Şekil 3.6 Benzen ve toluenin kimyasal yapısı | 13 |
| Şekil 3.7 Naftelinin kimyasal yapısı | 13 |
| Şekil 3.8 Fraksiyonlu destilasyon kulesi basit yapısı..... | 18 |
| Şekil 3.9 TÜPRAŞ akış diagramı | 20 |
| Şekil 3.10 İzomerizasyon ünitesi şematik şekli..... | 21 |
| Şekil 3.11 Değişkenlerin oktan ihtiyacına ortalama etkisi | 28 |
| Şekil 3.12 Benzinin buharlaşma eğrisi..... | 34 |
| Şekil 4.1 Havadaki CO kontrasyonu solunum süresine bağlı olarak insan kanındaki karboksii hemoglobine oranı | 44 |
| Şekil 4.2 MVEG-NMVEG çevrimi | 51 |
| Şekil 4.3 Yolcu taşımacılığında kullanılan Diesel araçların standart emisyon değerleri..... | 55 |
| Şekil 4.4 Yolcu taşımacılığında benzinli araçların standartlara göre emisyon değerleri..... | 55 |
| Şekil 5.1 Numunenin sıvı hücresine aktarılması | 59 |
| Şekil 5.2 Reid buhar basıncı ölçme cihazının banyo içindeki duruşu | 60 |
| Şekil 5.3 Destilasyon deneyi düzen ağı basit şematik şekli | 62 |
| Şekil 6.1 Reid buhar basıncı sonuçları grafiksel gösterimi..... | 68 |
| Şekil 6.2 Numunelerin destilasyon karakteri..... | 69 |
| Şekil 6.3 Numunelerdeki eser miktarda kurşunun kurşun grafiksel gösterimi..... | 70 |
| Şekil 6.4 Numunelerin yoğunluk değerleri grafiksel gösterimi..... | 71 |
| Şekil 6.5 Numunelerin yoğunluk değerleri grafiksel gösterimi..... | 72 |
| Şekil 6.6 Numunelerin kükürt değerleri grafiksel gösterimi | 73 |
| Şekil 6.7 Numunelerin C ₂ -C ₅ hidrokarbon miktarı grafiksel gösterimi | 74 |

| | |
|--|----|
| Şekil 7.1 Şasi dinanometresi şematik şekli..... | 76 |
| Şekil 8.1 Emisyon sonuçları karşılaştırmalı grafiği..... | 87 |
| Şekil 8.2 Yakıt tüketimi sonuçları karşılaştırmalı grafiği | 88 |



ÇİZELGE LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 3.1 Tüm hidrokarbonların dikkate alınmadığı tipik bir benzin kompozisyonu | 9 |
| Çizelge 3.2 İki ülke bazında tipik kompozisyonun farklılıkları | 10 |
| Çizelge 3.3 Destilasyon aralığı ve ürünler | 16 |
| Çizelge 3.4 Tek ve toplam izomerizasyon sonrası oktan sayısı değişimi | 21 |
| Çizelge 3.5 C ₇ hidrokarbonların oktan sayılarından değişimi | 23 |
| Çizelge 3.6 Kurşunun oktan artırma etkisi | 29 |
| Çizelge 3.7 Oksijenatların spesifik değerleri | 33 |
| Çizelge 3.8 Süper benzin spesifikasyonları | 37 |
| Çizelge 3.9 Kurşunsuz benzin spesifikasyonları | 38 |
| Çizelge 3.10 Benzin katkı maddelerinin katılma miktarları | 41 |
| Çizelge 4.1 Diesel motoru egzoz gazlarındaki partiküllerin bileşimi | 46 |
| Çizelge 4.2 EURO 93 (91/441/CE) emisyon standardı | 47 |
| Çizelge 4.3 EURO 95 (93/59/CE) emisyon standardı | 47 |
| Çizelge 4.4 EURO 96 (94/12/CE) emisyon standardı | 48 |
| Çizelge 4.5 EURO 97 (96/69/CE) emisyon standardı | 48 |
| Çizelge 4.6 Yüklü ağırlığı 2.5 ton'dan küçük hususi araçlar için EURO 3 emisyon standardı | 49 |
| Çizelge 4.7 Yüklü ağırlığı 3.5 ton'dan büyük hususi araçlar için EURO 3 emisyon standardı | 49 |
| Çizelge 4.8 Yüklü ağırlığı 2.5 ton'dan küçük hususi araçlar için EURO 4 emisyon standardı | 49 |
| Çizelge 4.9 Yüklü ağırlığı 3.5 ton'dan büyük hususi araçlar için EURO 4 emisyon standardı | 49 |
| Çizelge 4.10 MVEG çevrimi 4ECE (UDC) ve 1EUDC | 50 |
| Çizelge 4.11 EURO 1 ve EURO 2' deki bozulma katsayıları | 51 |
| Çizelge 4.12 EURO 3 ve EURO 4' deki bozulma katsayıları | 51 |
| Çizelge 4.13 Benzin buhar kaçağı yeni uygulama tarihleri | 52 |
| Çizelge 4.14 Kıvılcım ateşlemeli motorlarda OBD uygulama tarihleri | 53 |
| Çizelge 4.15 Sıkıştırma ateşlemeli motorlarda OBD uygulama tarihleri | 53 |
| Çizelge 4.16 Araç tipi ve motoruna göre OBD eşik değerleri | 53 |
| Çizelge 4.17 Yolcu taşımacılığında kullanılan araçlarda standartlara göre emisyon değerleri | 54 |
| Çizelge 4.18 Yolcu taşımacılığında kullanılan araçlarda standartlara göre emisyon değerleri | 55 |
| Çizelge 4.19 Kurşunsuz benzin standartları | 57 |
| Çizelge 6.1 Reid buhar basıncı ölçüm sonuçları | 68 |
| Çizelge 6.2 Destilasyon karakteri ölçüm sonuçları | 69 |
| Çizelge 6.3 Benzin numunelerinde bulunan eser miktarda kurşun miktarı sonuçları | 70 |

| | |
|---|----|
| Çizelge 6.4 Benzin numularında yoğunluk tayini sonuçları | 71 |
| Çizelge 6.5 Benzin numunelerinde benzen miktarı tayini sonuçları | 72 |
| Çizelge 6.6 Benzin numunelerinde kükürt miktarı tayin sonuçları | 73 |
| Çizelge 6.7 Benzin numunelerinde C ₂ -C ₅ hidrokarbon miktarı sonuçları | 74 |
| Çizelge 7.1 ECE çevriminin süreçlere göre dağılımı..... | 80 |
| Çizelge 7.2 ECE çevriminin vites kademelerine göre dağılımı..... | 80 |
| Çizelge 7.3 EUDC çevriminin süreçlere göre dağılımı..... | 81 |
| Çizelge 7.4 EUDC çevriminin vites kademelerine göre dağılımı..... | 81 |
| Çizelge 7.5 ECE çevrimi şasi dinanometresi uygulama kademeleri | 82 |
| Çizelge 7.6 EUDC çevrimi şasi dinanometresi uygulama | 83 |
| Çizelge 8.1 Numunelere ait egzoz emisyon sonuçları | 87 |
| Çizelge 8.2 Numunelere ait yakıt tüketimi sonuçları..... | 88 |
| Çizelge 8.3 Emisyon testi toplu sonuçları | 89 |
| Çizelge 8.4 Numune özellikleri ile emisyon değerleri karşılaştırma tablosu..... | 90 |



ÖNSÖZ

Araştırmaya ve incelemeye yönelik olan tez çalışmamda gösterdiği hedeflerle sonuca gitmemi sağlayan değerli hocam Prof. İrfan YAVAŞLIOL'a, deneysel çalışmalarımda yardımını esirgemeyen sayın Prof.Dr. Ulvi AVCIATA, sayın Dr. Basri DEMİRYÜREK'e, ayrıca gösterdikleri ilgi ve tüm yardımları için başta sayın Hüseyin DİCLE ve sayın Murat AYHANER olmak üzere tüm TOFAŞ ARGE ekibine, kimya mühendisi sayın Hasan DAHİL'e ve desteğini esirgemeyen ailem ve Nilay ÖZEYRANLI'ya teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Ülkemizde piyasadan temin edilen benzinlerin özelliklerinin dağıtıcı firmalar bazında farklılık gösterip göstermediği sıkça tartışılan bir konudur. Bu tartışmadan yola çıkarak piyasadan temin edilen benzinlerin özelliklerinde farklılık olup olmadığı, eğer varsa bu farklılıkların egzoz emisyonları üzerine etkisinin ne yönde gerçekleşeceği bu tezin temel amacıdır.

Bu tez çalışmasının ilk kısmında petrolün yapısı ve petrolden elde edilen ürünler verilmektedir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde ham petrolden benzin üretim aşamalarına, benzin spesifik değerlerine ve benzine katılabilecek katkı maddelerine yer verilmiştir. Yıllar bazında egzoz emisyon seviyeleri ve standartlardaki değişim tezin dördüncü bölümünün temelini oluşturmaktadır.

Yakıt arzında bulunan 3 firmaya ait 3 farklı istasyondan temin edilen 9 benzin numunesi için yapılan özellik analizleri beşinci, analiz sonuçları da altıncı bölümde verilmektedir. Elde edilen değerler Avrupa ve Ulusal normlar ile karşılaştırılarak değerlerdeki sapmalar belirtilmiştir. Bir sonraki bölümde ise bu benzinler için yapılan egzoz emisyon testi ekipmanlarına, testlerin yapılmasına ve elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

Sonuç olarak; alınan 9 numunenin uçuculuk, yoğunluk Reid buhar basıncı, benzen ve kükürt miktarında farklılıklar gözlemlendi. Daha önce yapılan çalışmalarda dikkate alınarak yapılan incelemede kükürt miktarı fazla, uçuculuğu ve Reid buhar basıncı düşük olan yakıtlarda tüm emisyon değerlerinde artış gözlemlendi. Bununla birlikte ele alınan diğer numuneler için egzoz emisyon seviyelerinin çok farklılık göstermemesi ülkemizde üretilen benzinlerin temelde çok farklı olmadığını göstermesi açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Petrol, benzin, spesifikasyon, özellik, emisyon.

ABSTRACT

In our country, differences at the properties of gasoline that are taken from the different petrol stations are intensively discussed subjects. By taking this as a starting point, the main target of this project is, if there is some differences in the properties of the gasoline taken from the petrol stations how will these differences effect the exhaust emissions.

In the first chapter of this thesis; the structure of the gasoline and the products produced from the petrol are explained. In the next chapter of the study, petrol-producing steps from the raw petrol, petrol specific values and additives that can be added to the gasoline are explained. Annual exhaust emission levels and the changes in the standards are forming the foundation of the fourth chapter.

Property analyses, for the nine-petrol sample taken from the three different petrol stations that belong to three different firms are explained in the fifth chapter and the analysis results are given in the sixth chapter. Obtained values are compared with European and National norms and the differences in the values are mentioned. In the next chapter required exhaust emission test equipments, how the tests were done and outputs are explained.

As a result; differences are observed on volatility, density, Reid vapor pressure, benzene and sulphure. By taking into consideration the preceding studies in the investigation, in the fuels that have high sulphure content, low volatility and Reid vapor pressure, increase in the emission values were observed. Nevertheless it is important that for the other samples, not observing much difference in the emission levels shows the gasoline that are produced in our country do not have much differences in the base.

Key words: Petrol, gasoline, specification, property, emission.

1.GİRİŞ

İçten yanmalı motorlar ile tahrik edilen araçlarda egzoz emisyonları günümüzde ve gelecek günlerde çevre ve insan üzerinde etkili olmaya devam edecektir. Bu etkinin azaltılması için araç üretici firmalar motorlar üzerinde yoğun araştırmalar yapmaktadır. Diğer taraftan çevreci kuruluşlar ve devletler tarafından kurulmuş komisyonlarca bu etkinin azaltılması için her gün yeni kriterler saptanmaktadır. Bu kriterlere uygun olarak araç üreten firmalar daha düşük emisyon değerlerine sahip motorlar üretmeye zorlanmakta ve teknolojik gelişmeye paralel olarak seyir esnasında emisyonun denetlenmesi sağlayacak yeni donanımlar araçlara eklenmektedir.

Bütün bu gelişmelere rağmen eski normlara uygun olan araçların varlığı, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşça büyük ve teknoloji olarak eski olan taşıtların çevre üzerindeki etkisi, günümüz teknolojisi ile üretilen araçlara oranla daha yüksek olmaktadır. Üretici firmaların egzoz emisyonlarını azaltmak yönündeki çalışmalarına rağmen, motorlarda kullanılan yakıtların özellikleri ve kalitesi diğer bir önemli unsur olmaktadır. Ülkemizde üretilen petrol bazlı yakıtlar rafineride işlenmesinin ardından, farklı satıcı firmalar tarafından değişik katkılarla desteklendiği iddia edilmektedir. Bu firmalar ülke içindeki pazar paylarını artırabilmek için çalışmalar yapmakta ve bu çalışmalar neticesinde değişik isimler altında, emisyon azaltıcı ve performans artırıcı yakıtları müşteriye sunduklarını beyan etmektedirler.

Trafikte en çok kullanılan ve otto çevrimine göre çalışan benzinli taşıtlar için günümüzde farklı firmalar çok iddialı isimlerle benzinler piyasaya sürmekte ve etkili reklamlar ile müşteri potansiyellerini artırmaya çalışmaktadırlar. Ancak çeşitli katkılar ile özelliklerinin artırıldığı iddia edilen benzinler, saklama koşullarının uygunsuzluğu, yeterli denetim yapılmaması ve bazı istasyonlarda miktar artırmaya yönelik katılan yabancı maddelerin etkisi ile kalite kaybına uğramakta, neticede farklı istasyonlardan farklı kalite benzinler olmaktadır.

Yukarıda belirtilen hususlar dikkate alınarak bu alanda araştırma ve deneye yönelik bir çalışmanın yapılması kaçınılmaz olmuştur. Bu amaçla farklı firmalara ait farklı istasyonlardan alınan numuneler için özellik analizler yapılmış ve standart emisyon çevrimi sonunda farklı firmalara ait benzinlerde emisyon ve özellik farklılıkları gözlenmiştir.

2. PETROL

2.1 Petrolün Tanımı ve Oluşum Teorisi

Petrol, jeolojik zamanlarda oluşan ve tortul kütleler arasından çıkarılan bir yer altı ürünüdür. Petrolün oluşumu ile ilgili bir çok teori ortaya atılmakla birlikte, en uygun olanının "Foraminifera" teorisi olduğu kabul edilmektedir. Bu teoriye göre; denizlerde yaşayan Foraminifera isimli mikroorganizmalar çeşitli sebeplerle karalardan kopan parçalar ile beraber sürüklenerek denizin dibinde birikirler, burada yüksek basınç, sıcaklık ve anaeorobik bakteriler etkisi ile değişikliklere uğrayarak yağ ve gaz haline gelir, yani petrolü teşkil ederler. Bu teorinin kabul görmesinde en büyük etken petrolün içinde bulunan vanadyumdur. Kara canlılarının kanında bulunan demire karşın, deniz canlılarında vanadyum bulunur.

2.2 Petrolün Kimyasal Yapısı

Ham petrol karbon (C) ve hidrojenden (H) meydana gelmiş bir hidrokarbon karışımıdır. Petrol organik bir maddedir. Organik maddeler C-H den meydana gelir ve yandıkları zaman bakiye bırakmazlar. Diğer taraftan ham petrol içersinde az miktarda oksijen (O), azot (N), demir (Fe), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), fosfor (P), çok az miktarda da çinko (Zn) ve kobalt (Co) vardır.

Petrol yapısal olarak alifatik ve aromatik hidrokarbonlardan oluşmaktadır. Bu iki tip hidrokarbonun özellik olarak farklılık göstermesi, petrolünde içeriğine göre farklılık göstermesine neden olmaktadır.

2.2.1 Alifatik Hidrokarbonlar

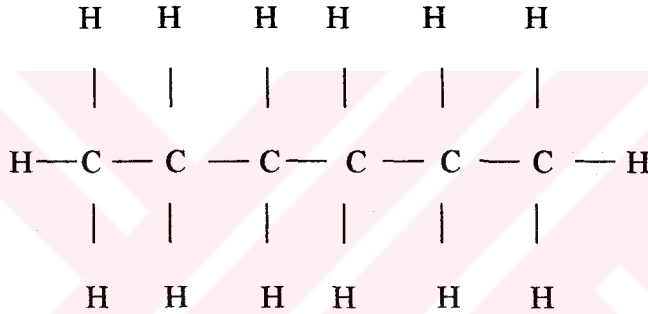
2.2.1.1 Doymuş Hidrokarbonlar

Alifatik bir hidrokarbonda karbon atomları birbirlerine tek bağ ile bağlıysa, bu tür hidrokarbonlara daha fazla hidrojen bağlanamayacağından doymuş hidrokarbonlar adı verilir. Metan, etan, propan, bütan, pentan, hekzan, heptan, oktan, nonan ve dekan olarak adlandırılan alkanlar bu sınıfa girer. Doymuş hidrokarbonların en önemli özellikleri şunlardır;

- I- Oktan sayıları düşüktür.
- II- II-Setan sayıları yüksektir.
- III- Reaksiyona girme özelliği az olup H_2SO_4 ile reaksiyon vermezler.
- IV- Mum (wax) fazladır.
- V- Eritme kabiliyeti yoktur.
- VI- Fazla hidrojen içerdikleri için düşük özgül ağırlığa sahiptirler.
- VII- Uzun zincirlerin çabuk parçalanma eğilimlerinin olması nedeniyle ısıya karşı direnci azdır.

2.2.1.1.1 Parafinler

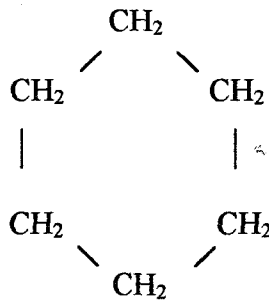
Düz ve dallanmış olan, zincir şeklindeki doymuş hidrokarbonlardır. Kısaca karbon atomları ile hidrojen atomlarının bağlanması ya düz bir zincir halinde yada dallanmış yapıda olmaktadır. Kapalı formülleri C_nH_{2n+2} olan parafinler için örnek olarak heksan verilebilir.



Şekil 2.1 Hekzanın kimyasal yapısı

2.2.1.1.2 Naftenler

Halka (Siklo) parafinler olarak adlandırılırlar. Kapalı formülleri C_nH_{2n} dir. Parafinler gibi doymuş, aromatikler gibi halkalı yapıya sahiptirler ve ikisinin arası özellikler gösterirler. Örnek olarak siklo-heksan verilebilir.



Şekil 2.2 Siklo-heksanın kimyasal yapısı

2.2.1.2 Doymamış Hidrokarbonlar

Eğer karbon atomları arasında çift ya da üçlü bağ varsa bu tür hidrokarbonlara doymamış hidrokarbonlar adı verilir. Bu tip hidrokarbonlara doymuş olanlardan farklı olarak daha fazla hidrojen atomu bağlanabilir. Doymamış hidrokarbonların çift bağ içerenlerine alken, üç bağ içerenlerine alkin adı verilir. Doymamış hidrokarbonların en önemli özellikleri şunlardır;

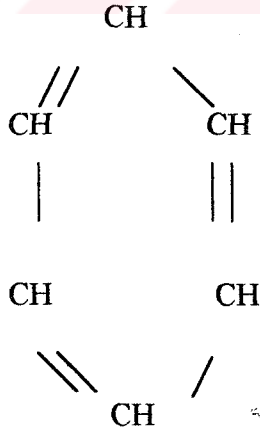
- I- Oktan sayıları yüksektir.
- II- Setan sayısı düşüktür.
- III- Kolayca reaksiyon verirler (H_2SO_4)
- I- Eritme kabiliyeti yüksektir.
- II- Yanarken is yaparlar.

2.2.1.2.1 Olefinler

Genel formülleri C_nH_{2n} olan olefinler , özellikle kraking sırasında fazla miktarda oluşur. Petrol ürünleri içersinde hava ile reçineleşirler.

2.2.2 Aromatik Hidrokarbonlar

Kapalı formülleri C_nH_{2n} olan bu grup, halka şeklinde ve çift bağ ihtiva eden doymamış hidrokarbonlardan oluşmuşlardır. Bu sınıfın en iyi örneği benzen olup açık yapısı şekildeki gibidir



Şekil 2.3 Benzenin kimyasal yapısı

2.2.2.1 Aromatiklerin Özellikleri

- III- Kimyasal stabilitesi azdır ve konsantre sülfürik asit ile birleşir.
- IV- Isı stabilitesi yüksektir.
- V- Oktan sayısı yüksektir.
- VI- Setan sayısı düşüktür.
- VII- Çözücülük kuvveti yüksektir.
- VIII- Yüksek karbon içermesi nedeni ile yüksek özgül ağırlığa ve fazla duman çıkarma özelliğine sahiptirler.

2.3 Ham Petrolün Sınıflandırılması

2.3.1 Parafinik Yapılı Ham Petroller

İçerdikleri parafinik hidrokarbon miktarı yüksek olan ham petroller, parafinik yapılı olarak nitelendirilir. Bu tip ham petrolde elde edilen ürünlerin en temel özellikleri şunlardır;

- I- Madeni yağlar için aranan bir özellik olan viskozite indeksi çok yüksektir.
- II- Gaz yağının islenme noktası çok yüksektir.
- III- Elde edilen motorinin Diesel indeksi yüksek olup, yanma kalitesi çok iyidir.
- IV- Elde edilen tüm bu ürünlerin kükürt miktarı çok azdır.
- V- Elde edilen benzinin oktan sayısı düşüktür.
- VI- Madeni yağların akma noktaları yüksektir.
- VII- Yüksek sıcaklıkta çalışan bu tip yağlarda meydana gelen oksitlenme sonucunda viskozitede hızlı bir artış görülür. Oluşan asidik maddeler metal satırları aşındırır.

2.3.2 Karışık Yapılı Ham Petroller

Dünyada işlenen ham petrolerin %75'i bu tip ham petrolerdir. Parafinik ve naftenik petrolerin özellikleri arasında bir özellik gösterirlerse de birçok açıdan parafinik ham petrolere daha yakındırlar. Bu tip ham petroler en önemli özellikleri şunlardır;

- I- İhtiva ettikleri benzin oranı yüksektir.
- II- Wax ihtiva ederler.
- III- Kükürt ihtiva ederler (%0.1 - %2.6 dan daha fazla)
- IV- İşlenen benzinin oktan sayısı düşüktür.

Ayrıca, parafinik ham petrolerden elde edilen kalitede madeni yağ elde etmek mümkün olmasına rağmen üretim maliyeti daha yüksek olmaktadır.

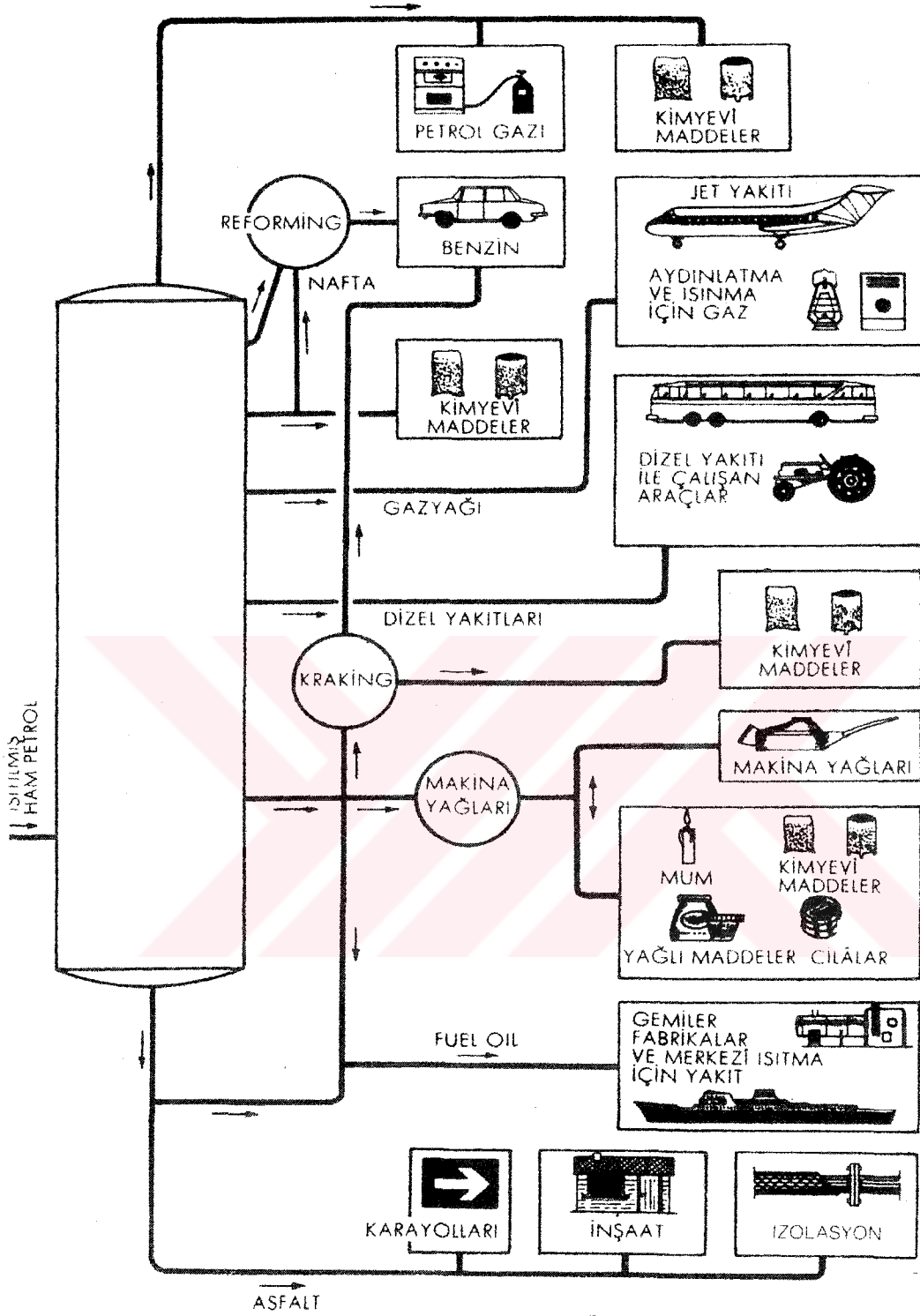
2.3.3 Naftenik Yapılı Ham Petroller

Bu tip petroller genellikle parafinik ve karışık yapılı ham petrolere nazaran daha fazla kükürt ihtiva ederler. Ancak wax ihtiva etmezler. Bu nedenle bu tip ham petrolden madeni yağ üretimi çok ekonomik olarak yapılabilir. Bu tip ham petrolden elde edilen ürünlerin en temel özellikleri şunlardır;

- I- Elde edilen benzinin oktan sayısı yüksektir.
- II- Wax ihtiva etmediği için Diesel yakıtı ve madeni yağ üretiminde yapılacak masraf düşüktür.
- III- Yüksek kalitede ve bol miktarda Asfalt elde etmek mümkündür.
- IV- Bu tip madeni yağların motor yataklarını aşındırma kabiliyeti azdır.
- V- Kükürt miktarı fazladır.
- VI- İhtiva ettiği tuzlar ve yabancı maddeler tasfiye sırasında sorun yaratabilir.
- VII- Bu tip petrollerin ihtiva ettiği benzin oranı azdır.
- VIII- Üretilen madeni yağların viskozite indeksi düşük ve rengi koyudur.
- IX- Üretilen gazyağının islenme noktası çok düşüktür.

2.4 Ham Petrolden Elde Edilen Ürünler

- I- Benzin
- II- Motorin
- III- Gazyağı (aydınlatma ve jet yakıtı üretimi)
- IV- Petrol gazı(Lpg)
- V- Fuel oil (gemi, santral, ısıtma amaçlı yakıt)
- VI- Makine yağları
- VII- Asfalt (çok amaçlı)
- VIII- Çeşitli kimyevi maddeler
- IX- Mum ve cilalar



Şekil 2.4 Petrolde elde edilen ürünlerin üretim akışı (Shell yayınları)

3. BENZİN

Petrolün rafine edilmesiyle elde edilen, 200'den fazla hidrokarbon bileşenden oluşan bir karışımdır. Otomobil benzini, distilasyon (buharlaştırma) aralığı 32°C- 220 °C arasında olan sıvı hidrokarbonlardan oluşur. Diğer akaryakıtlara nazaran çok daha çabuk buharlaşabildiğinden parlayıcı bir özelliğe sahiptir.

İçten yanmalı motorların özelliklerine göre rafinerilerde elde edilen benzinin oktan sayısı 91 ila 95 (Türkiye için) arası değişiklik göstermektedir. Ancak oktan sayısı yabancı ülkelerde 145'e kadar yükselmektedir. Artan oktan sayısı ile artan vuruntu direnci, daha yüksek sıkıştırma oranlı motorların yapılmasına imkan verdiği gibi toplam verim üzerinde olumlu etkileri vardır. Bu nedenle oktan sayısını yükseltmek rafinasyon sonrası en önemli işlem olmuştur.

Benzinler – 40° C sıcaklıkta da yanıcı, parlayıcı buharlar oluşturmaktadır. Çok düşük sıcaklıklarda benzinin buharlaşabilmesi, bulunduğu kaptaki oksijenin süpürülmesini sağlar ve yanma riskini azaltır. Ancak kabın dışına çıkınca oksijen ile birleşirse yanma gerçekleşir.

Benzin buharının yanıcı, parlayıcı olabilmesi için 100lt. hava içinde 1.5-7.5lt. arasında olması gerekir. Bu limitlerin altındaki karışımlar çok fakir, üstündeki karışımlarda çok zengin olduğu için yanamazlar. Kısaca 1gr. Benzin 13-17gr. hava ile en iyi yanmayı gerçekleştirir. 1lt. sıvı benzinin buharlaşması ile 300lt benzin buharı meydana gelir. Benzinin buharı havadan 3-4 defa daha ağırdır ve bu sebeple bulunduğu kaptan dışarı çıktığında alçak yerlerde toplanır.

Benzin her ne kadar yanıcı ve parlayıcı bir madde olsa da tutuşma sıcaklığı oktan sayısı ile değişmektedir. Örneğin; normal benzin ile hava karışımının sıkıştırma anında herhangi bir kıvılcım olmadan kendi kendine yanabilmesi için yaklaşık 300 ° C sıcaklığın üstüne çıkması gerekirken, süper benzin ile hava karışımında bu sıcaklığın 500 ° C üzerinde olması gerekir. Bu özellik sayesinde günümüzde üretilen taşıt motorlarında daha yüksek sıkıştırma oranlarına ve daha yüksek sıcaklıklara çıkılarak, güç ve verim de artış elde edilmektedir.

3.1 Benzin Yapısı

Değişik hidrokarbonlardan oluşan benzinin yapısının her zaman aynı olduğu söylemek mümkün değildir, çünkü karmaşık kimyasal bileşimi rafineride coğrafik bölge, iklim, mevsim ve yerel gereksinimler uyarınca değişik biçimlerde rafinerilerde hazırlanır. Benzin kompozisyonunun emisyon sınırlarındaki değişime paralel olarak değişmesi de tam bir kompozisyon olmamasında etkilidir.

Buna rağmen tüm hidrokarbonlar dikkate alınmadan tipik bir kompozisyon çizelge 3.1'de ve iki ülke bazında tipik kompozisyonunun farklılıkları çizelge 3.2'de görülmektedir.

Çizelge 3.1 Tüm hidrokarbonların dikkate alınmadığı tipik bir benzin kompozisyonu(*)

| %15 Parafinler | RON | MON | KN (C) | d (g/ml 15C) | KKTS (C) |
|---|------------|------------|---------------|---------------------|-----------------|
| n- bütan | 113 | 114 | -0,5 | gaz | 370 |
| n-pentan | 62 | 66 | 35 | 0,626 | 260 |
| n-hegzan | 19 | 22 | 69 | 0,659 | 225 |
| n-heptan | *0* | *0* | 98 | 0,684 | 225 |
| n-oktan | -18 | -16 | 126 | 0,703 | 220 |
| Aşağıda bulunan 3 alkan benzinde istenmez bu nedenle kerozen ile karıştırılmaz | | | | | |
| n-dekan | -41 | -38 | 174 | 0,730 | 210 |
| n-dodekan | -88 | -90 | 216 | 0,750 | 204 |
| n-tetradekan | -90 | -99 | 253 | 0,763 | 200 |
| %30 Izo-parafinler | | | | | |
| 2-metilpropan | 122 | 120 | -12 | gaz | 460 |
| 2-metilbütan | 100 | 104 | 28 | 0,620 | 420 |
| 2-metilpentan | 82 | 78 | 62 | 0,653 | 306 |
| 3-metilpentan | 86 | 80 | 64 | 0,664 | - |
| 2-metilhegzan | 40 | 42 | 90 | 0,679 | - |
| 3-metilhegzan | 56 | 57 | 91 | 0,687 | - |
| 2,2- dimetilpentan | 89 | 93 | 79 | 0,674 | - |
| 2,2,3-trimetilbütan | 112 | 112 | 81 | 0,690 | 420 |
| 2,2,4-trimetilpentan | **100 | **100 | 98 | 0,692 | 415 |
| %12 Sikloparafinler | | | | | |
| Siklopentan | 141 | 141 | 50 | 0,751 | 380 |
| Metilsiklopentan | 107 | 99 | 72 | 0,749 | - |
| Siklohegzan | 110 | 97 | 81 | 0,779 | 245 |
| Metilsiklohegzan | 104 | 84 | 101 | 0,770 | 250 |
| %35 Aromatikler | | | | | |
| Benzen | 98 | 91 | 80 | 0,874 | 560 |
| Toluen | 124 | 112 | 111 | 0,867 | 480 |
| Etil benzen | 124 | 107 | 136 | 0,867 | 430 |
| Meta-kısilen | 162 | 124 | 138 | 0,868 | 463 |
| Para-kısilen | 155 | 126 | 138 | 0,866 | 530 |
| Orto-kısilen | 126 | 102 | 144 | 0,870 | 530 |
| 3-etiltoluen | 162 | 138 | 158 | 0,865 | - |
| 1,3,5-trimetilbenzen | 170 | 136 | 163 | 0,864 | - |
| 1,2,,4-trimetilbenzen | 148 | 124 | 168 | 0,889 | - |
| % 8 | | | | | |
| Olefinler | | | | | |
| 2-pentan | 154 | 138 | 37 | 0,649 | - |
| 2-metilbüten-2 | 176 | 140 | 36 | 0,662 | - |
| 2-metilpenten-2 | 159 | 148 | 67 | 0,690 | - |
| Siklopenten | 171 | 126 | 44 | 0,774 | - |
| Aşağıdaki olefinler çok az miktarda bulunurlar ancak yüksek oktan sayısına sahiptirler | | | | | |
| 1-metilsiklopenten | 184 | 146 | 75 | 0,780 | - |
| 1,3siklopenten | 218 | 149 | 42 | 0,805 | - |
| Disiklopentadien | 229 | 167 | 170 | 1,071 | - |

(*) HAMILTON B., FAQ, Gasoline

RON:Araştırma oktan numarası MON:Motor oktan numarası d:yoğunluk

K.N:Kaynama noktası K.K.T.S:Kendi kendine tutuşma sıcaklığı

Çizelge 3.2 İki ülke bazında tipik kompozisyonunun farklılıkları

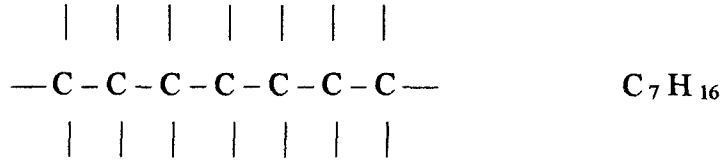
| Bileşik | Fransız Premium | Alman Premium | Alman Normal |
|--------------------|-----------------|---------------|--------------|
| Parafinler | 44,47 | 43,3 | 47,3 |
| C4 | 1,46 | 3,00 | 1,42 |
| C5 | 11,64 | 22,3 | 14,12 |
| C6 | 12,27 | 11,04 | 10,54 |
| C7 | 11,52 | 4,26 | 9,51 |
| C8 | 4,26 | 1,73 | 6,25 |
| C9+ | 0,65 | 0,97 | 5,48 |
| Naftenler | 2,67 | | |
| C5 | 0,18 | | |
| C6 | 1,03 | | |
| C7 | 1,41 | | |
| C8 | 0,05 | | |
| Olefinler | 7,36 | 3,9 | 11,7 |
| C4 | 0,59 | 0,89 | 1,43 |
| C5 | 3,16 | 1,88 | 0,7 |
| C6 | 2,09 | 0,57 | 2,66 |
| C7 | 1,4 | 0,28 | 2,67 |
| C8 | 0,12 | 0,1 | 1,41 |
| C9+ | - | 0,16 | 2,00 |
| Diolenler | 0,12 | - | - |
| C5 | 0,06 | - | - |
| C6 | 0,06 | - | - |
| Aromatikler | 45,79 | 52,8 | 41,4 |
| C6 | 2,22 | 3,93 | 2,59 |
| C7 | 12,84 | 5,31 | 8,53 |
| C8 | 16,70 | 9,16 | 5,94 |
| C9 | 10,76 | 20,25 | 11,79 |
| C10 | 3,08 | 14,14 | 11,18 |
| C11 | 0,19 | - | 1,33 |

3.1.1 Benzinde Bulunan Doymuş Hidrokarbonlar

- Aka parafinler ve alkanlar bu gruba girmektedir.
- Benzinde bulunan stabil ve ana elemanlardır.
- Bu tip hidrokarbonların yanmaları ile temiz alev gözlenir.

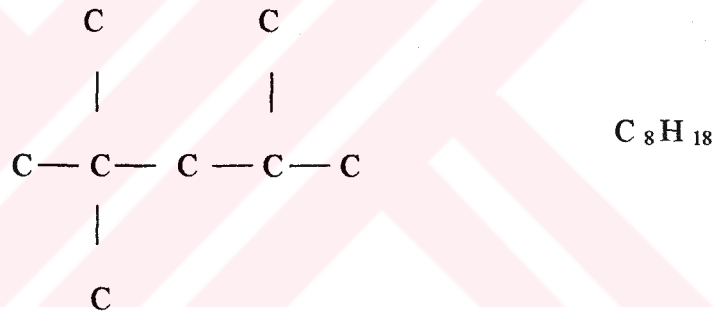
3.1.1.1 Alkanlar

- Normal yapılı alkanlar düz zincir yapıdadırlar ve kapalı formülleri $C_n H_{2n+2}$ olarak ifade edilir. Şekil 3.1' de bu gruba örnek olan normal heptan görülmektedir. (*)



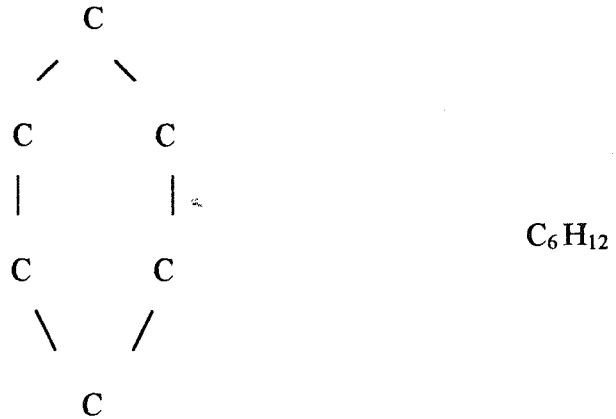
Şekil 3.1 Normal heptanın kimyasal yapısı

- İzo yapılı alkanlar dallanmış yapıdadırlar ve kapalı formülleri $C_n H_{2n+2}$ olarak ifade edilir. (aka 2,2,4-trimetil pentan) Şekil 3.2'de bu gruba örnek olan izo-oktan görülmektedir. (*)



Şekil 3.2 İzo-oktanın kimyasal yapısı

- Siklo yapılı alkanlar dairesel yapıdadırlar ve kapalı formülleri $C_n H_{2n}$ olarak ifade edilir. (aka naften) Şekil 3.3'de bu gruba örnek olan siklo hekzan görülmektedir. (*)



Şekil 3.3 Siklo hekzanın kimyasal yapısı

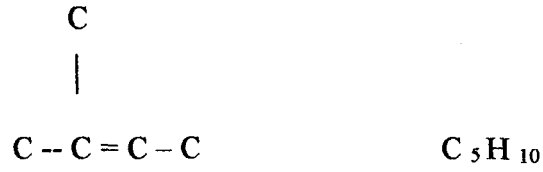
(*) HAMILTON B., FAQ, Gasoline

3.1.1 Benzinde Bulunan Doymamış Hidrokarbonlar

- Benzinde bulunan diğer stabil olmayan elemanlardır
- Bu tip hidrokarbonların yanmaları ile dumanlı alev gözlenir. Bu nedenle benzin içindeki yüzdeleri azaltılmaya çalışılmaktadır

3.1.2.1 Alkenler

- Aka olefinler alken olarak ifade edilir.
- Şekil 3.4'te görüldüğü gibi çift karbon bağlı yapılardır.(*)
- Benzin içindeki yüzdeleri azaltılmaya çalışılmaktadır.



Şekil 3.4 2- metil-2-bütanın kimyasal yapısı

3.1.2.2 Alkiler

- Aka asetilen alkil olarak ifade edilir.
- Şekil 3.5'te görüldüğü gibi üç karbon bağlı yapılardır.(*)
- Rafineri benzinlerinde çok az miktarda bulunmaktadır.

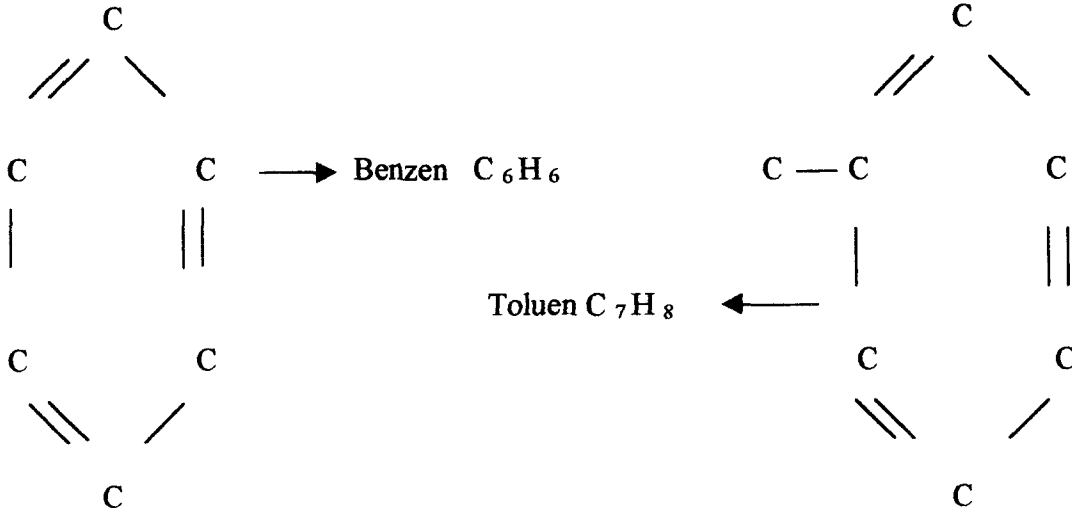


Şekil 3.5 Asetilenin kimyasal yapısı

3.1.2.3 Arenler

- Aka aromatik olarak ifade edilir.
- Özellikle benzen ve toluen bu gruba örnektir. Bu iki aromatik oktan sayısını yükseltmelerine rağmen çevre için çok zararlı olmaları nedeni ile benzin içindeki yüzdelerinin azaltılması gerekmektedir. Şekil 3.6'da bu gruba örnek olarak benzen ve toluenin kimyasal yapısı görülmektedir.

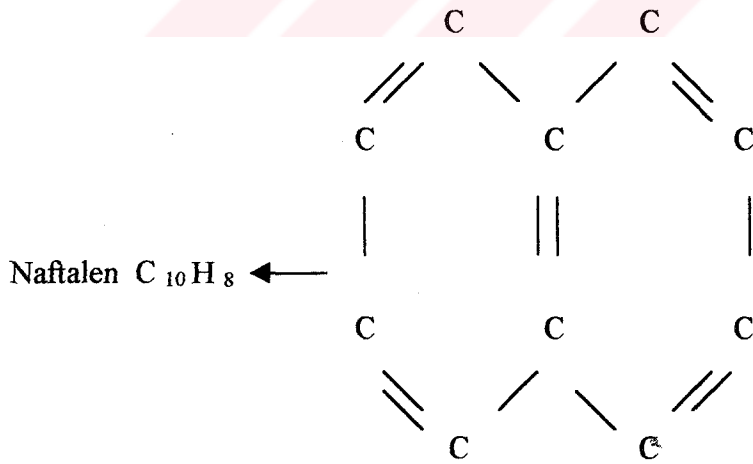
(*). Bruce HAMILTON, FAQ, Gasoline



Şekil 3.6 Benzen ve toluenin kimyasal yapıları (*)

3.1.2.4 Polinükleer Aromatikler

- Yüksek kaynama noktasına sahiptirler.
- Benzinde çok az miktarda bulunurlar.
- Şekil 3.7'te görüldüğü gibi benzen halkalarının bir araya gelmesi ile oluşan naftalen bu gruba girmektedir. (*)
- Çoklu polinükleer aromatikler yüksek toksik özelliğe sahiptir ve benzinde bulunmaz.



Şekil 3.7 Naftalenin kimyasal yapısı

(*) HAMILTON B., FAQ, Gasoline

3.2 Ham Petrolden Benzin Üretimi

3.2.1 Rafinasyon Metotları

3.2.1.1 Kimyasal Metotlar

Ham petrolün arıtma işlemi, petrolün kökeni ve ihtiva ettiği diğer yabancı maddelere göre değişik şekillerde yapılır. Petrolün ihtiva ettiği bazı yabancı maddelerin giderilmesi için, farklı kimyasal metotlar uygulanır. Bu metotlar ile yabancı maddeler benzinden uzaklaştırılır. (*)

- I- **Doktor Solüsyonu:** Kurşun asetat veya kurşun oksit çözeltisi ile NaOH çözeltisinin bir karışımıdır. Petrol içindeki serbest kükürdü ayırmak için kullanılır. Genellikle tiofen, merkaptan ve sülfürlere karşı kullanılır.
- II- **Sülfürik Asit (H_2SO_4) :** Petrol içindeki yarı doymuş, çift bağlı hidrokarbonlar (olefinler) polimerizasyon ve oksidasyonla reçineleşip ayrışırlar. Bu metot parafenik kökenli petrolere uygulanır.

3.2.1.2 Fiziksel Metotlar

- I- **Edeleanu Metodu:** Basınç altında ham petrol sıvı kükürt dioksit (SO_2) ile işleme tabi tutulur. Sıvı SO_2 bütün yabancı maddeleri alır, destilasyonla uzaklaştırılır. SO_2 gaz halinde uçunca yabancı maddeler bozulmadan geri kalır, fakat oktan sayısı bir miktar düşer.
- II- **Furfurol Metodu:** Petrol içersindeki istenmeyen birçok maddenin alınmasını sağlar.

3.2.1.3 Destilasyon Metodları

Destilasyon, herhangi bir sıvı karışımın buharlaşma neticesinde buhar ve bakiyenin, ayrı- ayrı elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Kısaca bu metot ile kaynama noktası düşük olanın hemen buhar haline geçmesi, yüksek olanın ise bakiye olarak kalmasını sağlar. (*)

3.2.1.3.1 Pott Stil Destilasyon

- I- Ham petrol pot şeklinde bir kaba alınarak ısıtılır.
- II- Petrol ısıtılırken, kondenser etrafından su sirkülasyonu yapılır.
- III- Ham petrol ısıtıldıkça ilk olarak benzin buharı çıkar ve kondenserde yoğunlaştırılan bu buhar tanklara sıvı olarak pompalanır.

(*)Yakıtlar ve Yağlar, Petrol Ofisi, Madeni Yağ Şube Müdürlüğü yayınları

- IV- Bir miktar daha ısıtılan ham petrolden, gazyağı buharı çıkar ve kondenserde yoğunlaştırılan bu buhar tanklara sıvı olarak pompalanır.
- V- Kaba verilen ısının artırılması ile motorin buharı çıkar ve kondenserde yoğunlaştırılan bu buhar tanklara sıvı olarak pompalanır.
- VI- Isıtılmaya devam edilmesi ile yağlama yağı buharları çıkar ve yoğunlaştırularak depolanır.
- VII- Isıtılma işlemi sonunda kapta kalan kalıntıya, yakıt kalıntısı (residue) olarak adlandırılır ve fuel oil olarak tanklarda depolanır.

Bu tip destilasyon , kayıpların yüksek olması ve daha gelişmiş yöntemlerin olması nedeni ile artık kullanılmamaktadır.

3.2.1.3.2 Shell Stil Destilasyon

Atmosfere kondensersizli Shell stiller, pott stillerden sürekli çalışmalarını bakımından farklıdır. Temelde sistemler birbirine benzer olsa da, Shell tip destilasyonda 8 adet büyükten küçüğe (numara olarak) sıralanmış arıtma ünitesi bulunmaktadır.

- I- Ham petrol en yüksek numaralı arıtıcıya doldurulur ve ısıtılır.
- II- Fraksiyon neticesinde bir miktar benzin buharı çıkar ve bu buhar yoğunlaştırularak benzin olarak tanka pompalanır.
- III- Geri kalan yağ ikinci arıtıcıya geçer. İkinci arıtıcıda sıcaklık birinci arıtıcıya göre daha yüksektir. Bu arıtıcıdan da bir miktar benzin buharı çıkar ve bu buhar yoğunlaştırularak benzin olarak tanka pompalanır.
- IV- Üçüncü arıtıcıda son benzin buharı elde edilir ve yoğunlaştırularak depolanır.
- V- Üçüncü arıtıcıdan çıkan yağ sırasıyla sıcaklığı daha yüksek olan dördüncü arıtıcıya girer ve gazyağı fraksiyonu olur.
- VI- Sıcaklığı dördüncü arıtıcıya göre daha yüksek olan beşinci arıtıcıda motorin fraksiyonu olur.
- VII- Artan sıcaklık ile devam eden işlem sonunda kalan bakiye (residue) soğutularak tankta depolanır.

Ham petrolün destilasyonu yukarıdaki işlemlerden anlaşılacağı gibi içerdiği değişik hidrokarbonların kaynama noktaları ile ilişkilidir. Isıtılmaya başlandığında önce düşük kaynama noktalı hidrokarbonlar buhar haline gelir ve yoğunlaştırularak sıvı halde depolanır. Bu şekilde yapılan normal bir destilasyonda çizelge 3.3'de verilen ürünler elde edilir.

Çizelge 3.3 Destilasyon aralığı ve ürünler

| <u>Destilasyon Ürünü</u> | <u>Destilasyon Aralığı °C</u> |
|---------------------------|-------------------------------|
| <i>Petrol Gazları</i> | 35 |
| <i>Hafif benzin</i> | 35-95 |
| <i>Ağır benzin</i> | 35-200 |
| <i>Gaz yağı (Kerozen)</i> | 150-250 |
| <i>Diesel yakıtı</i> | 200-425 |
| <i>Ağır motorin</i> | 370-550 |
| <i>Makine yağları</i> | 370-550 |
| <i>Bakiye</i> | 425-ve yukarı |

Bu ürünler arasında nafta ve solventler vardır.

Nafta: %10 nu 175 °C'a kadar ve %90 nı 250 °C'ın altında destile olan kısma denir.

Solventler: Benzin ve gazyağı aralıklarından alınan, dar bir destilasyon aralığına sahip ürünlerdir. Solventler anilin noktasına göre iki gruba ayrılırlar.

- Yüksek anilin noktalı solventler : Az miktarda aromatik hidrokarbon bileşik ihtiva ederler. Uçucu ve az uçucu olanları boya sanayinde ve metal temizleme işlerinde kullanılır.
- Alçak anilin noktalı solventler : Yüksek miktarda aromatik hidrokarbon bileşikleri ihtiva ederler. Reçine çözücü ve böcek ilacı sanayinde kullanılırlar.

3.2.1.3.3 Fraksiyonlu Destilasyon

Üretim sahalarında dinlendirilen ham petrol işlenmek üzere rafinerilere sevk edilir. İçersinde yüksek miktarda su ve tuz bulunduğu için bu şekilde işlenemez. Bu amaçla petrolün sıcaklığı 100 °C olana kadar ısıtılır. Isıtma işlemi soğutulması gereken bir ürün ile yapılır. Isıtılan petrol tuz ayırıcıdan (Desalter) geçirilir. Bu esnada içinde bulunan serbest asitleri gidermek için bir miktar kostik ilave edilir. Su ve tuzdan arındırılan ham petrol fırınlardan önce yerleştirilmiş ısı değiştiricilerine gönderilir. Isı değiştiricilerinde soğutulması gereken bir üründen ısı çeken ham petrolün sıcaklığı bir miktar artar. Sıcaklıktaki bu artış ile fırın yükü bir miktar azalır. Değiştiriciden fırına giren ham petrol burada 380 °C'a kadar ısıtılır. (*)

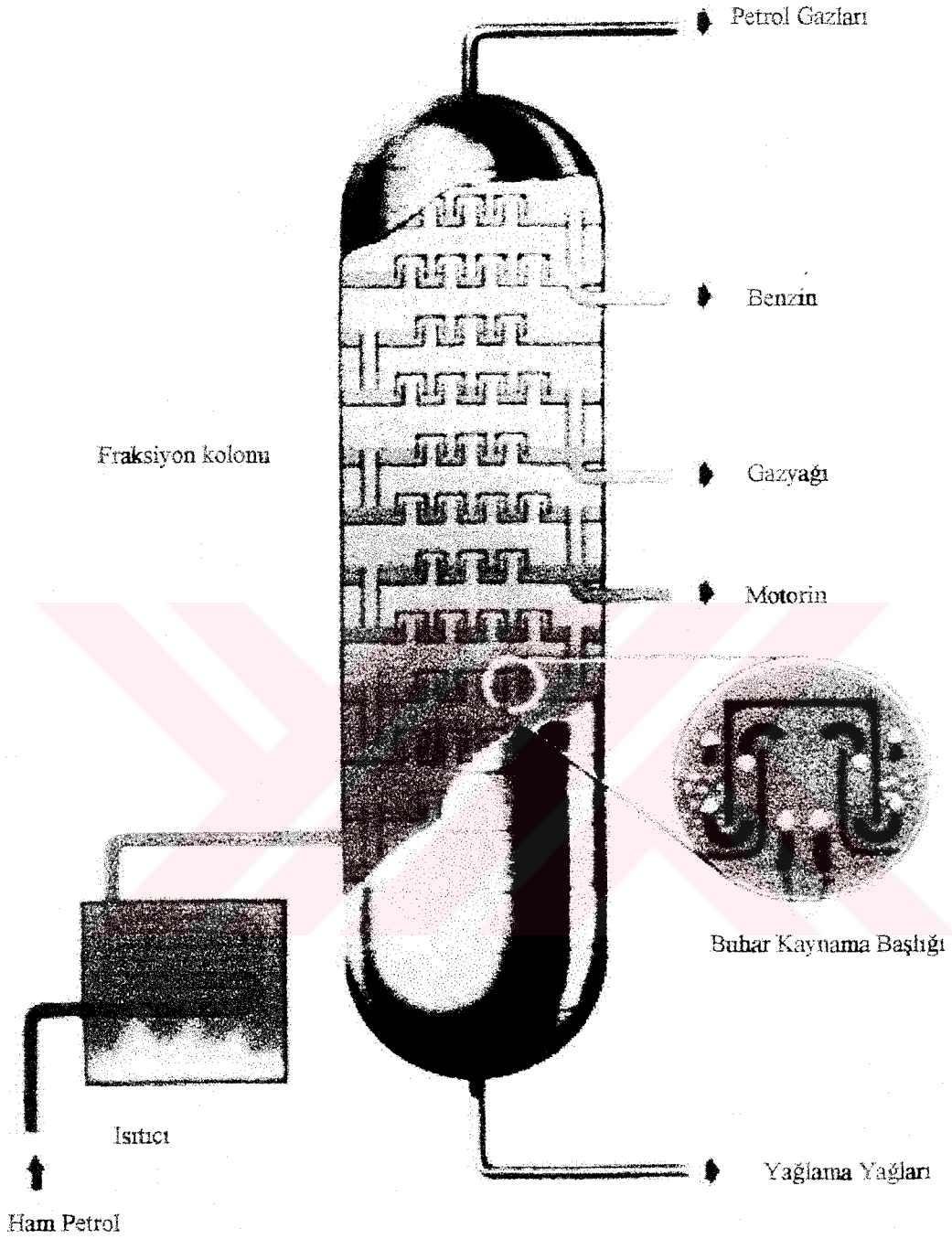
Isıtılan petrol fraksiyon kulesinin dibe yakın bir yerine gönderilir. Şekil 3.8'de görülen bu kule kat-kat tepsiler ve kaynama başlıklarından oluşur. Kaynama noktası düşük olan, hafif hidrokarbonlar kulenin yukarılarına doğru buharlaşarak ilerler ve soğudukça o bölgede yoğunlaşır, sıvı haline geçerler.

(*)Yakıtlar ve Yağlar, Petrol Ofisi, Madeni Yağ Şube Müdürlüğü yayınları

Sıvı haline geçen bu hidrokarbonlar tepsinin taşma borusunun seviyesini aştığı anda bir alt tepsiye dökülür. Bir alttaki tepsinin sıcaklığı, üsttekine göre daha yüksek olduğu için tekrar buharlaşan bu hidrokarbonlar üste çıkar ve bu şekilde devam eden reaksiyonlar sonucunda her tepside, belirli sıcaklıklar arasında kaynayan hidrokarbonlar birikmiş olur.

380 °C'a kadar buharlaşmayan hidrokarbonlar ise damıtma sütununa sıvı olarak girdiklerinden, sütunun alt kısmında toplanır ve bunlara birinci bakiye(tortu) denir. Birinci bakiyede bulunan ve 380 °C'ta buharlaşmayan hidrokarbonlar daha yüksek sıcaklıkta krakinge uğrayacağından, vakum destilasyonuna tabi tutulur. Bu nedenle birinci kuleden alınan bakiye, vakum destilasyon kulesine gönderilir. Vakum kulesinde sağlanan basınç düşüşü ile birinci bakiyeden kalan hafif ürünler buharlaşır. Böylece yağlama yağları ile çeşitli amaçla yakıt olarak kullanılan fuel-oil elde edilir. Bu kulede de buharlaşmayan petrol kalıntısına ikinci bakiye adı verilir ve bitüm eldesin de kullanılır.





Şekil 3.8 Fraksiyonlu destilasyon kulesi basit yapısı (Shell yayınları)

3.2.2 Tüpraş Benzin Üretim Aşamaları

Fraksiyonlu destilasyon kulesinden ayrı hatlardan çıkan ürünler diagramda görüleceği gibi değişik ünitelere gönderilmektedir. TÜPRAŞ'ın İzmit rafinerisine ait akış diagramında (bkz. şekil 3.9) görüldüğü gibi benzin üç farklı noktadan benzin toplayıcısına gelmektedir. Fraksiyon kulesinden çıkan hafif nafta izomerizasyon ünitesinde izomerleştirilir ve benzin toplayıcısına gönderilir. Kuleden çıkan ağır nafta ile vakum ünitesinden çıkan ve hydrocracker ile parçalanarak petrolden gelen nafta toplanarak hidrojenle kükürt giderme (HDS) ünitesine gönderilir. Bu ünite ile kükürtü giderilen nafta reformer ünitesine geçer. Diğer taraftan vakum ünitesinden, Fluid Catalitik Craking (FCC) ünitesine gönderilen petrolden elde edilen benzin direkt olarak benzin toplayıcıya gönderilir. Tüm bu kollardan gelen benzin, benzin toplayıcı da karıştırılarak, farklı benzinler için oktan sayısını artırmak amacı ile TEL (Tetra Etil Lead) ilave edilir.

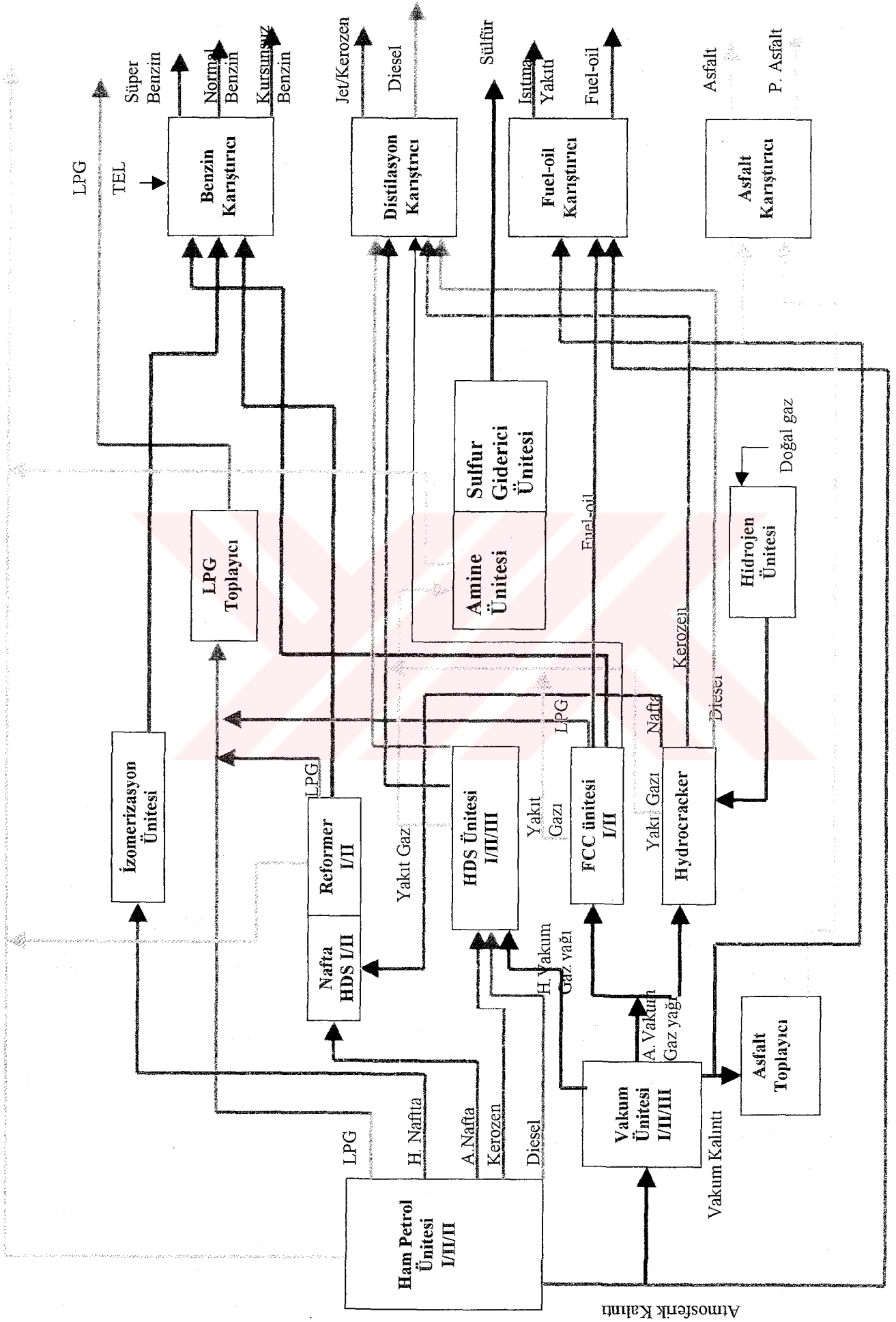
3.2.2.1 İzomerizasyon Ünitesi

İzomer maddeler; kaba formülleri aynı, fakat kimyasal yapıları farklı olan maddelerdir. Bu gruba örnek olarak izo-bütan ve normal bütan verilebilir. İzomerizasyon işleminde düz zincir yapı, dallanmış yapıya dönüştürülmekte ve n-C₅ ve n-C₆ parafinler, izoparafinlere dönüştürülerek oktan sayısı yükseltilmektedir. Bu işlem sırasında AlCl₃ veya platinum kökenli katalizörler kullanılır ve reaktör hidrojen ortamına bırakılır. Şekil 3.10'da görülen ünite, hafif nafta katalizörü aktif hale getirilir ve H₂ gibi halojen bir bileşik ile karıştırılır. Daha sonra reaksiyon sıcaklığına kadar ısıtılarak, reaktöre gönderilir. Bu sistemde hidrojen ve reaktivator sistem içinde kapalı ve dönüşümlüdür.(*).

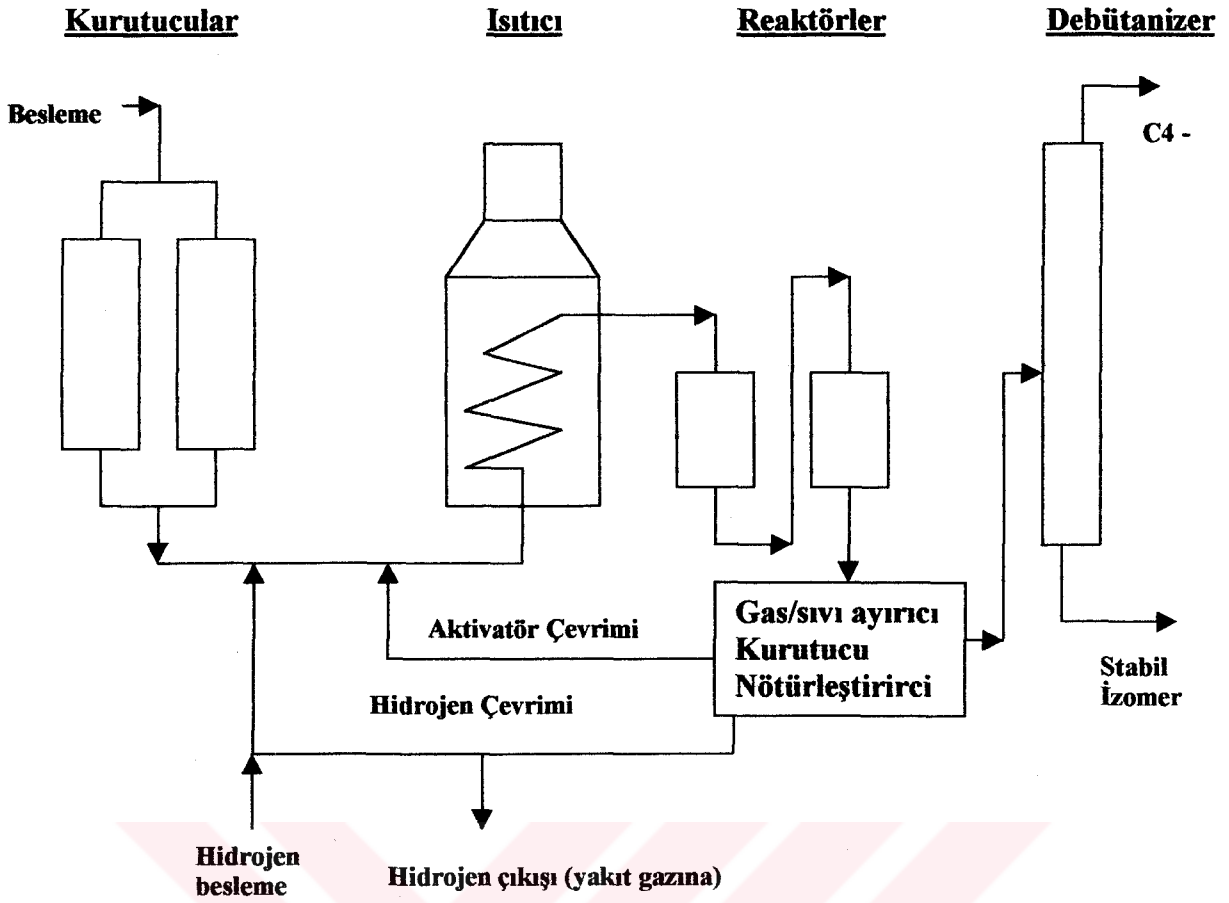
İzomerizasyon reaksiyonu düşük sıcaklıklarda gerçekleşir(100-200° C). Denge reaksiyonu ürünleri, n-parafinlerden izomeratlara doğru gider. Diğer kalan n-parafinler tekrar izomerizasyon işlemine tabi tutulur ve bu şekilde oktan sayısı yükseltilir. Bu kombine prosese toplam izomerizasyon prosesi (TIP) denir. Çizelge 3.4'de elde edilen ürünün tek işlem ve toplam izomerizasyon prosesi sonucu RON değerindeki değişim görülmektedir.

Diğer taraftan, izomerizasyon ile elde edilen izoparafinler, n-parafinlere göre düşük kaynama noktasına, daha yüksek uçuculuk ve RVP değerine sahiptir. Buna rağmen tabloda da görüldüğü gibi oktan sayısını yükseltirler. Ancak RVP değerinin aşırı yüksek olmasının istenmeyen bir durum olması nedeni ile yakıt içinde uçuculuğu artıran madde konsantrasyonu azaltılır. Uçuculuğu artıran bütan, izomerizasyon ile izo-bütan haline dönüştürülmektedir.

(*):MARSHALL E.L, OWEN K. Motor Gasoline



Şekil 3.9 TÜPRAŞ Akış Diagramı



Şekil 3.10 İzomerizasyon ünitesi şematik şekli (*)

Çizelge 3.4 Tek ve toplam izomerizasyon işlemi sonrası kompozisyon ve oktan sayısı değişimi (*)

| Bileşik | Kompozisyon (%ağılık) | | |
|------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------|
| | Besleme C ₅ C ₆ | Tek işlem ürünü | TIP ürünü |
| Bütan | 0.7 | 1.8 | 2.8 |
| i-C ₅ | 29.3 | 49.6 | 72.0 |
| n-C ₅ | 44.6 | 25.1 | 2.0 |
| 2,2Dimetilbütan | 0.6 | 5.0 | 5.5 |
| 2,3Dimetilbütan | 1.8 | 2.2 | 2.5 |
| Metil pentan | 13.9 | 11.3 | 13.4 |
| n-C ₆ | 6.7 | 2.9 | <0.1 |
| RON | 73 | 82 | 91 |

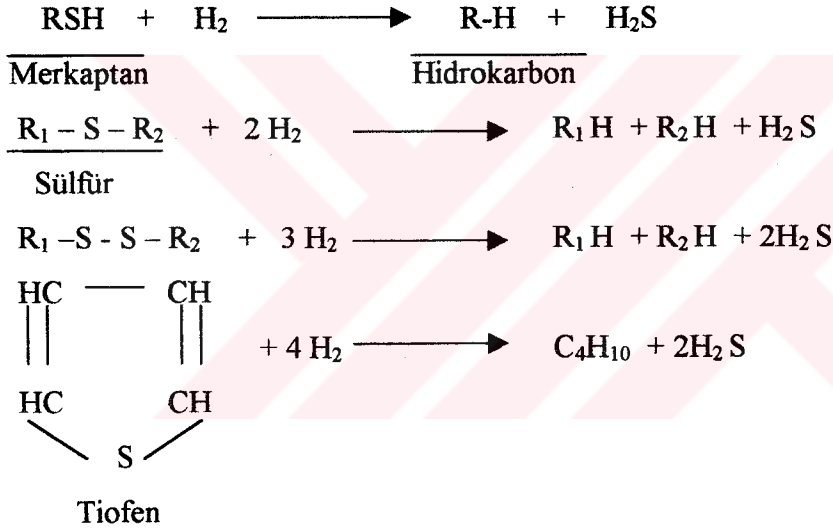
(*)MARSHALL E.L, OWEN K. Motor Gasoline

3.2.2.2 HDS Ünitesi

Fraksiyonlu destilasyon kulesinden çıkan ağır nafta ile hydrocracker'dan çıkan nafta HDS ünitesine gönderilmektedir. HDS ünitesi hidrojen ile desulfürizasyon yaparak kükürt miktarını azaltmaktadır. 1910'lu yıllarda hidrojenleme ile petrol ve kömür türevlerinin niteliklerinin geliştirilebileceği Bergius tarafından Almanya'da bulunmuştur. Kömür sanayinde uzun yıllar kullanılan bu yöntem, artan kaliteli benzin ihtiyacı ile petrol ürünleri içinde kullanılmaya başlanmıştır.

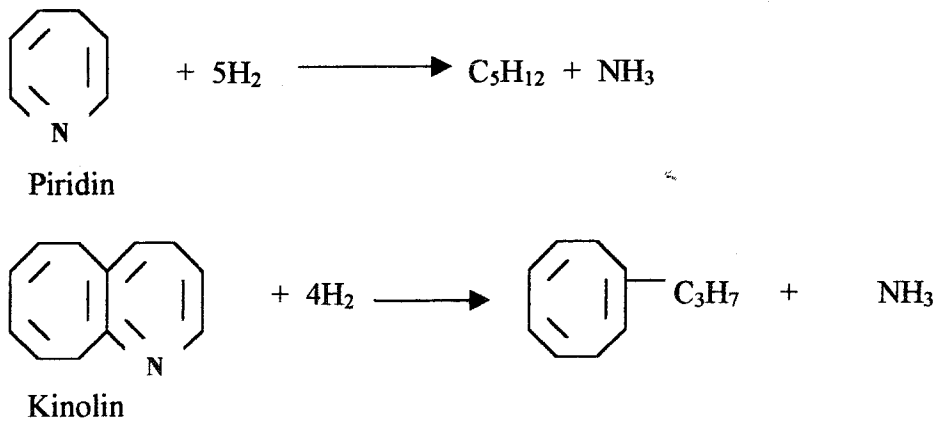
1950'li yıllarda reforming sürecinin yaygınlaşması ile rafinerilerde hidrojenin bol ve ucuz olarak üretimi, hidrojenleme işleminin tüm beyaz ürünler (benzin, motorin v.s) ve sonraları da siyah ürünler içinde kullanılmasını yaygınlaştırmıştır. Bu işlem sırasında yüksek basınç altında Co-Mo katalizör ile hidrojenleme tepkimeleri yapılır. (**)

I-Kükürtlü Bileşiklerin Giderilmesi



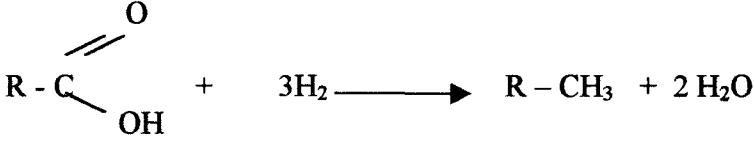
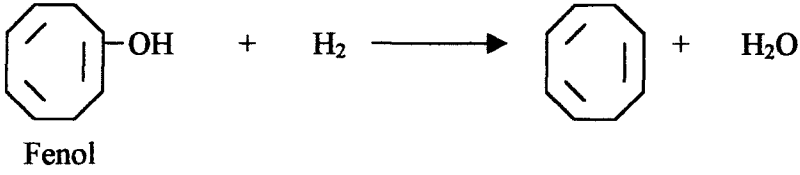
Beslemedeki ağırlıkça % 1 kükürt için 6.96 m³ / ton hidrojen gerekir. (**)

II-Azotlu Bileşiklerin Giderilmesi



Beslemedeki ağırlıkça % 1 azot için 23.90 m³ / ton hidrojen gerekir. (**)

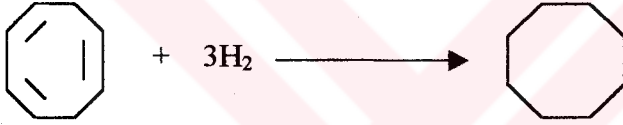
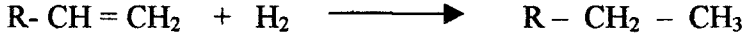
III-Oksijenli Bileşiklerin Giderilmesi



Karboksilik asit

Beslemedeki ağırlıkça % 1 oksijen için 13.90 m³ / ton hidrojen gerekir.(**)

IV-Olefinlerin ve Aromatların Doyurulması

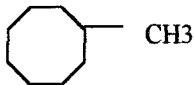


Beslemedeki olefin ve aromatlar için hidrojen miktarındaki ağırlıkça her %1 artış için 111.5 m³ / ton hidrojen gerekir.(**)

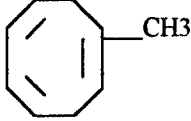
3.2.2.3 Reforming

Hidrokarbon sınıfları içinde aromatların oktan sayısı yüksek, n-parafinlerin ise düşüktür. Aşağıdaki çizelge 3.5'de C₇ hidrokarbonların oktan sayıları (ROS) görülmektedir.

Çizelge 3.5 C₇ hidrokarbonların oktan sayılarının değişimi

| | | <u>ROS (RON)</u> |
|------------------|---|------------------|
| n-heptan | C - C - C - C - C - C - C | 0 |
| 2-metil hekzan | C - C - C - C - C - C C | 42 |
| Hepten - 2 | C - C = C - C - C - C - C | 73 |
| Metilsikloheksan |  CH ₃ | 75 |

(**) KULELİ Ö, Petrol Artım Teknolojisi

| | | |
|----------------------|--|-----|
| 2,3-Dimetil pentan | $ \begin{array}{cccccc} & C & - & C & - & C & - & C & - & C \\ & & & & & & & & & \\ & C & & C & & & & & & \end{array} $ | 91 |
| 2,2,3-Trimetil bütan | $ \begin{array}{cccccc} & & & C & & & & & & \\ & & & & & & & & & \\ & C & - & C & - & C & - & C \\ & & & & & & & & & \\ & & & C & & C & & & & \end{array} $ | 113 |
| Tolüen |  | 120 |

Tablodan da anlaşılacağı gibi parafinlerin molekül yapılarını karbon sayılarını değiştirmeden yeniden düzenleyip, içerisinde bulunan çok dallı izomerlerin sayısını artırarak ve/veya aromatlara dönüştürerek yüksek oktanlı benzin elde etmek mümkündür. Bu işleme rafinerizasyon sürecinde reforming adı verilir. Bu işlemin asıl amacı işlenen petrol kesimindeki aromatik miktarını artırarak, oktan sayısını yükseltmektir. Ancak bu esnada oluşan parçalanma tepkimeleri sonucu C₂ -C₄ hidrokarbonları elde edilir ve bunlar da ayrılıp sıvılaştırılarak LPG tankına gönderilir.

3.2.2.4 FCC (Fluid Catalytic Cracking)

Fluid katalitik kreaking, akışkan yataklı bir süreçtir ve katalizör ile hidrokarbonlar birlikte, akışkan halde hareket eder. Aşınan katalizör tanecikleri bir siklonda tutulup, hidrokarbonlardan yada rejnerasyon fırınından çıkan gazlardan ayrılır.(**) FCC'nin özellikleri şunlardır;

1. Katalizör ve yağın teması çok iyi sağlanır.
2. Isı aktarma çok etkindir, ısıtma ve soğutma kolaydır.
3. Katalizörün maliyeti düşüktür.
4. Ürün niteliklerinde yada kapasitede bir değişiklik istendiğinde bu süreç oldukça esnektir.
5. Kapasitesi 1,5 - 2,5 milyon ton/yıl olmaktadır.

Çalışma Şartları

| | |
|---------------------|-------------|
| Reaktör Sıcaklığı | 500°C |
| Basınç | 1,6-2,3 atm |
| Katalizör/yağ oranı | 10-20 |

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Benzin üretimi | %45 (besleme hacmi) |
| Kok oluşumu | %4-6 (besleme ağırlığı) |
| Gaz üretimi | %7-12(besleme hacmi) |
| Besleme süresi | sürekli |
| Rejenerasyon sıcaklığı | 355-580 °C |
| Rejenerasyon basıncı | 1,5-7,5 atm |

Kraking Ürünleri

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Özgül ağırlık | 0.893 kg/m ³ |
| Ürünler (beslemenin hacmi%) | |
| Propilen | 3,7 |
| Bütülen | 9,1 |
| Bütan | 9,1 |
| Benzin (Son nokta 204 °C) | 35,8 |
| Devir yağı | 40 |
| Gaz yağı | 8,1 |

Benzin

| | |
|---------------|-------|
| RVP (kPa) | 41,37 |
| Mos | 78 |
| Mos (3cc Tel) | 83 |

3.2.2.5 Hidrokraking

Hidrojenin varlığında yapılan katalitik parçalanma sürecine hidrokraking denir. Katalitik parçalamanın hemen tüm özelliklerine sahip olan bu süreçte hidrojenin varlığı üstünlükler sağlamaktadır. (* Bu üstünlükler şunlardır;

- Olefinler doyurularak parafinlere dönüştürülür.
- Kok oluşumu diğer parçalanma türlerine göre çok düşüktür.

Hidrokraking çift işlevli katalizörlerle yapılır. Katalizörün yapı taşları A/B/C olarak gösterilirse; A: hidrojenleme /hidrojen sıyırma, B: Parçalanma ve C: taşıyıcı görevlerini yerine getirir. Hidrokraker ünitesinden çıkan nafta, ağır nafta ünitesi ile birlikte nafta H.D.S ünitesine girer.

| | |
|----------|--|
| <u>A</u> | <u>B+C</u> |
| Pt (Pd) | Zeolit |
| Co-Mo | Al ₂ O ₃ -SiO ₂ |

3.2.2.6 Benzin Karıştırıcı

Petrol kulesi ve vakum ünitesinden çıkan ağır ve hafif nafta değişik işlemler sonucunda benzin karıştırıcıya gelir. Toplanan bu benzinlerden süper, normal ve kurşunsuz olmak üzere üç ürün elde edilir. Bu üretim esnasında süper ve normal benzin için, benzine TEL (tetra etil lead) ilavesi yapılarak oktan sayısı artırılır. Diğer taraftan kurşunsuz benzin ise herhangi bir katkı maddesi kullanmadan, izomerizasyon ile elde yüksek oktanlı benzin ile düşük oktanlı naftanın karıştırılması ile elde edilir.

Bütün bu işlemlerden geçen benzinlerin gözle seçilmesi için oktan sayısına bağlı olarak renk veren boyar madde ilave edilir. Ancak aynı oktan sayısına sahip süper ve kurşunsuz benzini ayırmak için, kurşunsuz benzin açık sarı renkli olarak piyasaya verilmektedir.

3.3 Benzinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

3.3.1 Renk

Üretim aşamasından çıkan benzin renksizdir. Buna rağmen vuruntu önleyici katıkların renksiz ve zehirli olması, bu maddeleri ihtiva eden benzinlerin renkle ayrılmasını zorunlu kılmıştır. Bu amaçla oktan sayılarına göre benzinlere boyar madde katılmaktadır. Ülkemizde üretilen ve piyasaya sunulan , normal benzine mavi ve süper benzine de turuncu renk verilmektedir. Diğer taraftan oktan sayısının daha yüksek değerleri için bu renk daha koyulaşmaktadır.

3.3.2 Yoğunluk

Benzinlerin yoğunluğu belli bir değer aralığında standart olarak belirlenmiştir. Premium yakıtlar, regular yakıtlara göre daha fazla aromatik bileşik içerdikleri için daha yoğun yapı ve bir miktar daha yüksek kalorik değere sahiptirler.

Yakıtın yoğunluğu karbon/hidrojen atom oranında farklı hidrokarbon oranına bağlıdır. Farklı Avrupa ülkelerinde maksimum değişiklik ortalama 0,75 + 0,05 artış kadar olmaktadır. Yakıt yoğunluğundaki artış karbüratörlü araçlarda yakıt/hava karışımını fakirleşmesine, benzin püskürtmeli sistemli araçlarda zenginleşmeye neden olmaktadır(Hava yoğunluğunun azalan irtifada karışımı zenginleştirilmesi ile aynı etki).

Genel olarak içten yanmalı benzinli motorlarda kullanılan yakıt yoğunluğu değeri ortalama $0,77 +0,02-0,03$ yada $+ \%2,5- \%4$ oranında değişmektedir. Günümüzde Avrupa ülkelerinin bir çoğunun ortak olarak standartlardaki yoğunluk değerleri belli aralıkta tutulmaktadır.

3.3.3 Oktan Sayısı

Bir yakıtın oktan sayısı, o yakıtın vurutuya karşı direncini belirler. Standartlarda yakıtın oktan değeri RON ve MON olarak iki ayrı yöntemle tanımlanır.

- **RON (Research Octane Number):** Araştırma oktan sayısı olarak tanımlanır ve motor düşük hızda veya yük altında veya ivme kazanırken ölçülen vurutuya direnç (anti-knock) değeridir.
- **MON (Motor Octane Number):** Motor Oktan Sayısı olarak tanımlanır ve yüksek hız dahil olmak üzere daha zorlu sürüş koşulları altında vurutuyu önleme performansını gösterir.

Bir yakıtın oktan sayısını belirlemek için; tek silindirli sıkıştırma oranı ve hava/yakıt oranı değiştirilebilen bir motor (CFR) kullanılır. Testi yapılacak benzin için sıkıştırma oranı beklenen oktan değerine ayarlanır. Uygun hava/yakıt oranının ayarlanmasından sonra maksimum basınç elde edilir. Ayrıca oktan değeri bilinen iki madde aynı sıkıştırma oranında, örnek benzinden yüksek ve alçak vurutu seviyesi oluşturacak şekilde motorda test edilir.

Temel referans maddeler iso oktan ve n-heptan karışımıdır. Bu karışımın oktan numarası, karışımındaki iso-oktanın yüzdesi olarak ifade edilir .Bu testlerin ardından kıyas yapılarak istenen benzinin oktan sayısı tespit edilir. Örneğin; %96 ve %94 iso-oktan (96-94 RON) içeren iki yakıtın belli sıkıştırma oranı ve hava /yakıt oranında 40-60'lık basınç seviyeleri veriyorsa , testi yapılan yakıtın basınç seviyesi 50 ve oktan sayısı 95' tir.

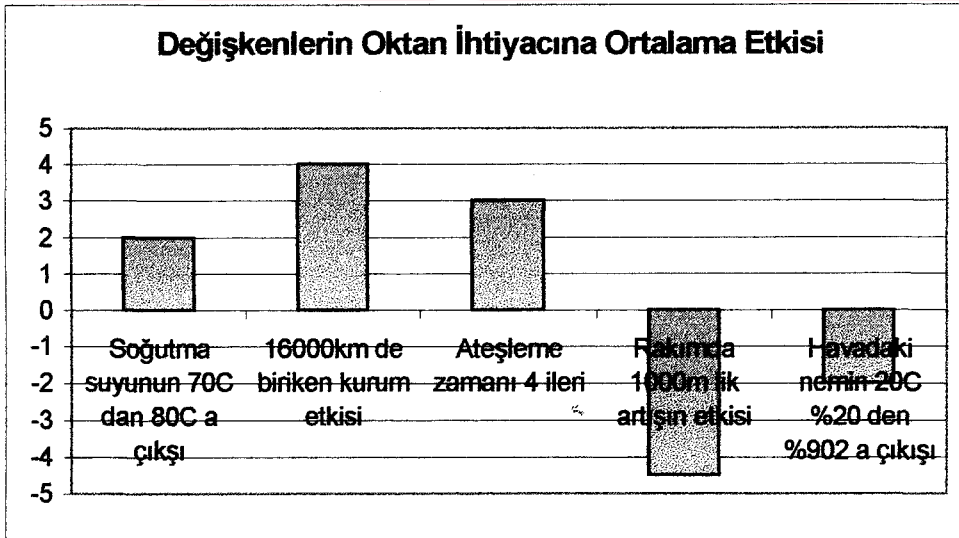
Ülkemizde üretilen benzinlerin RON oktan sayıları Super benzin için 95, Normal benzin içinde 91 olarak belirlenmiştir. Ancak artan oktan sayısı ile vurutuya karşı direnç artmakta, vurutu nedeni ile motorda belirlenen bazı sınırlarda, motorun performansını ve verimini artırıcı yönde pozitif gelişme olmaktadır(ör:Sıkıştırma oranı). Bununla birlikte bazı Avrupa ülkelerinde daha yüksek oktanlı benzin üretilmektedir(Oktan Sayısı 95 üzeri). Diğer taraftan Amerikan standartlarında Avrupa standartlarından farklı olarak oktan sayısı $(RON+MON)/2$ olarak tanımlanmıştır.

Oktan sayısının yüksek olması artan sıkıştırma oranı ile aynı güç için motor boyutlarında küçülme sağlar. Diğer bir deyişle; artan sıkıştırma oranı ile aynı silindir hacmi için motorun verimi ve gücü artmaktadır. Bununla birlikte motorun kullanımı esnasında gereken oktan sayısı değişiklik göstermektedir. Kısaca aracın düz yolda vurutuya girme olasılığı, eğimli yol tırmanırken girme olasılığından düşüktür ve bu nedenle düz yolda daha düşük oktanlı benzin kullanmak mümkündür. Şekil 3.11'de bazı değişkenlerin oktan ihtiyacına ortalama etkisi görülmektedir.

En yüksek oktan seviyesi tüm kaynama aralığı ile ilişkilidir. Kapalı hidrokarbonlar (aromatikler) ve dallanmış zincir (isoparafinler) yapılar vurutuya karşı, düz zincir (n-parafinler) yapıli moleküllerden daha dayanıklıdır.

Oktan artırıcı olarak kullanılan methanol, ethanol, methyl tertiary butyl eter gibi oksijenli bileşiklerin pozitif etkisine karşın alkol bazlı olmaları ve bu nedenle uçuculukta artış ve yakıt sisteminde hasara neden oldukları bilinmektedir. Oktan artırma ve eski tip araçlarda supaplarda yağlama görevi yapan kurşunlu bileşikler (TEL/MEL), çevre ve insan sağlığına verdikleri zarar nedeni ile kullanımdan kalmaktadır.

Ülkemizde üretim yapan TÜPRAŞ uygun oktanlı benzin elde etmek için, katkı maddeleri katmak yerine isomerizasyon ile elde edilen yüksek oktanlı bileşikler ile düşük oktanlı naftanın karıştırılmasını tercih etmektedir.



Şekil 3.11 Değişkenlerin oktan ihtiyacına ortalama etkisi(*)

(*)Yakıtlar ve Yağlar, Petrol Ofisi, Madeni Yağ Şube Müdürlüğü yayınları

3.3.3.1 Oktan Arttırıcı Katıklar

3.3.3.1.1 Organik Kurşun İçeren Bileşikler

Yakıtlara katılan, tetra etil kurşun (TEL) ve tetra metil kurşun (TML) oktan sayısı arttırıcı niteliktedir. Ayrıca oktan arttırmanın dışında supapları yağlama ve karbon birikimini önleme gibi bir işlevleri vardır. Bütün bu özelliklerine rağmen çevre kirliliğine neden olmaları, günümüz taşıtlarının katalitik konvertör ve lambda sensörüne zarar vermeleri nedeni ile yakıtın kurşunsuz olması gerekmektedir. Metalurjik çalışmalar ile supapları yağlama özelliği için kurşun gereksinimi ortadan kalkmıştır. Yapılan çalışmalarda katılan kurşunun oktan arttırma etkisi çizelge 3.6' da görülmektedir.

Çizelge3.6 Kurşunun oktan arttırma etkisi(*)

| Hidrokarbonlar | Araştırma Oktan Numarası (RON) | | |
|----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| | Kurşunsuz | + TEL % 0,025 | + TEL % 0,075 |
| 2-metil-pentan | 73,4 | 84,6 | 93,1 |
| 2,4-dimetil-pentan | 83,1 | 93,7 | 96,6 |
| 2,3-dimetil-hegzan | 71,3 | 82,5 | 91,7 |
| 4-okten | 73,3 | 85,4 | 91,8 |
| 6-metil-2-hepten | 71,3 | 84,6 | 90,2 |
| İzopropilsiklopentan | 81,1 | 89,6 | 94,3 |
| Siklohegzan | 83,0 | 92,9 | 97,4 |
| Metil-siklohegzan | 74,8 | 83,5 | 88,2 |
| 1,2dimetil-siklohegzan | 80,9 | 89,8 | 94,5 |
| 1,1,3-Trimetil-siklohegzan | 81,3 | 89,5 | 94,8 |
| n-propylbenzen | 110,5 | 117 | 118 |

Bir litre benzine ortalama 200-600 mg kurşun ilave edilmekte ve 100 km'de 10 litre yakan bir araç bu mesafede 2-3 g kurşunu havaya atar. Saatte 200 araçlık bir trafik yoğunluğunda 40-60 g/km-saat kurşun havaya aktarılır. Havadan solunum yolu veya yiyeceklerle insan bünyesine giren kurşun büyük bir oranda idrarla atılır ancak bir kısmı kemiklerde birikir. Kanda konsantrasyonu artan kurşun akut kurşun zehirlenmesine neden olur. Kurşun insan bünyesindeki enzimler için bir zehirdir ve kandaki hemoglobin üretimini olumsuz etkileyerek kansızlığa (Anemi) neden olur. Sağlık açısından kandaki kurşun miktarının kabul edilebilir maksimum değeri çocuk ve kadınlarda 30µg/100ml, erkeklerde 35 µg/100ml'dir.

Yanması ile oluşan (PbO), piston ve silindir malzemeleri ile düşük erime noktalı alaşımlar yaparak metal yüzeylerin bozulmasına neden olur. Yanma sonunda meydana gelen kurşunlu küller, piston ve supapların sıcak noktalarına yerleşerek, o noktaları aşındırır. Bu durum supaplarda kaçaklara neden olur ve supaplarda yanma söz konusu olabilir.

Kurşunun bu zararlı etkilerini önlemek için benzininin içersine kurşun süpürücü adı verilen “etilen bromür” ilave edilir. Bu madde yanınca kurşun bromüre dönüşür ve gaz halinde ve supaplardan atılır. Katılan bromür miktarı iyi ayarlanmaması durumunda; kurşunlu bromlu küllerin elektriğe karşı dirençleri çok az olduğundan, biriken kalıntılar ile kıvılcım oluşmadan akım direkt olarak geçer ve buji ateşleme yapmaz. Kurşunlu bromlu yanma ürünlerinin tutuşma sıcaklıkları 200 ° C civarında olduğundan kontak anahtarı kapatılsa bile motorda anormal çalışma söz konusu olabilir.

3.3.3.1.2 Oksijenatlar

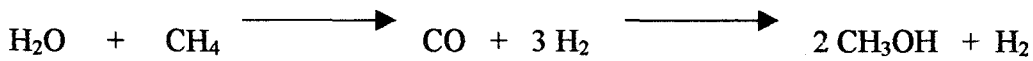
Benzinin oktan değeri oksijen içeren bileşiklerin eklenmesiyle arttırılabilir. Bu bileşikler oksijenatlar olarak adlandırılır, alkol ve/veya eter içerirler. Avrupa Birliği standartlarına (85/536/EEC) göre benzine katılma oranları belirlenmiştir. Bu katkıların tip ve konsantrasyonları araç kullanımında ters bir etki etmeyecek oranda olmalıdır.

Özellikle benzinin oktan sayısını yükseltmeleri nedeni ile kurşunsuz benzin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ancak yukarıda da bahsedildiği üzere alkol bazlı yapıların motor ve yakıt sistemi elemanlarında hasara neden olmaları en büyük dezavantajlarıdır.

3.3.3.1.2.1 Metanol

Metanol 1960 yıllardan sonra yüksek oranda üretilmeye başlanmıştır. Metanol sentez ünitelerinde, doğal gazın reform edilmesi yada ağır yağlar ve kömürün kısmı oksidasyonu ile elde edilir. Bunlarla birlikte selülozik artık ve biokütle den de elde edilmesi mümkündür. Ancak genelde doğalgaz'dan üretimi tercih edilmektedir. Sentez ünitesinde elde edilen sentez gazı su ile reaksiyona tabi tutulur. Bu reaksiyon belli basınç ve sıcaklıkta metaller (Zn/Cr) katalizör kullanılarak gerçekleştirilir.

Bu reaksiyon ;



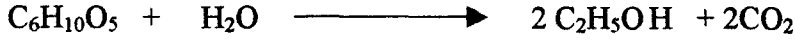
Dünyada metanol üretim kapasitesinin ancak % 40'lık kısmı yakıt ile ilgili işlemlerde kullanılmaktadır. Elde edilen ürünün büyük kısmı asetik asit ve solvent üretimine yönlendirilmektedir. Bununla birlikte yüksek oktan sayısına sahip olmasına rağmen, ısı değeri petrol türevi yakıtlara göre düşük olması , yakıt olarak kullanılmasında en büyük engeldir. Diğer taraftan buharlaşma ısısının yüksek olması nedeniyle soğukta ilk hareket zorluğuna neden olmaktadır.

(*)MARSHALL E.L, OWEN K. Motor Gasoline

3.3.3.1.2.2 Etanol

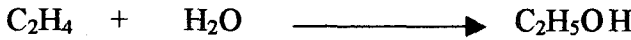
Etanol içinde etil alkol (C₂H₃OH) bulunan şeker, şekere çevrilebilen selüloz veya nişasta gib maddelerin fermantasyonu sonucu elde edilen alkol türüdür. Etanol patates, mısır, tahıllar, şeker kamışı ve şeker pancarı gibi tarım ürünlerinden elde edilir. Etanol üretimi, doğal ve sentetik olmak üzere iki yöntem ile yapılmaktadır.

Fermantasyon (doğal) reaksiyonu ;



Fermantasyon reaksiyonuna alternatif üretim yöntemi ise etilen ile suyun meydana getirdiği reaksiyondur.

Sentetik reaksiyon;

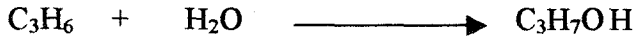


Etanol yüksek oktan sayısına sahip olmasına rağmen, ısıl değeri petrol türevi yakıtlara göre düşüktür. Bununla birlikte buharlaşma ısısının yüksek ve buhar basıncının (RVP) düşük olması soğukta ilk hareketin en büyük engelidir.

3.3.3.1.2.3 Izo-propilalkol (IPA)

İzopropanol, 82° C'ta kaynayan, su ve tüm organik çözücülerle karışabilen bir sıvıdır. Sanayide propenin sülfürik asit eşliğinde hidratlanması ya da asetonun indirgenmesi sonucu elde edilir.

Bu reaksiyon;



Donma önleyici, çözücü, su giderici, özütleyici, birleşim ara maddesi ve antiseptik olarak kullanılan izo-propilalkol'ün, solunum yada ağızda sindirim yolu ile alınması durumunda zehirlenme söz konusudur. Bütün bunların yanı sıra alt ısıl değerinin benzin kadar yüksek olmaması, buhar basıncının yüksek ve maliyetini masraflı olması neden ile yakıt sektöründe yaygın kullanılmamaktadır.

3.3.3.1.2.4 t-Bütanol (TBA)

Dünyada TBA, propilen oksit üretiminin yan ürünü olarak elde edilmektedir. Bu proses sırasında gerekli olan izobütan distilasyon sonrası izomerizasyonla elde edilmektedir. İzomerizasyon ünitesinden çıkan bütan saf oksijen (O₂) ile tepkimeye sokularak oksitleme işlemi gerçekleşir.

Oksitleme ünitesinden TBA ile birlikte TBHP (t-butil hidroperoksit) çıkışında söz konusu olmaktadır. Bu nedenle bir sonraki işlemde bu iki ürün birbirinden ayrılarak saf TBA elde edilir. Ancak elde edilen bütanolün çok az bir kısmı benzin katkısı olarak piyasaya sürülür, geriye kalan bütanol işlemlerden geçirilerek MTBE (metil t-bütül eter) elde edilir.(*)

3.3.3.1.2.5 Metil t-Butil Eter (MTBE)

MTBE, etilen üretim ürünü olefinik C₄'ün yeniden yapılandırılması ile elde edilmektedir. Rafinerilerde elde edilen C₄ (bütan) buharı, FCC (fluid catalitic cracking) ünitesinden gelen C₄ (bütan) buharı ve diğer bütan buharları birleştirilerek MTBE'ye dönüştürülür.

1980'li yıllardan bu yana MTBE, bütanın izomerizasyon ve de-hidrojenisasyon ile elde edilen izobütülden üretilmektedir. Bununla birlikte temiz yakıt çalışmalarının hızlanması ile yakıt katkı sanayinde önem kazanmıştır ve tüketimi yıllar bazında artmaktadır.(*)

3.3.3.1.2.6 Etil t-Butil Eter (ETBE)

ETBE izobütülen ve etanol'den imal edilmektedir. Üretim aşaması ve ekipmanlar MTBE üretimindeki gibidir. ETBE'nin karışım karakteri MTBE'ye benzemesine rağmen, düşük buhar basıncına sahip olması ve uçuculuğun ön plana çıktığı durumlarda tercih edilir.(*)

3.3.3.1.2.7 t- Amil Metil Eter (TAME)

TAME , MTBE'ye benzer yapıdadır. Bu iki yapı arası tek fark C₄ izobütülenler yerine C₅ izoamilenlerin kullanılmasıdır. TAME, yüksek uçuculuğa ve yüksek ozon reaktivitesine sahip C₅ olefinler yerine düşük buhar basıncı, düşük ozon oluşumu ve yüksek oktan sayısı elde etmek amacı ile benzine katılır.Çizelge 3.7'de tüm oksijenatların spesifik özellikleri görülmektedir.

Çizelge3.7 Oksijenatların spesifik değerleri

| | Birim | Benzin | MeOH | EtOH | IPA | TBA | DIPE | MTBE | ETBE | TAME |
|------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------|--------|------|---------|---------|------|
| O2 içeriği | %ağırlık | - | 49,9 | 34,7 | 26,6 | 21,6 | 15,7 | 18,2 | - | 15,7 |
| Yoğunluk | Kg/m ³ | 720-780 | 796 | 794 | 789 | 791 | 733 | 744 | - | 770 |
| Karşım Yoğunluğu | Kg/m ³ | - | 773-791 | 776-787 | - | - | - | 741-747 | 747-755 | - |
| RONc | | 95 | 133 | 130 | 121 | 109 | 110 | 118 | 118 | - |
| MONc | | 85 | 99 | 96 | 96 | 93 | 99 | 101 | 102 | - |
| RVP | Kpa | 50-100 | 32 | 17 | 9 | 9 | 32 | 55 | - | 10 |
| Karşım RVP | Kpa | - | 350-410 | 120-150 | - | 70-100 | 35 | 50-70 | 20-30 | - |
| Su çözünürlük | %ağırlık | 0,1 | Sonsuz | sonsuz | sonsuz | sonsuz | - | 1,4 | 0,0 | 0,6 |
| Alt ısı değeri | Kcal/kg | 10500 | 4760 | 6415 | 7400 | 7950 | 9120 | 8350 | - | 8720 |
| Hava/yakıt | G/g | 14.Haz | 6,45 | 8,97 | 10,3 | 11,1 | - | 11,7 | - | 12,1 |
| Erime noktası | °C | - | -97,5 | -114 | -88,5 | 25,6 | - | -108,6 | - | - |
| Kaynama noktası | °C | 32-225 | 65 | 77,8 | 82,2 | 82,8 | 67,8 | 55 | - | 86,1 |

3.3.4 Uçuculuk

Her sıvının, sıcaklıkla değişen bir buhar basıncı vardır. Bu basınç, atmosfer basıncına eşit olduğu anda kaynama olur. Bir sıvı ne kadar uçucu ise, yani kaynama noktası ne kadar düşük ise, düşük sıcaklıktaki buhar basıncı o kadar yüksek olur. Sıvıların buhar basınçları, kapalı bir kaptaki buhar basıncı ile ölçülür. Benzinin buhar basıncı "Reid buhar basıncı" metodu (38°C /100F sıcaklıkta) ile ölçülür.

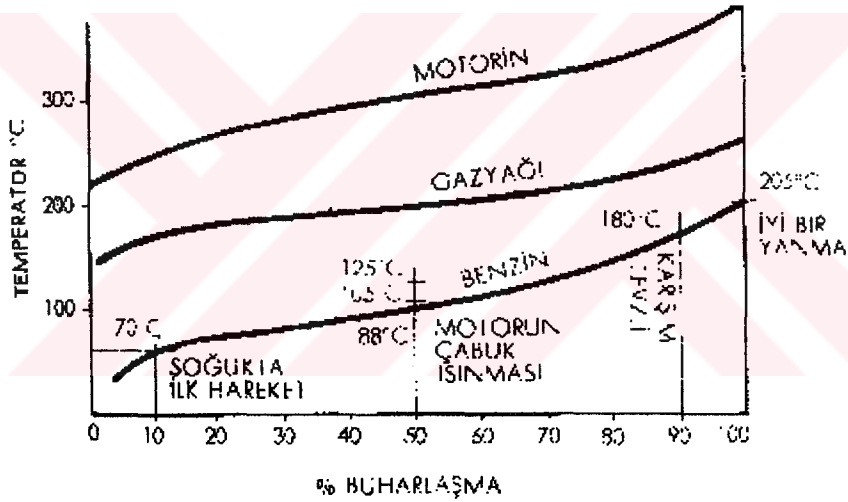
RVP (Reid buhar basıncı) yakıtın kullanıldığı ülkenin iklim şartlarına göre sınırlandırılmaktadır. Ülkenin bulunduğu enlem- boylam dikkate alınarak değer belli aralıkta belirlenir. Sıcak ülkelerde kullanılan benzinin RVP değeri, soğuk ülkelerde kullanılanlardan daha düşük olmalıdır.(soğuk ülkelerde 84 kPa, sıcak ülkelerde 56 kPa ve ülkemizde 63-66 kPa olmalıdır).Benzinin buhar basıncı depolandığı iklime göre yüksek ise, buharlaşmadan dolayı büyük kayıplar söz konusu olabilir.

Özellikle soğuk çalışmada yüksek uçucu maddeler önem kazanmaktadır. Ancak çok yüksek uçuculuk özelliği, sıcak motorda ilk çalıştırma esnasında buhar tıkanmasına, buharlaşma kayıpları ve emisyonlarına neden olabilir.

Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalarda aracın kullanım esnasındaki egzoz emisyonları ile birlikte duran halde ve istasyonlarda yakıt dolumu esnasında buharlaşma kayıpları da önem kazanmıştır.

Yakıtın uçuculuğu deniz seviyesinden yüksekliğe ve çevre sıcaklığına bağlıdır. Soğuk çalıştırmanın önem kazandığı kış aylarında, bütan ve pentan gibi daha uçucu maddelerin konsantrasyonu yükseltilir ve bu tip benzine **kış benzini**, sıcak çalıştırma döneminde ise bu konsantrasyonlar düşürülür, bu tip benzine de **yaz benzini** denir.

Bazı yeni tip modern motorlarda, enjeksiyon ve yakıt besleme sistemlerinde ortam şartlarındaki değişim göz önünde bulundurularak, uçuculuk kontrol altına alınabilmektedir.



Şekil 3.12 Benzinin buharlaşma eğrisi

Şekil 3.12'de benzin, motorin ve gazyağına ait buharlaşma eğrisi görülmektedir. Bu eğriye göre;

- Soğukta ilk çalışmada yakıtın % 10 buharlaşma noktası önemlidir. Bu nokta benzinin Reid Buhar Basıncı mertebesine göre ayarlanır.
- İlk hareket kolaylığı için RVP değeri için %10 noktası;
 - i) RVP = 13-14 ise %10 noktası 54 °C
 - ii) RVP = 11-12 ise %10 noktası 63 °C
 - iii) RVP = 9-10,5 ise %10 noktası 71 °C
 - iv) RVP = 8,5 ise %10 noktası 74 °C

VLI (Vapor Lock Index): Son yıllarda tanımlanmış bir parametre olup, Reid buhar basıncının bir sonucudur. Buharlaşıma eğrisine göre 70°C de tanımlanmış bir eşitlik ile değer elde edilir. VLI, yakıtın sıcak çalışma ve sıcak ilk çalıştırma koşulundaki etkisinin bölgesel değişimlere göre aldığı değerle ilgili daha yararlı bilgi vermektedir. Standartlarda “ $VLI = 10 \times RVP + 7 \times (\%at\ 70^\circ C)$ ” eşitliği ile verilir.

3.3.5 Gom Miktarı

Motor benzinlerinde kriting esnasında stabil olmayan olefinler yüksek yüzdelerde meydana gelirler. Olefinler benzinin oktan sayısını artırdıkları halde hava ile temaslarında oksitlenerek gom denilen yapışkan maddeleri (reçineleri) teşkil ederler. Bu nedenle benzinlerin depolarda uzun müddet kalması durumunda gom oluşur. Oluşabilecek reçine miktarını tespit etmek ve sınırlandırmak için standartlarda maksimum olarak sınırlandırılmıştır. Emme kanallarında, yakıt sistemi elemanlarında ve valflerde reçine birikim oluşur.

Çözünmeyen tipte gomun oluşması; supaplarda tutukluk ve kirlenmeye, emme kanallarında tortu oluşumuna ve segmanlarda kilitlenmeye yol açarak motorda kalıcı zararlara neden olmaktadır.

3.3.6 İlk ve Son Kaynama Noktası

İlk ve son kaynama noktası benzinin destilasyon karakteri ile ilgili büyüklüklerdir. Standart şartlarda yapılan destilasyon deneyinde, yoğunlaştırıcının ucundan yoğunlaşmış ilk damlanın düştüğü anda kaydedilen sıcaklık “ilk Kaynama Noktası Sıcaklığı” olarak ifade edilir. Sıcaklığın arttırılması ile destilasyonun son safhasında kaydedilen sıcaklık ise “Son Kaynama Noktası Sıcaklığı” olarak ifade edilir. Bu değer, genellikle numunenin bulunduğu cam balonun dibindeki bütün sıvının buharlaşmasından sonra ortaya çıkar. Bu açıklamadan anlaşılacağı gibi benzin, son kaynama noktasından sonra tamamen buhar fazına geçmiştir.

3.3.7 Kükürt

Motorda emme ve egzoz sistemindeki korozyonun başlıca nedeni kükürtlü bileşikler ve kükürt dioksit (SO_2) tir. Ham petrolde kükürt aşağıdaki yapılarda bulunmaktadır;

- Serbest kükürt (S)
- Kükürtlü Hidrojen (H_2S)
- Disülfürler (RSSR)
- Polisülfürler (R_xS_y)
- Tiofen (R_4S)

Rafinaj esnasında kükürtlü hidrojen, serbest kükürt, merkaptan ve polisülfürlerin çoğu tio sülfürlerin bir kısmı bertaraf edilebilir. Buna karşın tiofenlerin bertaraf edilmesi çok zor olduğu için benzinde kalırlar.

Kükürt ihtiva eden ham benzinler doktor çözeltisine tabi tutulur. Bu tasfiye metodunda ham benzin az bir miktar kükürtle beraber yeterli miktarda sodyum pulumbit (Na_2PbO_2) çözeltisi ile yıkanır. Aslında bu yıkama kükürdü gidermez; kötü kokulu merkaptanları, kükürtlü hidrojeni ve elementer kükürdü, di sülfürler ve kurşun sülfür haline çevirir. Böylece kötü kokulu maddeler ortadan kalmış olur.(*)

3.3.8 Oksidasyon Stabilitesi

Benzin içersinde bulunan birbirinden farklı yapıların oksijen ile girdikleri tepkimler sonucunda oksidasyon olarak tarif edilen ve motor elemanları üzerinde tahribata neden olan kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Bu nedenle benzinlerin oksidasyon stabilitesi ilgili standartlarda belirtilmiştir.

3.3.9 Su Tutma Özelliği

Bazı benzinler su absorblama potansiyeline sahiptirler. Benzinin bünyesine giren bu suyun uygun şartlarda ayrışma riski bulunmaktadır. Bu nedenle benzin imalatı yapan firmalar mevsim sıcaklıklarını dikkate alarak hiçbir su ayrışması olmayacağını garanti etmelidir. Suyun ayrışmasının, yakıt sistemi ve motor elemanları üzerinde korozif etkiye neden olması, gerektiğinde ayrışmanın engellenmesi için katıkların katılmasını gerektirmektedir.

3.4 Ülkemizde Üretilen Benzin Spesifikasyonları

Ülkemizde tüketilen benzinler TÜPRAŞ'ın İzmir, İzmit, Batman ve Kırıkkale rafinerilerinde üretilmektedir. Bu benzinlerin özellikleri 27 Temmuz 1995 ve 22356 sayılı Resmi Gazete de verilen mevzuata (sayfa 104-112) uygun olmalıdır. Çeşitli yöntemler ile belirlenmiş özellikler TÜPRAŞ tarafından garanti edilmektedir. Yurt genelinde benzin satışı yapan firmalar benzini bu rafinerilerden alarak çeşitli katkıları katmak suretiyle piyasaya sürmektedirler.

(*)Yakıtlar ve Yağlar, Petrol Ofisi, Madeni Yağ Şube Müdürlüğü yayınları

Rafineride işlenen benzinin kalitesi, ham petrolün kalitesine bağlıdır. Bu nedenle farklı ülkelerden temin edilen petrol, farklı kaliteye sahip olabilir. Belirlenmiş normlara uygun olması gereken benzin çeşitli işlemlerden geçerek aşağıda verilen değerlere uygun hale getirilir.

TÜPRAŞ' ta üretilen Süper ve Kurşunsuz benzine ait özellikler çizelge 3.8 –3.9'da görülmektedir. Benzinler için yapılan analizlerde Amerikan standartları (ASTM) uygulanmaktadır ve bazı değerler rafinerilerde farklılık göstermektedir.

Çizelge 3.8 Süper Benzin Spesifikasyonları

| <u>Özellik</u> | <u>Sınır Değerler</u> | <u>Ölçüm Yöntemi</u> |
|--|-----------------------|----------------------|
| Renk | Turuncu | - |
| Korozyon,Bakır Soyulma (3 saat 50 °C de) | No:1 Max | ASTM D 130 |
| 15 °C de yoğunluk (kg/l) | 0,725-0,76 | ASTM D1298 |
| Distilasyon (%hacim) 70 °C de buharlaşma | | ASTM D 86 |
| Yaz sınıfı (a) | 15-45 | |
| Kış sınıfı (b) | 15-47 | |
| 100 °C de buharlaşma | | |
| Yaz sınıfı (a) | 40-65 | |
| Kış sınıfı (b) | 43-70 | |
| 180 °C de buharlaşma | 85 min. | |
| Son nokta °C | 215 max. | |
| Tortu | 2 max. | |
| Şüpheli madde testi(doctor test) | negatif | IP30 |
| Yerdeğiştirmiş Sulfur,ppm | 15 max. | ASTM D 3227 |
| Yapışkanlık ,oluşumu mg/100 | 4 max. | ASTM D 381 |
| Oksidasyon stabilitesi | 360 min. | ASTM D 525 |
| Oktan Sayısı (RON) | 95 min. | ASTM D 2699 |
| Oktan Sayısı (MON) | 84 min. | ASTM D 2700 |
| Kurşun Tetra Alkil gPb/l** | 0,4 max | IP 352 |
| Sulfur, Wt % *** | 0,1 max. | IP336 |

| | | |
|-------------------------|-----------|-----------------------|
| Reid Buhar Basıncı, kPa | | ASTM D 323 |
| Yaz sınıfı (a) | 50-70 | |
| Kış sınıfı (b) | 60-80 | |
| VLI (Vapor Lock İndex)* | | |
| Yaz sınıfı (a) | 950 max. | |
| Kış sınıfı (b) | 1200 max. | |
| Benzen, vol % | 5 max. | ASTM D 3606 D 5580 |

$$VLI = 10x RVP + 7x(\% \text{ at } 70^{\circ}C)$$

(a) 1 Nisan – 31 Ekim

(b) 1 Kasım – 31 Mart

Not: Bu ürünler İzmit, İzmir ve Batman rafinerilerinde üretilmektedir.

Çizelge 3.9 Kurşunsuz Benzin Spesifikasyonları

| Özellik | Sınır Değerler | Ölçüm Yöntemi |
|---|-----------------|---------------|
| Renk | Temiz ve Parlak | - |
| Korozyon, Bakır Soyulma (3 saat 50 °C de) | No:1 Max | ASTM D 130 |
| 15 °C de yoğunluk (kg/l) | 0,725-0,78 | ASTM D1298 |
| Distilasyon (%hacim) | | ASTM D 86 |
| 70 °C de buharlaşma | | |
| Yaz sınıfı (a) | 15-45 | |
| Kış sınıfı (b) | 15-47 | |
| 100 °C de buharlaşma | | |
| Yaz sınıfı (a) | 40-65 | |
| Kış sınıfı (b) | 43-70 | |
| 180 °C de buharlaşma | 85 min. | |
| Son nokta °C | 215 max. | |
| Tortu | 2 max. | |
| Şüpheli madde testi(doctor test) | negatif | IP30 |
| Yerdeğiştirmiş Sulfür, ppm | 15 max. | ASTM D 3227 |
| Yapışkanlık ,oluşumu mg/100 | 5 max. | ASTM D 381 |
| Oksidasyon stabilitesi | 360 min. | ASTM D 525 |

| | | |
|----------------------------|------------|-----------------------|
| Oktan Sayısı (RON) | 95 min. | ASTM D 2699 |
| Oktan Sayısı (MON) | 85 min. | ASTM D 2700 |
| Kurşun Tetra Alkil gPb/l** | 0,013 max. | IP 352 |
| Sulfur, Wt % *** | 0,05 max. | IP336 |
| Reid Buhar Basıncı, kPa | | ASTM D 323 |
| Yaz sınıfı (a) | 35-70 | |
| Kış sınıfı (b) | 60-95 | |
| VLI (Vapor Lock Index)* | | |
| Yaz sınıfı (a) | 950 max. | |
| Kış sınıfı (b) | 1200 max. | |
| Benzen, vol % | 5 max. | ASTM D 3606 D 5580 |

$$VLI = 10x RVP + 7x(\% \text{ at } 70^{\circ}C)$$

(c) 1 Nisan – 31 Ekim

(d) 1 Kasım –31 Mart

Not: Bu ürünler İzmit, İzmir ve Batman rafinerilerinde üretilmektedir.

Kırıkkale Rafinerisi İçin:

(**) Kurşun Tetra Alkil gPb /l 0,013 max. Kurşunsuz Benzin
 0,15 max. Super Benzin

(***) Sulfur,ppm wt 50 max. Kurşunsuz Benzin
 50 max. Super Benzin

3.5 Benzine Katılabilecek Performans Arttırıcı Katıklar

Son yıllarda üretilen motorlar için kaliteli yakıt ihtiyacı doğmuş, daha yüksek verim, yakıt ekonomisi ve daha az gaz emisyonları sağlamak için çalışmalar daha yoğunlaşmıştır. Yanma sisteminde oluşan birikintilerin giderilmesi motor teknolojisindeki gelişmeler ile tam anlamıyla çözülemediği için, yakıtın bu özelliğe sahip olması gerekmektedir. Bu amaçla yakıtta performans artırıcı katıklar konması zorunluluğu doğmuştur.

Büyük firmalar tarafından katık paketi şeklinde piyasaya sürülen bu maddeler, yoğun laboratuvar şartlarında ve yolda test edilerek motor yağları ile uyumlu olması sağlanmıştır. Bu tip bir paket, motor performansı, yakıt ekonomisi, ve egzoz gazlarını kapsayan faktörlerden etkilenir.

3.5.1 Deterjan Katıkları

Deterjan/dispersan katıkları, motor temizliğini sağlamak için geliştirilmiştir. Ana görevleri yakıt kaynaklı ve yağ kaynaklı karbon birikintilerinin motor içinde oluşumunu önlemektedir. Bu amaçla yakıt ve yanma sistemi parçalarında koruyucu bir tabaka oluştururlar ve mevcut birikintileri temizleme görevi yaparlar. Bu katıklar emme manifoldu ve ağızlarda birikintiyi önler, özellikle çok küçük partiküllerden etkilenebilecek enjektörleri temiz tutar.

Bu hususlar dikkate alınarak deterjan katıklarının araçta meydana gelebilecek zor çalışma, kötü sürüş, tekleme, güç kaybı, aşırı yakıt tüketimi ve kötü yanma sonucu kirletici egzoz gazlarının artması gibi sorunlarda iyileştirici yönde etkili olduğu görülmüştür. Özellikle karbüratörlü araçlar birikintilerin yığılmasından etkilenmekte, rölantide tekleme, durma ve tüketimde artış gibi sorunlar yaşanmaktadır.

3.5.2 Donmayı Önleyici Katıklar

Soğuk günlerde özellikle karbüratör hava kanallarında oluşan buzlanma motorda güç kaybına, ani durmaya, yakıt sarfiyatının artmasına ve dolayısıyla egzoz gazındaki hidrokarbon ve CO artışına neden olmaktadır. Bu sorun bazı enjeksiyon sistemlerinde de ortaya çıkmaktadır. Oluşan bu buzlanmanın nedeni ise benzinin buharlaşması sırasında ortamdan ısı çekmesidir. Havada bulunan nem soğuk yüzeylerde donar ve buz birikimi sonucu daralan kesit yüzünden hava/yakıt geçişi engellenir. Buzlanma iki tip katıkla engellenebilir. Antifriz gibi etkide bulunan "Donma Noktası" düşürücü katıklar ve iç yüzeyleri kaplayarak buz kristallerinin tutunmasını önleyen "Yüzey Aktif Kimyasallar"dır. Ayrıca deterjan katkıları da buzlanmanın önlenmesinde yardımcı olan komponentler içerirler.

3.5.3 Korozyon Önleyici Katıklar

Benzinin içerdiği veya yanma sonucu oluşan bazı maddeler yakıt ve yanma sisteminde korozyona neden olabilirler. Yakıt sisteminde korozyon sonucu delinmeler veya pas parçaları nedeni ile tıkanmalar söz konusu olabilir. Korozyon önleyiciler, esas olarak ana depo ve pompaları korumak için katılır ve aynı zamanda yanma sistemindeki korozyonu önlemeye de katkıda bulunur.

3.5.4 Metal reaksiyonlarını Önleyici Katıklar

Yakıt sisteminde bakır, pirinç ve benzeri alaşımlar hidrokarbonlarla birleşerek kimyasal reaksiyona girmektedirler. Bu amaçla hidrokarbonların içine metal aktifliğini önleyici katıklar konmaktadır.

3.5.5 Erken Ateşleme Önleyici Katıklar

Bu katıklar sıkıştırma sonunda yanma odasında artan sıcaklık nedeni ile benzinin kendi kendine yanma riskini azaltmak için katılır. Fosfor ihtiva eden bu katıklar buji elektrotlarının arasındaki kurumları yalıtkan hale getirerek kısa devreyi ve yanma odasındaki kızgın kurum niteliğini değiştirerek erken ateşlemeyi önler.

3.5.6 Piston Üstü-Silindir Yağlayıcı

Motorlarda özellikle ilk çalıştırmada en az yağlanan bölge piston-silindir üst kısımları ve kompresyon segmanıdır. Hidrokarbonlar içinde bulunan bu katıkla emme zamanında benzin ile beraber yanma odasına girerek bu kısımları yağlar.

3.5.7 Benzine Katılan Katıkların Miktarları

Firmalar ve ülkeler bazında farklılık göstermesine karşın temelde bu katkı maddeleri aşağıdaki çizelge 3.10'da belirtildiği oranda katılmaktadır. (***)

Çizelge 3.10 Benzin katkı maddelerinin katılma miktarları

| Katkı Adı | Miktarı |
|--|---------------------------|
| Antiknock Fluid(vuruntu önleyici) | 0,3ml/galon Max. |
| Antioxydants(oksiasyon önleyici) | 2-16 lb /1.000bbl (varil) |
| Metal Deactivator(metallerin aktifliğini önleyici) | 1,3lb/1.000bbl (varil) |

| | |
|--|------------------|
| Corrosion Inhibitors (korozyon önleyici) | 10,50 ppm/milyon |
| Anti-Icing Agents (buzlanma önleyici) | %0,5-10 |
| Pre-ignition Preventers (erken ateşleme önleyici) | %0,01-0,02 |
| Upper-cylinder lubricants (üst silindir yağlayıcı) | 0,0001-0,0004 |
| Dyes and Decolorizers (renklendirici) | 1-5/milyonda |

3.5.8 Firmaların Yakıt Alımı ve Tüketici Öncesi İşlemler

- Yakıt talebi şirketlerden tarafından yıllık olarak TÜPRAŞ'a iletilmekte ve iptalinde cezalandırma söz konusu olmaktadır.
- Firmalar tanker veya boru hattı ile temin yapmaktadır.
- Her firma kendi benzini tanımak için marker kullanmaktadır.
- Ülke çapında denetimin az olması, firmaları denetlemek mecburiyetinde bırakmıştır. Bu amaçla bazı firmalar istasyonlarını aralıklarla kontrol etmekte, yakıtta farklılık bulunması halinde ikinci ihtardan sonra üçüncü tekrarlanma durumunda isim hakkı geri alınmaktadır
- Firmalar katkıları paket halinde aldıkları ve belli ppm değerinde karıştırdıklarını, bu değer firmada bazında değişkenlik gösterebileceğini söylemektedirler.
- Katık katma işleminin iki şekilde yapıldığı firmalar tarafından beyan edilmektedir.
 - a) Otomatik enjeksiyon (direkt malı satarken tanka püskürtme, homojen karışım)
 - b) Manuel (Üst kapaktan katılmak suretiyle, ancak karışma oranı daha az)
- Üç büyük firmanın katık katma işlemini yapan aracı firma ve katığın temin edildiği (ETHYL) firmanın aynı olduğu benzin satışı yapan firmalar tarafından belirtilmektedir.
- Firmalar kattıkları katık ile ilgili olarak daha çok temizleme ve temiz kalma özelliği üstünde durmaktadır.
- Benzine katılan bu katkıların benzin kalitesini bozmadan kaç ppm katılması gerektiği firmaların yaptırdıkları deneyler ile saptanmıştır.

4.TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLAR ve ETKİLERİ

4.1 Hava Kirliliği

Hava kirliliği, havanın yapısını oluşturan doğal bileşenlerin değişmesi yada yabancı maddelerin , havanın yapısını bozması olarak ifade edilmektedir. Hava kirliliğinin oluşmasında rüzgar, sıcaklık, nem, basınç gibi meteorolojik etkilerin yanı sıra doğal etkenlerinde rolü vardır. Ancak tüm etkilerin dışında ana kaynak yanma olayıdır. Dünyadaki enerjinin ancak %30'luk bir kısmı yanma olmaksızın hidrolik veya nükleer santrallerden karşılanmaktadır. Geriye kalan %70'lik kısım fosil yakıtların (kömür, petrol, gaz) yanması ile elde edilmektedir.

Fosil yakıtlar temelde hidrojen (H) ve karbon (C) atomlarından oluşmaktadır ve yanma sırasında oksijen ile kimyasal reaksiyona girmektedirler. İdeal bir yanmada, hava içerisindeki oksijenin karbon ile reaksiyonu sonucu CO_2 , hidrojen ile reaksiyonu sonucu H_2O oluşmakta, azot (N) ise reaksiyona girmemektedir. Bununla birlikte reaksiyonlar sonucu ısı ve ışık açığa çıkar ve bu olaya yanma denir. Yanma sonucu çıkan gazlardan karbondioksit, zararlı bir gaz olmasa da, sera etkisini yaratan bir gaz olduğu için azaltılması gerekmektedir. Bu gaz dünyaya gelen ışınların, tekrar atmosferden çıkması engellemektedir.

4.1.1 Hava Kirliliğinin Oluşumu

İdeal koşullarda yanma olayında, çıkan gazlardan yalnız CO_2 çevre için bir tehdit oluşturduğu halde, yanmanın uygulamada tam olarak gerçekleşmemesi nedeni ile çıkan gazlar insan ve çevre için büyük tehdit oluşturmaktadır. Yanmaya katılan havanın gerekenden fazla (fakir karışım) veya az (zengin karışım) olması durumunda yanma bozulmaktadır. Normal şartlarda 1 kg benzinin tam olarak yanması için 14,5 kg hava gereklidir. Yanma sırasında, hava ile yakıtın tam karışmaması veya yakıt için gerekli miktarda havanın bulunmaması durumunda eksik yanma söz konusu olmaktadır. Bu durumda yanma ürünü olarak CO_2 ve H_2O dışında, CO (karbonmonoksit), HC (yanmamış yakıt molekülleri-hidrokarbonlar) ve NO_x (azot oksitler) oluşmaktadır. Ayrıca, yakıtın kükürt içermesi durumunda, kükürt oksitler de söz konu olmaktadır. Diğer taraftan yakıtta eklenen katkı maddeleri de yanma sonucunda çevre için zararlı yapılar oluşturabilir.

Yukarıda belirtilen nedenler göz önünde bulundurulduğunda, yanma sonucu meydana gelen kirleticiler aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir.

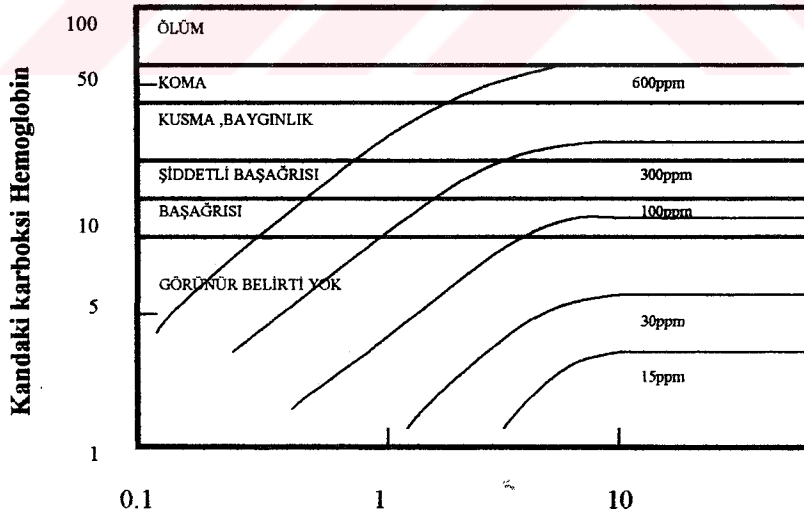
- Yanmamış hidrokarbonlar “HC”
- Karbonmonoksit “CO”
- Azot oksitler “NO_x”
- Aldehitler (R.CHO)
- İs (yanmamış karbon taneciği) ve partiküller (metaller, sıvı yağ ve yakıt tanecikleri)
- Kükürt dioksitler (SO₂)
- Kurşun bileşenleri

4.2 Kirleticilerin İnsan ve Çevre Üzerine Etkisi

4.2.1 Karbonmonoksit (CO)

Kokusuz ve renksiz olan CO çok zehirli bir gazdır. Bu gaz kandaki oksijeni taşıyan hemoglobine oksijene oranla çok daha kolay bağlanır. Bu nedenle CO ortamında bulunan bir kişinin solunum yolu ile aldığı CO, kandaki hemoglobini bozar, vücut hücrelerinin oksijen almasını engelleyerek zehirlenme ve boğulmaya neden olur. Kısaca CO solunması, akciğerlerden vücut dokularına oksijen taşınmasını engeller.

Şekil 4.1 de havadaki CO konsantrasyonunun solunum süresine bağlı olarak insan kanındaki karboksihemoglobin oranına ve bunun insan sağlığına olan etkileri gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Havadaki CO konsantrasyonunun solunum süresine bağlı olarak insan kanındaki karboksihemoglobine oranı(*)

(*) KUTLAR O. , Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler

4.2.2 Yanmamış Hidrokarbonlar (HC)

Motorlarda yanma sonucu veya yakıt sistemi elemanlarından buharlaşma yolu ile atmosfere atılan yanmamış yada kısmen yanmış hidrokarbonlar genellikle kötü kokulu ve zarar verici maddelerdir. Bu tür hidrokarbonlar arasında parafinler ve olefinler solunum yollarındaki mukozayı tahriş edici ve bayıltıcı etkileri, aromaların (benzen v.b) ise kanser yapıcı özellikleri vardır. Hidrokarbonların kısmi oksidasyonu (kısmi yanma) sonucu oluşan aldehitler ise keskin kokuları nedeni ile göz ve burun için rahatsız edici etkiye sahiptirler.

Gaz halindeki hidrokarbonlar güneş ışığı altında azot oksitlerle birleşerek fotokimyasal smog olarak adlandırılan bir sis tabakası oluştururlar. Bu tabaka gözlerin yanmasına sulanmasına, solunum sistemlerinin etkilenmesine ve çevre (bitki ağaç v.s) üzerinde zarara neden olmaktadır.

4.2.3 Azot Oksitler (NO_x)

Azot oksitlerde tıpkı karbonmonoksitler gibi kandaki hemoglobin ile birleşirler. Ancak azot oksitlerin en önemli zehirleyici etkisi akciğerlerde nemle birleşerek nitrik asit oluşturmasıdır. Oluşan nitrik asit başlangıçta miktarının azlığı nedeni ile etkisi az olmaktadır. Ancak zamanla birikim özelliğinin olması, özellikle solunum hastalıkları bulunan kişilerde tehlike yaratmaktadır.

Azot oksitler ayrıca kimyasal sis oluşumunu etkilemektedir. Atmosferde bulunan su ile (yağmur, sis, nem v.b) birleşerek nitrik asit oluşumuna neden olurlar ve böylece atmosferde asit yağmurları gerçekleşir. Bu yağmurlar özellikle çevre ve bitki örtüsü üzerinde tahribata neden olmaktadır.

Azot oksitler NO, NO₂, N₂O₂ gibi farklı yapıda olmalarına karşın, tümü birden NO_x olarak adlandırılmaktadır. Bu oksitler içinde NO renksiz, kokusuz bir gaz olmasına rağmen, felç yapıcı özelliklere sahiptir. NO₂ ise kırmızı-kahverengi renkli, kötü kokulu, tahriş edici bir gazdır. Yanma ürünleri arasında genellikle NO bulunmasına rağmen, atmosfere atıldıktan sonra bir kısmı NO₂'ye dönüşmektedir.

4.2.4 Aldehitler (R-CHO)

Aldehitler hidrokarbonların kısmi oksidasyonu sonucu oluşan ürünlerdir. Özellikle düşük sıcaklıklardaki reaksiyonlarda oluşurlar. Aldehitler genellikle formaldehit (HC,HO) ve akrolein (C₂H₃CHO)' den oluşmaktadır. Diesel motor egzoz gazlarındaki kötü kokulu, gözleri ve solunum sistemini tahriş edici etkinin başlıca nedenlerinden biri formaldehitlerdir.

4.2.5 İS Partiküller (Kati ve Sıvı Parçacıklar)

İçten yanmalı motorlar tarafından üretilen kati taneciklerin büyük bir bölümünü is oluşturmaktadır. İS yanmamış karbon partikülleridir ve özellikle Diesel motorlarında oluşmaktadır. İS, zararlı bileşenleri bünyesinde taşıyarak ve solunum sisteminde birikerek insan sağlığına zararlı olmaktadır. Diesel motorları egzozundan atılan partiküller karbon-hidrojen zincirinden oluşmakta olup bünyelerinde yanmamış hidrokarbonları, oksitlenmiş hidrokarbonları, polinükleer aromatikleri, kükürt dioksit, azot oksit ve sülfirik asit gibi inorganik bileşenleri bulundurmaktadır. Çizelge 4.1'de Diesel motoru egzoz gazlarındaki partiküllerin bileşimi görülmektedir.

Çizelge 4.1 Diesel motoru egzoz gazlarındaki partiküllerin bileşimi(*)

| Partikül Bileşeni | Diesel egzoz gazındaki partikül emsiyon içeriği (ağırlık%) |
|-----------------------------------|--|
| Kati parçacıklar | 66-82 |
| Sıvı yakıt ve organik bileşenleri | 11-15 |
| Motor yağı ve organik bileşenleri | 9-11 |
| Kükürt bileşenleri ve su | 1-11 |

4.1.2.6 Kükürt Dioksit (SO₂)

Yakıt içersinde bulunan kükürt miktarına bağlı olarak, özellikle Diesel motorlarında yanma sonucu kükürdün havayla birleşmesi ile SO₂ oluşmaktadır. Renksiz ve sert kokulu bir gaz olan SO₂ solunum yolları, akciğer ve karaciğer hastalıklarına neden olmaktadır. Diğer taraftan SO₂ atmosferdeki su buhar ile birleşerek sülfirik aside (H₂SO₄) dönüşür ve insan ile çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Egzoz gazlarında bulunan partiküllerle birlikte etkisi artarak, solunum yollarında tahribata ve gözlerde yanmalara neden olmaktadır.

Kükürt dioksit, bitkilerde klorofille reaksiyona girerek yaprakların zarar görmesine yol açar. Özellikle meyve ağaçları ve ormandaki yapraklı bitkiler bu oksitlerden daha çok etkilenir. Bir motordaki emme ve egzoz sistemindeki korozyonun başlıca sebebi yakıtın içerdiği kükürt ve kükürt bileşikleridir. Oluşan sülfirik asit egzoz sistemindeki çürüme ve delinmelerin başlıca nedenidir. Özellikle ülkemizde üretilen Diesel motor yakıtları, benzinlere göre daha yüksek miktarda kükürt içermektedir ve bu nedenle Diesel motorları daha fazla etkilenmektedir.

4.2.7 Kurşun Bileşikleri

Benzine, yakıtın oktan sayısının artırmak amacıyla katılan kurşun tetra etil (TEL) gibi katkı maddeleri, yanma ürünleri arasında kurşun bileşenlerinin de bulunmasına neden olmaktadır.

(*)KUTLAR O. Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler

Bu bileşikler gerek doğrudan gerekse bitkiler üzerinde birikerek dolaylı olarak tüketilen besinler yolu ile insan vücuduna geçmektedir. Çok kuvvetli zehirli bir madde olan kurşun, birikmesi durumunda vücudu etkilemektedir. Metabolizma ve beyin üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kurşunlar ile ilgili daha geniş bilgi, yakıt özellikleri içinde verilmektedir.

4.3 Avrupa Topluluğu Emisyon Standartları

4.3.1.1 EURO 1 (MVEG)

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 2,5 tondan küçük ve 6 kişiden az kapasiteli hususi araçlar için EURO 93 (91/441/CE) emisyon standardı çizelge 4.2'de görülmektedir. Aşağıda verilen değerler g/km olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 EURO 93 (91/441/CE) emisyon standarttı

| CO | HC+Nox | Part. | Uygulama T. (Y.T.) | Uygulama T. (B.T.) |
|------|--------|-------|--------------------|--------------------|
| 2,72 | 0,97 | 0,14 | 01.07.1992 | 31.11.1992 |

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 3,5 tonu geçmeyen yük taşıyan ve İzin verilen azami yüklü ağırlığı 2,5 tondan büyük ve 6 kişiden fazla taşıma kapasiteli ticari araçlar için EURO 95 (93/59/CE) emisyon standardı çizelge 4.3'de görülmektedir. Aşağıda verilen değerler g/km olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 EURO 95 (93/59/CE) emisyon standarttı

| Araç Sınıfı* | CO | HC+NOx | Part. | Uygulama T. (Y.T.) | Uygulama T. (B.T.) |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|--------------------|
| C1s1< 1250 | 2,72 | 0,97 | 0,14 | 01.10.1993 | 01.10.1994 |
| 1250<C1s2<1700 | 5,17 | 1,40 | 0,19 | | |
| C1s3>1700 | 6,90 | 1,70 | 0,25 | | |

*Harekete hazır ağırlık + 100 kg

Y.T: Yeni Tipler

B.T:Bütün Tipler

4.3.1.2 EURO 2 (MVEG)

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 2,5 tondan küçük ve 6 kişiden az kapasiteli hususi araçlar için EURO 96 (94/12/CE) emisyon standardı çizelge 4.4'de görülmektedir. Aşağıda verilen değerler g/km olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 EURO 96 (94/12/CE) emisyon standardı

| | CO | HC+NOx | Part. | Uygulama T. (Y.T.) | Uygulama T. (B.T.) |
|-------------------|------|--------|-------|--------------------|--------------------|
| Benzin | 2,20 | 0,50 | - | 01.01.1996 | 01.01.1997 |
| Diesel IDI | 1,00 | 0,70 | 0,08 | | |
| Diesel DI | 1,00 | 0,90 | 0,10 | | |

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 3,5 tonu geçmeyen yük taşıyan ve İzin verilen azami yüklü ağırlığı 2,5 tondan büyük ve 6 kişiden fazla taşıma kapasiteli ticari araçlar için EURO 97 (96/69/CE) emisyon standardı çizelge 4.5'de görülmektedir. Aşağıda verilen değerler g/km olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 EURO 97 (96/69/CE) emisyon standardı

| Araç Sınıfı* | CO | HC+NOx | Part. | Uygulama T. (Y.T.) | Uygulama.T.(B.T.) |
|------------------------------------|------|--------|-------|--------------------|-------------------|
| Benzin Cls1< 1250 | 2,2 | 0,5 | - | 01.01.1997 | 01.01.1997 |
| Benzin 1250<Cls2<1700 | 4 | 0,6 | - | 01.01.1998 | 01.01.1998 |
| Benzin Cls3>1700 | 5 | 0,7 | - | 01.01.1998 | 01.01.1998 |
| Diesel Cls1< 1250 | 1 | 0,7 | 0,08 | 01.01.1997 | 01.01.1997 |
| IDI 1250<Cls2<1700 | 1,25 | 1 | 0,12 | 01.01.1998 | 01.01.1998 |
| IDI Cls3>1700 | 1,5 | 1,2 | 0,17 | 01.01.1998 | 01.01.1998 |
| Diesel Cls1< 1250 | 1 | 0,9 | 0,1 | 01.01.1997 | 01.01.1997 |
| DI 1250<Cls2<1700 | 1,25 | 1,3 | 0,14 | 01.01.1998 | 01.01.1998 |
| DI Cls3>1700 | 1,5 | 1,6 | 0,2 | 01.01.1998 | 01.01.1998 |

*Harekete hazır ağırlık + 100 kg

Y.T: Yeni Tipler

B.T:Bütün Tipler

Direkt enjeksiyonlu Diesel motorlu araçlar için HC+Nox ve partikül miktarı için verilen değerler, yeni tipler (Y.T) için 30.09.1999, 1.sınıf (Cls1) ticari ve hususi araçların bütün tipleri (B.T) için 31.12.2000 , 2. ve 3. Sınıf (Cls2-Cls3) ticari araçların bütün tipleri (B.T) için de 31.12.2001 tarihlerine kadar geçerlidir.

4.3.1.3 EURO 3 (EURO2000- 98/69/CE) (NMVEG)

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 2,5 tondan küçük hususi araçlar için EURO 3 standart değerleri çizelge 4.6'da verilmektedir. Değerler g/km olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.6 Yüklü ağırlığı 2,5 ton'dan küçük hususi araçlar için EURO 3 emisyon standardı

| | CO | HC | NOx | HC+Nox | Part | Uygulama.T (Y.T) | Uygulama.T (T.T) |
|--------|------|------|------|--------|------|------------------|------------------|
| Benzin | 2,30 | 0,20 | 0,15 | - | - | 2000 | 2001 |
| Diesel | 0,64 | - | 0,50 | 0,56 | 0,05 | 2000 | 2001 |

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 3,5 tondan büyük hususi ve ticari araçlar için EURO 3 standart değerleri çizelge 4.7'de verilmektedir. Değerler g/km olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.7 Yüklü ağırlığı 3,5 tondan büyük hususi ve ticari araçlar için EURO 3 emisyon standardı

| Araç Sınıfı* | CO | | HC | | NOx | | HC+NOx | | Part. | Uygulama T. | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|------|
| | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Diesel | Y.T | B.T |
| Cls1< 1305 | 2,30 | 0,64 | 0,20 | - | 0,15 | 0,50 | - | 0,56 | 0,05 | 2000 | 2001 |
| 1305<Cls2<1760 | 4,17 | 0,80 | 0,25 | - | 0,18 | 0,65 | - | 0,72 | 0,07 | 2001 | 2002 |
| Cls3>1760 | 5,22 | 0,95 | 0,29 | - | 0,21 | 0,78 | - | 0,86 | 0,10 | 2001 | 2002 |

*Harekete hazır ağırlık + 100 kg

Y.T: Yeni Tipler

B.T: Bütün Tipler

4.3.1.4 EURO 4 (EURO2005) (NMVEG)

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 2,5 tondan küçük hususi araçlar için EURO 4 standart değerleri çizelge 4.8'de verilmektedir. Değerler g/km olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.8 Yüklü ağırlığı 2,5 tondan küçük hususi araçlar için EURO 4 emisyon standardı

| | CO | HC | NOx | HC+Nox | Part | Uygulama.T (Y.T) | Uygulama.T (T.T) |
|--------|------|------|------|--------|-------|------------------|------------------|
| Benzin | 1,00 | 0,10 | 0,08 | - | - | 2005 | 2006 |
| Diesel | 0,50 | - | 0,25 | 0,30 | 0,025 | 2005 | 2006 |

İzin verilen azami yüklü ağırlığı 3,5 tondan büyük hususi ve ticari araçlar için EURO 4 standart değerleri çizelge 4.9'da verilmektedir. Değerler g/km olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.9 Yüklü ağırlığı 3,5 tondan büyük hususi ve ticari araçlar için EURO 4 standardı

| Araç Sınıfı* | CO | | HC | | NOx | | HC+NOx | | Part. | Uygulama T. | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|------|
| | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Diesel | Y.T | B.T |
| Cls1< 1305 | 1,00 | 0,50 | 0,10 | - | 0,08 | 0,25 | - | 0,30 | 0,025 | 2005 | 2006 |
| 1305<Cls2<1760 | 1,81 | 0,63 | 0,13 | - | 0,10 | 0,33 | - | 0,39 | 0,04 | 2006 | 2007 |
| Cls3>1760 | 2,27 | 0,74 | 0,16 | - | 0,11 | 0,39 | - | 0,46 | 0,06 | 2006 | 2007 |

*Harekete hazır ağırlık + 100 kg, Y.T: Yeni Tipler, B.T: Bütün Tipler

4.3.2 Avrupa Topluluğu Emisyon Standartlarının Parametreleri

4.3.2.1 MVEG ve NMVEG Emisyon Belirleme Çevrimleri

Standartlarda belirtilen MVEG ile NMVEG çevrimleri arasındaki tek fark, MVEG çevriminde hesaba katılmayan testin ilk 40 saniyelik kısmının NMVEG çevriminde dikkate alınmasıdır. Kısaca motorların en fazla emisyon ürettiği ilk 11 saniye de testte dahil edilmiş olmaktadır. Bu durumda testler ilk çalıştırma anında başlar.

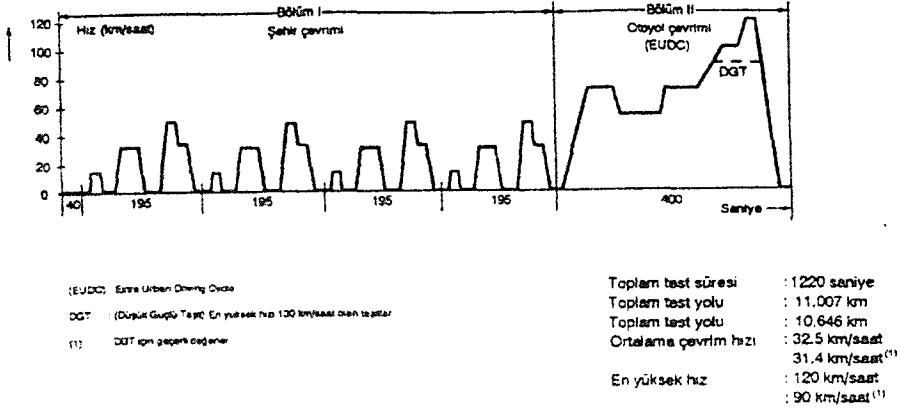
Son yıllarda emisyon sınır değerlerinin günden güne düşürülmesi, motorlu araç üretici firmaları yeni arayışlara itmiştir. Bu nedenle standartlaştırılan katalitik konvertör, ısınma sürecinde kendisinden beklenen özelliği yerine getirememektedir. Motor ilk çalıştırıldığında katalitik konvertör soğuk olduğundan kirletici emisyonların egzozdan çıkışına izin vermektedir. İşte bu nedenden dolayı NMVEG çevriminde katalitik konvertörün etkisiz kaldığı ilk kısımda emisyon ölçümüne dahil edilmiştir.

EURO 3 ve EURO 4 standartlarından itibaren NMVEG çevrimi kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum karşısında motorlu taşıt üretici firmalar, katalitik konvertörün çabuk devreye girmesini sağlamak amacıyla katalitik konvektörleri ek ısıtıcılarla birlikte kullanmaya başlamışlardır.

Çizelge 4.10 MVEG çevrimi 4 ECE 15 (UDC) ve 1 EUDC

| | Birim | ECE 15 | EUDC |
|--------------|-------|-----------------------|-------|
| Mesafe | km | 4x1.013 = 4.052 | 6.955 |
| Süre | s | 4x195 = 780 | 400 |
| Ortalama hız | km/h | 18.7 (duruşlar dahil) | 62.6 |
| Maksimum hız | km/h | 50 | 120 |

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi MVEG çevrimi 4 ECE 15 (UDC) ve 1 EUDC çevriminden oluşmaktadır. NMVEG çevrimi ise şekil 4.2'de görüldüğü gibi başlangıçtaki 40 saniyeyi de içermektedir.



Şekil 4.2 MVEG- NMVEG çevrimi

4.3.2.2 Standartlarda Dayanıklılık Emisyon İlişkisi

Emisyon standartlarında aracın eskimesi sonucu oluşacak olan emisyon artışlarına da sınırlar koyulmuştur. Bu sınırlar 80.000 km yol almış yada 5 yaşını doldurmuş bir araç için belirlenmiş olup araç tiplerine ve emisyon limitlerine göre belli bir bozulma katsayısıyla çarpım şeklinde elde edilmektedir. Bu katsayılar aşağıdaki çizelge 4.11 ve 4.12’de görülmektedir.

Çizelge 4.11 EURO 1 ve EURO 2’deki bozulma katsayıları

| Motor tipi | CO | HC+NOx | Partikül |
|--------------------------------|-----|--------|----------|
| Kıvılcım ateşlemeli motorlar | 1,2 | 1,2 | - |
| Sıkıştırma ateşlemeli motorlar | 1,1 | 1,0 | 1,2 |

Çizelge 4.12 EURO 3 ve EURO 4’deki bozulma katsayıları

| Motor tipi | CO | HC | HC+NOx | Partikül |
|--------------------------------|-----|-----|--------|----------|
| Kıvılcım ateşlemeli motorlar | 1,2 | 1,2 | 1,2 | - |
| Sıkıştırma ateşlemeli motorlar | 1,1 | - | 1,0 | 1,2 |

4.3.2.3 Benzin Buhar Kaçağı

Bu parametre sadece benzin motorlu araçlara uygulanmaktadır. EURO 2’de 2 saat olan test süresi EURO 3 ve EURO 4’de 25 saate çıkarılmıştır. EURO 2 standardına göre 2g / 2 saat olan oran EURO 3 ve EURO 4’de 2g / 25 saate indirilmiştir. Bu açıklamadan anlaşılacağı gibi başlangıçta daha geniş sınırlarda tutulan buharlaşma emisyonları, motorlu taşıt emisyon sınırlarındaki güncellemeye paralel olarak daha düşük seviyeler indirilmiştir.

Eski standartlardaki yüksek değerin başlıca nedeni ise karbüratörün buharlaşma kayıplarında büyük rol oynamasıdır. Ancak günümüzde benzin püskürtme sistemlerinin yaygınlaşması buhar kaçaklarını minimuma indirmiştir. Diğer taraftan standartlarda yalnız benzin buhar kaçakları değil, silecek suyu deposunda bulunan alkol bazlı antifrizlerinde etkisi dikkate alınmaktadır. Çizelge 4.13 benzin buhar kaçağının yeni uygulama tarihleri görülmektedir.

Çizelge 4.13 Benzin buhar kaçağı yeni uygulama tarihleri

| 2 g / 25 saat | Uygulama Başlama Tarihi | |
|---------------|-------------------------|--------------|
| | Yeni Tipler | Bütün Tipler |
| Araç tipi | | |
| Hususi | 2000 | 2001 |
| Cls1 Ticari | 2000 | 2001 |
| Cls2 Ticari | 2001 | 2002 |
| Cls3 Ticari | 2001 | 2002 |

4.3.2.4 Soğuk Ortam Çevrimi

EURO 3 ve EURO 4'de yer alan bu çevrim sadece kıvılcım ateşlemeli motorlara uygulanır. Bu çevrimde motor -7°C 'lık ortamda çalıştırılır. Elde edilen CO emisyonu 15 g / km, HC emisyonu ise 1.8 g / km değerinin altında olmak zorundadır. İzin verilen maksimum taşıt ağırlığı 2.5 tondan büyük ve taşıma kapasitesi 6 kişiden fazla olan araçlar hariç tüm hususi ve Cls1 tipi ticari araçlar 2002, izin verilen maksimum taşıt ağırlığı 2.5 tondan büyük ve taşıma kapasitesi 6 kişiden fazla olan hususi, Cls2 ve Cls3 tipi ticari araçların yeni tipleri içinde yürürlüğe girme tarihi olarak Ocak 2003 ön görülmüştür.

4.3.2.5 EOBD (European on Board Diagnosis)

OBD sistemine uygun araçlarda bulunan motor elektronik kontrol üniteleri norm üzerinde kirliliğe yol açan anormalliği belirler. Elektronik kontrol ünitesi, yeni üretim araçlarda katalitik konvektörün öncesi ve sonrasında bulunan birer adet lamda (oksijen) sondasından aldığı bilgileri karşılaştırarak, konvektörün çalışma etkinliğini saptamaktadır. Bu donanıma sahip araçlarda egzoz emisyon değerlerinin bozulması algılanabilmekte ve sistem hatasını ikaz ışığı ile bildirmektedir. Ayrıca sistemin en büyük özelliği motor elektronik kontrol ünitesinin teşhis soketinin standart olması sayesinde, emisyon miktarının her an her yerde yetkili kişilerce kontrol edilmesinin mümkün olmasıdır. Sistem okuduğu değerleri kilometreye bağlı olarak sürekli hafızada tutmaktadır. Aşağıdaki çizelge 4.14 ve 4.15 de araç ve motor tipine göre uygulamaya başlama tarihleri görülmektedir. Bu tabloda M yolcu taşımacılığında kullanılan araçları, N ise yük taşımacılığında kullanılan araçları ifade etmektedir. Ağırlık değerleri izin verilen azami yüklü ağırlığı ifade etmektedir.

Çizelge 4.14 Kıvılcım ateşlemeli motorlarda OBD uygulama tarihleri

| Kıvılcım ateşlemeli motorlar | Yeni Tipler | Bütün Tipler |
|------------------------------|-------------|--------------|
| M≤2.5 ton ve N Class1 | 01.01.2000 | 01.01.2001 |
| M> 2.5 ton ve N Class 2,3 | 01.01.2001 | 01.01.2002 |

Çizelge 4.15 Sıkıştırma ateşlemeli motorlarda OBD uygulama tarihleri

| Sıkıştırma ateşlemeli motorlar | Yeni Tipler | Bütün Tipler |
|--------------------------------|-------------|--------------|
| M ≤ 6 kişi, M ≤2,5 ton | 01.01.2003 | 01.01.2004 |
| M>6 kişi, N Class1 | 01.01.2005 | 01.01.2006 |
| M>2,5 ton ve N Class 2-3 | 01.01.2006 | 01.01.2007 |

EURO 3 ile motorlu taşıtlarda gündeme gelen OBD sistemleri, EURO 4' de de standart kapsamında bulunmaktadır. Aşağıdaki tablo 4.16'da bu sistem için maksimum sınır değerler g/km olarak verilmiştir.

Çizelge 4.16 Araç tipine ve motoruna göre OBD eşik değerleri

| | CO | | HC | | Nox | | Part. |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Benzin | Diesel | Diesel |
| Hususi | 3,20 | 3,20 | 0,40 | 0,40 | 0,60 | 1,20 | 0,18 |
| Cl1 Ticari | 3,20 | 3,20 | 0,40 | 0,40 | 0,60 | 1,20 | 0,18 |
| Cl2 Ticari | 5,80 | 4,00 | 0,50 | 0,50 | 0,70 | 1,60 | 0,23 |
| Cl3 Ticari | 7,30 | 4,80 | 0,60 | 0,60 | 0,80 | 1,90 | 0,28 |

4.3.3 Avrupa Topluluğu Emisyon Standartlarının Gelişimi ve Aralarındaki Farklılıklar

01.07.1992 tarihinden itibaren yürürlüğe giren EURO 1 (EURO93) birçok revizyondan geçmiştir. İlk uygulamada ticari araçlar kapsam dışı bırakılmıştır. 1993'de ticari araçlar kapsama alınmış ve EURO 95 oluşturulmuştur ve 01.10.1993'den itibaren de yeni tip araçlara uygulama zorunluluğu getirilmiştir. Test çevrimi olarak MVEG (4 ECE + 1EUDC) kullanılması uygun görülmüştür.

1994 yılı itibari ile emisyon limit değerleri yeniden değiştirilmiştir ve öncelikle 1996'dan itibaren 2,5 tondan hafif hususi araçlara uygulanmaya başlanmıştır. 1996 yılında ise ticari araçlar içinde yeni limitler belirlenmiş ve ilk olarak Class 1 ticari araçlara 1997'de, Class2 ve Class 3 ticari araçlara ise 1998'den itibaren uygulanmaya başlanmıştır. Temelde EURO 1 ve EURO 2 arasında emisyon limitleri haricinde bir fark yoktur. EURO 1'den EURO 2'ye geçilirken CO emisyonunda yaklaşık % 20 ve HC+NOx emisyonunda da % 50'lik bir azalma görülmektedir.

Emisyon standartlarındaki gelişmeler sırasında en büyük değişiklik EURO 2 ile EURO 3 (EURO 2000) arasında görülmektedir. Öncelikle test çevrimi değiştirilmiş ve motorun ilk çalıştırıldığı andan itibaren veri alınmaya başlanmıştır. Bunun kadar önemli diğer bir değişiklik ise yakıt buhar kaçağı sınırının 2g / 2 saat değerinden 2g / 25 değerine çıkarılmasıdır. Bu şekilde iki test prosedürü değiştirilmiş ve EURO 2000'e soğuk ortam testi olarak ifade edilen bir test daha eklenmiştir.

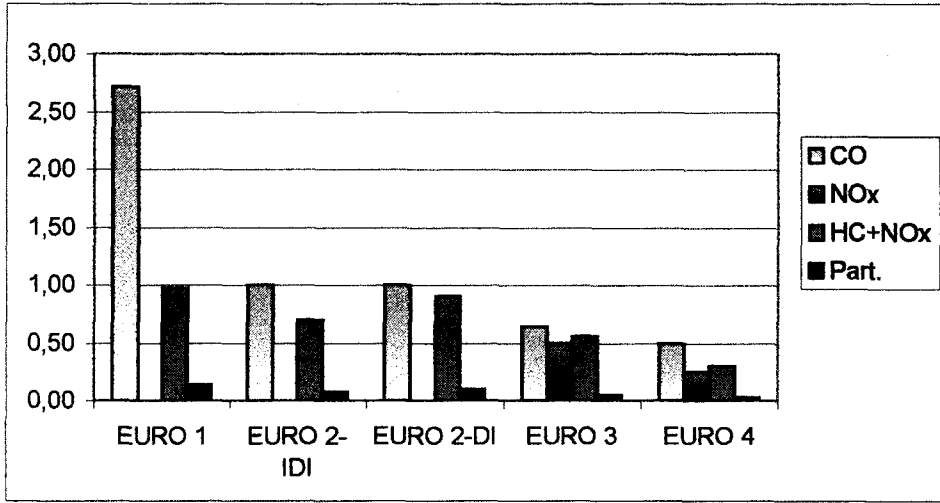
Limitlerin günden güne daralması üreticiyi birçok sistem geliştirmeye yöneltmiştir. Bu sistemlere örnek olarak karter havalandırma sistemini, yakıt buharı geri kazanım sistemini, E.G.R (egzoz gazı resirkülasyonu) sistemini ve daha çabuk aktif hale geçen katalitik konvertör verilebilir. Bunun dışında O.B.D sisteminin de araçlarda bulunma zorunluluğu getirilmiştir. Bir diğer değişiklik ise ticari araç klasmanlarının yeniden belirlenmesidir.

EURO 4 (EURO 2005) ile EURO 3 (EURO 2000) arasında emisyonlarda neredeyse % 50'lik bir azalma görülmektedir. Bunun yanında araçlarda daha uzun ömür beklenmektedir. 80.000 km olan dayanıklılık limiti 100.000 km veya 5 yıla çıkarılmıştır. Bunların yanında proje aşamasında olan O.B.D eşiklerinin belirlenmesi, yüksek kaliteli yakıt ve daha ince partikülleri de yakalayabilen daha iyi test prosedürleri de EURO 2005'in önemli farklarındandır. Aşağıdaki çizelge 4.17'de emisyon standartlarının gelişim görülmektedir.

Çizelge 4.17 Yolcu taşımacılığında kullanılan araçlarda standartlara göre emisyon değerleri

| Araç Tipi | Uygulama T. | CO | HC | NOx | HC+NOx | Part. |
|------------------------------|-------------|------|------|------|--------|-------|
| Sıkıştırma Ateşlemeli | | | | | | |
| EURO 1 | 1992 | 2,72 | - | - | 0,97 | 0,14 |
| EURO 2-IDI | 1996 | 1,00 | - | - | 0,70 | 0,08 |
| EURO 2-DI | 1999 | 1,00 | - | - | 0,90 | 0,10 |
| EURO 3 | 2000.01 | 0,64 | - | 0,50 | 0,56 | 0,05 |
| EURO 4 | 2005.01 | 0,50 | - | 0,25 | 0,30 | 0,025 |
| Kıvılcım Ateşlemeli | | | | | | |
| EURO 3 | 2000.01 | 2,30 | 0,20 | 0,15 | - | - |
| EURO 4 | 2005.01 | 1,00 | 0,10 | 0,08 | - | - |

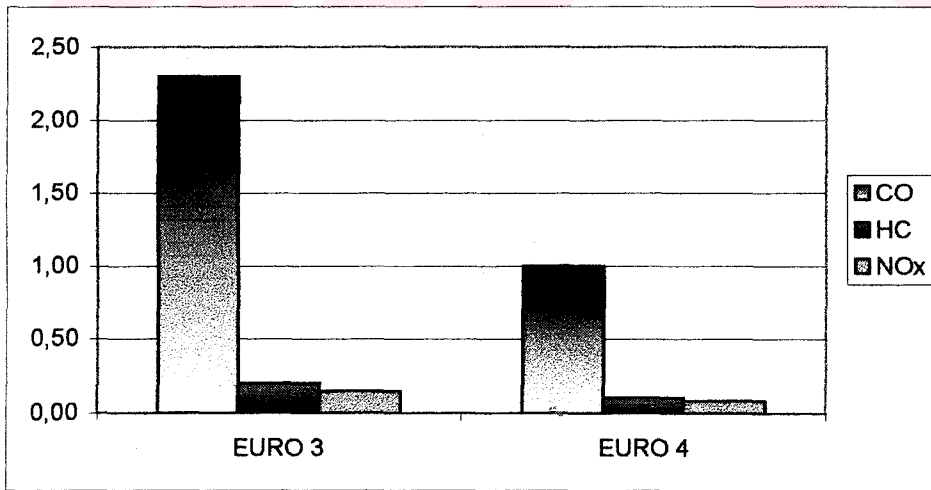
Şekil 4.3'de Diesel, şekil 4.4'de de benzinli taşıtlar için standartlardaki değişim grafiksel olarak gösterilmektedir. Çizelge 4.18'de ise yolcu taşımacılığında kullanılan araçlarda egzoz kirleticileri yüzdesel değişimleri verilmektedir.



Şekil 4.3 Yolcu taşımacılığında kullanılan Diesel araçların standartlara göre emisyon değerleri

Çizelge 4.18 Yolcu taşımacılığında kullanılan araçlarda standartlara göre yüzdesel değişimler

| Araç Tipi | Süre | CO | HC | NOx | HC+NOx | Part. |
|------------------------------|--------|-----|-----|-----|--------|-------|
| Sıkıştırma Ateşlemeli | | | | | | |
| EURO1/EURO 4 | 13 yıl | %80 | - | - | %70 | %82 |
| Kıvılcım Ateşlemeli | | | | | | |
| RO3/EURO4 | 5 yıl | %56 | %50 | %46 | - | - |



Şekil 4.4 Yolcu taşımacılığında kullanılan benzinli araçların standartlara göre emisyon değerleri

4.3.4 Ülkemizde Uygulanan Emisyon Standartları ve Gelişimleri

Standartlar konusunda Avrupa Topluluğunu geriden takip eden ülkemizde 28.09.1993 tarihinde ECE 15.4 standardı kabul edilmiştir. Bu yönetmelik 16.06.1983 tarihinde 83/351/EEC direktifiyle ortaya çıkmıştır. Bu yönetmelik oldukça kapsamsız ve emisyon değerleri açısından da çok geniş değerlere sahiptir.

01.01.1995 tarihinde 1.8 lt ve üstündeki kıvılcım ateşlemeli motorlu yeni araçlar için EEC 91/411 (EURO 93) yönetmeliği kabul edilmiştir. Böylece bu araçların CO emisyonu 2,72 g/km, HC+NO_x emisyonu ise 0,97 g/km ile sınırlandırılmıştır. Daha sonra 01.01.1996 tarihinde 1,6 lt ve üstündeki motorlar kapsama alınmıştır. Bundan 3 yıl sonra 01.01.1999'dan itibaren bu sınır 1,4 lt'lik motorlara kadar indirilmiştir. 01.01.2000 tarihinden itibaren ise kıvılcım ateşlemeli motora sahip yeni tip onayı alacak tüm araçlarda EEC 91/441 yönetmeliğe uygunluk aranmaktadır.

Sanayi ve Ticaret Bakanlığının 03.12.2000 tarihinde yayınladığı tebliğ ile 01.01.2001 tarihinden sonra tip onayı alacak kıvılcım ateşlemeli motorlu araçlar için 98/69/CE yönetmeliğine uygunluk aranmaktadır. Daha önce tip onayı almış araçlara ise 01.07.2001 tarihine kadar süre tanınmış ve bu süre sonunda bu yönetmeliğe uygun olarak üretilmeleri zorunlu tutulmuştur. Ancak aynı yönetmeliğin aracın kullanım sürecinde uygunluğunu kontrol için getirdiği hükümler ve cihazlar aranmamaktadır. Kısaca özetlemek gerekirse; 98/69/CE yönetmeliği bir diğer adıyla EURO 2000 (EURO 3) de zorunlu olan O.B.D sistemi ülkemizde kapsam dışı bırakılmıştır.

Aynı tebliğin bir diğer maddesi 01.01.2001 tarihinden itibaren yeni tip onayı alacak olan sıkıştırma ateşlemeli motorlu araçlara EEC 91/441 (EURO93) yönetmeliğine uygunluk zorunluluğu getirilmiştir. Daha önce tip onayı almış olan araçlar ise 01.01.2002 tarihine kadar süre tanınmıştır. Bu süre sonunda bu yönetmeliğe uymayan araçların Ulusal Tip Onay Belgeleri iptal edilecektir.

Ülkemizde üzerinde O.B.D sistemi bulunan araçların zorunlu kılınmamasının en büyük nedeni kullanılan yakıtlardır. Ülkemizde üretilip piyasaya sürülen süper ve normal benzinlerin ECE 15.4'ün 83/351 direktifine uygun olması ve Avrupa standartlarına göre daha yüksek kükürt ve kurşun içermesi bu durumun başlıca nedenidir. Kurşunsuz benzin ve motorin ise EURO 2 (96-97) kalitesinde kalmaktadır.

Ülkemizdeki bu konudaki bir diğer problem ise burada üretilip ihraç edilen araçlarda O.B.D sisteminin bulunması zorunluluğudur. Bunun yanında Avrupa Topluluğu ülkelerinde O.B.D sisteminin zorunlu olması, OB.D sisteminin mevcut olduğu araçlarda sık-sık emisyon hata sinyallerine neden olmaktadır.

4.3.5 Emisyon Standartları ve Yakıt Özelliklerinin Değişimi

Emisyon standartlarının yıllar bazında değişimi, yakıt standartlarında da iyileştirme yapılmasını gerektirmektedir. Çünkü yapılan araştırmalarda yakıt özelliklerinin emisyon değerleri üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur. Aşağıdaki çizelge 4.19'da yakıt özelliklerinin standartlara bağlı değişimi görülmektedir.

Çizelge 4.19 kurşunsuz benzin standartları

| Parametre | Birim | EURO 1, EURO 2 | EURO 3 | EURO 4 |
|--------------|-----------|-------------------|-------------|-------------|
| Oktan Sayısı | - | 95 | 95 | 95 |
| Yoğunluk | kg/l | 0,748-0,762 | 0,748-0,762 | 0,748-0,775 |
| Aromatik | %vol | 45 | 28-40 | 28-40 |
| Olefin | %vol | 20 | 10 | 10 |
| Benzen | %vol | 5 | 1 | 1 |
| Oksijen | %kütlesel | - | 2,3 | 2,3 |
| Kükürt | ppm | 400 | 100 | 50 |
| Kurşun | g/l | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Fosfor | g/l | 0,0013 | 0,0013 | 0,0013 |

5.1 Benzinlerin Özellik Analizleri

5.1 Reid Buhar Basıncı Tayini

5.1.1 Numune Alma

Buhar basıncı ölçülecek numuneyi koymak için kapasitesi 1 lt olan cam kapaklı, cam bir balon seçildi. Bu cam balona doluluk oranının her deneyde sabit kalması için %70 ila %80 doluluk oranını belirten bir çizgi çizildi. Bu hazırlık işlemlerinin tamamlanması ile piyasadan alınan benzin örnekleri sırasıyla her deneyden önce bu kaba aktarıldı. Kapağı kapatılan kap daha önceden sıcaklığı $0^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$ düşürülmüş soğutma banyosuna konarak sıcaklığının bu değerler ulaşması için beklendi. Sıcaklık dengesi kurulduktan sonra kap soğutma banyosundan çıkartılarak, doluluk oranının istenen aralıkta olup olmadığı gözlendi. Kapağı tekrar kapatılan kap, şiddetle çalkalandı ve tekrar soğutma banyosuna kondu. Kapağı açma, kapatma ve çalkalama işlemi 2 dakikadan az olmayan aralıklarla 3 defa tekrarlanarak hava ile doygunluk sağlandı.

5.1.2 Sıvı Hücresinin Hazırlanması

Açık sıvı hücresi ve numune aktarma bağlantıları soğutma banyosuna konarak, sıcaklıklarının $0^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$ değerleri arasına inmesi için 10 dakika kadar beklendi. Bu işlem sırasında sıvı hücresine dışarıdan başka bir sıvının girmemesine dikkat edildi.

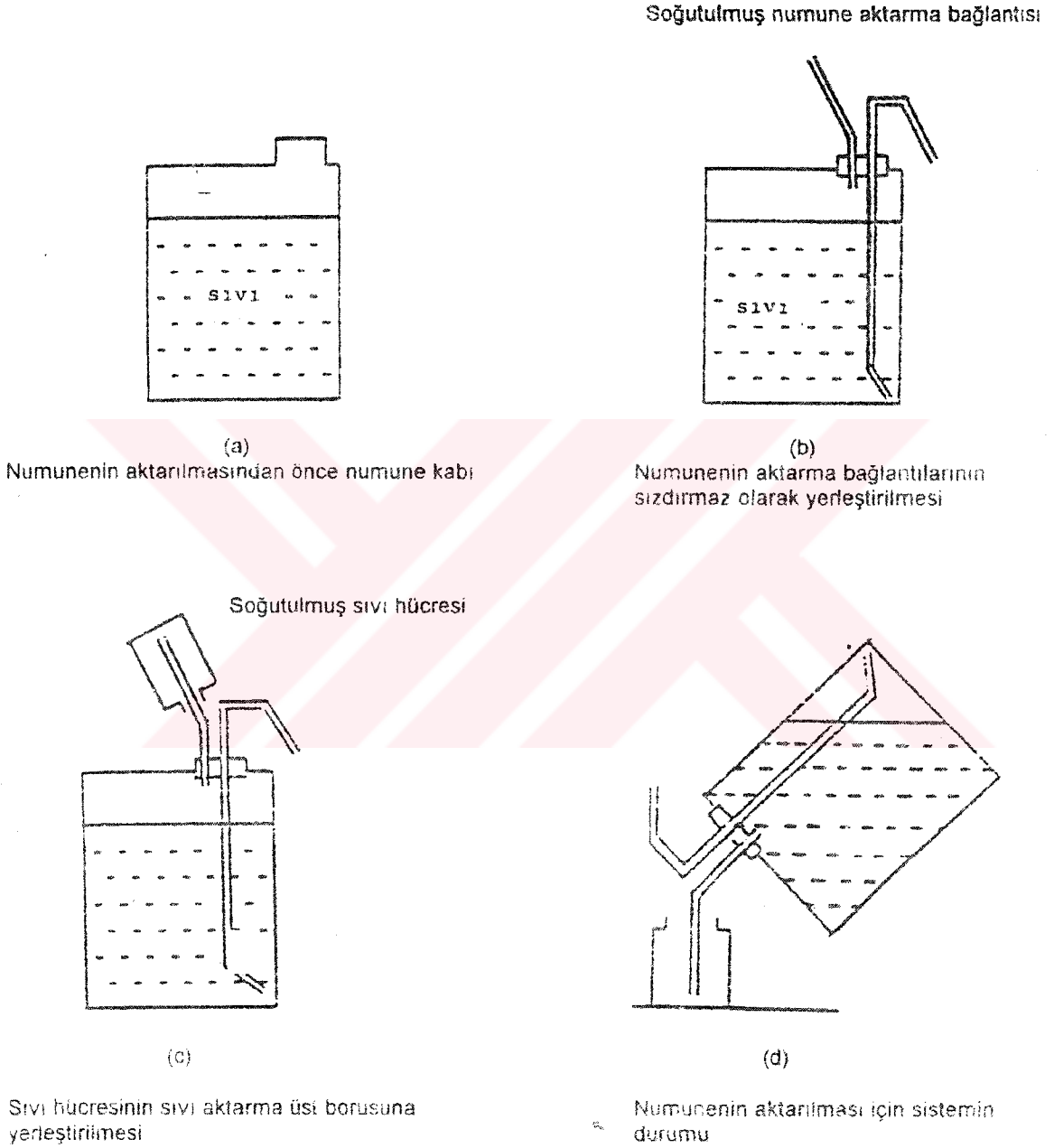
5.1.3 Hava Hücresinin Hazırlanması

Her deneyden önce standartlarda belirtildiği gibi hava hücresi temizlendi. Temizleme işleminin ardından hava hücresi ile basınç ölçme cihazı birbirine bağlandı. Hava hücresinin şartlandırılması için $37.8^{\circ} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ işlem tercih edildi ve bu amaçla belirtilen sıcaklıktaki su banyosuna üst kısmı 25 mm dışarıda kalacak şekilde daldırıldı. Daha sonra banyo içersinde sıcaklık dengesi kurulana kadar 10 dakika süre ile bekletildi.

5.1.4 Numunenin Aktarılması

Şartlandırma işlemlerinin tamamlanması ile soğutulmuş numune kabı soğutma banyosundan çıkarıldı. Kapağı açılarak hava borusu ve sevk borusu yerleştirildi. Sıvı hücresi dik konumda olacak şekilde yerleştirildi.

Numune kabından sıvı hücresine benzin sevki şekil 5.1’te görüldüğü gibi yapıldı. Taşınmaya kadar doldurulan sıvı hücresi tezgahın kenarına vurularak içerisinde kalan havanın çıkması sağlandı. Kapta kalan havanın çıkması ile azalan sıvı seviyesi, kaba benzin ilave edilmesi ile taşma seviyesine kadar yükseltildi.



Şekil 5.1 Numunenin sıvı hücresine aktarılması.

5.1.5 Cihaz Parçalarının Birleştirilmesi

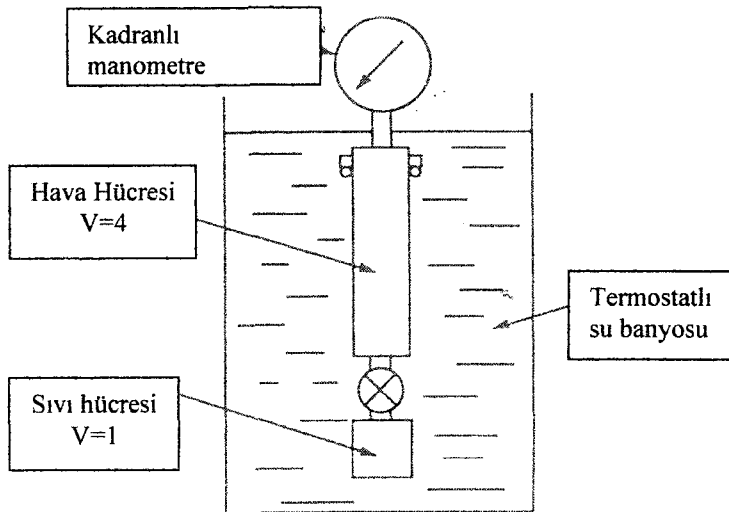
Sıvı hücresi hazırlandıktan sonra çabuk bir şekilde hava hücresi su banyosundan çıkarıldı ve iki ünitenin birleştirilmesi kısa sürede yapıldı. Birleştirme işleminin ardından gözle herhangi bir sıvı kaçağının olup olmadığına bakıldı. Kaçağın olduğu durumda numune atılarak yeni numune kaba kondu ve işlemler tekrarlandı.

5.1.6 Cihazın Banyoya Konması

Hücreler birleştirildikten sonra ters çevrilerek sıvı hücresinde bulunan numunenin hava hücresine geçmesi sağlandı ve cihaz boyuna paralel olarak şiddetli çalkalandı. Sızıntı kontrolünün ardından belirlenen sıcaklıktaki banyoya üst yüzeyi sıvı üst yüzeyinden 25 cm dışarıda kalacak şekilde daldırıldı. Sızıntının gözlemlendiği numuneler ise atılarak deneye tekrar başlandı.

5.1.7 Buhar Basıncının Ölçülmesi

Buhar basıncı cihazı su banyosuna daldırıldıktan 5 dakika sonra göstergeye hafifçe vurularak basınç okuması yapıldı. Daha sonra cihaz banyodan çıkarılarak ters çevrildi ve boyuna paralel yönde şiddetli çalkalandı. Çalkalama işlemi mümkün olduğu kadar kısa sürede yapılarak cihaz tekrar banyoya kondu. Sistemin dengeye ulaşması için 2 dakika aralıkla ve son iki basınç okuması aynı olana kadar işlem 5-6 defa tekrarlandı. Elde edilen sabit basınç değeri 37.8°C 'ta yapılan deney için "Reid Buhar Basıncı" olarak kaydedildi. Aşağıdaki şekil 5.2'de reid buhar basıncı ölçme cihazının banyo içindeki duruşu görülmektedir.



Şekil 5.2 Reid buhar basıncı ölçme cihazının banyo içindeki duruşu.

5.1.8 Cihazın Bir Sonraki Deneye Hazırlanması

Deneyin tamamlanması ile su banyosundan çıkarılan cihazın hava hücresi üzerindeki vanası kapatılarak, sıvı hücresi hava hücresinden ayrıldı. Sıvı hücresi içerisinde bulunan benzin uzaklaştırıldı ve hücre temizlenerek bir sonraki deney için soğutma banyosuna kondu. Hava hücresi üzerindeki vana yavaşça açılarak içerisinde bulunan basınçlı gaz dışarı atıldı. Bu işlemin ardından manometre sökülerek temizlendi ve kol sallama hareketleri ile yaratılan santrifüj etkisi ile hava hücresinde kalan sıvı uzaklaştırıldı. Temizlenen elemanlar tekrar birleştirilerek bir sonraki deney için 37.8° C sıcaklıktaki su banyosuna kondu.

5.2 Destilasyon Karakteristiklerinin Tayini

5.2.1 Deney Düzenineğinin Hazırlanması

Otomatik olmayan tip destilasyon deneyi için gerekli olan malzemeler; standartlarda ölçüsü verilen sabit et kalınlıklı cam balon, 1° C hassaslıkla ölçüm yapabilen termometre, su devridaimi yapılan yoğuşurma ünitesi, 100 ml kapasiteli numune koyma ve toplama kabı, ısıtma kaynağı olarak bir ocak, deney esnasında cam balonunun çevre ile ısı transferi yapmasının engellemek için ısı yalıtım elemanları ve son olarak her deneyde balonun sökülüp takılmasını kolaylaştırmak amacıyla ayarlanabilir bir asansör düzeneği. Bu ekipmanların birleştirilmesi ile deney düzeneği kurulmuş olur ve deneye başlanır.

5.2.2 Numunenin Ölçülmesi ve Balona Konması

Standartta belirtildiği gibi 100 ml kapasitesi olan ölçü kabına uygun ortam sıcaklığında numune aktarıldı. Daha sonra bu numune ortamda buharlaşmasına izin verilmeden kısa süre içinde deney balonunun içine aktarıldı.

5.2.3 Deneyin Yapılışı

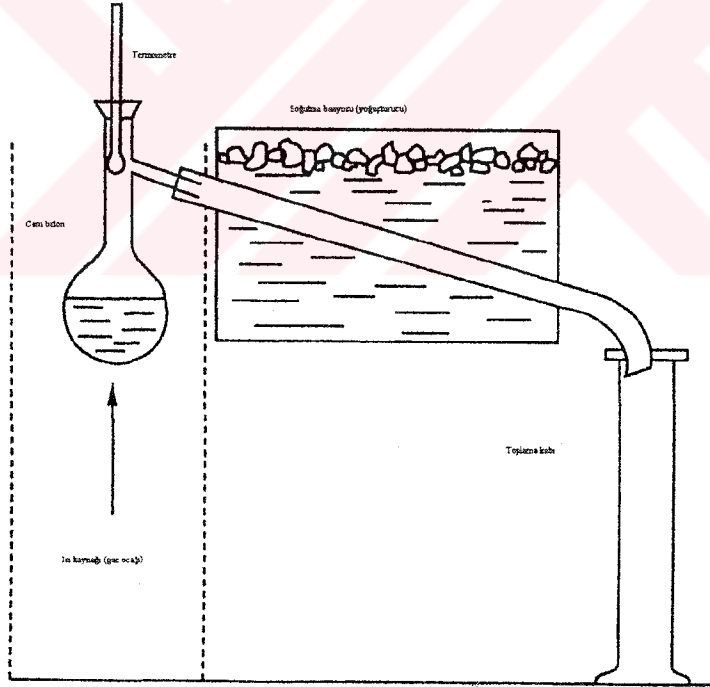
Basit yapısı şekil 5.3'te görülen deney düzeneğinin kurulması ile deneye başlandı. Öncelikle 100 ml benzin ölçülerek deney balonuna kondu. Daha önceden yalıtılan deney balonu bir ocakla ile ısıtılmaya başlandı. Bu ısıtma işlemi sırasında buharlaşan benzinin yoğuşturucuya doğru ilerlediği görüldü. Yoğuşturucu'dan geçen buhar yoğuşarak toplama haznesine damlamaya başladı. Bu esnada benzinin ilk damladığı anda termometreden okunan değer "İlk Kaynama Noktası" olarak kaydedildi. Isıtma işlemi sürdürülerek önce 70 °C sonra 100 °C ve 180 °C için buharlaşma miktarları tespit edildi.

Bu noktalardan sonra benzin ısıtılmaya devam edildi ve yoğuşan son damlanın düştüğü sıcaklık “Son Kaynama Noktası” olarak kaydedildi. Sıcaklığın belli bir değerin üstüne çıkması ile balonda dumanlanma söz konusu oldu ve bu anda ısıtma işlemine son verildi.

Isıtma işleminin bitirilmesi ile toplama kabında %85’in üzerinde benzin (renksiz) destile edilerek toplandı ve balonda renk verici boyar madde kaldı. Balonda kalan benzin miktarı ölçülerek destilasyon işlemi sonunda kalan kalıntı miktarı tespit edildi. Destilasyon sonunda toplama kabında benzin renksiz olarak elde edildi.

5.2.4 Cihazın Bir Sonraki Deneye Hazırlanması

Numune için deneyin bitmesi ile düzenekteki cam ekipmanlarının etrafındaki yalıtıcı maddeler çıkarıldı ve bir süre soğumaları beklendi. Daha sonra balon içerisinde kalan renk verici madde atılarak balon soğutuldu ve temizlendi. Toplam kabı içerisinde bulunan destile edilmiş benzin gerektiğinde başka amaçla kullanmak üzere başka bir kaba aktarıldı. Diğer sistem elemanları temizlendikten sonra kurutuldu ve sistem bir sonraki deney için tekrar kuruldu.



Şekil 5.3 Destilasyon deneyi düzeneği basit şematik şekli.

5.3 Doktor Deneyi

5.3.1 Deneyin Amacı

Bu deney standart motor benzinlerinde, gazyağında ve benzeri petrol ürünlerinde merkaptanların doktor deneyiyle tanınmasını kapsar. Ancak peroksit miktarı eser miktardan fazla olan numunelerde doktor deneyiyle merkaptanların tanınması mümkün olmamaktadır.

5.3.2 Deneyin Özeti

Numune, sodyum plumbit çözeltisiyle çalkanır, içine az miktarda toz halinde kükürt katılır ve tekrar çalkalanır. Merkaptanların, hidrojen sülfürün veya her ikisinin numunede bulunması halinde, yağ-su fazında yüzen kükürdün rengi veya herhangi fazın rengi kaybolur.

5.3.3 Deney Ekipmanları

Deney ekipmanı olarak çeşitli hacimlerde cam kaplar ve 50 ml kapasitesi olan derecelendirilmiş, traşlanmış cam kapaklı bir silindir kullanılmaktadır. Diğer taraftan çözelti hazırlamak için gerekli madde miktarını tartmak için hassas bir tartı, çözeltiyi ısıtmak için bir elektrikli ısı kaynağı ve süzmek içinde filtre gerekmektedir.

5.3.4 Deney Reaktifleri

5.3.4.1 Sodyum Plumbit Çözeltisi

Sodyum çözeltisi hazırlamak için 25 gr kurşun asetat ($Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$) hassas tartıda tartılarak 200 ml suda çözüldü. Daha sonra süzülerek 100ml suda 60 gr sodyum hidroksit bulunan başka bir çözeltiye katıldı. Karışım kaynamakta olan su banyosunda 30 dakika ısıtıldı ve sonra 1 litreye seyreltildi. Elde edilen bu çözelti kapağı sıkıca kapatılabilen şişeye kondu.

5.3.4.2 Kükürt

Deneyde kullanılacak olan kükürt standartta belirtildiği gibi saf, kuru ve toz halinde kuru bir kapta bulunmaktadır. Aksi halde havadaki nemin kükürtle tepkimeye girmesi söz konusu olabilir.

5.3.4.3 Kadmiyum Klorür Çözeltisi

Kadmiyum klorür çözeltisi, 1 litresinde 10 ml 11 N hidroklorik asit ile 100 g kadmiyum klorür bulunan çözeltidir. Bu çözeltiyi hazırlamak için 100 gr kadmiyum hassas tartıda tartıldı ve daha önceden hazırlanmış çözeltiye katılarak karıştırıldı.

5.3.4.4 Potasyum İyodür Çözeltisi

Potasyum iyodür çözeltisi, 1 litresinde 100 g potasyum iyodür bulunan taze hazırlanmış çözeltidir. Bu çözeltiyi hazırlamak için 100 g potasyum iyodür 1 lt saf su ile karıştırıldı.

5.3.4.5 Nişasta Çözeltisi

Nişasta çözeltisi genel laboratuvar amacı ile taze hazırlanmış olmalıdır. Bu amaçla bir miktar nişasta ile saf kullanılarak çözelti hazırlandı.

5.3.5 Deneyin Yapılışı

İlk olarak 10 ml numune ile 5 ml sodyum plumbit çözeltisi çam silindir içine kondu ve kapağı kapatılarak 15 saniye boyunca sürekli çalkalandı. Bu çalkalanma işleminden sonra hemen siyah bir oluşup oluşmadığına bakıldı. Bu siyah çökelti oluşmadığı için numunede hidrojen sülfür olmadığı kaydedildi. Çözelti bir miktar bulandığı halde renk değiştirmediği için ilgili standartta belirtildiği gibi kadmiyum klorür, potasyum iyodür ve nişasta çözeltileriyle işleme tabi tutulmadı. Fazlar tam anlamıyla ayrıştıktan sonra, bu iki fazı örtecek kadar az miktarda kükürt katıldı. Bu işlemin ardından 15 saniye süreyle iyice çalkalandı ve fazların ayrışması için 1 dakika beklendi.

Fazlar ayrıştıktan sonra herhangi bir fazda renk kaybolmasının olmadığı görüldü. Bu nedenle deneyi yapılan numune için sonuç ilgili standartta göre negatif olarak belirlendi. Buna rağmen ASTM D3227 standardına göre yapılan testlerde çok az miktarda merkaptan kükürtün bulunabileceği spesifikasyonlarda görülmektedir.

5.4 Eser Miktarda Kurşunun Tayini

5.4.1 Deneyin Amacı

Standartlarda bu deney, kurşunsuz benzinde bulunan düşük miktardaki kurşunun belirlenmesi amacı ile yapılır. Benzinde bulunan kurşun taşıttaki katalitik konvertöre zarar vermektedir. Bu nedenle benzindeki kurşun miktarı bilinmelidir.

5.4.2 Deney Ekipmanları

Deney ekipmanı olarak derecelendirilmiş ölçü silindiri, pompalı sıvı çekme aparatı, beher, manyetik karıştırıcı, ayırma hunisi ve atomik spektra cihazı gerekmektedir.

5.4.3 Deneyin Yapılışı

Öncelikle derecelendirilmiş silindire 20 ml saf su kondu. Daha sonra asit saklama kabından 5ml HNO₃ (nitrik asit) çekilerek pompa yardımıyla suyun üstüne eklendi. Elde edilen karışıma saf su eklenerek 50 ml'ye tamamlandı. Bu karışım manyetik karıştırıcının üzerine kondu ve 5 dakika süre ile karıştırıldı. Bu işlem sonunda % 10'luk HNO₃ çözeltisi elde edildi.

Dereceli silindir ile alınan 50 ml benzin numunesi, hazırlanan çözeltiliye eklendi ve karıştırma işlemine devam edildi. Beş dakika süre ile karıştırılan numune ile çözelti, dinlenmesi ve fazların ayrışması için ayırma hunisine alındı ve bir süre bekletildi.

Ayırma hunisinde bekleyen benzin numunesi ile çözelti birbirinden ayrılarak iki faz oluştururdu. Bu fazlardan yoğunluğu daha fazla olan su alt kısımda kaldı. Daha sonra ayırma hunisi vanası açılarak kurşun nitrat içeren çözelti bir kaba alındı. Bu esnada deneyin uygulandığı 4'üncü ve 7'inci numuneler çözeltinin bulanmasına neden oldu. Diğer taraftan 2, 5 ve 8'inci numuneler çözeltinin renginin pembeleşmesine neden olurken 3, 6 ve 9'uncu numuneler herhangi bir değişikliğe neden olmadı. Birinci numune için çözelti rengi ise 2 ila 3'üncü arasında kaldı.

Atomik spektra cihazı çalıştırılarak 5 –10-15-20-25 ppm kurşun içerdiği bilinen beş farklı çözelti yakılarak cihazın kalibrasyonu yapıldı. Bu işlemin ardından ayırma hunisinde ayırdığımız çözeltiler sırasıyla yakıldı ve içerdikleri kurşun miktarı tespit edildi. Elde edilen değerler g/l olarak çevrildi ve uygunluğuna bakıldı.

5.5 Yoğunluk Tayini

5.5.1 Yoğunluk Tanımı

Sıvının kütlesinin 15°C veya 20 °C'daki hacmine oranı yoğunluk olarak tanımlanır ve standart referans sıcaklıkla birlikte hacim ve kütle birimleri ile ifade edilir. Yoğunluk çok çeşitli yöntemlerle ölçülebilir. Bu yöntemlere arasında standart hacmin ölçülen kütleyle oranı en basitidir. Diğer bir yöntem ise standartlarda belirtilen hidrometre metodudur.

5.5.2 Deneyin Yapılışı

5.5.2.1 Standart Metod

Standart camdan yapılmış ve delikli cam kapağı olan 25 ml hacmindeki balona 15°C ortam şartında numune aktarıldı. Cam balonun özel kapağının kapatılması ile kapağın ortasından numune çıkışı gözlemlendi. Bu işlemin ardından vakit geçirilmeden hassas tartıda tartılan cam balonun kütlesi virgülden sonra 4 basamak hassasiyetle okundu. Cam balondaki numunenin buharlaşma ile kütle kaybettiği dikkat alınarak, işlem yapılırken numunenin bulunduğu anda okunan kütle değeri olarak yazıldı. Hassas tartıda okunan değer toplam kütle olduğundan, cam balonun daha önceden belirlenmiş darası çıkarıldı ve numunenin gerçek kütlesi tespit edildi.

Standart bir hacme sahip olan cam balondaki sıvının kütlesinin hacme oranı, deney yapılan numuneye ait yoğunluk olarak belirlendi.

5.5.2.2 Hidrometre Metodu

Numune ve hidrometre silindiri önceden belirlenen sıcaklık aralığına getirilir ve deney numunesi silindire aktarılır. Uygun hidrometre deney numunesine daldırılır ve dengeye gelmesi beklenir. Sıcaklık dengesine ulaşıldıktan sonra hidrometre skalası okunur ve deney numunesi sıcaklığı kayıtlı edilir. Gerekirse silindir ve muhtevası, deney esnasında aşırı sıcaklık değişmesini önlemek için sabit sıcaklık banyosuna yerleştirilir.

5.6 Benzen Miktarının Tayini

5.6.1 Deney Reaktifleri

Bu deney için en az %99.9 (m/m) saflıkta benzen, 1 gr ve 3 gr benzen içeren sikloheksan ile seyreltilmiş iki adet standart benzen çözeltisi (1gr/100 ml, 3gr/100ml), seyreltmek amacıyla sikloheksan (673 cm^{-1} 'de absorpsiyon yapmayan) ve temizleme amaçlı çözücü (673 cm^{-1} 'de absorpsiyon yapmayan) madde gerekmektedir.

5.6.2 Deney Ekipmanları

Bu deney için özelliği ilgili standartta belirtilmiş kızıl ötesi spektrometre, iki adet hücre, cam şırıngalar, pipetler ve ölçülü balonlar gerekmektedir.

5.6.3 Deneyin Yapılışı

İlgili standartta belirtildiği gibi numune sikloheksan ile seyreltikten sonra 730 cm^{-1} den 630 cm^{-1} 'e kadar olan kızıl ötesi spektrumu kaydedilir. 673 cm^{-1} deki absorpsiyon ölçülür standart benzen çözeltilerinin absorpsiyonları ile karşılaştırılır. Benzen miktarı 100 g/ml olarak verilir ve kütlece veya hacimce yüzde olarak hesaplanır.

5.7 Benzinde Bulunan Kükürt Miktarı Tayini

Benzin örneklerinde bulunan kükürt miktarını tayin etmek amacıyla standartlarda belirtildiğinin aksine X-ray cihazı kullanılmıştır. Bu cihazın temel çalışma prensibi; farklı miktarlarda kükürt içerdiği bilinen referans (kalibrasyon) malzemeler ile numunedeki miktarın karşılaştırmasıdır ve bu amaçla x-ray kullanılır.

5.7.1 Deneyin Yapılışı

Deney yapılacak x-ray cihazı çalıştırılarak içerdiği kükürt miktarı belli olan referans malzemeler ile kalibre edildi. Bu referans malzemeler özel saklama kaplarında ortamdaki yalıtılmış olarak bulunmaktadır. Daha sonra özel hazırlanmış 9 adet ölçüm kabına konan numuneler sırasıyla x-ray cihazına yerleştirildi. Kapağı kapanan cihaz ile x ışınları kullanılarak numunelerdeki kükürt miktarları tespit edildi.

Kükürt ölçümü yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ölçüm yapılacak numunelerin hepsinin ayrı-ayrı kaplara konmasıdır. Aksi halde ölçme hataları söz konusu olabilir.

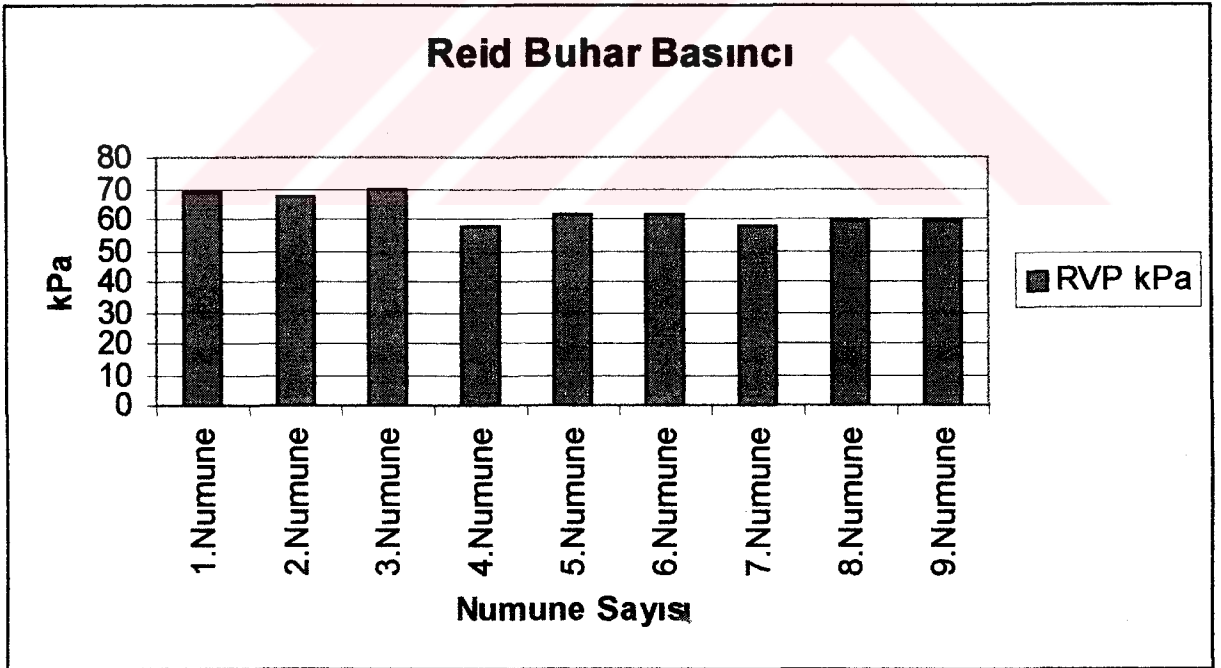
6. Benzin Analiz Sonuçları

6.1 Reid Buhar Basıncı Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.1'de anlatıldığı gibi buhar basıncı testi yapıldı ve çizelge 6.1'deki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.1'deki grafik çizildi.

Çizelge 6.1 Reid buhar basıncı ölçüm sonuçları

| Numune Sayısı | 1.Ölçüm | 2.Ölçüm | 3.Ölçüm | 4.Ölçüm | 5.Ölçüm | RVP kPa |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1.Numune | 60 | 62 | 65 | 69 | 69 | 69 |
| 2.Numune | 63 | 64 | 66 | 67.5 | 67.5 | 67.5 |
| 3.Numune | 64 | 68.25 | 69 | 69.5 | 69.5 | 69.5 |
| 4.Numune | 55 | 57 | 57.5 | 57.5 | 57 | 57.5 |
| 5.Numune | 57.5 | 59.5 | 62 | 62 | 62 | 62 |
| 6.Numune | 57 | 60 | 61 | 61.25 | 61.25 | 61.25 |
| 7.Numune | 53.25 | 56.5 | 56.5 | 58 | 58 | 58 |
| 8.Numune | 54.25 | 57 | 58 | 59.5 | 59.5 | 59.5 |
| 9.Numune | 52.5 | 56 | 57 | 59 | 59 | 59 |



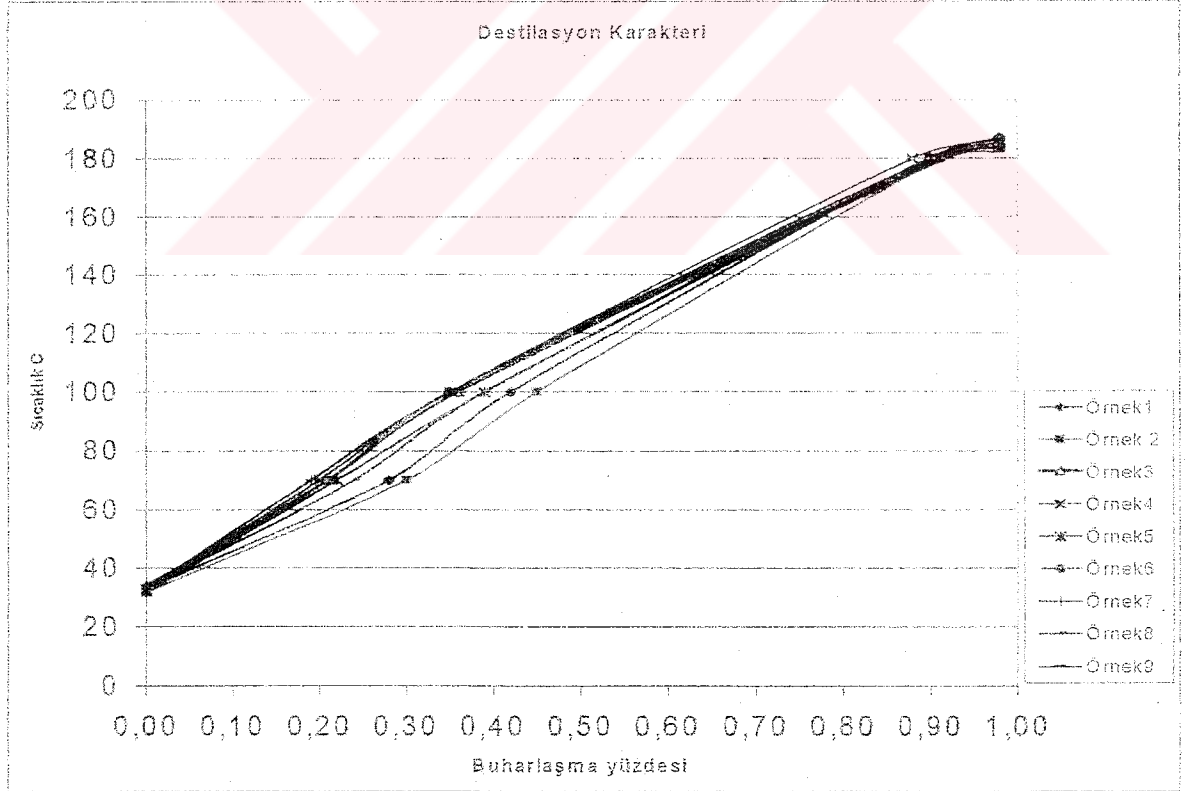
Şekil 6.1 Reid buhar basıncı sonuçları grafiksel gösterimi

6.2 Destilasyon Karakteri Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.2'de anlatıldığı gibi destilasyon deneyi yapıldı ve çizelge 6.2'deki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.2'deki grafik çizildi.

Çizelge 6.2 Destilasyon karakteri ölçüm sonuçları

| Benzin | Distilasyon Karakteri | | | | S.K.N |
|--------|-----------------------|------|-------|-------|-------|
| | I.K.N | 70oC | 100oC | 180oC | |
| Örnek1 | 33 | %28 | %42 | %90 | 187 |
| Örnek2 | 32 | %30 | %45 | %91 | 186 |
| Örnek3 | 34 | %21 | %36 | %91 | 185 |
| Örnek4 | 33 | %20 | %35 | %88 | 186 |
| Örnek5 | 32 | %22 | %39 | %90 | 185 |
| Örnek6 | 32 | %21 | %35 | %91 | 184 |
| Örnek7 | 33 | %19 | %35 | %90 | 184 |
| Örnek8 | 33 | %24 | %39 | %91 | 183 |
| Örnek9 | 33 | %21 | %36 | %92 | 182 |



Şekil 6.2 Numunelerin destilasyon karakteri

6.3 Doktor Testi Sonuçları

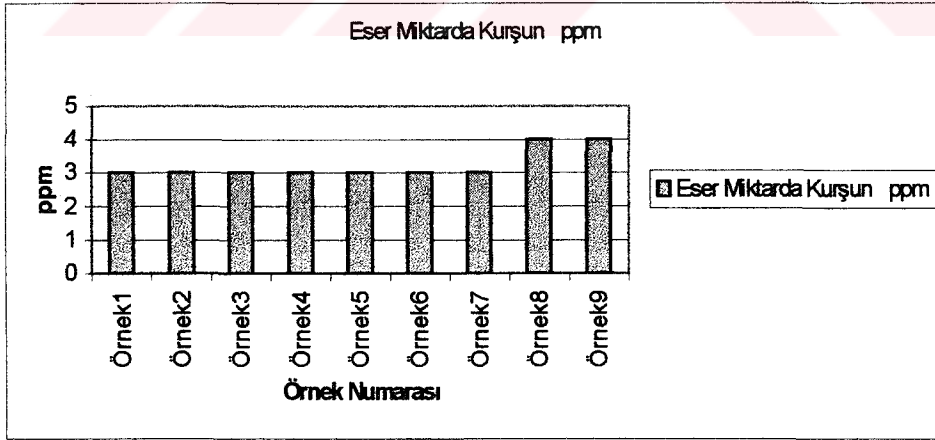
Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.3'de anlatıldığı gibi doktor deneyi yapıldı ve sonuçlar tüm numuneler için negatif olarak belirlendi.

6.4 Eser Miktarda Kurşun Tayini Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.4'te anlatıldığı gibi kurşun tayini yapıldı ve çizelge 6.3'deki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.3'deki grafik çizildi.

Çizelge 6.3 Benzin numunelerinde bulunan eser miktarda kurşun miktarı sonuçları

| Kurşunsuz benzin | Eser Miktarda Kurşun |
|------------------|----------------------|
| Benzin | ppm |
| Örnek1 | 3 |
| Örnek2 | 3 |
| Örnek3 | 3 |
| Örnek4 | 3 |
| Örnek5 | 3 |
| Örnek6 | 3 |
| Örnek7 | 3 |
| Örnek8 | 4 |
| Örnek9 | 4 |



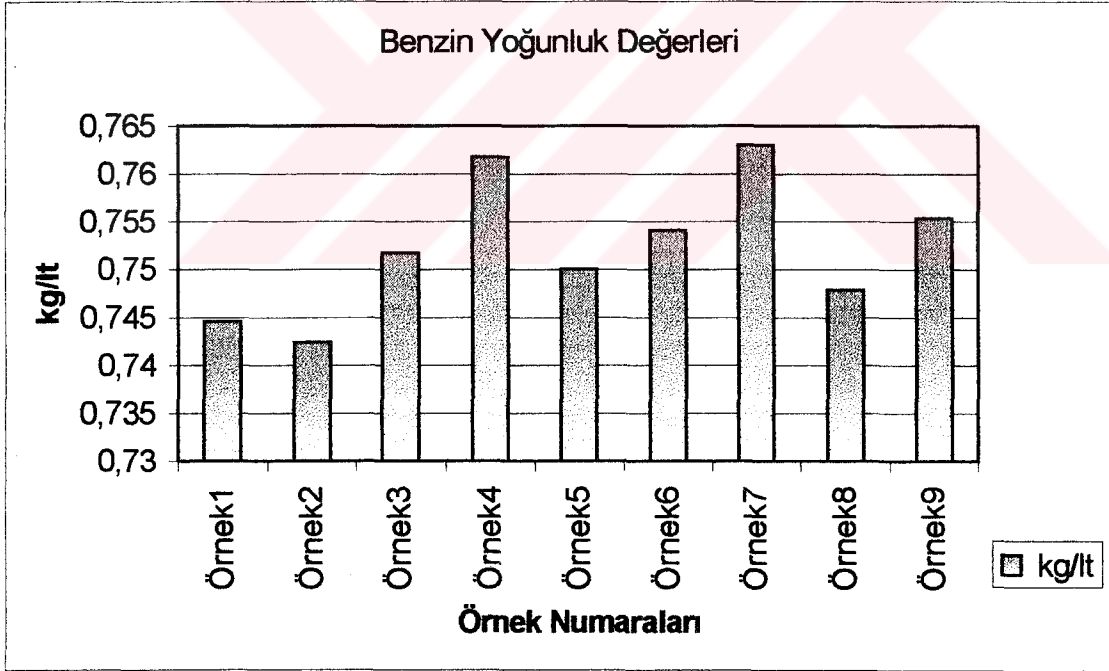
Şekil 6.3 Numunelerdeki eser miktarda kurşunun grafiksel gösterimi

6.5 Yoğunluk Tayini Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.5'de anlatıldığı gibi yoğunluk tayini yapıldı ve çizelge 6.4'deki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.4'deki grafik çizildi.

Çizelge 6.4 Benzin numunelerinde yoğunluk tayini sonuçları

| Kurşunsuz Benzin | Yoğunluk |
|------------------|-----------|
| Benzin | Kg/lt |
| Örnek1 | 0,7445884 |
| Örnek2 | 0,7423444 |
| Örnek3 | 0,7516964 |
| Örnek4 | 0,7617484 |
| Örnek5 | 0,7500284 |
| Örnek6 | 0,7541084 |
| Örnek7 | 0,7629924 |
| Örnek8 | 0,7478164 |
| Örnek9 | 0,7553364 |



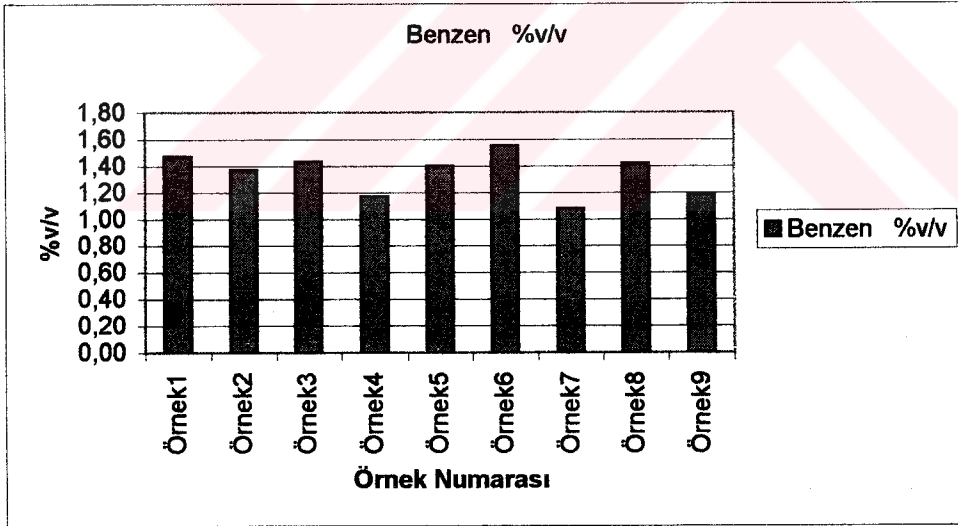
Şekil 6.4 Numunelerin yoğunluk değerleri grafiksel gösterimi

6.6 Benzen Miktarı Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.6'da anlatıldığı gibi benzen miktarı tayini yapıldı ve çizelge 6.5'deki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.5'deki grafik çizildi.

Çizelge 6.5 Benzin numunelerinde benzen miktarı tayini sonuçları

| Kurşunsuz benzin | Benzen Miktarı |
|------------------|----------------|
| Benzin | %v/v |
| Örnek1 | 1,47 |
| Örnek2 | 1,37 |
| Örnek3 | 1,43 |
| Örnek4 | 1,17 |
| Örnek5 | 1,40 |
| Örnek6 | 1,55 |
| Örnek7 | 1,08 |
| Örnek8 | 1,42 |
| Örnek9 | 1,18 |



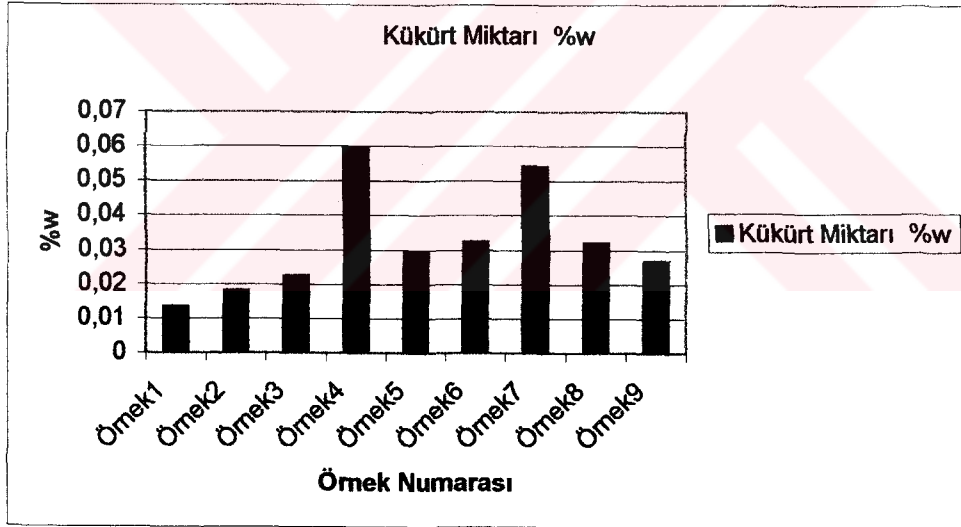
Şekil 6.5 Numunelerin yoğunluk değerleri grafiksel gösterimi

6.7 Kükürt Miktarı Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için sırasıyla bölüm 5.7'de anlatıldığı gibi kükürt miktarı tayini yapıldı ve çizelge 6.6'daki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.6'daki grafik çizildi.

Çizelge 6.6 Benzin numunelerinde kükürt miktarı tayini sonuçları

| Kurşunsuz Benzin | Kükürt Miktarı |
|------------------|----------------|
| Benzin | %w |
| Örnek1 | 0,0133 |
| Örnek2 | 0,0181 |
| Örnek3 | 0,0223 |
| Örnek4 | 0,0595 |
| Örnek5 | 0,0293 |
| Örnek6 | 0,0323 |
| Örnek7 | 0,0542 |
| Örnek8 | 0,0319 |
| Örnek9 | 0,0267 |



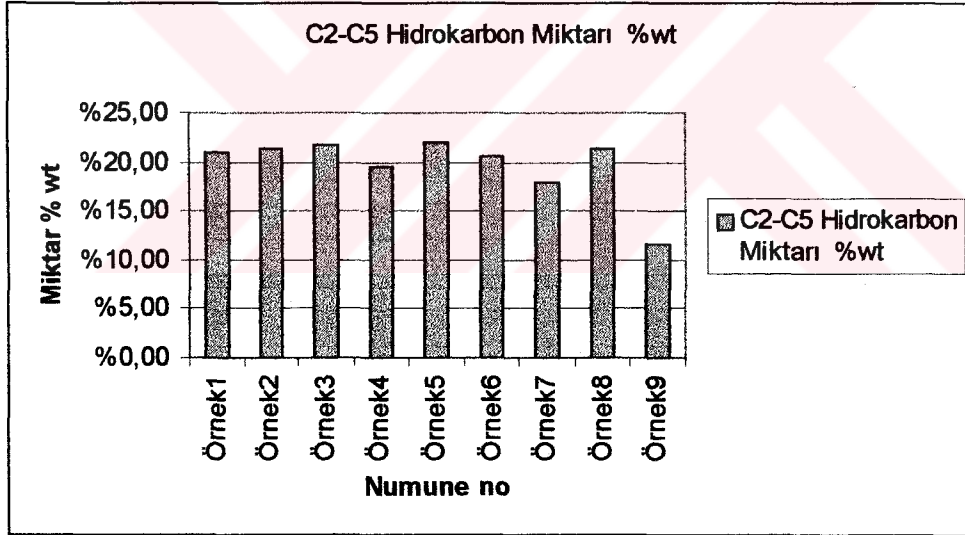
Şekil 6.6 Numunelerin kükürt değerleri grafiksel gösterimi

6.8 C₂-C₅ Hidrokarbon Mikarı Sonuçları

Piyasadan farklı istasyonlardan temin edilen 9 benzin numunesi için C₂-C₅ hidrokarbon mikarı tayini yapıldı ve çizelge 6.7'deki sonuçlar elde edildi ve bu sonuçlara bağlı olarak şekil 6.7'deki grafik çizildi.

Çizelge 6.7 Benzin numunelerinde C₂-C₅ hidrokarbon miktarı tayini sonuçları

| Numune no | C2-C5 Hidrokarbon Mikarı |
|-----------|--------------------------|
| Benzin | %wt |
| Örnek1 | 21.01 |
| Örnek2 | 21.43 |
| Örnek3 | 21.75 |
| Örnek4 | 19.52 |
| Örnek5 | 22.05 |
| Örnek6 | 20.50 |
| Örnek7 | 17.80 |
| Örnek8 | 21.42 |
| Örnek9 | 11.68 |



Şekil 6.7 Numunelerin C₂-C₅ hidrokarbon miktarı grafiksel gösterimi

7. EMİSYON ÖLÇÜMLERİ

7.1 Emisyon Laboratuvarı Ekipmanları

7.1.1 Gaz Analiz Sistemi

Japon HORIBA firması tarafından 1997 yılında yapılan MEXA 7400 HETR tip gaz analiz cihazı kullanılmaktadır. Bu cihaz ile EEC emisyon direktifleri uyarınca araç testlerinin yapılmasına imkan vermektedir. Bu sistem ile yapılabilen testler ve analizler şunlardır;

- Benzin, Diesel ve lpg kullanan araçlar için emisyon ve yakıt sarfiyatı testleri.
- Diesel motorlu araçlar için partikül ölçüm sistemi.
- Birim saniyede model analiz.
- Egzoz çıkışı model analizi.
- Seyreltilmiş ekzoz gazı model analizi.
- Katalizör veriminin belirlenmesi.
- EGR sistemi analizi.

7.1.2 Emisyon Test Odası

İtalyan ACS ANGELATONI firması tarafından imal edilmiştir. Bu oda standartlarda belirtilmiş emisyon testi için geliştirilmiş özelliklere sahiptir. Bu özellikler şunlardır;

- Ortam koşullarından etkilenmemesi ve uzun ömürlü olması için paslanmaz malzemeden imal edilmiştir.
- $-35 \div 45$ ° C arasında sıcaklık kontrolü yapılabilmektedir.
- %5 - %95 arasında nem kontrolü yapılabilmektedir.
- Taze hava kontrol sistemi bulunmaktadır.
- $20 \div 120$ km/saat arası hız kontrolü yapılabilen motor soğutma fanı bulunmaktadır.

7.1.3 Şartlandırma Odası

İtalyan ACS ANGELATONI firması tarafından imal edilmiştir. Bu oda emisyon testi ön hazırlık aşamasında aracın ortam sıcaklığında şartlandırılması için kullanılır ve şu özelliklere sahiptir;

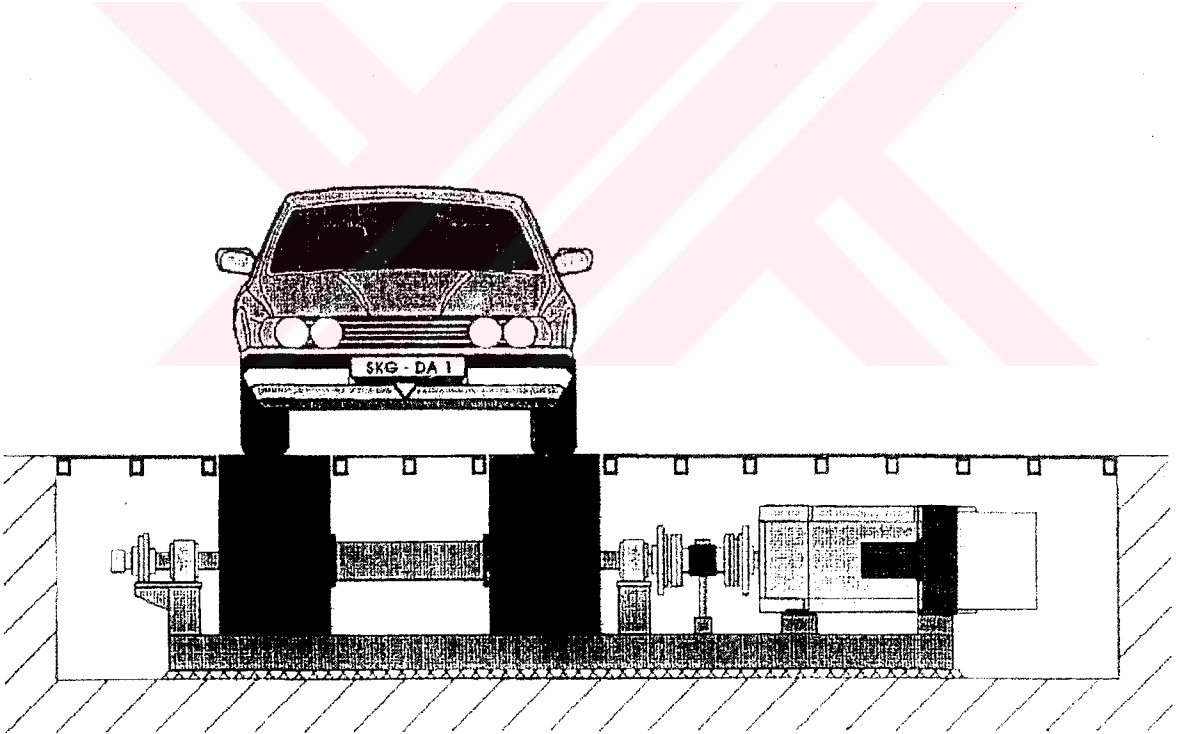
- $-20 \div 45$ ° C arasında sıcaklık kontrolü yapılabilmektedir.

- Aynı şekilde ortam koşullarından etkilenmemesi (oksitlenme v.b) ve uzun ömürlü olması için paslanmaz malzemedan imal edilmiştir.

7.1.4 Şasi Dinamometresi

Alman SCHENK firması tarafından 1997 yılında imal edilen şasi dinamometresi, emisyon ölçümlerinde test yapılan araç için yol şartlarını simule etmek amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 7.1’de şematik şekli görülen cihaza ait temel özellikler şunlardır;

- Rulo tambur çapı 48 inç’tir.
- Maksimum gücü 150 kW’tır.
- Maksimum uyguladığı kuvvet 5400 N’dur.
- Maksimum hız 200 km/saat tir.
- Maksimum aks yükü 2000 kg dır.
- Simule edilebilen maksimum araç ağırlığı 2720 kg dır.
- Simule edilebilen minimum araç ağırlığı 453.6 kg dır.



Şekil 7.1 Şasi dinamometresi şematik şekli

7.1.5 Buharlaşma Test Odası

Alman YORK firması tarafından imal edilen bu oda, aracın duran halde oluşturduğu buharlaşma emisyonlarını ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Buharlaşma emisyonları sınır değerlerinin düşürülmesi, bu alandaki çalışmaları zorunlu kılmaktadır. Bu odaya ait temel özellikler ise;

- +15÷ 45 ° C arasında sıcaklık kontrolü yapılabilmektedir.
- Ölçme aralığı 20-100-1000 ppmC olan analizatör ile ortamdaki hidrokarbonun ölçümü.
- Diğer ünitelerde olduğu gibi paslanmaz yapı.
- 880 W'lık tank ısıtma sistemine sahiptir.
- Ortamdaki sıcaklığa paralel olarak hacmin değişmesini engellemek amacıyla, hacim dengeleme balonları bulunmaktadır.

7.2 Faz 3 Benzin Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi

7.2.1 Emisyon ve Yakıt Sarfiatı Testi Ekipmanları

Faz 3 benzin emisyon ve yakıt sarfiatı testinin yapılması için gerekli sistem ekipmanları şunlardır;

- Yükleme düzeneği olarak bir şasi dinamometresi.
- CO, HC, NO_x ve CO₂ gazlarının konsantrasyonlarının ölçümüne yarayan komple emisyon ölçüm sistemi.
- Egzoz toplama hattı.
- Sürücü için izleme mönitrörü.
- Meteoroloji istasyonu.
- Atmosferik basıncı ± 0.1 kPa hassasiyetle ölçen barometre.
- Bağıl nemi ± % 5 hassasiyetle ölçen higrometre.
- Ortam sıcaklığını ± 1.5 K hassasiyetle ölçen termometre.
- Üfleme hızı şasi dinamometre hızı ile değişebilen, hassasiyeti ± 5 km/saat ve 20-120 km/saat arasında hava üfleyen, hava üfleme kesiti 0.2 m²'den büyük, yerden yüksekliği 20 cm'den küçük olan motor soğutma fanı.
- Şartlandırma odası sıcaklığını, şartlandırma esnasında 20 ° C – 30 ° C arasında tutacak bir sistem.
- Test odası ortam sıcaklığını, test esnasında 20 ° C – 30 ° C arasında tutacak bir sistem.

7.2.1.1 Emisyon ve Yakıt Sarfiyatı Testi Sarf Malzemeleri

- Akredite testi ise 98/69/EC direktifinde tanımlanmış özelliklere uygun yakıt.
- Sıfır (zero) gaz (kuru hava – azot ve oksijen).
- Operasyon gazı H₂, He, O₂, kuru hava.

7.2.1.2 Emisyon ve Yakıt Sarfiyatı Testi Referans Malzemeleri

Sistemin ölçüm sonuçlarının doğru olarak alınması için kalibre edilmesi gerekir. Kalibrasyon gazları olarak: CO ve nitrojen , CO₂ ve nitrojen, NO ve nitrojen, C₃H₈ ve saf hava kullanılır.

7.2.2 Test Aracının Teste Hazırlanması ve Şartlandırılması

- Test aracının tip bazındaki dinamometre yük değerleri belirlenir. (coast down, F0,F1,F2)
- Test aracının egzoz hattı gaz kaçağı kontrolü yapılır, aracın lifte alınarak egzoz çıkışından 0.7 bar basınçlı hava üflenerek hattın tamamen gözlenmesi ile yapılır.
- Test aracının yakıt, motor yağı, soğutma suyu seviyeleri kontrol edilir ve eksikleri tamamlanır.
- Akredite testi ise araca 98/69/EC direktifini uygun referans yakıt konur.
- Aracın lastik hava basınçları kontrol edilir ve yüksüz olarak belirlenmiş değerlere getirilir.
- Araç üzerinde herhangi bir sorun (yağ, su kaçağı, vites geçmeme, motor çalışmama) varsa giderilir.

7.2.2.1 Test Aracının Dinamometreye Bağlanması

- Araç, şasi dinamometresi üzerine tahrik tekerleği tambura gelecek şekilde düzgün bir şekilde yerleştirilir.
- Şasi dinamometresinin belirtilen talimata göre motoru çalıştırılır ve ısıtma işlemi başlatılır. Tamburun iki yanında bulunan kılavuz makaralar kaldırılarak dinamometre döndürülür. Bu esnada sağ-sola hareket eden araç düz bir rotaya oturur.
- Tamburun durdurulmasından sonra, aracın hareketsiz tekerlekleri (önden çekişli ise arka, arkadan itişli ise ön tekerlekler) özel aparat ile sabitlenir.
- Rotası sabitlendikten sonra kılavuz makaralar indirilir ve araç tambur üzerinde serbest kalır.
- Tambur üzerinde tekerleğin olduğu taraftan araç kayışlar ile bağlanır. Bağlanan bu kayışların gerginliği eşit olmalıdır.

- Motor soğutma fanı (Blower) aracın önüne düz şekilde (araca paralel) yaklaşık 0.3 m uzaklıkta yerleştirilir.
- Yapılacak test tipine göre sürücü monitörünün bağlantısını yapıp. Benzinli araç için duvarda asılı hortum bağlantısı yapılır.
- Test yapılacak tüm araçlara 1 ECE+ 2 EUDC parkur alıştırmaya çevrimi uygulanır.

7.2.3 Test Sisteminin Hazırlanması

- Test odası, soğutma sistemi talimatına göre çalıştırılır.
- Test odası, sıcaklık ve bağıl nem kontrol sistemi, 25 ± 5 ° C sıcaklık ve $\% 50 \pm 30$ bağıl nemde (5,5-12,2 g H₂O/ kg kuru hava) olacak şekilde nominal değerlere ayarlanıp çalıştırılır. Mutlak nemin verilen değerler içinde olması durumunda, nem kontrol sistemi çalıştırılmaz.
- Test odası ortam kirliliği kontrol edilir. Değerler stabil hale geldiğinde, HC : 5 ppmC, CO₂ : %0.055, CO :3 ppm, NO_x :1ppm'in üzerinde olmamalıdır. Bu değerlerin üstünde kapılar açılarak ortamın temizlenmesi sağlanır.
- Test cihazı ekipmanları ve bilgisayar donanımları aktif hale getirilir.
- Test odası monitörünün hazır olup olmadığı kontrol edilir.
- Araç için yapılacak test tipi seçilir.
- Test tipinin seçilmesi ile sistem ekranında çeşitli bilgiler çıkar. Bu bilgiler: Test tipi, araç bilgileri, dış sinyaller, diğer bilgiler, test parametreleri, test opsiyonları, dinamometre bilgileri, kararlı hız, farklı donanım, vites tipi ve seçimi, test odası sıcaklık ve nem, yakıt özellikleri ve bozulma faktörü dür.
- Dinamometre bilgilerinden araç ağırlığı ve dinamometre yük parametreleri Faz 3'e göre tespit edilir.
- Motor soğutma fanı hızı belirtilmelidir.
- Araç bilgileri ve diğer kısmına araç ile ilgili ve testte önem arz eden parçalar yazılır.
- Test opsiyonları ise; eğer test akredite testi ise örnek yalnız torbalara toplanır, değilse saniyede ölçüm , seyreltmedem ölçüm, seyreltilmiş ölçüm modellerinden bir seçilebilir.
- Ölçüme katılan tüm analizatörler otomatik olarak kalibre edilir.

7.2.4 Emisyon ve Yakıt Sarfiyatı Testin Yapılması

- Aracın bağlantıları kontrol edilip kontrol formuna işlenir.
- Aracın motor yağ sıcaklığı ölçülür.
- Sistem bilgisayarlarının hazır olması ile başlat komutu verilir.

- Sürücü son kontrolleri yaparak araç içindeki yerini alır ve aracın motorunu çalıştırdığı anda sürücü monitöründeki başlat konumuna eş zamanlı basar.
- Test başladıktan sonra çevrim, hız, vites ve zaman bağıntısı sürücü monitörüne gelir. Sürücü, ekranda kayan toleransları belirtilmiş yol içinde kalmalı ve belirtilen noktalarda vites değiştirmelidir. Bununla birlikte belirtilen yolda kalmak için gaz, fren ve vitesi kullanmakta, direksiyonu kullanmamaktadır.
- Gaz toplama ve okuma işlemi test süresince otomatik olarak yapılmaktadır.
- Toplam test süresi 1180 saniye olmak üzere 780 sn şehir içi (ECE), 400 sn şehir dışı (EUDC) çevriminden oluşur. Şehir içi çevriminde şehir içi için belirlenmiş yolda 4 defa, şehir dışı çevriminde ise şehir dışı için belirlenmiş 1 defa araç sürülür. Bu süre sonunda sürücü monitöründe test bitti yazısını görünce motoru stop eder. Aşağıda verilen çizelgelerde bu çevrimlerin özellikleri görülmektedir.

Çizelge 7.1 ECE çevriminin süreçlere göre dağılımı

| | Süre (s) | % |
|--|----------|------|
| Relanti | 60 | 30,8 |
| Relanti,araç hareketi,debriyaj basma süresi | 9 | 4,6 |
| Vites değişimi | 8 | 4,1 |
| İvmelenme | 36 | 18,5 |
| Sürekli hız | 57 | 29,2 |
| Yavaşlama | 25 | 12,8 |
| | 195 | 100 |

Çizelge 7.2 ECE çevriminin vites kademelerine göre dağılımı

| | Süre (s) | % |
|--|----------|------|
| Relanti | 60 | 30,8 |
| Relanti,araç hareketi,debriyaj basma süresi | 9 | 4,6 |
| Vites değişimi | 8 | 4,1 |
| 1. Vites | 24 | 12,3 |
| 2.Vites | 53 | 27,2 |
| 3.Vites | 41 | 21 |
| | 195 | 100 |

Çizelge 7.3 EUDC çevriminin süreçlere göre dağılımı.

| | Süre (s) | % |
|---|----------|------|
| Relanti | 20 | 5 |
| Relanti,araç hareketi,debriyaj basma süresi | 20 | 5 |
| Vites değişimi | 6 | 1.5 |
| İvmelenme | 103 | 25.8 |
| Sürekli hız | 209 | 52.2 |
| Yavaşlama | 42 | 10.5 |
| | 400 | 100 |

Çizelge 7.4 EUDC çevriminin vites kademelerine göre dağılımı.

| | Süre (s) | % |
|---|----------|------|
| Relanti | 20 | 5 |
| Relanti,araç hareketi,debriyaj basma süresi | 20 | 5 |
| Vites değişimi | 6 | 1.5 |
| 1. Vites | 5 | 1.3 |
| 2.Vites | 9 | 2.2 |
| 3.Vites | 8 | 2.0 |
| 4.Vites | 99 | 24.8 |
| 5.Vites | 233 | 58.2 |
| | 400 | 100 |

Çizelge 7.5 ECE çevrimi şasi dinamometesi uygulama kademeleri

| Sayı | Çalışma koşulu | Faz | İvmelenme(m/s ²) | Hız (km/h) | Süre | | Zaman (s) | Manuel vites kademesi |
|------|---------------------------|-----|-------------------------------|------------|------------|---------|-----------|---|
| | | | | | Çalışma(s) | Faz (s) | | |
| 1 | Relanti | 1 | | | 11 | 11 | 11 | 6 sn boşta + 5sn debriyaj basılı 1. vites |
| 2 | İvmelenme | 2 | 1.04 | 0-15 | 4 | 4 | 15 | 1. vites |
| 3 | Sürekli hız | 3 | | 15 | 9 | 8 | 23 | 1. vites |
| 4 | Yavaşlama | 4 | -0.69 | 15-10 | 2 | 5 | 25 | 1. vites |
| 5 | Yavaşlama, debriyaj basma | | -0.92 | 10-0 | 3 | | 28 | Debriyaj basılı 1. vitede |
| 6 | Relanti | 5 | | | 21 | 21 | 49 | 16 sn boşta + 5 sn debriyaj basılı 1. Vites |
| 7 | İvmelenme | 6 | 0.83 | 0-15 | 5 | 12 | 54 | 1. vites |
| 8 | Vites değiştirme | | | | 2 | | 56 | - |
| 9 | İvmelenme | | 0.94 | 15-32 | 5 | | 61 | 2. vites |
| 10 | Sürekli hız | 7 | | 32 | 24 | 24 | 85 | 2. vites |
| 11 | Yavaşlama | 8 | -0.75 | 32-10 | 8 | 11 | 93 | 2. vites |
| 12 | Yavaşlama, debriyaj basma | | -0.92 | 10-0 | 3 | | 96 | Debriyaj basılı 2. vites |
| 13 | Relanti | 9 | | | 21 | 21 | 117 | 16 sn boşta + 5 sn debriyaj basılı 1. Vites |
| 14 | İvmelenme | 10 | - | 0-15 | 5 | 26 | 122 | 1. vites |
| 15 | Vites değiştirme | | | | 2 | | 124 | - |
| 16 | İvmelenme | | 0.62 | 15-35 | 9 | | 133 | 2. vites |
| 17 | Vites değiştirme | | | | 2 | | 135 | - |
| 18 | İvmelenme | | 0.52 | 35-50 | 8 | | 143 | 3. vites |
| 19 | Sürekli hız | 11 | | 50 | 12 | 12 | 155 | 3. vites |
| 20 | Yavaşlama | 12 | -0.52 | 50-35 | 8 | 8 | 163 | 3. vites |
| 21 | Sürekli hız | 13 | | 35 | 13 | 13 | 176 | 3. vites |
| 22 | Vites değiştirme | 14 | | | 2 | 12 | 178 | - |
| 23 | Yavaşlama | | -0.86 | 32-10 | 7 | | 185 | 2. vites |
| 24 | Yavaşlama, debriyaj basma | | -0.92 | 10-0 | 3 | | 188 | Debriyaj basılı 2. vites |
| 25 | Relanti | 15 | | | 7 | 7 | 195 | 7 sn boşta (debriyaj bağlı) |

Çizelge 7.6 EUDC çevrimi şasi dinamometesi uygulama

| Sayı | Çalışma koşulu | Faz | İvmelenme(m/s ²) | Hız (km/h) | Süre | | Zaman (s) | Manuel vites kademesi |
|------|---------------------------|-----|-------------------------------|------------|------------|---------|-----------|-----------------------------|
| | | | | | Çalışma(s) | Faz (s) | | |
| 1 | Relanti | 1 | | | 20 | 20 | 20 | Debriyaj basılı 1.vites |
| 2 | İvmelenme | 2 | 0.83 | 0-15 | 5 | 41 | 25 | 1.vites |
| 3 | Vites değiştirme | | | | 2 | | 27 | - |
| 4 | İvmelenme | | 0.62 | 15-35 | 9 | | 36 | 2.vites |
| 5 | Vites değiştirme | | | | 2 | | 38 | - |
| 6 | İvmelenme | | 0.52 | 35-50 | 8 | | 46 | 3.vites |
| 7 | Vites değiştirme | | | | 2 | | 48 | - |
| 8 | İvmelenme | | 0.43 | 50-70 | 13 | | 61 | 4.vites |
| 9 | Sürekli hız | 3 | | 70 | 50 | 50 | 111 | 5.vites |
| 10 | Yavaşlama | 4 | -0.69 | 70-50 | 8 | 8 | 119 | 4sn 5.vites+4sn 4.vites |
| 11 | Sürekli hız | 5 | | 50 | 69 | 69 | 188 | 4.vites |
| 12 | İvmelenme | 6 | 0.43 | 50-70 | 13 | 13 | 201 | 4.vites |
| 13 | Sürekli hız | 7 | | 70 | 50 | 50 | 251 | 5.vites |
| 14 | İvmelenme | 8 | 0.24 | 70-100 | 35 | 35 | 286 | 5.vites |
| 15 | Sürekli hız | 9 | | 100 | 30 | 30 | 316 | 5.vites üstü (araçta varsa) |
| 16 | İvmelenme | 10 | 0.28 | 100-120 | 20 | 20 | 336 | 5.vites |
| 17 | Sürekli hız | 11 | | 120 | 10 | 10 | 346 | 5.vites |
| 18 | Yavaşlama | | -0.69 | 120-80 | 16 | 34 | 362 | 5.vites |
| 19 | Yavaşlama | | -1.04 | 80-50 | 8 | | 370 | 5.vites |
| 20 | Yavaşlama,debriyaja basma | 12 | -1.39 | 50-0 | 10 | | 380 | Debriyaj basılı 5.vites |
| 21 | Relanti | 13 | | | 20 | 20 | 400 | Vites boşta debriyaj bağlı |

7.2.4.1 Emisyon ve Yakıt Sarfiyatı Testi İle Elde Edilen Sonuçlar

Yapılan deneyler ile bu sistem sayesinde aşağıda verilen sonuçlar elde edilebilir. Deneyin bitişi ile alınabilecek sonuçlar;

- Test ön bilgileri.
- Örnekleme torbaları ölçüm sonuçları.
- Modelleme yöntemiyle yapılan ölçüm sonuçları.
- Relanti emisyon sonuçları.
- Sürücü hataları.
- Modellemeye ait katalitik konvertör verimi v.s.
- Örnekleme torbaları analizatör kalibrasyon sonuçları.
- Modellemeye ait analizatör kalibrasyon sonuçları.
- Yapılan test ile elde edilen sonuçlar kullanılarak bir korelasyon yardımıyla yakıt sarfiyatı hesaplanır. Ancak emisyon testi araca iki defa yapılmalı ve iki ölçüm arasında %25'ten az fark olmalıdır.

7.3 Emisyon Kirleticileri Hesaplanması

Gaz kirleticilerin emisyonları temelde aşağıda verilen 7.1 eşitliği ile hesaplanmaktadır.(*)

$$M_i = \frac{V_{mix} \cdot Q_i \cdot k_H \cdot C_i \cdot 10^{-6}}{d} \quad (7.1)$$

M_i : Kilometredeki emisyon kirletici miktarı.

V_{mix} : Litre cinsinden seyreltilmiş egzoz gazı hacmi. (273.2 K ve 101.33 kPa)

Q_i : Normal basınç ve sıcaklıktaki g/lit cinsinden kirletici yoğunluğu. (273.2 K ve 101.33 kPa)

k_H : Nitrojen oksitlerin emisyon kütleleri hesabında nem düzeltme faktörü. (HC ve CO için nem düzeltilmesi yok).

C_i : Kirleticilerin seyreltilmiş egzoz gazı içindeki ppm cinsinden konsantrasyonu.

d : Çevrimin kilometresi.

Seyreltilmiş akışın hacmi hesaplanmak için sabit akış sağlayan orifis veya venturi kullanılmaktadır. Sürekli akışta alınan parametreler ile volumetrik akışı belirlenir ve toplam hacim hesaplanır. Pozitif yer değiştirmeli pompa için hacim hesabı 7.2 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

(*) INTEREUROPE Regulations Ltd, Motor Vehicle Emissions, E.E.C

$$V = V_o \cdot N \quad (7.2)$$

V : Test başına seyreltilmiş gaz hacmi.

V_o : Pompa tarafından lt/devir olarak gaz hacmi.

N : Test için dönme sayısı.

Seyreltilmiş egzoz gazı hacmi ise standart koşullarda aşağıdaki 7.3 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$$V_{mix} = \frac{V \cdot K_1 \cdot (P_B - P_1)}{T_p} \quad (7.3)$$

$$K_1 = \frac{273 \cdot 2 \text{ K}}{101 \cdot 33 \text{ kPa}} = 2 \cdot 6961 \text{ (K} \cdot \text{kPa}^{-1}\text{)}$$

P_B : Test odası barometrik basıncı (kPa).

P₁ : Ortam barometrik basıncı ile ilişkili pompanın girişi vakum değeri (kPa).

T_p : Test esnasında pompa girişindeki seyreltilmiş gaz ortalama gaz sıcaklığı(K).

Toplama torbaları içindeki kirleticilerin konsantrasyonu aşağıdaki 7.4 eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$C_i = C_e - C_d \left[1 - \frac{1}{DF} \right] \quad (7.4)$$

C_i : Kirleticilerin seyreltilmiş egzoz gazı içindeki ppm cinsinden konsantrasyonu.

C_e : Seyreltilmiş egzoz gazı ölçülen kirletici konsantrasyonu (ppm).

C_d : Ortamdaki kirletici konsantrasyonu (ppm).

DF: Seyreltme faktörü.

7.4'te verilen eşitlikteki seyreltme faktörü ise aşağıda verilen 7.5 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$$DF = \frac{13,4}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO})10^{-4}} \quad (7.5)$$

C_{CO_2} : Örnek torbalarında toplanan seyreltilmiş egzoz gazı içindeki CO_2 konsantrasyonudur ve % hacim olarak ifade edilir.

C_{HC} : Örnek torbalarında toplanan seyreltilmiş egzoz gazı içindeki HC konsantrasyonudur ve ppm karbon eşdeğeri (ppmC) olarak ifade edilir.

C_{CO} : Örnek torbalarında toplanan seyreltilmiş egzoz gazı içindeki CO konsantrasyonudur ve ppm olarak ifade edilir.

Nitrojen oksitlerin emisyon kütleleri hesabında nem etkisi düzeltme faktörü 7.6 eşitliğinde görüldüğü gibi hesaplanmaktadır.

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0329 (H - 10,71)} \quad (7.6)$$

Bu denklemdeki H katsayısı ise aşağıdaki 7.7 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$$H = \frac{6,211 \cdot R_a \cdot P_d}{P_B - P_d \cdot R_a \cdot 10^{-2}} \quad (7.7)$$

H : Mutlak nem gr H_2O / kg kuru hava olarak ifade edilir.

R_a : Ortam havasının bağıl nemidir ve yüzdesel olarak ifade edilir.

P_d : Ortam sıcaklığındaki doymuş buhar basıncıdır ve kPa olarak ifade edilir.

P_B : Odadaki atmosfer basıncıdır ve kPa olarak ifade edilir.

7.4 Yakıt Sarfiyatı Hesabı

Araç için yapılan testler sonucu ölçülen kirleticilerin ppm cinsinden değerleri kullanılarak, 100 km için litre olarak yakıt sarfiyatı 7.8 eşitliği ile tanımlanmıştır. Bu eşitlikte görüldüğü gibi yakıt sarfiyatı egzoz gazının içerdiği HC, CO, CO_2 ve yakıtın yoğunluğuna bağlıdır. (*)

$$Y.S = \frac{0.1154 (0.866 HC + 0.429 CO + 0.273 CO_2)}{d} \quad (7.8)$$

Y.S: Aracın 100 km yol için litre olarak yakıt sarfiyatı (Lt/100km).

HC: Egzoz kirleticileri içindeki hidrokarbonların ppmC olarak değeri.

CO: Egzoz kirleticileri içindeki karbonmonoksit ppm olarak değeri.

CO_2 : Egzoz kirleticileri içindeki karbondioksitin ppm olarak değeri.

d : Yakıtın yoğunluğu g/cm^3

(*) INTEREUROPE Regulations Ltd, Motor Vehicle Emissions, E.E.C

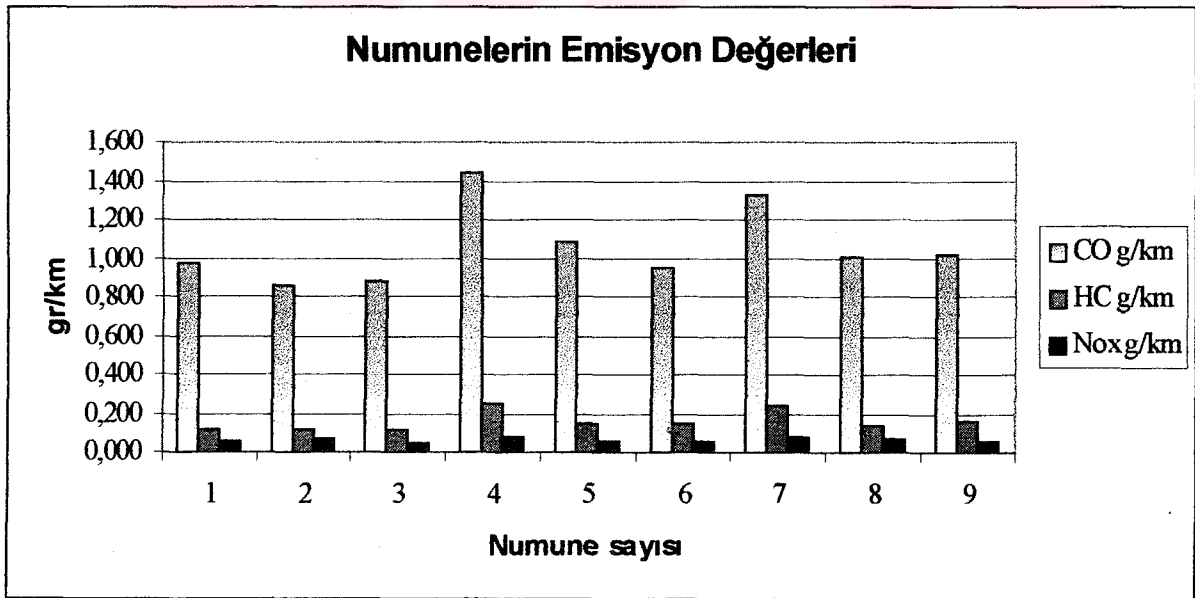
8. BENZİN EMİSYON TESTİ SONUÇLARI

8.1 Egzoz Emisyonu Sonuçları

Piyasadan temin edilen farklı benzin numuneleri ile yapılan emisyon testleri sonucunda yapılan hesaplamalar ile (bkz. bölüm7) aşağıdaki çizelge 8.1'deki değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler kullanılarak şekil 8.1'de karşılaştırmalı grafik çizilmiştir. Ayrıca çizelge 8.3'te emisyon değerleri toplu sonuçları, çizelge 8.4 ise numune özellikleri ile emisyon değerleri karşılaştırma tablosu görülmektedir.

Çizelge 8.1 Numunelere ait egzoz emisyon sonuçları

| Numune Sayısı | CO | HC | Nox |
|---------------|-------|-------|-------|
| | g/km | g/km | g/km |
| 1 | 0,970 | 0,115 | 0,058 |
| 2 | 0,856 | 0,119 | 0,067 |
| 3 | 0,880 | 0,114 | 0,051 |
| 4 | 1,436 | 0,256 | 0,080 |
| 5 | 1,085 | 0,152 | 0,062 |
| 6 | 0,943 | 0,152 | 0,056 |
| 7 | 1,329 | 0,238 | 0,082 |
| 8 | 1,004 | 0,140 | 0,065 |
| 9 | 1,022 | 0,155 | 0,061 |



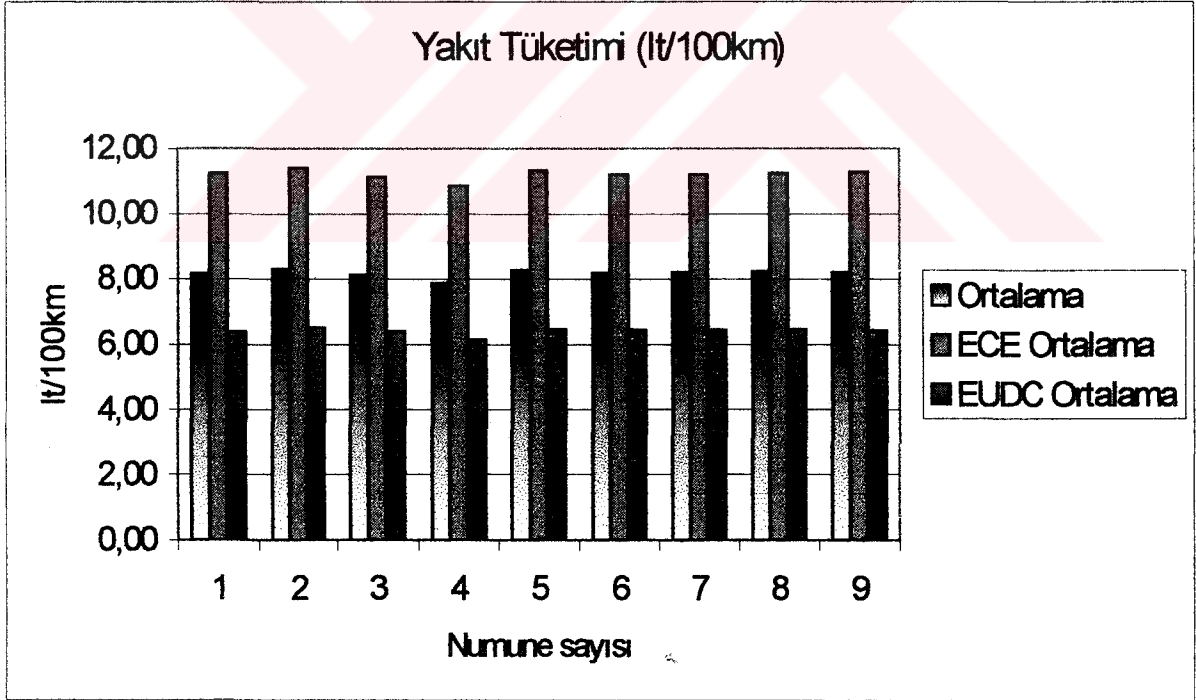
Şekil 8.1 Emisyon sonuçları karşılaştırmalı grafiği

8.2 Yakıt Tüketimi Sonuçları

Piyasadan temin edilen farklı benzin numuneleri ile yapılan emisyon testleri sonucunda elde edilen değerleri kullanarak (bölüm 7'de verilen denklemler ile) 100 km yol için yakıt tüketimi hesaplanmaktadır. Yapılan bu hesaplamalar ile aşağıdaki çizelge 8.2'deki değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler kullanılarak şekil 8.2'de karşılaştırmalı grafik çizilmiştir.

Çizelge 8.2 Numunelere ait yakıt tüketimi sonuçları

| Numune no | Y T. (lt/100km) Ortalama | Y T. (lt/100km) ECE Ortalama | Y T. (lt/100km) EUDC Ortalama |
|-----------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 8,16 | 11,25 | 6,35 |
| 2 | 8,29 | 11,38 | 6,50 |
| 3 | 8,13 | 11,14 | 6,37 |
| 4 | 7,85 | 10,83 | 6,13 |
| 5 | 8,25 | 11,32 | 6,46 |
| 6 | 8,18 | 11,20 | 6,43 |
| 7 | 8,19 | 11,20 | 6,43 |
| 8 | 8,22 | 11,24 | 6,46 |
| 9 | 8,20 | 11,26 | 6,40 |



Şekil 8.2 Yakıt tüketimi sonuçları karşılaştırmalı grafiği

Çizelge 8.4 Numune özellikleri ile emisyon değerleri karşılaştırmalı tablosu.

| | Yoğunluk kg/lt | Kurşun ppm | RVP kPa | Kükürt %w | Benzen %v/v | C2-C5 Hidrokarbon | | | Distilasyon Karakteri | | | CO g/km | HC g/km | Nox g/km | | |
|--------|----------------|------------|---------|---------------|-------------|-------------------|------|-------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|---------|----------|--|--|
| | | | | | | %wt | 70oC | 100oC | 180oC | | | | | | | |
| Benzin | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Örnek1 | 0,7445884 | 3 | 69 | 0.0133 | 1.47 | 21.01 | %28 | %42 | %90 | 0,970 | 0,115 | 0,058 | | | | |
| Örnek2 | 0,7423444 | 3 | 67 | 0.0181 | 1.37 | 21.43 | %30 | %45 | %91 | 0,856 | 0,119 | 0,067 | | | | |
| Örnek3 | 0,7516964 | 3 | 69 | 0.0223 | 1.43 | 21.75 | %21 | %36 | %91 | 0,880 | 0,114 | 0,051 | | | | |
| Örnek4 | 0,7617484 | 3 | 57.5 | 0.0595 | 1.17 | 19.52 | %20 | %35 | %88 | 1,436 | 0,256 | 0,080 | | | | |
| Örnek5 | 0,7500284 | 3 | 62 | 0.0293 | 1.40 | 22.05 | %22 | %39 | %90 | 1,085 | 0,152 | 0,062 | | | | |
| Örnek6 | 0,7541084 | 3 | 61.25 | 0.0323 | 1.55 | 20.50 | %21 | %35 | %91 | 0,943 | 0,152 | 0,056 | | | | |
| Örnek7 | 0,7629924 | 3 | 58 | 0.0542 | 1.08 | 17.80 | %19 | %35 | %90 | 1,329 | 0,238 | 0,082 | | | | |
| Örnek8 | 0,7478164 | 4 | 59.5 | 0.0319 | 1.42 | 21.42 | %24 | %39 | %91 | 1,004 | 0,140 | 0,065 | | | | |
| Örnek9 | 0,7553364 | 4 | 58.5 | 0.0267 | 1.18 | 11.68 | %21 | %36 | %92 | 1,022 | 0,155 | 0,061 | | | | |

9. SONUÇ

Bu tez çalışmasında öncelikle, 3 firmaya ait 3 farklı benzin istasyonundan alınan 9 örnek benzin numunesine özellik analiz yapıldı. Standartlarda belirtilmiş ölçüm yöntemlerinin kullanıldığı analizlerde numuneler arasında özellik olarak farklılık olup olmadığı tespit edildi. Bu tespitler sonucunda şu sonuçlar elde edildi; ülkemizde akaryakıt üretimi TÜPRAŞ tarafından yapılırsa da taşıma esnasında kirlenmenin olabileceği, özellikle yüksek kükürt içeren akaryakıtlar (motorin v.b.) ile benzinin aynı tankerde taşınmasının standartta belirtilen sınırları aşan değerlerde kükürtte sahip benzine neden olabileceği görüldü. Bölüm 6'da görüleceği gibi 4 ve 7 numaralı numunelerde üst sınır olan 500 ppm değerinden daha fazla kükürt bulunmaktadır. Diğer taraftan, diğer numunelerin kükürt miktarları nispeten düşük olmasına rağmen Avrupa standartlarının üstünde kalmaktadır. Buna rağmen benzin içindeki en önemli toksik madde olan benzenin standart değerinin çok altında olması ve yeni sınır değere yakın olması ülkemizde üretilen kurşunsuz benzinin daha çevreci olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte numunelerin buhar basınçlarının farklılık göstermesi, özellikle 1.,2.,3., numunelerin buhar basınçlarının yüksek olması nedeniyle kış benzini olarak nitelendirilebilirler. Ayrıca 4 ve 7'nolu numunelerin buhar basınçlarının düşük, kükürt miktarlarının çok yüksek, benzen ve hidrokarbon oranlarının da düşük olması çok şaşırtıcı bir durumdur.

Elde edilen analiz sonuçları ile emisyon sonuçları üzerinde yapılan incelemede şu sonuçlar dikkat çekmektedir;

- Yoğunluk artışı ile birlikte HC ve CO emisyonlarında ciddi bir artış gözlenmektedir. Ayrıca azot oksitlerde de bir miktar artış söz konusudur.
- Bu konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda uçuculuğun emisyonlarda etkili olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada da artan uçuculuk değerlerinin HC, CO ve NOx emisyonlarında azalmaya neden olduğu görülmüştür. Analiz sonuçlarında da görüldüğü gibi, Reid buhar basıncı en yüksek olan numunelerin tüm emisyonları diğerlerine göre daha düşük kalmaktadır.
- Destilasyon karakterinden anlaşılacağı gibi özellikle ağır hidrokarbon içeren benzinlerde buharlaşma daha düşüktür. Bu benzinler düşük sıcaklıkta az buharlaşarak HC emisyonlarında artışa neden olabilirler.

- Benzindeki kükürt miktarının emisyonlara etkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda(SAE), özellikle kükürt miktarının azalması ile NOx emisyonlarında ciddi azalma olduğu görülmüş. Bu çalışmada da aynı yönde sonuçlar elde edilmiş ve kükürt miktarı yüksek olan numunenin daha yüksek NOx emisyonlarına sahip olduğu görülmüştür.

Bütün bu farklılıklara rağmen genel olarak piyasadan temin edilen benzinler faz 3 emisyon standartlarını sağlamaktadır. Diğer taraftan iki numunenin yüksek kükürt içermesi taşıma hatası, saklama hatası veya üretim hatası olabilir.

Sonuç olarak ; ülkemizde piyasadan temin edilen benzinlerim hemen-hemen aynı özelliklere sahip olduğu ve bu özelliklerin bazıları Avrupa normlarını yakaladığı gözlenmiştir. Buna rağmen ülkemizdeki yakıtın kalitesi kükürt dikkate alındığında düşük kaldığı görülmektedir.



EKLER



EK-1

Sayfa : 104

RESMİ GAZETE 27 Temmuz 1995 — Sayı : 22356

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından :

Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

Tebliğ No : Mecburi Standard 95/1

1 — TSE tarafından, Nisan 1994 tarihinde hazırlanan, TS-2885 "Otomotiv Yakıtları-Kurşunlu Benzin-Özellikler ve Deney Metotları" standardı ithalat-üretim ve satış safhalarında 3 ay sonra zorunlu uygulamaya konulacaktır.

2 — Adı geçen standard kapsamına giren ürünleri ithal edenlerin, üreticilerin ve satıcıların bu standartlara ait hükümlere uymaları gerekmektedir.

3 — Bu standarda ait hükümler 1705 ve 3154 Sayılı Yasalara göre Bakanlığımızca uygulanacaktır.

UDK 662.75

TÜRK STANDARDI

TS 2885/Nisan 1994

OTOMOTİV YAKITLARI-KURŞUNLU BENZİN-ÖZELLİKLER VE DENEY METOTLARI

0 - KONU, TARİF, KAPSAM

0.1 - KONU

Bu standard, kurşunlu benzinin tarifine, sınıflandırma ve özelliklerine, numune alma, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekline dairdir.

0.2 - TARİFLER

0.2.1 - Kurşunlu Benzin

Kurşunlu benzin, kurşunlu benzinle çalışmak üzere tasarlanmış içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılan ve destilasyonla elde edilen bir petrol ürünüdür.

0.2.2 - Kurşunlu Normal Benzin

Kurşunlu normal benzin, özellikleri Çizelge-1'de verilen ve oktan sayısı (Araştırma Metodu TS 2431) en az 91 olan motor benzinidir.

0.2.3 - Kurşunlu Süper Benzin

Kurşunlu süper benzin, özellikleri Çizelge-1'de verilen ve oktan sayısı (Araştırma Metodu TS 2431) en az 95 olan motor benzinidir.

0.3 - KAPSAM

Bu standard, kurşunlu benzinleri kapsar; diğer benzinleri kapsamaz.

NOT - Bu standardda "Kurşunlu Benzin" deyimini yerine bundan sonra yalnızca "Benzin" kelimesi kullanılacaktır.

1 - SINIFLANDIRMA VE ÖZELLİKLER

1.1 - SINIFLANDIRMA

1.1.1 - Sınıflar

Benzinler oktan sayılarına göre:

- Normal benzin
- Süper benzin
olmak üzere iki sınıftır.

1.1.2 - Tipler

Benzinler uçuculuklarına göre:

- Yaz tipi

- Kış tipi

olmak üzere iki tiptir.

1.2 - ÖZELLİKLER

1.2.1 - Genel Özellikler

1.2.1.1 - Benzinler gözle muayene edildiğinde içinde çözünmemiş su, tortu ve asılı maddeler olmamalı; çevre sıcaklığında veya 21°C'da (hangisi yüksekse) berrak ve parlak olmalıdır.

1.2.1.2 - Benzinlerde boya ve kontrol boyası kullanılabilir.

1.2.1.3 - Kalitenin geliştirilmesi amacıyla benzinlerde katkı maddesi kullanılabilir.

1.2.1.4 - Benzinlerin asitlik seviyesini belirli bir sınırdan tutmak amacıyla, katkı maddesi olarak kullanılan yağırlı etil alkolün asitliği, TS 4398'e göre deneye tabi tutulduğunda, kütleye % 0,007 (asetik asit) geçmemelidir.

1.2.1.5 - Bazı benzinlerin su absorblama potansiyeli bulunduğundan, imalatçılar mevsim sıcaklıktan dikkate alındığında hiçbir su ayrışması olmayacağını garanti etmelidirler. Su ayrışması tehlikesi olması durumunda korozyon önleyici maddeler ilave edilmelidir.

1.2.2 - Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Benzinlerin diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge-1'de verilen değerlere uygun olmalıdır.

ÇİZELGE 1 - Normal ve Süper Benzinin Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

| Özellik | Sınıf | | | |
|---|-----------------------|----------|----------|----------|
| | Normal | | Süper | |
| | Tip ¹⁾ | | | |
| | Yaz Tipi | Kış Tipi | Yaz Tipi | Kış Tipi |
| Renk | Mavi | | Turuncu | |
| Yoğunluk, 15,6°C'da, kg/m ³ | 710-740 | | 725-760 | |
| Korozyon, bakır şerit, 50°C'da 3 h. max. | No 1 | | | |
| Destilasyon | | | | |
| 70°C'da buharlaşma, % (v/v) | 15-45 | 15-47 | 15-45 | 15-47 |
| 100°C'da buharlaşma, % (v/v) | 40-65 | 43-70 | 40-65 | 43-70 |
| 180°C'da buharlaşma, % (v/v), min | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Kaynama noktası sonu, °C max | 215 | 215 | 215 | 215 |
| Destilasyon kalıntısı, (v/v), max | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Buhar kilitlenmesi indisi VLI, max | 950 | 1200 | 950 | 1200 |
| Reid buhar basıncı, kPa | 50-70 | 60-80 | 50-70 | 60-80 |
| Mevcut gom. mg/100, max | 5 | | 4 | |
| Oksidasyon kararlılığı, dakika, min | 360 | | | |
| Oktan sayısı (Araştırma Metodu), min | 91 | | 95 | |
| Oktan sayısı (Motor Metodu) | | | | |
| 1.1.1995'ten itibaren, ²⁾ | 80 | | 84 | |
| Kurşun, max., g/l | 0.15 | | 0.40 | |
| Kükürt max., % (m/m) | 0.10 | | | |
| Doktor deneyi: veya Merkaptan | Negatif ³⁾ | | | |
| Kükürdü ppm (m/m) max. | 15 | | | |
| Benzen, % (v/v) max ²⁾ 1.7.1994'ten itibaren | 5.0 | | | |

1) Tiplerin kullanılacağı süreler

Kış : 1 Kasım - 31 Mart (± 15 gün)

Yaz : 1 Nisan - 31 Ekim (± 15 gün)

2) Bu tarihe kadar motor metodu'nun kullanılması mecburiyeti yoktur.

3) Bu tarihe kadar benzen tayini yapılması mecburiyeti yoktur.

1.3 - ÖZELLİK, MUAYENE VE DENEY MADDE NUMARALARI

Özellik, muayene ve deney madde numaraları Çizelge-2'de verilmiştir.

ÇİZELGE 2 - Özellik, Muayene ve Deney Madde Numaraları

| Özellik | Özellik Madde No. | Muayene ve Deney Madde No. |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Genel Özellikler | 1.2.1.1 | 2.2.1 |
| Renk | 1.2.2 | 2.2.2 |
| Yoğunluk | 1.2.2 | 2.3.1 |
| Korozyon | 1.2.2 | 2.3.2 |
| Destilasyon | 1.2.2 | 2.3.3 |
| Buhar Kilitlemesi İndisi | 1.2.2 | 2.3.4 |
| Reid Buhar Basıncı | 1.2.2 | 2.3.5 |
| Mevcut Göm | 1.2.2 | 2.3.6 |
| Oksidasyon Kararlılığı | 1.2.2 | 2.3.7 |
| Oktan Sayısı (Araştırma Metodu) | 1.2.2 | 2.3.8 |
| Oktan Sayısı (Motor Metodu) | 1.2.2 | 2.3.9 |
| Kurşun | 1.2.2 | 2.3.10 |
| Kükürt | 1.2.2 | 2.3.11 |
| Doktor Deneyi | 1.2.2 | 2.3.12 |
| Merkaptan Kükürdü | 1.2.2 | 2.3.13 |
| Benzen | 1.2.2 | 2.3.14 |

2 - NUMUNE ALMA, MUAYENE VE DENEYLER**2.1 - NUMUNE ALMA**

Bir defada muayeneye sunulan aynı tip benzin bir parti sayılır. Bu standardın uygulanacağı deney numuneleri, TS 900'e göre alınır, hazırlanır ve muhafaza edilir.

2.2 - MUAYENELER**2.2.1 - Genel Özellikler**

Benzin numuneleri gözle muayene edilir ve sonucun Madde 1.2.1.1'e uygun olup olmadığına bakılır. Renk özelliği tanımlayıcı bir özellik olup, diğer özelliklerin uygun olması kaydıyla renk tonunda veya şiddetinde olabilecek nisbi farklılıklar red sebebi değildir.

2.2.2 - Renk

Benzin numuneleri gözle muayene edilir ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3 - DENEYLER**2.3.1 - Yoğunluk Tayini**

Yoğunluk tayini TS 1013'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.2 - Korozyon (Bakır Şerit) Tayini

Korozyon tayini TS 2741'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.3 - Destilasyon Tayini

Destilasyon tayini TS 1232'ye göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.4 - Buhar Kilitlemesi İndisi Tayini

Buhar kilitlemesi indisi tayini (VLI) aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır, sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

$$VLI = 10 P + 7 E$$

Burada:

P = Reid buhar basıncı

E = 70°C'daki hacimce buharlaşma yüzdesi

dir.

2.3.5 - Reid Buhar Basıncı Tayini

Reid buhar basıncı tayini TS 1448'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.6 - Mevcut Göm Tayini

Mevcut göm tayini TS 1312'ye göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.7 - Oksidasyon Kararlılığı Tayini

Oksidasyon kararlılığı tayini TS 2646'ya göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.8 - Oktan Sayısı Tayini (Araştırma Metodu)

Oktan sayısı (Araştırma Metodu) tayini TS 2431'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.9 - Oktan Sayısı Tayini (Motor Metodu)

Oktan sayısı (Motor Metodu) tayini TS 2232'ye göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.10 - Kurşun Tayini

Kurşun tayini TS 1755'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.11 - Kükürt Tayini

Kükürt tayini TS 1539'a göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.12 - Doktor Deneyi

Doktor deneyi TS 2884'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.13 - Merkaptan Kükürdü Tayini

Merkaptan kükürdü tayini TS 8456'ya göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.14 - Benzen Tayini

Benzen tayini TS 7088'e göre yapılır ve sonucun Madde 1.2.2'ye uygun olup olmadığına bakılır.

2.4 - DEĞERLENDİRME

Madde 2.1'e göre alınan numuneler üzerinde bu standardda belirtilen muayene ve deneyler uygulandığında elde edilen sonuçların Madde 1.2'de belirtilen özelliklere uymaması halinde parti standarda aykırın sayılır. Tereddüd halinde TS 4700'e göre hareket edilir.

2.5 - MUAYENE VE DENEY RAPORU

Muayene ve deney raporunda en az aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Muayenenin ve deneyin yapıldığı yerin ve laboratuvarın, adı ile muayene ve deney yapanın ve/veya raporu imzalayan yetkilinin adları, görev ve meslekleri,
- Muayene ve deney tarihi,
- Numunenin tanıtılması,
- Muayene ve deneyde uygulanan standartların numaraları,
- Sonuçların gösterilmesi,
- Muayene ve deney sonuçlarını değiştirebilecek faktörlerin mahzurlarını gidermek üzere alınan tedbirler,
- Uygulanan muayene ve deney metodlarında belirtilmeyen veya mecbur görülmemeyen, fakat muayene ve deneyde yer almış olan işlemler,
- Standarda uygun olup olmadığı,
- Rapor tarih ve numarası.

3 - PİYASAYA ARZ**3.1 - AMBALAJLAMA**

Benzin piyasaya tankerler, vaniller vb. kaplar içinde veya pompaları bulunan depolar içinde arz edilir.

3.2 - İŞARETLEME

Benzin taşınan tankerlerin ön ve arka yüzeylerinde bulunan cepler içerisinde 15 cm x 30 cm boyutlarında üzerinde "Benzin" yazan levha bulunur. Vaniller vb. kapların üzerine, üretici firma üretim tarihi, mamülün ismi, yanıcı ve parlayıcı madde olduğu yazılır.

4 - ÇEŞİTLİ HÜKÜMLER

4.1 - İmalatçı veya satıcı, bu standarda uygun olarak imal edildiğini beyan ettiği benzin için istendiğinde, standarda uygunluk beyannameyi vermek veya göstermek mecburiyetindedir. Bu beyannameye satış konusu benzinin:

- Madde 1'deki özelliklere uygun olduğunun,
- Madde 2'deki muayene ve deneylerin yapılmış ve uygun sonuç alınmış bulunduğu belirtilmesi gerekir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından :**Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
Tebliğ No : Mecburi Standard 95/2**

1 — T.S.E. tarafından, Nisan 1994 tarihinde hazırlanan, TS.EN-228 "Otomotiv Yakıtları-Kurşunsuz Benzin-Özellikler ve Deney Metotları" standardı ithalat-üretim ve satış safhalarında 3 ay sonra zorunlu uygulamaya konulacaktır.

2 — Adı geçen standard kapsamına giren ürünleri ithal edenlerin, üreticilerin ve satanların bu standartlara ait hükümlere uymaları gerekmektedir.

3 — Bu standarda ait hükümler 1705 ve 3154 Sayılı Yasalara göre Bakanlığımızca uygulanacaktır.

UDK 662.75

TÜRK STANDARDI

TS EN-228/Nisan 1994

**OTOMOTİV YAKITLARI -KURŞUNSUZ BENZİN -ÖZELLİKLER VE
DENEY METOTLARI****1 - KAPSAM**

Bu standard, kurşunsuz benzinin özelliklerini ve deneylerini kapsar. Kurşunsuz benzin, çevreyi kirlenici maddeleri azaltmak üzere cihazlarla donatılmış olanlar dahil, kurşunsuz benzinle çalışmak üzere dizayn edilmiş taşıtlarda kullanılan benzindir.

Burada belirtilen şartlar aksi belirtilmedikçe kurşunsuz normal ve kurşunsuz süper benzine aynı şekilde uygulanır. Kurşunsuz normal benzinle ilgili şartlar kurşunsuz normal benzinin piyasada bulunması halinde uygulanır.

2 - MECBURI REFERANSLAR

Bu standard diğer yayınlarda belirtilen tarihli veya tarihsiz referanslarla birlikte kullanılır. Bu mecburi referanslar standardın içinde ilgili yerlerde belirtilmiş olup listesi aşağıda verilmiştir. Tarihli referanslara daha sonra yapılacak ekler veya revizyonlar bu standardda ek olarak gösterildiği veya bu standardın revizyonunda belirtildiği takdirde uygulanacaktır.

| | |
|---------------------|---|
| TS 900/Mart 1987 | "Petrol ve Petrol Ürünlerinden Elle Numune Alma Metotları" "Manual Sampling, From Crude Oils and Petroleum Products" |
| TS 1013/Nisan 1989 | "Ham Petrol ve Sıvı Petrol Ürünlerinde Yoğunluk, Bağıl Yoğunluk (Özgül ağırlık) veya API Gravitesinin Tayini (Hidrometre Metodu)" "Determination of Density, Relative Density (Specific Gravity) or API Gravity of Crude Oil and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method" |
| TS 1232/Aralık 1989 | "Petrol Ürünleri-Destilasyon Deneyi" "Method of Test for Distillation of Petroleum Products" |
| TS 1312/Aralık 1986 | "Petrol Ürünlerinde "Mevcut Gom" Miktarının Tayini-Hızlı Buharlaştırma Metodu" "Determination of Existent Gum in Fuels by Jet Evaporation" |

| | |
|---------------------|---|
| TS 2232/Şubat 1976 | "Motor ve Uçak Benzinlerinde Oktan Sayısı Tayini (Motor Metodu)" "Knock Characteristics of Motor and Aviation-Type Fuels by the Motor Method" |
| TS 2431/Kasım 1976 | "Motor Benzinlerinde Oktan Sayısı Tayini (Araştırma Metodu)" "Determination of the Knock Characteristics of Motor Fuels by the Research Method" |
| TS 2646/Nisan 1977 | "Benzinin Oksidasyon Stabilesinin Tayini (Endüksiyon Periyodu Yöntemi)" "Determination of the Oxidation Stability of Gasoline (Induction Period Method)" |
| TS 2741/Nisan 1977 | "Petrol Ürünlerinde Bakır Korozyonunun Tayini (Bakır Şerit Yöntemi)" "Detection of Copper Corrosion From Petroleum Products by the Copper Strip Tarnish Test" |
| TS 4398/Şubat 1985 | "Sanayide Kullanılan Etil Alkol-Deney Metotları-Alkaliliğin Gözlenmesi Veya Fenolftaleine Karşı Asitliğin Tayini" "Ethanol for Industrial Use-Method of Test-Detection of Alkalinity or Determination of Acidity to Phenolphthalein" |
| TS 4700/Şubat 1986 | "Petrol Ürünlerinde Deney Metotları İle İlgili Hassas Verilerin Tayini ve Uygulaması" "Petroleum Products-Determination and Application of Precision Data in Relation to Methods of Test" |
| TS 6311/Şubat 1989 | "Sıvıların Yoğunluk ve Bağıl Yoğunluklarının Tayini Dijital Densimetre Kullanılarak" "Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter" |
| TS 6313/Ocak 199 | "Benzinde Eser Miktarında Bulunan Kurşun Tayini (Spectrofotometrik Metot)" "Liquid Petroleum Products-Determination of Low Lead Concentrations-Atomic Absorption Spectrometric Method" |
| TS 6838/Nisan 1989 | "Petrol Ürünlerinde Kükürt Tayini-Dağılmayan X-Işını Floresans Spektrometresi Metodu" "Petroleum Products-Determination of Sulfur Content-Non-Dispersive X-Ray Fluorescence Method" |
| TS 7088/Mayıs 1989 | "Motor ve Uçak Yakıtlarında Benzen Miktarının Kızılötesi Spektroskopi Metodu İle Tayini" "Liquid Petroleum Products-Determination of the Benzene Content-Infrared Spectrometric Method" |
| TS 7472/Eylül 1989 | "Petrol Ürünleri ve Hidrokarbonların Kükürt Miktarının Tayini-Wickbold Yanma Metodu" "Petroleum Products and Hydrocarbons-Determination of Sulfur Content-Wickbold Combustion Method" |
| EN 12/1993 | "Sıvı Petrol Ürünleri-Reid Buhar Basıncının Tayini-İstlak Metot" "Liquid Petroleum Products-Determination of Reid Vapour Pressure Wet Method" |
| TS 11413/Nisan 1994 | "Benzinde C1-C4 Alkoller ve Metil Tersiyer Bütil Eter (MTBE) Tayini-Gaz Kromatografik Metot" "Test Method for Determination of C1 to C4 Alcohols and MTBE in Gasoline by gas Chromatography" |

3 - NUMUNE ALMA

Numuneler TS 900'e göre alınır ve muhafaza edilir.

NOT - Kurşunsuz benzin numunesi konacak ve muhafaza edilecek kaplar kurşunla kirlenmemiş olmalıdır.

4 - POMPALARIN İŞARETLENMESİ

Kurşunsuz benzin pompalarının üzerine 15 cm x 30 cm boyutlarından küçük olmamak üzere "Kurşunsuz Benzin" yazısı yazılmalı veya bu ibareyi taşıyan levha asılmalıdır.

5 - ÖZELLİKLER VE DENEY METOTLARI**5.1 - BOYALAR VE MARKÖRLER**

Kurşunsuz benzine tanınmak için boya katılmamalı, tabii rengi (açık sarı) ile kalmalıdır. Ancak markör katılabilir.

5.2 - KATKI MADDELERİ

Performans kalitesini geliştirmek üzere kurşunsuz benzine katkı maddeleri ilave edilebilir.

5.3 - FOSFOR BİLEŞİKLERİ

Kurşunsuz benzinde otomotivlerin katalizör sistemlerini korumak bakımından, fosfor ihtiva eden bileşikler bulunmamalıdır.

5.4 - OKSİJENLİ BİLEŞİKLER

Oksijenli bileşiklerin sınırtan Ek A'da verilmiştir. Oksijenli bileşik tayini TS 11413'e göre yapılır.

5.5 - ASİTLİK

Kurşunsuz benzinin asitliğini uygun sınırdan tutmak için, benzine katılan etanolün asitlik değeri TS 4398'e göre tayin edildiğinde kütlece asetik asit olarak % 0,007'yi geçmemelidir.

5.6 - GENEL ÖZELLİKLER VE DENEY METOTLARI

Çizelge 1 ve 2'de belirtilen deney metotları ile deneye tabi tutulduğunda kurşunsuz süper benzin ve kurşunsuz normal benzinin özellikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'deki sınırlar dahilinde olmalıdır.

ÇİZELGE 1 - Kurşunsuz Süper Benzinin Genel Özellikleri ve Deney Metotları

| Özellik | Birim | Değerler | | Deney Metodu |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | | min. | max. | |
| Araştırma oktan sayısı, RON | | 95,0 | - | TS 2431 |
| Motor oktan sayısı, MON | | 85,0 ¹⁾ | - | TS 2232 |
| Kurşun | g/l | - | 0,013 | TS 6313 |
| Benzen | % v/v | - | 5,0 ²⁾ | TS 7088 |
| Yoğunluk (15°C da) | kg/m ³ | 725 | 780 | TS 1013 |
| Kükürt | % m/m | - | 0,10 ³⁾ | TS 7472 |
| Oksidasyon kararlılığı | dakika | 360 | - | TS 2646 |
| Mevcut göm (yıkamış) | mg l(100 ml) | - | 5 | TS 1312 |
| Korozyon (3 h, 50°C da) | tip | | 1 | TS 2741 |
| Görünüş | | berrak ve parlak | | Gözle Muayene |

1) 01.01.1995'e kadar MON uygulanması mecburiyeti yoktur.
2) 01.07.1994'e kadar Benzen tayini yapma mecburiyeti yoktur.
3) 01.01.1995'den itibaren kükürt muhteviyatı, max. % 0,05 olacaktır.

ÇİZELGE 2 - Kurşunsuz Normal Benzinin Genel Özellikleri ve Deney Metotları

| Özellik | Birim | Değerler | | Deney Metodu |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | | min. | max. | |
| Araştırma oktan sayısı, RON | | 95,0 | - | TS 2431 |
| Motor oktan sayısı, MON | | 85,0 ¹⁾ | - | TS 2232 |
| Kurşun | g/l | - | 0,013 | TS 6313 |
| Benzen | % v/v | - | 5,0 | TS 7088 |
| Yoğunluk (15°C da) | kg/m ³ | 725 | 780 | TS 1013 |
| Kükürt | % m/m | - | 0,10 ²⁾ | TS 7472 |
| Oksidasyon kararlılığı | dakika | 360 | - | TS 2646 |
| Mevcut göm (yıkamış) | mg l(100 ml) | - | 5 | TS 1312 |
| Korozyon (3 h, 50°C da) | tip | | 1 | TS 2741 |
| Görünüş | | berrak ve parlak | | Gözle Muayene |

1) RON ve MON değerleri piyasaya venirse daha sonra belirtilecektir.
2) 01.01.1995'ten itibaren kükürt muhteviyatı max. % 0,05 olacaktır.

3.7 - İKLİME BAĞLI ÖZELLİKLER VE DENEY METOTLARI

3.7.1 - Su toleransı

Bazı benzinlerin su absorblama potansiyeli bulunduğundan, imalatçılar mevsim sıcaklıklarına dikkate alındığında hiçbir su ayrışması olmayacağını garanti etmelidir. Su ayrışması tehlikesi olması durumunda korozyon önleyici katkı maddeleri ilave edilmelidir.

3.7.2 - Uçuculuk Özellikleri

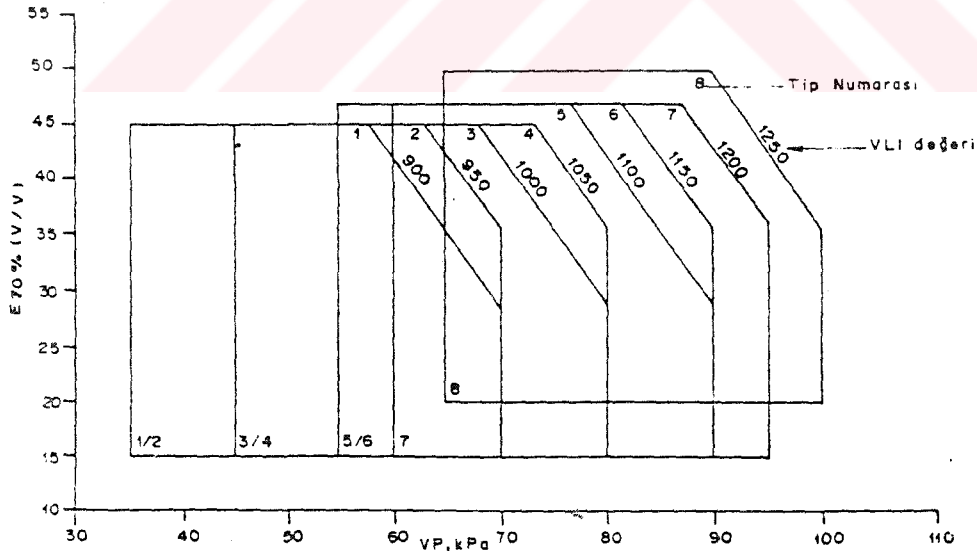
Kurşunsuz benzinde uçuculuk Çizelge 3'te belirtilen özelliklerle kontrol edilmelidir.

ÇİZELGE 3 - Kurşunsuz Benzinin Uçuculuğunu Belirleyen Özellikler

| Özellik | Birim | Sınırlar |
|---|-------|-----------|
| Buhar Basıncı, VP | kPa | min./max. |
| 70°C'da Buharlaşma Yüzdesi, E70 | % v/v | min./max. |
| 100°C'da Buharlaşma Yüzdesi, E100 | % v/v | min./max. |
| 180°C'da Buharlaşma Yüzdesi, E180 | % v/v | min./max. |
| Son Kaynama Noktası, FBP | °C | max. |
| Destilasyon Kalıntısı | % v/v | max. |
| Buhar Kilitmesi İndisi, VLI (VLI=10VP+7E70) | | min./max. |

Farklı iklim ve coğrafyalardaki şartları karşılamak amacıyla kurşunsuz benzin Çizelge 4'de verilen sekiz tipe ayrılmış ve Şekil 1'de buhar basıncıyla ilgisi açıklanmıştır. Türkiye için yaz aylarında Tip 2, kış aylarında Tip 7 kullanılmaktadır.

NOT - Yaz ayları: 1 NİSAN - 31 EKİM (±15 gün)
Kış ayları: 1 KASIM - 31 MART (±15 gün)



ŞEKİL 1 - Sekiz Farklı Uçuculuk Tipi İçin VP E70 ve VLI arasındaki ilişki.

ÇİZELGE 4 - Kurşunsuz Benzinin Tipleri

| Özellik | Birim | Değerler | | | | | | | | Deney Metodu |
|---------------------------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | | Tip 1 | Tip 2 | Tip 3 | Tip 4 | Tip 5 | Tip 6 | Tip 7 | Tip 8 | |
| Buhar Basıncı | kPa. Min | 35 | 35 | 45 | 45 | 55 | 55 | 60 | 65 | EN 12 |
| | kPa. Max | 70 | 70 | 80 | 80 | 90 | 90 | 95 | 100 | |
| 70°C'da buharlaşma | % v/v min | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 20 | TS 1232 |
| | % v/v max | 45 | 45 | 45 | 45 | 47 | 47 | 47 | 50 | |
| VL1(10VP+E70) | max | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | |
| 100°C'da buharlaşma | % v/v min | 40 | 40 | 40 | 40 | 43 | 43 | 43 | 43 | TS 1232 |
| | % v/v max | 65 | 65 | 65 | 65 | 70 | 70 | 70 | 70 | |
| 180°C'da buharlaşma | % v/v min | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | TS 1232 |
| Son kaynama noktası (FBP) | °C. max | 215 | 215 | 215 | 215 | 215 | 215 | 215 | 215 | TS 1232 |
| Destilasyon kalıntısı | % v/v max | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | TS 1232 |

5.8 - DEĞERLENDİRME

Burada belirtilen bütün deney metotlarında değerlendirme bilgileri mevcut olup tereddüt halinde TS 4700'e göre hareket edilmelidir.

EK-A

Benzine Katılabilecek Oksijenli Bileşik Miktarları

| | |
|---|-----|
| Metanol ¹⁾ % (v/v). max. | 3 |
| Etanol ²⁾ % (v/v). max. | 5 |
| İso-propilalkol % (v/v). max. | 5 |
| TBA % (v/v). max. | 7 |
| ISO - butilalkol % (v/v). max. | 7 |
| Eter ³⁾ % (v/v). max. | 10 |
| Diğer % (v/v). max. | 7 |
| Karışım ⁴⁾ oksijen miktarı olarak, % (m/m). max. | 2,5 |

1) Uygun stabilizör katılmalıdır.
2) Stabilizör kullanılması gerekebilir.
3) Molekülünde beş ve daha fazla C atomu olan.
4) Diğer oksijenli bileşiklerin üretimi sırasında yan ürünü olarak çıkan asetona % (v/v) olarak 0,8'e kadar müsaade edilebilir.

NOT - Oksijenli bileşikler: Metanol, etanol, propan-2-ol [İso-propilalkol], butan-1-ol (butil alkol), butan-2-ol (sekonder butil alkol), 2-metil propan-2-ol (tersiyer butil alkol (TBA)), 2-metil-1-propanol (İso-butil alkol), kaynama noktası 215°C'ı geçmeyen diğer monoalkoller, metil tersiyer butil eter (MTBE) (tersiyer-butoksimetan), kaynama noktası 215°C'ı geçmeyen diğer eterler (R₁-O-R₂).

EK-3

Emisyon Laboratuvarı Ölçüm Sonuçları ve Ortam Şartları Örneği

F02000570 ECE High Spd 120 (98/69) Cold TEST ** Horiba VETS 7000 Test Cell for Tofas ** 07 May 2002 09:50 Page 1

| 1 | THC (ppmC) | CO (ppm) | NOX (ppm) | CO2 (%) | FE (l/100km) | Test Info | Times Info |
|------|---------------|-------------|--------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| | 100 | 500 | 20.0 | 2.00 | | Baro (kpa) = 100.9 | Phase Start = 09:50:55 |
| ev | 52.82 | 89.50 | 2.773 | 0.7962 | | Temp (°C) = 24.1 | Phase Finish = 10:03:54 |
| nt | 0.02913 | 0.02700 | 0.07080 | 0.01715 | | Rhum (%) = 39.1 | Analysis End = 10:08:13 |
| ev | 3.66 | 0.40 | 0.036 | 0.0497 | | Ahum(gm/kg) = 7.3 | |
| onc. | 0.01199 | 0.02672 | 0.02044 | 0.01230 | | NOX Factor = 0.8983 | Elapsed (sec) = 779.9 |
| | 49.39 | 89.13 | 2.739 | 0.7495 | | | Bag Anl (sec) = 258.7 |
| /ph. | 2.226 | 8.108 | 0.368 | 1072.020 | 11.259 | Vmix(m3 0 °C) = 72.82 | |
| /km | 0.552 | 2.009 | 0.091 | 265.632 | | Dilu. Factor = 16.534 | |
| | | | | | | Dist (km) = 4.036 | |

| 2 | THC (ppmC) | CO (ppm) | NOX (ppm) | CO2 (%) | FE (l/100km) | Test Info | Times Info |
|------|---------------|-------------|--------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| | 20.0 | 500 | 20.0 | 2.00 | | Baro (kpa) = 100.9 | Phase Start = 10:03:54 |
| ev | 19.738 | 122.07 | 8.425 | 1.4974 | | Temp (°C) = 24.8 | Phase Finish = 10:10:34 |
| nt | 0.06467 | 0.03175 | 0.01980 | 0.04463 | | Rhum (%) = 36.7 | Analysis End = 10:14:53 |
| ev | 4.661 | 0.01 | 0.033 | 0.0511 | | Ahum(gm/kg) = 7.1 | |
| onc. | 0.04051 | 0.01678 | 0.01816 | 0.00906 | | NOX Factor = 0.8944 | Elapsed (sec) = 399.8 |
| | 15.602 | 122.06 | 8.396 | 1.4521 | | | Bag Anl (sec) = 258.7 |
| /ph. | 0.360 | 5.688 | 0.575 | 1063.792 | 6.435 | Vmix(m3 0 °C) = 37.30 | |
| /km | 0.052 | 0.819 | 0.083 | 153.179 | | Dilu. Factor = 8.865 | |
| | | | | | | Dist (km) = 6.945 | |

| ts | THC | CO | NOX | CO2 | FE(l/100km) | Avg Test Info |
|-----|-------|--------|-------|----------|-------------|---------------------|
| ams | 2.587 | 13.797 | 0.943 | 2135.812 | 8.208 | Baro (kpa) = 100.9 |
| /km | 0.236 | 1.256 | 0.086 | 194.509 | | Temp (°C) = 24.3 |
| | 0.283 | 1.508 | 0.103 | | 8.231 | Rhum (%) = 38.3 |
| | | | | | | Ahum(gm/kg) = 7.2 |
| | | | | | | NOX Factor = 0.8970 |

F02000564 ECE High Spd 120 (98/69) Cold TEST ** Horiba VETS 7000 Test Cell for Tofas ** 04 May 2002 21:21 Page 1

| 1 | THC (ppmC) | CO (ppm) | NOX (ppm) | CO2 (%) | FE (l/100km) | Test Info | Times Info |
|------|---------------|-------------|--------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| | 100 | 100 | 20.0 | 2.00 | | Baro (kpa) = 100.6 | Phase Start = 21:21:10 |
| ev | 36.33 | 69.19 | 1.847 | 0.7851 | | Temp (°C) = 24.1 | Phase Finish = 21:34:10 |
| nt | 0.01813 | 0.05131 | 0.02859 | 0.02045 | | Rhum (%) = 33.2 | Analysis End = 21:38:27 |
| ev | 5.06 | 0.15 | 0.050 | 0.0519 | | Ahum(gm/kg) = 6.2 | |
| onc. | 0.21119 | 0.03176 | 0.02090 | 0.02230 | | NOX Factor = 0.8707 | Elapsed (sec) = 780.1 |
| | 31.57 | 69.05 | 1.800 | 0.7363 | | | Bag Anl (sec) = 257.8 |
| /ph. | 1.420 | 6.266 | 0.234 | 1050.521 | 11.068 | Vmix(m3 0 °C) = 72.64 | |
| /km | 0.355 | 1.565 | 0.058 | 262.368 | | Dilu. Factor = 16.841 | |
| | | | | | | Dist (km) = 4.004 | |

| 2 | THC (ppmC) | CO (ppm) | NOX (ppm) | CO2 (%) | FE (l/100km) | Test Info | Times Info |
|------|---------------|-------------|--------------|------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| | 20.0 | 500 | 20.0 | 2.00 | | Baro (kpa) = 100.6 | Phase Start = 21:34:10 |
| ev | 18.968 | 89.60 | 5.907 | 1.4901 | | Temp (°C) = 24.3 | Phase Finish = 21:40:49 |
| nt | 0.09328 | 0.03004 | 0.02076 | 0.03930 | | Rhum (%) = 33.3 | Analysis End = 21:45:07 |
| ev | 5.561 | 0.43 | 0.047 | 0.0538 | | Ahum(gm/kg) = 6.3 | |
| onc. | 0.09864 | 0.02466 | 0.01759 | 0.03516 | | NOX Factor = 0.8730 | Elapsed (sec) = 399.5 |
| | 14.030 | 89.22 | 5.866 | 1.4423 | | | Bag Anl (sec) = 258.1 |
| /ph. | 0.323 | 4.147 | 0.391 | 1053.875 | 6.383 | Vmix(m3 0 °C) = 37.20 | |
| /km | 0.047 | 0.599 | 0.057 | 152.287 | | Dilu. Factor = 8.928 | |
| | | | | | | Dist (km) = 6.920 | |

| ts | THC | CO | NOX | CO2 | FE(l/100km) | Avg Test Info |
|-----|-------|--------|-------|----------|-------------|--------------------|
| ams | 1.743 | 10.413 | 0.625 | 2104.397 | 8.100 | Baro (kpa) = 100.6 |
| /km | 0.160 | 0.953 | 0.057 | 192.634 | | Temp (°C) = 24.2 |
| | | | | | | Rhum (%) = 33.3 |
| | | | | | | |



KAYNAKLAR

- BOSCH, (1996), Automotive Handbook, Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- KULELİ Ö, (1981), Petrol Arıtım Teknolojisi, Çağlayan Kitapevi, İstanbul
- KUTLAR O. Akın, ERGENEMAN M., ARSLAN H., MUTLU M., (1998), Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler, Birsen Yayınları, İstanbul
- MARSHALL E.L, OWEN K. (1995), Motor Gasoline, The Royal Society of Chemistry, U.K.
- TEKGÜLER M., Yakıtlar ve Motor Yağları, Teknik Bilgiler 3, BP Türkiye, İstanbul
- UMUT S., (1983), Yakıtlar ve Yağlar, Petrol Ofisi Madeni Yağ Şube Müdürlüğü, Ankara
- SHELL Company of Turkey, (1998), Yakıtlar Yağlar ve Yağlama, Shell Teknik Servis yayınları, İstanbul
- TEKGÜLER M., Yakıtlar ve Motor Yağları, Teknik Bilgiler 3, BP Türkiye, İstanbul
- SAE, SP-1054, (1994), Gasoline Composition and Additives to Meet the Performance and Emissions Requiriments of the Nineties, Society of Automotive Engineers, U.S.A
- INTEREUROPE Regulations Ltd, (1997), Motor Vehicle Emissions, 70/220/EEC, E.E.C
- EN228, Avrupa Benzin Standartları,2000
- TS 1448, Sıvı Petrol Ürünleri- Reid Buhar Basıncının Tayini-İslak Metot,(1993), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 6313, Benzinde Eser Miktarda Bulunan Kurşun Tayini, (1999), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 1232, Petrol Ürünleri-Destilasyon Deneyi, (1989), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 6838, Petrol Ürünlerinde Kükürt Tayini-Dağılmayan X-ışını Floresans Spektrometresi Metodu, (1989), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 7088, Motor ve Uçak Yakıtlarında Benzen Miktarının Kızılötesi Spektroskopi Metodu ile Tayini, (1989), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 1013, Ham Petrol Ürünlerinde Yoğunluk Tayini, (1989), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 2884, Doktor Deneyi, (1977), Ulusal Standart, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi: 20.07.1978
Doğum yeri: Ankara
Lise: 1993-1996 Özel Arı Lisesi
Lisans: 1996-2000 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü - Enerji
Çalıştığı Kurumlar: 2000 - Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü – Enerji
Otomotiv Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi

