

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDEKİ GELİŞMELER*

Oğuz BORAT**

ÖZET

Hava kirlenmesi, fosil yakıtların azalması, alternatif yakıtların kullanılması, gürültü, emniyet, yakıt ekonomisi v.s. gibi değişik şartların ortaya çıkardığı otomotiv endüstrisine ait problemler alternatif yakıtlar, alternatif motorlar ve teknik iyileştirme çalışmaları başlıkları altında incelenmiştir.

Sonuç olarak, kısa ve uzun vadede karşılaşılabilecek problemlerin çözümü için gereken araştırma konuları ve teknolojik temayüller tartışılmıştır.

ABSTRACT

The problems of the automotive industries, arised by the various constraints such as air pollution, decrease of fossil fuels, usage of alternative fuels, noise pollution, safety, fuel economy, etc., are studied under the titles of alternative fuels, alternative engines and technical improvements.

Resultingly, the research subjects and the technological trends, required for solutions or reductions of the problems to be faced in the short and long terms, are discussed.

1. GİRİŞ

Motorlu taşıtlar insana büyük bir hareket serbestisi sağlamaktadır. Bu nedenle de bağımlılık devam etmektedir. Gelişmiş ülkelerde bir ailenin gelirinin % 20'si gıda maddelerine % 20'si de taşıt masraflarına harcanmaktadır. Ortaya çıkan büyük parasal sirkülasyon "ham madde-yarı mamul-mamul montaj-yan sanayi-satıcı-servis-karayolları-yakıt üretimi ve dağıtım" zincirini oluşturmuştur. Bu zincirin herbir halkasını ayrı ayrı veya müşterek etkileyen çevresel, ekolojik veya kriz şeklindeki tesirler araştırma ve geliştirme çalışmalarına daha fazla önem verilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

Son 20 sene içerisinde sırasıyla egzoz emisyonu, yakıt temini, yakıt sarfiyatı, emniyet ve gürültü şeklinde bir çok problem ortaya çıkmıştır. Bunlar otomotiv ve ulaşım endüstrisinin perspektifini etkilemiştir. Bu amaçla gelecekte karşılaşılabilecek çeşitli senaryolar tasvir edilmiş ve alternatif çözümler önerilmiştir, Kay^{1,2}. Öneriler üzerindeki araştırmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu çalışmada alternatif çözümlere ait mukayeseler ile yeni araştırma konuları incelenmiştir.

* Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünde 1982-1983 Yaz Yarıyılı Seminerlerinde sunulmuştur.

** Prof. Dr.; Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümü, Bursa.

Taşıtlarda yakıt enerjisinin kullanımını görmek amacıyla Tablo 1 incelenebilir. Burada 1200 kg ağırlığındaki benzin motorlu bir otomobilin kısmi yük (90 km/h sabit hız) hali ile tam yük (90 km/h hızdaki ivmelenme veya yokuş tırmanma) hali mukayese edilmiştir.

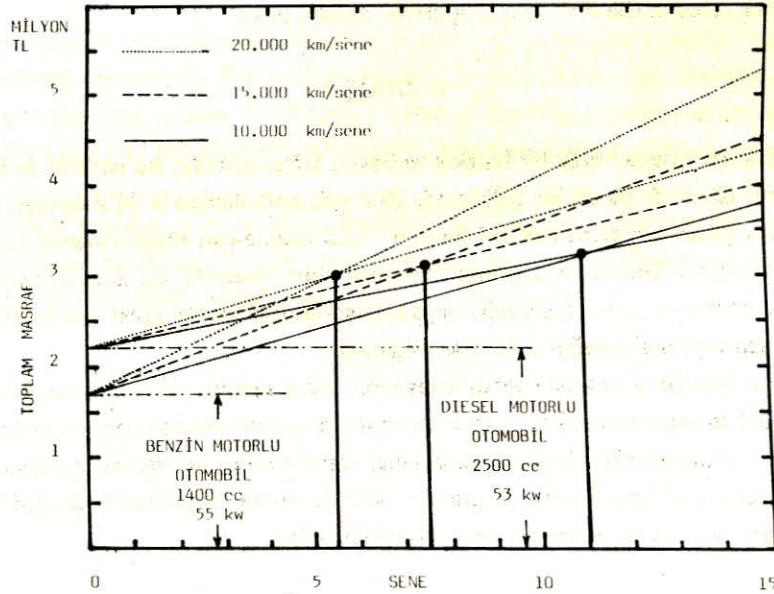
Tablo 1 — Benzin Motorlu 1200 kg lık 90 km/h hızdaki Bir otomobilde Yakıt Enerjisinin % Olarak Kullanımı

AÇIKLAMA	KİSMİ YÜK (Sabit hız)	TAM YÜK (İvme veya Yokuş)
— TERMODİNAMİK KAYIPLAR	% 78	% 72
Yardımcı Sistemler	% 5,0	% 5,0
Transmisyon Kaybı	% 1,8	% 0,8
Yuvarlanma Kaybı	% 4,6	% 2,0
İvme veya yokuş Kaybı	% 0,0	% 14,3
Aerodinamik Kaybı	% 10,6	% 5,9
— KRANK MİLİNDEKİ FAYDALI ENERJİ	% 22	% 28
— TAŞITA VERİLEN TOPLAM ENERJİ	% 100	% 100

Faydalı enerjiyi en iyi bir şekilde kullanmak için önem verilmesi gereken hususlar iki kısımda toplanabilir:

1. Harekete ve yardımcı sistemlere harcanan enerjinin azaltılması,
2. Motor veriminin ve motor-taşıtlar uyumunun iyileştirilmesi.

Diesel motoru benzin motoruna göre takriben % 25 daha az yakıt sarfetmektedir. Ayrıca diesel yakıtı benzinden daha ucuzdur. Bu nedenle son 5 seneden beri başlayan dielese dönüşümün 1990'a kadar süreceği tahmin edilmektedir. Tabii diesel motorlu otomobil tercihinde önemli etkenlerden birisi de aracın katedeceği yoldur. Şekil 1 de birisi 1357 cc'lik 55 kW (75 PS) olan benzin motorlu bir otomobil, diğeri ise 2428 cc'lik 53 kW (72 PS) lik bir otomobil mukayese edilmiştir. Senede katedilen mesafeler 10, 15 ve 20



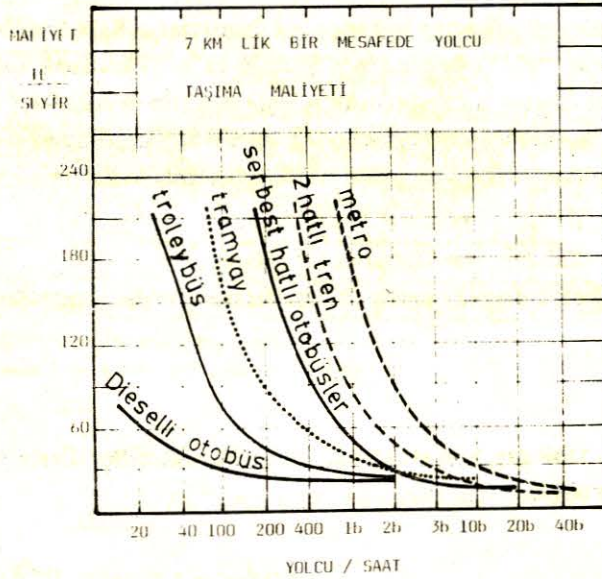
Şekil 1 — Benzin ve diesel motorlu iki otomobilin toplam masraflarının zamana göre değişimi

bin km alınmıştır. Benzinlinin maliyeti 1,7 milyon TL. diesellinin maliyeti ise 2,2 milyon TL. dir. Buna göre Diesel motorlu otomobilin ekonomikliği:

- 10.000 km/sene halinde 11 seneden sonra
- 15.000 km/sene halinde 7,5 seneden sonra
- 20.000 km/sene halinde 5,5 seneden sonra

olmaktadır.

Bir de toplu taşınım olarak ortaya atılan çözümler mevcuttur, Şekil 2. İsveç Mühendislik Bilimleri Krallık Akademisi'nin hazırladığı bir rapora göre, dieselli otobüslerin trolleybüs, tramvay gibi taşıtlardan avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır, Kay². Bu araştırmada 7 km lik bir seyir yolu kullanılmıştır. Taşıtların bir saatte taşıdıkları yolcu sayısına göre sabit yatırım ve işletme masrafları toplamı karşılaştırılmıştır. 50 kişilik oturma yeri olan bir dieselli otobüs saatte asgari 100 yolcu taşıyınca ekonomik hale gelmektedir. Buna karşılık trolleybüs 500 yolcu/saat, tramvay 2000 yolcu/saat, iki hatlı tren 3000 yolcu/saat, metro 10.000 yolcu/saat ile aynı ekonomik seviyeye ulaşabilmektedir. Kendine ait iki yönlü bağımsız yolu bulunan ve başka hatların kesmediği "serbest hatlı otobüsler" adı verilen taşıma sisteminde ise ekonomik sınır 2000 yolcu/saat değerinde başlamaktadır. Görüldüğü gibi çok yoğun tek dieselli otobüs 2000 yolcu/saat yoğunluğuna kadar kullanılabilir. 2000 yolcu/saatten sonra serbest hatlı otobüsler tercih edilebilir. İkisi arasında bulunan ve halen Türkiye'de bazı şehirlerde uygulanan çözüm de "tercihli yol" otobüsleridir. Sığınak, çevre ve yol sorunlarının da desteklediği metro çözümü 10.000 yolcu/saatten sonra tercih edilmelidir.



Şekil 2 — Toplu taşımacılıkta kullanılan araçların maliyet mukayeseleri, Kay.²

2. ALTERNATİF YAKITLAR

Yeraltındaki petrol kaynaklarının mevcut tüketim hızıyla 2020 senesine kadar yeteceği tahmin edilmektedir. Ancak kalan rezervler daha ziyade derin kuyu petrolüdür ve daha büyük moleküllüdür. Bu ise rafineri süreçlerinde bazı değişiklikler gerektirmektedir. Sonuç olarak gelecekteki petrol ürünleri hem kaynak azalmasından hem de maliyet artışından dolayı pahalılaşacaktır. Bu alternatif yakıtların şansını arttırmaktadır. Hatta şimdiden sentetik benzin, metanol ve etanol bazı ülkelerde petrol ürünleriyle aynı fiatta piyasaya çıkmaktadır. Ulaşım araçlarında kullanılacak enerji kaynakları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Benzin ve Diesel Yakıtı

Halen çıkarılan petrol, dünya enerji ihtiyacının % 30'una cevap verebilmektedir. 40 sene sonunda bu pay sıfıra düşecektir. Bu arada Kanada ve ABD de ağır yağlar ve petrollü topraklardan üretim devam etmektedir. Boşalmış petrol kuyularında çok zengin petrollü toprak mevcuttur. Henüz çıkarma yöntemleri teknik ve ekonomik açıdan uygun değildir. Bunun yerine kömürden sentetik benzin üretmede gelişmeler beklenmektedir. Güney Afrika Cumhuriyeti 1957'den beri Sasol tesislerinde üretimini devam ettirmektedir. ABD, bu ülkeden aldığı know-how ile üretime 1985'de başlayacaktır. Dolayısıyla organik petrol yerine 1990'lardan itibaren sentetik petrol geçmeye başlayacaktır.

Metanol - Metil Alkol

Tabii gazdan ve kömürden birçok ülkede daha ziyade endüstriyel amaçlarla üretilmektedir. Orta Doğu'daki tabii gazı sıvılaştırıp taşımak yerine metanole dönüştürüp nakletmek daha ekonomiktir. Bu konuda Almanların bazı girişimleri beklenmektedir. Metanol benzine göre daha koroziftir ve bazı plastiklere etkimektedir. Motorlarda bunlara dikkat etmek gerekir. Oktan sayısı 110'dur. Sıkıştırma oranı yükseltilebileceğinden motor verimi artacaktır. Kısa vadede motorda hiçbir değişiklik yapılmadan kullanılacak sentetik benzin en büyük rakibidir. Ancak üretim ve tüketime ait toplam verim metanolde yüksek olduğundan 1995 de sentetik benzine rakip olmaya başlayacaktır.

Etanol - Etil Alkol - İspirto

Bitki ve bitki artıklarından (karbon hidratlardan) fermantasyonla elde edilmektedir. Bütün dünyada üretim mevcuttur. Brezilya'da 1977'de benzine % 4,5; 1979 da % 15 katılarak kullanılmıştır. 1981 de otomobillerin bir kısmı % 100 ispirtoyla çalıştırılacak şekilde değiştirilmiştir, Kay⁴. ABD de sadece Nevada eyaletinde içerisinde % 10 ispirto bulunan ve gasohol adı verilen benzin piyasaya sürülmüştür. Satışı aynı oktandan sayılı benzin fiyatından yapılmıştır. İspirtonun belirli bölgelerde kullanılması söz konusu olabilecektir.

Bitkisel Yağlar

Ayçiçeği, susam, kolza, pamuk, zeytin yağları ile araştırmalar yapılmıştır. Özel uygulama alanları olabilir.

Metan, Gazojen Gazı

Biyokütle, kömür, tabii gaz, katı artıklardan elde edilmektedirler. Üreteçlerin büyüklüğü nedeniyle özel uygulamalar için düşünülebilir.

Amonyak, Hidrazin

Kömür ve sudan üretilmektedirler. Enerji yoğunluğu, maliyet, depolama, çevre kirlenmesi yönünden diğer yakıtlar daha avantajlıdır. Özel uygulama alanları olabilecektir.

Hidrojen

Halen en ucuz yol kömürden üretmektir. Daha sonra tabii gaz ve uzun vadede nükleer enerji yardımıyla sudan elde edilerek enerji depolaması planlanmaktadır. Hidrojen kullanımının yaygınlaşması en erken 2010-2030 seneleridir.

Aküler

Kurşun-asit, nikel-kadmiyum, nikel-çinko, gümüş-çinko, çinko-hava, sodyum-kükürt, lityum-klorin aküleri enerji yoğunluğu yönünden henüz sıvı yakıtlara rakip olamayacak seviyededir. 240 kg'lık 105 lt'lik bir kurşun-asit aküdeki enerji 1 kg'lık benzine eşdeğerdir. Seyir çevrimlerine göre benzin motoru verimi

% 17, elektrik motoru verimi % 75 alınabilir. Buna göre elektrik 4,4 defa daha iyi kullanılacaktır. Ancak bu durumda dahi 1 kg benzin aküye göre 54 defa daha hafif ve 24 defa daha az yer işgal etmektedir.

Bugün için gelişme halinde olan sodyum-kükürt aküleri kurşun-asit akülere göre 5 defa daha hafif ve 3 defa daha az yer işgal etmektedirler. Yeniden doldurma bakımından da avantajlıdır.

Mesela 15 ton ağırlığındaki bir otobüsün 4 saatlik kurşun-asit aküsü 5 ton ve 2,83 m³ dür. Bunun yerine sodyum-kükürt aküleri kullanılabilirse 1 ton ve 0,94 m³ olacaktır. Herşeye rağmen 4 saatte 1 veya 5 tonluk bir kütlenin sökülüp takılması problemi henüz kabul edilebilecek bir çözüm sayılmamaktadır.

Petrol ve kömür gibi kaynakların enerjileri yakıt veya elektrik enerjisine dönüştürülürken, motora veya aküye doldurulurken ve taşıtta kullanılırken çeşitli kayıplara uğramaktadır. Tablo 2 de çeşitli yakıt ve elektrik kullanımına ait verimler gösterilmiştir. Yakıtlar için genel verim sıralaması:

Petrolde Diesel yakıtı	% 18,5
Petrolde benzin	% 13,5
Tabii gazdan metanol	% 11,8
Kömürden metanol	% 8,4
Kömürden Diesel yakıtı	% 6,5
Kömürden benzin	% 4,8

olmaktadır.

Tablo 2 — Çeşitli Enerji Kaynaklarının % Olarak Verimleri, Kay. (2)

VERİM	DIESEL YAKITI	BENZİN	METANOL	ELEKTRİK
	Petrol - Kömür	Petrol - Kömür	T.Gaz-Kömür*	Kömür - Petrol
Kullanılacak Enerjiye Dönüştürme %	94 - 33	94 - 33	77 - 55	35 - 30
Doldurma %	100	100	100	66
Motor %	23	17	18**	75
Aktarma Organları %	85	85	85	* 85
Tahrik İçin Kalan Enerji %	18,4 - 6,5	13,5 - 4,8	11,8 - 8,4	14,7 - 12,6

(*) Kömürün gazlaştırılması ile metanol üretimi

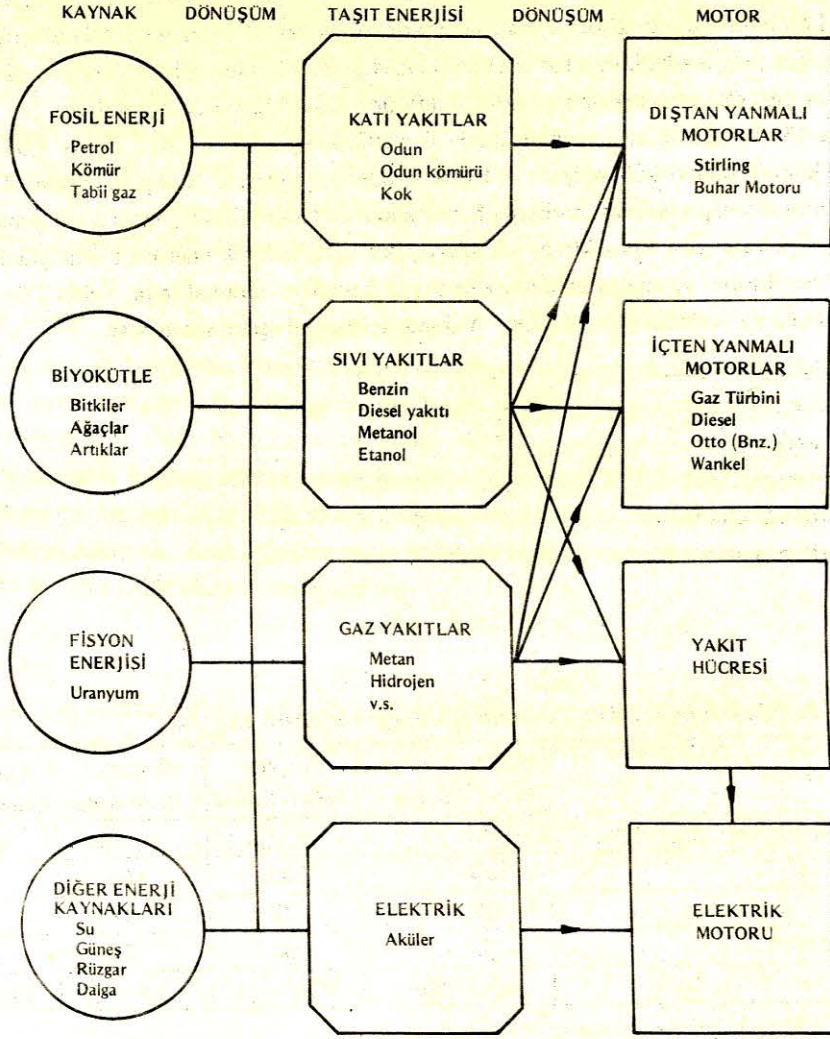
(**) Otto çevrimli benzin motoru kullanılması halidir.

3. ALTERNATİF MOTORLAR

Benzin motorları diesel motorlarına mukayese ile

- Güç yoğunluğu
- Yanma gürültüsü
- Egzoz gazlarının temizlenebilmesi
- Partikül emisyonu yönünden avantajlıdır. Diesel motorlarının üstünlükleri ise:
- Zararlı yanmamış bileşen emisyonu azlığı,
- Kısmi yükte partikül emisyonu azlığı,
- Yakıt sarfiyatının düşüklüğü,
- Yakıtın daha ucuz olması şeklinde sıralanabilir.

Yakıt cinsi, enerji ekonomisi, egzoz emisyonu, gürültü ve emniyet problemlerinden dolayı çeşitli motor tipleri üzerinde çalışılmaktadır. Şekil 3 de kaynak-yakıt-motor bağıntıları şematize edilmiştir. Görüldüğü gibi Stirling her cins yakıtla, Diesel ise gaz yakıtla da çalışabilmektedir. Bu motorlara kısaca değinilecektir.



Şekil 3 – Enerji kaynakları, taşıt enerjileri ve motor ilişkileri

Kademeli Dolgulu Motorlar

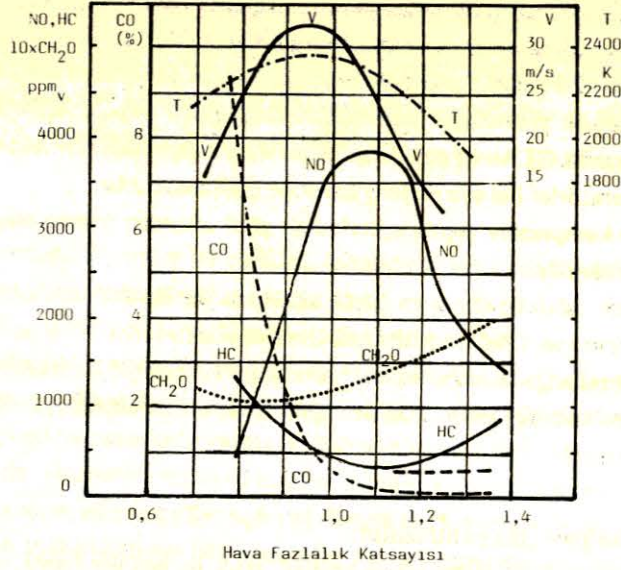
Hava fazlalık katsayısının 0,9-0,95 olduğu zengin karışım civarında yanma hızı yüksektir. Sadece buji civarı zengin karışım ile doldurulmaktadır. Diğer bölgelerde fakir karışım vardır. Teşekkül eden alev fakir karışımı kolayca tutuşturabilmektedir. Motor ortalama 1,1-1,2 hava fazlalık katsayısında çalıştırılmış olur. Kademeli dolgu için çeşitli konstrüksiyonlar vardır:

Ön Oda Süpabı (PCV-Pre Chamber Valve): Bu, Japon Honda firmasının CVCC-Compound Vortex Controlled Combustion ismini verdikleri motorda uygulanmıştır. Üçüncü küçük bir süpaptan zengin karışım ön yanma odasına girmektedir.

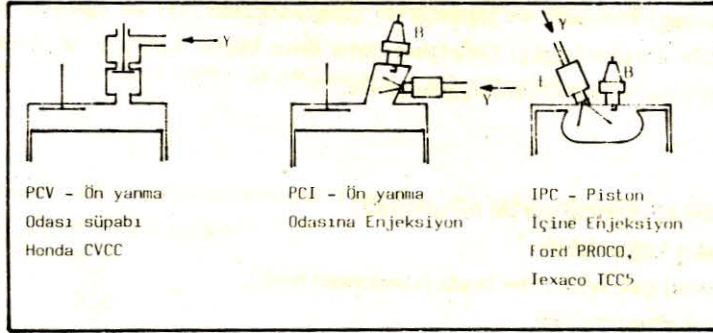
Ön Odaya Enjeksiyon (PCI-Pre Chamber Injection): Ön odada zengin karışım bir enjektörden püskürtülen yakıt ile oluşturulmaktadır.

Ford PROCO (Programmed Combustion Process): Pistonun içi oyuk olup yakıt ortaya enjekte edilmektedir. Kenarlar fakir karışımdır.

Texaco TCCS: Bunda da piston içi oyuktur. Yakıt dönen havaya teğet olarak enjekte edilmekte ve buji civarında zengin karışımın teşekkülü sağlanmaktadır.



Şekil 4 — Emisyon miktarları, alev hızı ve yanma sıcaklığının hava fazlalık katsayısına bağlılığı



Şekil 5 — Kademeli dolgu motorlar. Hava fazlalık katsayısı buji civarında 0,9 - 0,95, silindirdeki ortalaması 1,1 - 1,2 dir.

Gaz Türbini

Brayton çevrimine göre çalışan GT birçok avantaja sahiptir:

- Sıvı ve gaz her cins yakıtle çalışabilir.
- Klasik motorlara göre % 5-10 daha hafif ve küçük hacimlidir. Ventilator, radyator veya ayrı bir soğutma yoktur.
- Hareketli parçaları daha azdır.
- Gürültü ve titreşim seviyesi çok düşüktür.
- Yağlama yağı sarfiyatı yok derecede azdır.
- İyi bir tork (moment) karakteristiği vardır. Dolayısıyla aktarma organları basittir ve taşıtın hareketi yumuşaktır.
- İvmelenmedeki ek güç üretimi için yakıt sevki kolayca yapılabilmektedir.
- Dar toleranslarla işlenen yüzeyler klasik motorlara göre çok azdır.
- HC ve CO emisyonu mevcut standartların altındadır. NO_x için 0,4 gram/mile altına kolayca inilebilmektedir.

- Rejeneratör kullanılarak giriş havası sıcaklığını arttırıp verim yükselttilip yakıt ekonomisi yapılabilir. Yüksek sıcaklıkta çalışanlar motorlara göre % 20-30 daha az yakıt sarfetmektedir.
- Metal GT 1100°C a kadar dayanmaktadır. Cr, Ni, Co gibi pahalı alaşım elementleri gerekmektedir. Buna karşılık seramikten (kumdan) hazırlanan GT yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. Darbelere dayanan seramik GT henüz pahalıdır. Ucuzlatma çalışmaları sürmektedir.
- Seramik rejeneratörler (ısı eşanjörleri) üzerinde çalışılmaktadır.
- Su püskürtme kompresöre yapılırsa verimi ve gücü arttırılır; yanma odasına yapılırsa azot oksit emisyonu azaltılabilir.
- Katalitik yanma odası ile dönüşüm düşük sıcaklıkta yapıp emisyon azaltılabilmektedir.

GT uçak, helikopter ve 1966'daki ilk tank denemesinden sonra 1975 de Leopard II tankına uygulanmıştır. Uygulanmaya başladığı alanlara hızla yayılacaktır. 1990-1995 de tanklar, inşaat makinaları, hızlı tekneler, kamyonlar ve otobüslerde; 1995-2000'den itibaren de otomobillerde görülmeye başlayacaktır.

Stirling Motoru

Stirling çevrimine göre çalışan bu motor:

- Her cins yakıtla çalışır. Hatta güneş enerjisi, artık ısı, nükleer enerji, ergimiş tuzlarla yapılan ısı aküleri ile çalıştırılabilir.
- Gürültü ve titreşim çok azdır.
- Klasik motorlara göre % 20-30 yakıt ekonomisi vardır.
- Dıştan yanmalı olması nedeniyle emisyonu çok azdır.

Halen ABD, İsveç, Hollanda ve Japonya'da çalışılmaktadır. İyi ısı eşanjörü (matris) yapımı ve çevrim akışkanı üzerinde durulmaktadır. Gelecekte daha önce büyük kamyon ve otobüslerde, gemilerde kullanılacaktır. Daha sonraları otomobillere uygulanabilir.

Buhar Motoru

Rankine çevrimine göre çalışan bu motorlarda:

- Her cins yakıt kullanılabilir.
- Moment (tork) çok iyidir. Her hızda ivmelenme iyidir.
- Gürültüsüz ve titreşimsizdir.
- Egzozu oldukça temizdir.

Bu arada kullanımı geciktiren dezavantajlar şunlardır:

- İşletme sıcaklıkları düşüktür. Verim de düşük olmaktadır.
- Isınma zamanı uzundur.
- Donma tehlikesi vardır.

Elektrik Motorları

Sadece motor kısmı düşünülürse;

- Enerji kullanma verimi çok yüksektir.
- Emisyon ve gürültü problemi yok sayılabilir.

Buna karşılık elektrik enerjilerini akülerden alırlar. Dolayısıyla taşıtlar;

- Akülerden dolayı çok ağır ve kullanma hacimleri azalmıştır.
- İki şarj zamanı arası çok azdır. Bu nedenle ancak şehir içi çalışmalarında düşünülebilir. Özellikle trolleybüslerde tellerden elektrik alınması yanında çok kısa süreler için akülerle taşıtın bağımsız hareketi sağlanmaktadır.

Yüksek hız istenmeyen şehir merkezi, kapalı hacimler veya özel alanlarda 1985'den itibaren akülü taşıtlar kullanılacaktır. Mesela Japonya 1986'da 250.000 elektrikli taşıtı devreye sokacak 10 yıllık bir plan hazırlamaktadır.

Yakıt Hücreleri

Enerji depolamanın diğer bir yolu da yakıt hücreleridir. Yakıt olarak hidrojen oksitleyici olarak oksijen kullanılmaktadır. Katalitik bir yüzeydeki reaksiyon esnasında doğrudan elektrik enerjisi üretilmektedir. Ancak yakıt hücrelerine ait gelişmeler oldukça yenidir.

Hibrid Motorlar

Genellikle yanmalı bir motor ile elektrik, hidrostatik veya kinetik enerji deposunun bir arada bulunduğu tahrik sistemlerine verilen isimdir.

Diesel-elektrik hibrid motoru: Bilhassa otobüsler için izafi olarak küçük bir diesel motoru sabit hızda ve tam yükte çalıştırılmakta ve aküler şarj edilmektedir. Elektrik motoru ise taşıtı tahrik etmektedir.

Diesel-hidropomp hibrid motoru: Takriben tam gücün üçte biri güçteki bir diesel bir pompayı tahrik ederek basınçlı yağı tahrik tekerleklerindeki iki hidrolik motora sevk etmektedir. Fazla yağ hava yastıklı bir depoya basılmaktadır. Önceden belirlenen basınca ulaşıncaya diesel durmakta ve depodaki enerji kullanılmaktadır. Belirli bir seviyeye ulaşıncaya basınçlı yağ dielese bağlı pompayı marş motoru gibi çevirip motoru çalıştırmaktadır. Tahrik için kullanılan hidromotorlar fren pompası olarak çalıştırılmaktadır ve taşıtın atalet enerjisi depolanmaktadır.

Diesel-Volan hibrid motoru: Akü yerine volanda enerji toplamaya dayanmaktadır. Ağırlık ve hacmin küçülmesi için yüksek hızlı volanlar hedef alınmaktadır.

4. TEKNİK İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

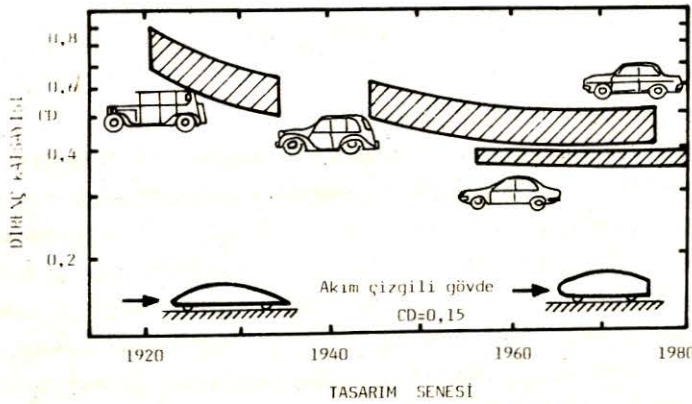
Bugünkü taşıt ve motorların iyileştirilme çalışmaları gruplandırılarak incelenebilir.

Hareket Enerjisi

– **Aerodinamik Direncin Azaltılması:** Taşıtın yüzey şekli aerodinamik direnci kuvvetle etkilemektedir. Taşıtların ortalama direnç katsayısı,

1920 de	0,8
1940 da	0,55
1960 da	0,47
1980 de	0,40

mertebesindedir, Şekil 6. Taşıtların aerodinamik optimizasyonu ile bu direncin 1990-1995'e kadar 0,28-0,32 değerlerine düşürülmesi hedef alınmaktadır.

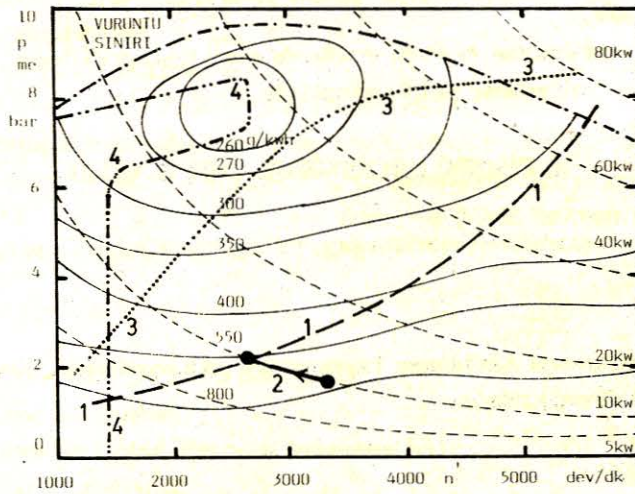


Şekil 6 – Aerodinamik direnç katsayısının senelere göre değişimi

– **Ağırlık Azaltılması:** Bu yakıt sarfiyatını doğrudan etkilemektedir. Gerek ivmelenme, gerekse yuvarlanma direncine harcanan enerjiler düşecektir. Özellikle bileşik (kompozit) malzemeler, plastikler veya mukavemet/kütle oranı büyük malzemeler kullanılarak hafifletme çalışmaları sürmektedir. Halen kullanılabilir hacme göre tariflenen kütle/hacim oranı 265 kg/m^3 'dür. 1990-1995 de bu büyüklüğün $200-220 \text{ kg/m}^3$ değerine düşürülmesi beklenmektedir.

Güç Üretimi

– **Motorların Verimlerinin İyileştirilmesi:** Karbüratör yerine yakıt enjeksiyonu ve özellikle kademeli dolgu ile motorun fakir karışımında çalıştırılması istenmektedir. Motor devri, emme basıncı ve sıcaklığı ile vuruntu sınırı bilgilerine göre ateşleme avansının elektronik kontrolü motorun düşük yakıt sarfiyatı bölgesinde kalmasını sağlamaktadır, Şekil 7. Bujinin konumu ve sıcaklığı yanma hızını, dolayısıyla verimi etkilemektedir. Hatta iki bujiyle yanmanın kısa zamanda olmasıyla verimde artış sağlanmıştır. Optimum soğutma için vantilatörün elektrik motoru ile tahrik edilmesi artık yaygınlaşmıştır. Bu arada yüksek sıcaklığa dayanıklı silindir ve piston yaparak sadece yanma odasının üst kısmının soğutulması veya piston üst yüzeyi-



Şekil 7 – Bir benzin motorunun performans eğrileri 1: Kademeli vites ile sağlanan güç eğrisi, 2: Beşinci vites ile hızın düşürülmesi, 3: Sürekli değişken transmisyon, 4: Elektronik kontrollü sürekli değişken transmisyon.

nin yalıtkan bir madde ile kaplanıp ısı geçişinin azaltılması, yanma odasının şekli ve enjektörün konumu, hava hareketleri gibi konular üzerinde durulmaktadır, Kay⁵⁻⁶.

– **Transmisyon Sistemleri:** Motorun güç karakteri ile taşıtın mevcut şartlarda istediği güç dişli kutusu aracılığı ile adım adım sağlanmaktadır. Bugün 5. dişli yardımıyla sabit güçte hız azaltılarak düşük yakıt sarfiyatı bölgesinde çalışma sağlanabilmektedir. Bu bir yönden 1985 de beklenen ivmelenmeyi sınırlandıranın başlangıcı da sayılabilir. Belirli seyir şartlarında en uygun maksimum gücü verecek transmisyon oranını dolayısıyla motor-teker hızını ayarlayacak "sürekli değişken transmisyon" ilgi çeken konulardandır. Dişli kutusu yerine iki kasnak ve metalik bir kayış ile sürekli değişken transmisyon yapılabilmektedir, Kay³. Motor hızı ve emme manifoldu vakumu arttıkça transmisyon oranı düşürülmektedir. Taşıtı kullanan şahsın gaz pedalına kumandası ve o andaki seyir şartlarına göre elektronik kontrol devresi transmisyon oranı ve gaz keleşği konumunu seçmektedir. Böylece gerekli gücün minimum yakıt sarfiyatı bölgesinde kalması sürekli olarak sağlanmış olmaktadır.

– Aşırı Doldurma: Motora daha fazla dolgu sevketmeyle aynı hacimden daha fazla güç alınabilir. Veyahut aynı gücü daha küçük hacimden sağlayarak taşıtın faydalı hacmini arttırmak mümkündür. Egzoz gazları ile tahrik olan bir egzoz türbininin tahrik ettiği kompresör ile emme basıncı 0,1-0,2 bar mertebesinde arttırılmaktadır. Özellikle 1990-1995'e kadar Türbo-Diesel'lerin otomobillerde yaygınlaşması beklenmektedir.

Egzoz Emisyonu

Motorun yakıt cinsi, karışım teşkili, egzoz gazı resirkülasyonu, yanmanın iyileştirilmesi, egzoz gazlarına hava enjeksiyonu, termal reaktör-oksidasyon katalizörü-indirgeme katalizörü-üç yollu katalizör yardımıyla motorun emisyonu azaltılmaya çalışılmaktadır. Avrupa'da halen yeni taşıtlar için CO/HC/NO_x sınırları kontrol edilmektedir. ABD de ise 50 bin milden sonra da belirtilen emisyon sınırlarının altında kalması şartı vardır. Gerek dış pazar gerekse çevre sorunları yönünden ülkeler ABD sınırlarına ve yöntemlerine yaklaşmaya çalışmaktadırlar. Benzindeki kurşun katalizörlerin üst yüzeylerini kaplamaktadır. Ayrıca atmosfere atılan zararlı bileşenlerdendir. Bu nedenle kurşunsuz benzin kullanımı hedeflenmektedir. Ancak bu durumda oktan sayısı da düşecektir. Vuruntu bölgesine girilmemesi için sıkıştırma oranını da düşürmek gerekmektedir. Bunun yerine rafinerilerdeki süreçlerin değiştirilerek kurşunsuz yüksek oktanlı yakıt üretimi düşünülmektedir. Oktan sayısının 6 birim yükseltilmesi için rafineride ham petrolün % 5'inin harcanması gerekmektedir. Dolayısıyla emisyon kontrolü neticede yakıt tüketiminin artması demektir.

Gürültü

Emme ve egzoz sistemlerinin gürültüsünün azaltılması 1985 de; bütün motorun izole edilerek motor gürültüsünün azaltılması ise 1990 civarında beklenmektedir. Ortak pazar ülkelerinde halen 80 dB (A) civarındaki sınırın altına düşmek için vantilatör, susturucular, metal yüzeylerin izolasyon tekniği ve yeni lastik tipleri üzerinde çalışılmaktadır. Özellikle izolasyonlar kütle artmasına yol açmakla beraber nihai çözümdür. 2000 senesi civarında otomobillerdeki gürültü sınırının 75 dB (A), ağır vasıtalandakinin ise 80 dB (A) mertebesinde olacağı tahmin olunmaktadır.

Emniyet

Çarpışma sonucu sürücü ve yolcuların yaralanmasını azaltmak için taşıtların çarpışma dirençleri arttırılmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla taşıtların tampon ve direksiyonlarında başlayan iyileşmeler yapı ve malzemeyi etkileyecektir. Ancak bugün için 40-50-60 km/h hızlarındaki çarpmanın içeriye yansımalarının azaltılması üzerinde durulmaktadır. 80 km/h hızda yapılan deneylerde sürücünün pek şansının kalmadığı izlenmektedir. Dolayısıyla 1985 ve sonrasında 90 km/h hız sınırı kesinlikle korunmaya çalışılacaktır.

Bilhassa otobüslerde yangının engellenmesi için malzeme cinsleri üzerinde çalışılmaktadır. Ayrıca etkili yangın söndürücüler araştırılmaktadır. Otobüslerin takla atıp ters dönmesine karşı tavanın mukavemetinin arttırılması, süspansiyon ve yol tutma özelliklerinin iyileştirilmesi, yeni fren sistemlerinin geliştirilmesi üzerinde durulmaktadır.

Sonuç

Otomotiv endüstrisini şu faktörler yeniliklere zorlamaktadır:

- Petrol azalıyor ve fiyatı artıyor.
- Yeni yakıtlar hazırlanıyor.
- Enerji ekonomisi aranıyor.
- Temiz egzoz,
- Gürültü azlığı ve
- Emniyet isteniyor.

Önerilen çözümler yeni teknolojiye geçiş demektir. Bu ise

- Büyük yatırım,

- Yeni takım tezgahları ve aparatlar,
 - Eleman yetiştirilmesi,
 - Prototip hazırlıkları,
 - Servis organizasyonu,
 - Kütle imalatı, müşteri isteğine uygunluk ve güvenilirlik konularının çözülmesiyle olacaktır.
- Buraya kadar ele alınan konuları üç zaman dilimi içinde tekrarlayabiliriz:

Kısa Vade, 1983-1995

Benzin motorlarında yakıt enjeksiyonu, kademeli dolgu, ateşlemenin iyileşmesi çalışmaları; diesel motorlarında taşıtlara yayılma, türbo-dieselin fazlaşması, partikül filtreleri, motorun hafifletilmesi, motor devrinin yükseltilmesi gibi çalışmalar devam etmektedir. 1985'den itibaren sentetik benzin ortaya çıkacaktır. Bu arada diesel yakıtı da pahalılaşacaktır. Bu dönemde görülen genel çalışmalar:

"İlave vites veya sürekli değişken transmisyon, enerji tasarrufu, kültenin-aerodinamik direncin-yuvarlanma direncinin-gürültünün azaltılması, emniyetin ve otomatik kontrolün artırılması" şeklinde sıralanabilir.

Orta Vade, 1995-2020

Metanolün sentetik benzine göre ekonomikliği benzin-diesel arası bir motor tipi ortaya çıkaracaktır. Sıkıştırma oranının büyütülerek verimin iyileştirilmesi, depolama sistemi, emisyon ve korozyon problemleri önceki çalışma konularına eklenecektir. Bu arada başta gaz türbini ve Stirling motoru büyük araçlara uygulanmaktadır. İmal edilen küçük gaz türbinleri otomobillerde klasik motorun yerine geçmeye başlamıştır. Gaz türbinine ait rejenerasyon, katalitik yanma ve seramik malzemeler önemini devam ettirmektedir. Bu dönemde hidrojen yakıtına ait hazırlıklar başlamıştır.

Uzun Vade, 2020 Sonrası

Organik petrol bitmiştir. Sentetik benzin ve metanole ilave olarak hidrojen kullanımı başlamaktadır. Nükleer enerji ile hidrojen üretimi dönemine girilmektedir. Bu dönemde yakıt hücrelerinde ve elektrik akülerinde gelişmelerin tamamlandığı kabul edilirse elektrikli taşıtların öneminin giderek artacağı söylenebilir.

Problemlerin teşhis edilmesi, çözülmesi veya önerilen çözümlerin anlaşılabilmesi için araştırma potansiyeline önem vermek gerekmektedir. Yeni gelişmeleri izleyerek verilecek kararlar muhakkak ki araştırma masrafını fazlasıyla ödeyecek sağlam bir teknoloji ortaya koyacaktır. Bu amaçla reaksiyon kinetiği ve sistem analizi alanlarındaki temel araştırmalar; fakir karışımli kademeli dolgulu motorlar, dieselleşme ve gaz türbinleri konularındaki çalışmalar öncelikle desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Borat, O.; Otomotiv Endüstrisindeki Gelişmeler, Makina ve Teknik, s. 3-13 (Eylül 1976), No.1, İstanbul.
2. İsimli; The Motor Vehicle 1980-2000, The project of IVA-The Royal Academy of Engineering Sciences (1977), No. 113, Sweden.
3. Capelli, P.G.; Technological Trends for Improving Fuel Economy of Automobiles, UNEP Industry and Environment (April/May/June/1981), Vol. 4, No. 2, France.
4. Krishnan, S.A. et al.; Status and Trend of Using Alcohol in Automobiles in Brazil, UNEP Industry and Environment (April/May/June/1981), Vol. 4, No. 2, France.
5. Gwinner, D.; Forschungsschwerpunkte bei diesel-motorischen Verbrennungsverfahren, Automobil-Industrie, 28. Jahrgang (Maerz 1983), 1/83, s. 85-94, W. Deutschland.
6. Ealey, L.A.; The Direct Approach, Chilton's Automotive Industries (November 1982), p.18-21, England.