

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYODİSEL VE MOTORİN İLE ÇALIŞTIRILAN ÖRNEK
TAŞITIN STANDART SERİ ÇEVİRİMLERİNDE TÜKETTİĞİ
YAKIT VE YAYDIĞI EMİSYONUN NÜMERİK
YÖNTEMLE ETÜDÜ**

Makine Mühendisi, Sezgin ÖZCAN

**FBE Otomotiv Anabilim Dalı Enerji Makineleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Muammer ÖZKAN

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ.	i
ŞEKİL LİSTESİ.	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.	vi
ÖZET.	vii
ABSTRACT.	viii
1. GİRİŞ.	1
2. GENEL BİLGİLER.	1
2.1. Biyodiesel Nedir?	1
2.2. Bitkisel Yağ Kökenli Yakıtların Diesel Yakıtı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması Amacıyla Yapılmış Çeşitli Deneylerin İncelenmesi.	2
2.2.1. Farklı Zamanlarda Yapılmış Motor Testleri.	2
2.3. Biyodieselin Avantajları.	5
2.4. Dünyada Biyodiesel Üretimi Ve Tüketimi.	5
2.5. Türkiye Açısından sonuçlar.	8
3. BİTKİSEL YAĞ KÖKENLİ DİSEL YAKITLARININ ÖZELLİKLERİ. ...	10
3.1. Bitkisel Yağların Diesel Yakıt Alternatifi Olarak Kullanımı.	10
3.2. Bitkisel yağların yakıt olarak değerlendirilmesi.	10
3.3. Standartlar.	11
3.4. Kimyasal Yapısı.	11
3.5.1. Bozunabilirlik.	11
3.5.2. Toksik Etki.	11
3.5.3. Depolama.	11
3.5.4. Soğukta Akış Özellikleri.	12
3.5.5. Motor Yakıtı Özellikleri.	12
3.6. Biyodieselin Emisyonları.	12
3.7. Diesel ve Biyodiesel Yakıtlarının Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması. ...	13
4. BİYODİSELİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE ESTERLEŞME.	14
4.1. Biyodiesel Üretim Yöntemleri.	14
4.1.1. Seyreltme.	14
4.1.2. Mikroemülsiyon Oluşturma.	14

4.1.3.	Piroliz.	15
4.1.4.	Transesterifikasyon	15
5.	KULLANILAN YÖNTEM VE MATERYAL.	17
5.1.	Yöntem.	17
5.2.	Materyal.	17
5.2.1.	Deney Düzenegi.	17
5.2.1.1.	Motor.	18
5.2.1.2.	Hidrodinamik Dinamometre.	18
5.2.1.3.	İSO 1932 Tip Nozul.	19
5.2.1.4.	Hava Debi Ölçeri.	19
5.2.1.5.	Fark Basınç Manometreleri.	19
5.2.1.6.	Yakıt Debi Ölçeri.	19
5.2.1.7.	Gaz Analiz Cihazı.	20
5.2.1.8.	Sıcaklık Ölçer.	20
5.2.2.	Deneyde Kullanılan Biyodieselin Fiziksel Özellikleri.	20
5.2.2.1.	Biyodiesel Üretiminde Neden Kanola?.	21
6.	DENEY SONUÇLARI.	22
7.	SİMÜLASYON ÇALIŞMASI.	33
7.1.	Program.	33
7.1.1.	Programın Girdileri.	34
7.1.1.1.	DeneySEL Çalışma Sonuçları.	34
7.1.1.2.	Çevrimler.	34
7.1.1.2.1.	1015Mode.	34
7.1.1.2.2.	10Mode.	34
7.1.1.2.3.	15Mode.	35
7.1.1.2.4.	11Mode.	35
7.1.1.2.5.	Ece 15.	35
7.1.1.2.6.	Eudc.	36
7.1.1.2.7.	Eudcl.	36
7.1.1.2.8.	Hfeds.	36
7.1.1.2.9.	Hyzemhighway.	37
7.1.1.2.10.	İm240.	37

7.1.1.2.11.	Nede.	37
7.1.1.2.12.	Sfuds.	38
7.1.1.2.13.	WVU.	38
7.1.1.3.	Örnek Taşıtlar ve Teknik Özellikleri.	38
7.2.	Simölasyon Sonuqları.	39
8.	SONUÇLAR.	68
KAYNAKLAR.		70
İNTERNET KAYNAKLARI.		71
ÖZGEÇMİŞ.		72

KISALTMA LİSTESİ

ppm	Her bir milyon içerisindeki parçacık miktarı
vol	Hacimsel
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
Tüsiad	Türkiye Sanayiciler ve İş Adamları Derneği
MAF	Mass air flow
Eudc	Extra Urban Driving Cycle
Eudcl	Extra Urban Driving Cycle Low
Nedc	New European Driving Cycle
WVU	West Virginia University
Hfeds	Highway Fuel Economy Driving Schedule
im240	Inspection and Maintenance with 240
Sfuds	Simplified Federal Urban Driving Schedule

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Yıllara göre dünya biyodiesel üretim miktarları.	7
Şekil 4.1. Bitkisel Yağın Transesterifikasyonu.	16
Şekil 5.1. Şematik Deney Düzenegi.	18
Şekil 5.2. Birim zamanda debi ölçerin verdiği pulsun kütleli debi ile değişimi.	19
Şekil 6.1. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen güç.	22
Şekil 6.2. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen tork.	22
Şekil 6.3. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen özgül yakıt tüketimi.	23
Şekil 6.4. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen CO ₂ emisyonu.	23
Şekil 6.5. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen CO emisyonu.	24
Şekil 6.6. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen HC emisyonu.	24
Şekil 6.7. Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen NO _x emisyonu.	25
Şekil 6.8. Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen güç.	25
Şekil 6.9. Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen tork.	26
Şekil 6.10. Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen özgül yakıt tüketimi.	26
Şekil 6.11. Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen CO ₂ emisyonu.	27
Şekil 6.13. Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen HC emisyonu.	28
Şekil 6.14. Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen NO _x emisyonu.	28
Şekil 6.15. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin güç değerlerinin karşılaştırılması.	29
Şekil 6.16. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin tork değerlerinin karşılaştırılması.	29
Şekil 6.17. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin özgül yakıt tüketimi değerlerinin karşılaştırılması.	30
Şekil 6.18. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin CO ₂ emisyonlarının karşılaştırılması.	30
Şekil 6.19. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin CO emisyonlarının karşılaştırılması.	31
Şekil 6.20. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin HC emisyonlarının karşılaştırılması.	31
Şekil 6.21. İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin NO _x emisyonlarının karşılaştırılması.	32

Şekil 7.1.	Simülasyon programının mantık şeması.	33
Şekil 7.2.	1015Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	34
Şekil 7.3.	10Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	34
Şekil 7.4.	15Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	35
Şekil 7.5.	11Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	35
Şekil 7.6.	Ece 15 çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	35
Şekil 7.7.	Eudc çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	36
Şekil 7.8.	Eudcl çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	36
Şekil 7.9.	Hfeds çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	36
Şekil 7.10.	Hyzemhighway çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	37
Şekil 7.11.	İm240 çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	37
Şekil 7.12.	Nedc çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	37
Şekil 7.13.	Sfuds çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	38
Şekil 7.14.	WVU çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi.	38
Şekil 7.15.	15Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	40
Şekil 7.16.	15Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	41
Şekil 7.17.	Ece 15 çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	42
Şekil 7.18.	Ece 15 taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	43
Şekil 7.19.	Eudcl çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	44
Şekil 7.20.	Eudcl taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	45
Şekil 7.21.	Hyzemhighway çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	46
Şekil 7.22.	Hyzemhighway taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	47
Şekil 7.23.	Nedc çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	48

Şekil 7.24.	Nedc taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	49
Şekil 7.25.	WVU çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	50
Şekil 7.26.	WVU taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	51
Şekil 7.27.	1015Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	52
Şekil 7.28.	1015Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	53
Şekil 7.29.	Eudc çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması	54
Şekil 7.30.	Eudc taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	55
Şekil 7.31.	Hfeds çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	56
Şekil 7.32.	Hfeds taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	57
Şekil 7.33.	İm240 çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	58
Şekil 7.34.	İm 240 taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	59
Şekil 7.35.	Sfuds çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	60
Şekil 7.36.	Sfuds taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	61
Şekil 7.37.	11Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	62
Şekil 7.38.	11Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	63
Şekil 7.39.	10Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	64

Şekil 7.40.	10Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	65
Şekil 7.41.	90 km/h sabit hız seyir şartlarında yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması.	66
Şekil 7.42.	90 km/h sabit hız seyir şartlarında biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi.	67

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1.	Biyodiesel ve motorin emisyonlarının karşılaştırılması (Life Cycle Emissions).	13
Çizelge 3.2.	Diesel yakıtı ve biyodieselin fiziksel özellikleri.	13
Çizelge 5.1.	Deneyde kullanılan motorun teknik özellikleri.	18
Çizelge 5.2.	Deneyisel çalışmada kullanılan biyodieselin özellikleri.	20
Çizelge 7.2.	Simülasyon programında kullanılan örnek taşıtların teknik özellikleri.	39

ÖZET

Bu çalışmanın amacı diesel motorlu taşıtlara alternatif bir yakıt olan biyodieselin kullanımının incelenmesidir. Çalışma, sabit bir deney düzeneği üzerindeki bir diesel motorda yapılmıştır. Deneylerde petrol kökenli diesel yakıtı ile biyodiesel yakıtı kullanılmış ve her iki yakıtın performans ve emisyon verileri kaydedilmiştir. Deney düzeneğinden elde edilen deneysel veriler Matlab'ta hazırlanan bilgisayar programında kullanılmış ve sanal olarak farklı çeşit ve segmentteki örnek taşıtlarda standart seri çevrimlere uygulanmıştır. Bu uygulama neticesinde her örnek taşıt için yakıt tüketim ve emisyon yayılımları her iki yakıt tipi için karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Biyodiesel, diesel motor emisyonları, standart seri çevrimler

ABSTRACT

This research work is investigated using bio diesel as an alternative fuel in diesel engine vehicles. Experimental study was done a diesel engine in static test mechanism. At tests, diesel fuel from petrol and bio diesel were used and both fuel's performance and emission values were saved. Experimental values were used in a computer program (matlab) and were applied vehicle cycles as imaginary with different model and segment vehicles. Fuel consumption and emissions were obtain by computer program were compared for both fuel.

Keywords: Bio diesel, diesel engine emissions, vehicle cycles

1.GİRİŞ

Enerji ihtiyacı, dünyada sanayileşme ve artan nüfus nedeniyle günden güne artmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak tüm dünyada enerji açığı oluşmaktadır. Bu nedenle sanayileşmiş ve sanayileşmekte olan ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile yeni enerji kaynaklarına yönelmektedirler.

Enerji ihtiyacı ülkelerin gelişmişliğine bağlı olarak değişmektedir. Enerji üretiminde mümkün olduğu kadar yerel kaynakların kullanılması, bunun yanında ülkenin enerji gereksinimi karşılanırken çevre bilincinin korunmasına özen gösterilmesi, verimliliğin artırılması, kaynak çeşitliliğinin ve sürekliliğinin sağlanması da önem kazanmaktadır. Enerji politikalarında temel alınması gereken unsur; teknolojik ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde enerji ihtiyacını karşılamak üzere yenilenebilir, güvenilir, kaliteli, temiz ve ekonomik enerji türlerine yönelmektir.

Günümüzde motorlu taşıt endüstrisinin temel enerji kaynağı petrol ürünleridir. Dünya petrol rezervlerinin belirli bölgelerde toplanmış olması, siyasi ve ekonomik nedenlerden dolayı zaman zaman petrol krizleri yaşanmasına neden olmuştur. Özellikle 1970’li yılların ortalarında yaşanan petrol krizi sonunda, petrol ürünleri piyasadan çekilmiş ve buna paralel olarak da fiyatının artmasına neden olmuştur. Petrol kaynaklarındaki olumsuzluklar, alternatif yakıtların kullanımının yaygınlaşacağını göstermektedir. (Ulusoy, 2000)

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Biyodiesel Nedir?

Biyodiesel uzun zincirli yağ asitlerin mono alkil esteri olması nedeni ile kimyasal olarak “yağ asiti metil ester“ adıyla tanımlanmaktadır. Biyodiesel petrol kökenli diesel yakıtına göre çevre dostu alternatif bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyodiesel; bitkisel (Kanola, soya, pamuk v.b bitkilerin) ya da hayvansal kökenli yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol ve ya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan, yakıt amaçlı ürünün adıdır.

Neden Biyodiesel? Tüm dünyada alternatif enerji kaynaklarına doğru önemli bir yöneliş söz konusudur. Bunun başlıca nedenleri ise şunlardır: Dünyamızın enerji ihtiyacının yaklaşık %70'ini karşılayan fosil kökenli yakıtların (Petrol, Doğalgaz ve Kömür) stoklarının önümüzdeki 40–50 yıl içerisinde tükeneceğinin tahmin edilmesi, fosil kökenli yakıtların çevre üzerinde herkes tarafından bilinen olumsuz etkilerinin bulunması, ayrıca alternatif enerji kaynaklarının yeni iş imkânlarının doğmasına sebep olmasıdır. Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı biyodiesel de alternatif enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutabileceği görülmektedir. Her şeyden önce biyodiesel çevre dostudur. Çünkü çevreyi kirletmez. Çevre ile uyumludur, çünkü çok kısa sürede (21 gün içerisinde) doğada %99,6'ya varan oranlarda biyolojik olarak parçalanabilen bir yakıttır. Biyodieselin yanması sonucunda yeryüzü bitki örtüsü için gerekli (yeryüzünde doğal karbondioksit döngüsüne ait) karbondioksitin açığa çıkmasını sağlar ki bu karbondioksit ise iklim şartlarını etkilemez. Ayrıca yanma sonucu oluşan gazın çevreye zarar veren gaz emisyon değerleri ise oldukça azdır. Yalnızca 1 litre petrol içme su kaynaklarına ulaştığında 1 milyon litre içme suyunun kirlenmesine sebep olurken, Biyodiesel ise yapılan incelemeler sonucunda sudaki bütün yaşayan canlılara karşı toksit etkisi olmayan bir yakıttır. Bu da herhangi bir kaza halinde kirlenme tehlikesini ve dolayısıyla çevreyi tekrar temiz hale getirme çalışması durumlarını ortadan kaldırır. Biyodiesel, petrol kaynaklı diesel ile her oranda tam olarak karıştırılabilmektedir. Bu da diesel kalitesini büyük oranda düzeltme imkânı sağlar. Örneğin yanma sonucu oluşan çevreye zararlı gazların emisyon değerini düşürür. Ayrıca motordaki yağlanma derecesini artırır. Biyodiesel yerel tarım ürünlerinin ülke içerisinde değerlendirilmesi ile enerjide dışa bağımlılığı azaltabilir. (Türk Otomotiv Sanayii Genel ve İstatistikî Bilgileri Bülteni, 2001)

2.2.Bitkisel Yağ Kökenli Yakıtların Diesel Yakıtı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması Amacıyla Yapılmış Çeşitli Deneylerin İncelenmesi

2.2.1. Farklı Zamanlarda Yapılmış Motor Testleri

Diesel motorlarında, bitkisel yağlardan elde edilen etil ve metil esterler ya yalnız başına, ya da çeşitli oranlarda diesel yakıtı ile karıştırılarak test edilmektedirler.

Yapılan çalışmalarda motorun performans, emisyon karakteristikleri ve motorun dayanıklılığı ile motor parçaları üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Yapılan araştırmalar saf bitkisel yağların

yanmaları sonucu motorun çeşitli parçalarında oluşturduğu karbon birikintilerinden dolayı Direkt Enjeksiyonlu motorlar için uygun bir yakıt olmadığını, fakat bu yağların alternatif yakıt olarak ümit verici olduklarını, esterleştirme işlemi ile bitkisel yağ asidi metil ya da etil esterlerinin tipik diesel yakıtı davranışı gösterdiğini ve fazla karbon birikintilerini ortadan kaldırdığını, aynı zamanda duman miktarını da azalttığını belirtmektedir.

Ulusoy ve Tekin (2003) TOFAŞ Bursa fabrikası AR – GE test emisyon laboratuvarında, Fiat Doblo 1.9 DS tip araçta kullanılan, Lucas Epic DCU3F indirekt enjeksiyonlu, distribütör tip yakıt pompalı, 1,91lt hacminde, 22,5:1 sıkıştırma oranında 4500 d/d 46 kW maksimum güç, 2500 d/d da 118Nm maksimum tork üreten motor ile, ECE ve EUDC taşıt çevrimlerini esas alarak çalıştırdıkları dinamometredeki deneylerde, diesel yakıtı ve biyodiesel için performans ve emisyon ölçümleri yapmışlardır.

Çalışmalarında kullandıkları diesel yakıtının yoğunluğu 0,815 kg/l, alevlenme noktası 58°C, ısı değeri 43350 kJ/kg, viskozitesi 2,5 mm²/s, akma noktası -33°C ve setan sayısı 55, biyodiesel yakıtının ise yoğunluğu 0,89 kg/l, alevlenme noktası 148°C, ısı değeri 39590 kJ/kg, viskozitesi 5,18 mm²/s, akma noktası -4°C ve setan sayısı 45 – 48 olarak belirlenmiştir.

Deney sonucunda emisyonlarda biyodiesel yakıtı diesel yakıtından HC’da %30,77, CO’te %8,59, partikül miktarında %63,33 daha düşük değerlerde çıkmış, NO_x’te %5,03 ve CO₂’te %2,62 daha yüksek çıkmıştır. Performans bakımından biyodiesel yakıtı ile diesel yakıtından, teker gücünde %2,63, teker kuvvetinde %3,35 daha düşük, yakıt tüketiminde %2,43 daha yüksek değerler ölçülmüştür.

Baldassarri ve arkadaşları (2003) 7,8 l hacminde, 2050 d/d da maksimum 158 kW güç, 1100 d/d da 894 Nm maksimum moment üreten Iveco 8360.46R model diesel motorunda Avrupa 13 mode standart çevrimini (ECE R49) baz alarak ve çalışmalarında petrol kökenli %100 diesel yakıtı ile %20 kolza yağı metil esteri katkılı diesel yakıtı (B20) kullanarak ayrıntılı emisyon analizleri yapmışlardır.

Çalışmalarında kimyasal ve toksik etkili egzoz gazları incelenmiş, çok halkalı aromatik hidrokarbonlar (PAHs) ve bunların nitrit türevleri (nitro-PAHs), karbonik bileşikler ve hafif aromatik hidrokarbon kirleticileri ölçülmüştür.

Çalışmaları sonucunda B20 yakıtıyla HC emisyonlarında %17 azalma, CO emisyonlarında % 10 azalma, çözünebilir organik parçalarda %6 artma, partikül miktarında %4 artma gözlenmiş, NO_x emisyonlarında ise herhangi bir değişme gözlenmemiştir. Özgül yakıt tüketiminde ise B20 ile normal diesel yakıtına göre % 3 daha yüksek değer belirlenmiştir.

B20 kullanımında bütün aromatik ve çok halkalı aromatik bileşik emisyonlarında küçük azalmalar gözlenmiş, maksimum azalma değerlerinin %100 diesel yakıtı kullanımının %5'inden fazla olmayacak şekilde gerçekleştiği belirtilmiştir. Diğer taraftan formaldehit (CH₂O) B20 kullanımı ile %18 artmış, toksik etki sağlayacak potansiyel kirleticilerde ise benzer sonuçlara ulaşılmış.

Çalışmaları sonucunda is partiküllerinin boyutları, yüksüz çalışma şartlarında, diesel yakıtı ve B20 emisyonlarında aynı değerlerde ölçülmüş, ancak partikül tanecikleri arasında oldukça büyük boyut farkları gözlemlenmiş, yük arttırıldıkça partikül tanecikleri arasındaki büyük boyut farkları azalmış, tam yükte tüm partikül emisyonları hemen hemen aynı boyutlarda oluşmuş ve B20 yakıtı ile elde edilen partikül emisyon boyutları da diesel yakıtından yaklaşık %14 daha küçük olarak belirlenmiştir.

Ulusoy ve arkadaşları (2004) Renault Bursa fabrikası laboratuvarında ve 7500 km'lik kış şartlarında taşıt testi ile kızartma atık yağından elde edilen biyodiesel, viskozite iyileştirici katkıli biyodiesel, yakıt ve donma noktasını iyileştirici katkıli biyodiesel yakıt kullanarak performans, emisyon ve biyodiesel yakıtlarının motor üzerindeki etkilerini incelemişler.

Çalışmalarında 2001 model Megane taşıtını F9Q732 tip turbo diesel motoru ile kullanmışlardır. Motor, birinci jenerasyon common rail elektronik enjeksiyonlu (1350 bar), 1,87 l hacminde, 18,3:1 sıkıştırma oranında 4000 d/d da maksimum 75 kW güç, 1500 d/d da maksimum 200 Nm tork üretmektedir.

Çalışmaları sonucunda biyodiesel yakıtından elde ettikleri motor momentleri diesel yakıtı kullanımından %8 oranında azalmış, güç değeri %7 daha düşük çıkmış, özgül yakıt tüketimi ise hemen hemen aynı olmuştur. Enjektörlerin her iki yakıt için püskürtme karakteristikleri de yakın olmuş ve motor devrinin artması ile enjektör püskürtme basıncı 1350 bar civarından 700 bar seviyelerine düşmüştür.

Taşıt yol testi sonucunda enjektörler sökülüp incelenmiş, diesel yakıtı kullanıldığında meme ucunda normal karbonlaşma gözlenmiş, biyodiesel kullanımında ise eksik yanma neticesi meme üzerinde kötü derecede oldukça fazla karbon birikimi görülmüştür. Enjektörlerin değiştirilip viskozite iyileştirici katkılı biyodiesel yakıtı kullanımı sonucu yapılan incelemede ise enjektörlerin daha temiz olduğu ve silindir duvarları ile piston üstünün karbonlaşmadığı gözlenmiştir. Taşıttaki katalitik konvertörde diesel yakıtı kullanımında hiçbir değişiklik görülmemiş, biyodiesel kullanımında ise tıkanma meydana gelmiş, katalitik konvertör değiştirilip viskozite iyileştirici katkılı biyodiesel kullanıldığında ise hiçbir problem oluşmadığı belirlenmiştir.

2.3.Biyodieselin Avantajları

Alternatif bir enerji kaynağıdır. Motorun verimi yaklaşık petrol kökenli diesel yakıtındaki gibidir. Çevre dostudur ve çevreye zarar vermez, çünkü toksit etkisi yoktur ve biyolojik olarak doğada bozunabilir. Petrol kökenli diesel yakıtına göre daha yüksek tutuşma derecesine ($>110^{\circ}\text{C}$) sahiptir. Bu da taşıma ve depolama sırasında kolaylık sağlar. Zararlı gaz emisyonları bakımından fakirdir. Çünkü çok az kükürt içermektedir. Ayrıca kurum miktarında %50 ye varan azalmaları sağlar. Bundan başka kansere sebebiyet veren bileşimler (Aromatlar) bakımından da fakirdir. Evsel v.b kullanılmış yağların değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Enerjide dışa bağımlılığı azaltabilir. Taşıtların motorlarının kullanım ömrünü uzatır. Çünkü yağlanma derecesi yüksektir. Biyodiesel kükürt içermemesinden dolayı, biyodiesel işletmelerinde oksidasyon katalizatörü kullanılabilir. Böylece zararlı emisyon değerleri daha da düşük seviyelere indirilebilir. Petrol kökenli diesel yakıtı ile her oranda tam olarak karışır ve onun kalitesini artırır. Tarım alanındaki iş imkânlarının korunmasını ve artırılmasını sağlayabilir. Yan ürün olarak ticari amaçlı gliserin ve potasyum gübresi elde edilir. (Ulusoy, 2000)

2.4.Dünyada Biyodiesel Üretimi ve Tüketimi

1980’li yıllar ile birlikte özellikle Avrupa’nın çeşitli ülkelerinde küçük çapta da olsa biyodiesel üretimine başlanmıştır. Başlangıçta biyodiesel için belli bir norm olmaması ve üretimin şimdiki tekniklere göre ilkel sayılabilecek şekilde yapılması sonucunda pek o kadar da kaliteli olmayan

biyodiesel üretilmiştir. Bu nedenden ötürü bu biyodiesel kullanan bazı kamyon otobüs v.b trafik araçları bozulmuş ve yolda kalmıştır. Bu da biyodieselin o yıllarda kötü isim yapmasına neden olmuştur.

Günümüzde yapılan araştırmalar, incelemeler ve deneyler sonucunda biyodiesel için Avrupa ve soya bitkisinden elde edilen biyodiesel için A.B.D. de gerekli normlar belirlenmiştir. Bu normlara uygun üretilmiş biyodiesel güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. Şu an itibariyle dünyada biyodiesel 21' i aşkın ülkede üretimi söz konusudur. Bunlara önümüzdeki günlerde Japonya ve Çin gibi ülkelerde katılacaktır.

Almanya' da yıllık biyodiesel üretimi 450.000 ton civarındadır ve hali hazırda %100 biyodiesel içeren araç yakıtı 900'ü aşkın benzin istasyonunda kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Yapılan planlara göre 2005 yılından itibaren diesel ihtiyacının %2,2'si, 2020 yılında ise %4'ü biyodiesel ile karşılanacaktır. 1996 yılından itibaren piyasaya sürülen VW ve AUDI motorlu araçların hepsinde ve Mercedes kamyonlarında Biyodiesel kullanımı tamamıyla serbest bırakılmıştır. Taksi amaçlı kullanılan Mercedes otomobillerde kullanımda serbesttir. Diğer Mercedes ve BMW 5 serisi için bazı ufak dönüşümlere ihtiyaç vardır. Günümüzde gelişmiş elektronik kontrollü enjeksiyon sistemleri üreten Bosch firması kullanımda % 20 biyodiesel oranına kadar garanti vermektedir.

Avusturya' da yıllık biyodiesel üretimi 30.000 ton civarındadır. Bir tane 40.000 ton/yıl kapasiteli yeni işletme 2001 yılı içerisinde biyodiesel üretimine geçmiştir. Avusturya da devlet tarafından Biyodieselin petrol kaynaklı diesel yakıtı ile %2 oranında karıştırılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca Avusturya' da ve Almanya' da biyodiesel için fosil yakıt vergisi alınmıyor.

Çek Cumhuriyeti'nde yıllık olarak biyodiesel üç tane orta boy ve on üç tane küçük işletmelerde toplam 70.000 ton civarında üretim söz konusudur. Benzin istasyonlarında %30 biyodiesel + %70 diesel yakıtı karışımı Bionafta adı ile daha ucuza satışa sunulmaktadır.

Fransa'da ise biyodiesel üretimi 300.000 ton/yıl üzerindedir. Benzin istasyonlarında %5 biyodiesel + %95 diesel yakıtı karışımı kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Bu %5'lik kısım fosil yakıt vergisinden muaftır.

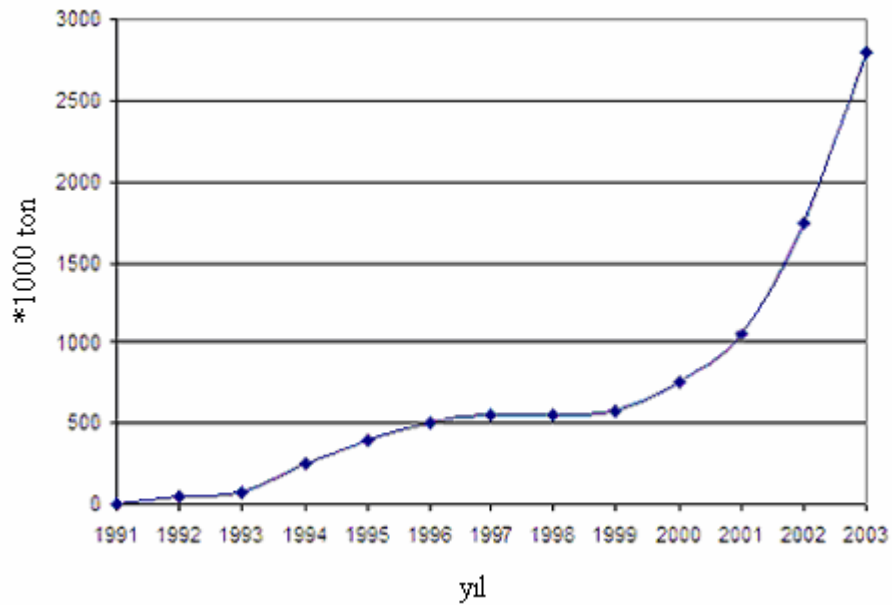
İtalya'da 1999 yılına kadar 125.000 ton/yıl vergiden muaf bir kota bulunmaktaydı. Şu anda biyodiesel üretim kapasitesinin ancak %15'i değerlendiriliyor. Bu kotanın kalkmasıyla birlikte

biyodiesel üretiminin artacağı kesindir. Ayrıca İtalyan hükümetinin 100.000'den fazla nüfuslu belediyelerin kullandığı araçlarda alternatif enerji kaynaklı yakıtların kullanımı tavsiyesi bulunmaktadır.

A.B.D de özellikle Soya bitkisinin yağından biyodiesel üretimi söz konusudur. ASTM kuruluşunun normlarına uygun biyodiesel araçlarda yakıt olarak kullanılabilir. Yapılan planlara göre 2010 yılında enerji ihtiyacının %30'u alternatif enerji kaynaklarından karşılanacaktır.

Belçika'da ise yıllık olarak biyodiesel üretimi 240.000 ton civarındadır. Danimarka'da 30.000ton/yıl kapasiteli bir işletme ve İspanya'da ise 50.000 ton/yıl kapasiteli bir işletme plan halindedir.

Dünyada biyodieselin yıllara göre üretim artışı şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.1. Yıllara göre dünya biyodiesel üretim miktarları

2.5.Türkiye Açısından Sonuçlar

Ülkemizde petrol kaynaklarının yetersiz olması diğer yandan yaşanan enerji krizleri, alternatif enerji kaynaklarını gündeme getirmektedir. GAP projesi ile her yıl 150.000 hektar alanın sulu tarıma açılarak, toplam 1,7 milyon hektar alanın sulanması planlanmaktadır. Bu büyük projenin sadece yağlı tohum üretiminde % 73 gibi oldukça büyük bir artışa neden olacağı tahmin edilmektedir. Özellikle kolza, soya yağı ve pamuk yağının maliyetinin diğer yağlara göre düşük olması nedeniyle bu bitkiler ülkemizde yeniden yetiştirilmeye başlanmıştır. Bu bitkilerden elde edilen yağların henüz yeterince kullanılmaması çiftçimizi zor durumda bırakmakta ve bu bitkilerin üretiminde azalmaya gidilmektedir. Bu konuda üretilecek politikalar çerçevesinde çiftçilerin yağ bitkileri üretimine teşviki sağlanabilir. Biyodiesel kullanımı Türkiye açısından değerlendirilirse şu sonuçlar ön plana çıkmaktadır. Temiz enerji temiz çevre - Türkiye’de diesel yakıtına alternatif bir yakıt üretilecektir. Üretilen yakıt çevre dostu olarak, Türkiye’nin kanayan yarası olan çevre kirliliğine çözüm olacaktır. Türkiye’nin petrole olan ihtiyacı bakımından dışa bağımlılıktan kurtulmasına yardımcı ve enerji açığına çözüm olacaktır. Türkiye tarımsal potansiyelini daha doğru ve faal olarak kullanabilecek ve yeni iş olanakları sağlayacaktır. Türkiye’yi ekonomik açıdan rahatlatacaktır. Biyodieselın ülkemizde kullanılır hale getirilmesinin gerek tarım gerekse otomotiv sektörünün ekonomik olarak güçlenmesi sonucunu doğuracağı göz önüne alınarak, bu konuda bilinçli politikalar oluşturulması ve uygulamaya sokulması gereklidir.

Türkiye, bölgesel fosil enerji kaynakları yeterli olmayan ve enerji ihtiyacının %85’ini ithal eden bir ülkedir. İthalatı yapılan enerji kaynaklarının, uluslararası pazardaki fiyat dalgalanmaları ulusal ekonomiye büyük bir yük getirmektedir. Enerji konusu giderek politikleşerek, enerji ithalatının bağımlılığı ve ödemeler dengesindeki kronik açığın, politik istikrarın temel tehlikesini oluşturacağı düşünülmektedir. Türkiye’nin enerji tüketimini ithal edilen fosil yakıtlara dayalı olarak sürdürmesi, gayri safi yurtiçi hâsılanın azalmasına neden olmaktadır. Gelişmiş ülkeler, uluslararası maliyetlerden yüksek olsa bile yerli enerji üretimini desteklemektedirler. Almanya’da 300000 hektar kanola tarımından, biyodiesel üretimine bağlı olarak 5000 kişiye istihdam sağlanmış ve bunun karşılığında %70 vergi indirimi uygulanmıştır. Türkiye’de tarımsal nüfusun toplam nüfusa oranı % 35 gibi yüksek bir orandadır. Kırsal nüfusun oldukça yüksek seviyede olması, sektör üzerinde ağır ve yoğun bir nüfus baskısına ve gizli işsizliğe yol açmaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsü, 28 Mayıs – 30 Eylül 2001 tarihleri arasında uygulanan VII. Genel Tarım

Sayımı sonucuna göre toplam arazinin sadece %33,13'ü işlenmektedir. İşlenmeyen arazi içinde %2,91 oranında tarıma elverişli olduğu halde kullanılmayan arazi bulunmaktadır. Bu arazilerin ve kota kapsamından çıkarılan şeker pancarı ve tütün ekilen arazilerin bir kısmının da yağ bitkileri üretimine kaydırılmasıyla tarımsal potansiyel daha verimli kullanılabilir. Türkiye'de öncelikle değerlendirilmesi gereken yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde bulunan biyodizelin yeni teknolojilerle kullanıma sokulması, Türkiye'de yeni iş sahaları açacak, işsizliği azaltarak, milli geliri artırabilecektir. Bu nedenle Türkiye çevreye olumsuz etkisi daha az olan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır.

Günümüzde dünyanın en önemli çevre sorunu olarak sera etkisinden kaynaklanan küresel ısınma gösterilmektedir. Küresel ısınma, yanma sonucu ortaya çıkan başta CO₂ emisyonu olmak üzere SO_x ve NO_x gibi diğer zararlı emisyonların bir sonucudur. Enerji bitkilerinden elde edilen biyodizelin yanma sonucu oluşan sera etkisinin ve asit yağmurlarının azalması gibi çevreye olumlu etkileri vardır. Ayrıca, CO₂, SO_x emisyonları ve yanmamış HC'ların azaldığı kanıtlanmıştır.

Yakıtın çevreye verdiği zararlar düşünüldüğünde, ulaşım sektörünün buna etkisi gittikçe artmaktadır. Ulaşım sektörünün küresel ısınmadaki potansiyel payı %20 iken 10 yıl sonra bu değer %25'in üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu problemlerin azaltılmasının bir yolu alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmektir. Enerji bitkilerinden elde edilen biyodizelin yanma sonucu oluşan sera etkisinin ve asit yağmurlarının azalması gibi çevreye olumlu etkileri vardır. Buna ilave olarak CO₂, SO_x emisyonları ve yanmamış HC'ların azaldığı belirtilmiştir. Emisyon oranlarının azaltılması için Fransa'da biyodizel diesel yakıtı içerisinde %5 ve ABD'de ise %20 oranında karıştırılarak kullanılmaktadır. Almanya ve Avusturya ise biyodizelin %100 kullanımına izin vererek emisyon oranlarının azaltılması yoluna gitmişlerdir. Biyodizel üretim maliyeti içerisinde en önemli etken ham yağ fiyatıdır. Yağ bitkileri üretiminin artırılması ve atık yağların değerlendirilmesi ile bu maliyet daha da düşecektir. (Tüsiad Raporu, 2003)

3. BİTKİSEL YAĞ KÖKENLİ DİSEL YAKITLARININ ÖZELLİKLERİ

3.1. Bitkisel Yağların Diesel Yakıt Alternatifi Olarak Kullanımı

Bitkisel yağların diesel motorları için yakıt olarak kullanımı oldukça eskidir. Örneğin Rudolph Diesel yerfıstığı yağını 1900 Paris sergisinde kendi motorunda kullanmıştır. Bitkisel yağ yakıtlarının kullanımının yaygınlaşmamasının nedenlerinden biri bu yakıtların petrol ürünlerinden daha pahalı olmasıdır. Ancak son zamanlarda petrol fiyatlarının artışı ve petrolün rezervleri ile ilgili şüpheler bitkisel yağların diesel motorları için alternatif yakıt olabileceği çalışmalarını hızlandırmıştır.

Bitkisel yağlar diesel yakıtının yaklaşık % 90'ına eşdeğer bir ısı değere sahiptir. Fakat bunların direkt besleme tipi diesel motorlarında kullanımı, yüksek viskozite, yağlama yağı ile reaksiyona girme, düşük sıcaklıkta katılaşma gibi bazı fiziksel özelliklerinden dolayı sınırlandırılmıştır.

3.2. Bitkisel Yağların Yakıt Olarak Değerlendirilmesi

Yağ asitleri ve bunları içeren yağlar biyolojik maddeler içinde en büyük ısı değere sahiptir. Bu özellik iki hidrojen atomu taşıyan tek bir karboksil grubuna bağlanmış nispeten uzun hidrokarbon zincirine sahiptir. Bu nedenle bitkisel yağlar sıvı yakıtlara en yakın biyolojik maddelerdir ve yağsız biyolojik maddelere nazaran daha yüksek ısı enerjisine sahip olan yağlı biyolojik maddeler, biyolojik yakıt üretimi için sürekli bir potansiyel oluşturur. Bitkisel yağların sıvı halde bulunmaları da taşıma ve depolamada avantaj sağlar. Bitkisel yağların fosil kaynaklı alışlagelmiş enerji kaynaklarına göre en önemli avantajı ise yenilenebilir olmasıdır.

Bitkisel yağların doğrudan diesel yakıtı olarak kullanılamamalarının en büyük sebebi yüksek viskozitedir. Bu değer diesel yakıtının yaklaşık on katı kadardır. Modern diesel motorlarının enjeksiyon sistemleri viskozite değişimine karşı hassasiyet gösterirler. Yüksek viskozite yakıtın yanma odasındaki atomizasyonunu bozmakta, damlacık boyutundaki büyüme ile tam yanmayı önlemektedir. Tamamlanamayan yanma ise yanma odasında birikmelere, enjektörlerde koklaşma ve tıkanmaya ayrıca yağlama yağına bulaşmaya neden olmaktadır ve yağlama yağındaki kalınlaşma ile jelleşme görülmektedir.

Bitkisel yağların kullanımında bir diğer sorun içerdikleri doymamış yağlardan kaynaklanır. Doymamış yağların yağlama yağına karışması ve bu ortamda polimerizasyonu, motoru tahrip edecek viskozite artışlarına neden olur. Ayrıca bitkisel yağların düşük sıcaklıkta söz konusu olan katılaşma eğilimi de yakıt olarak kullanılmasında sorun teşkil eder. Bu durum diesel yakıtı ile karışım oluşturularak ya da ön ısıtma ile önlenabilir. (Çimen ve Özbursa)

3.3. Standartlar

Biyodiesel için EN 14214 Avrupa Birliği Standardı ile ASTM D 6751 Amerikan Standardı yürürlüktedir. Ülkemizde EN 14214 Standardı temel alınarak TSE Standardı hazırlanmaktadır.

3.4. Kimyasal Yapısı

Biyodiesel orta uzunlukta C16-C18 yağ asidi zincirlerini içeren metil veya etil ester tipi bir yakıttır. Zincir yapısındaki oksijen biyodieseli, petrol kökenli diesel yakıtından ayırır.

3.5.1. Bozunabilirlik

Biyodieseli oluşturan C16-C18 metil esterleri doğada kolayca ve hızla parçalanarak bozunur, herhangi bir olumsuz mikrobiyolojik etki göstermezler. Suyu bırakıldığında biyodieselin 28 günde %95'i, diesel yakıtının ise %40'ı bozunabilmektedir. Biyodieselin doğada bozunabilme özelliği dekstroza (şeker) benzemektedir.

3.5.2. Toksik Etki

Biyodieselin olumsuz bir toksik etkisi bulunmamaktadır. Biyodiesel için ağızdan alınmada öldürücü doz 17,4 g biyodiesel/kg vücut ağırlığı şeklindedir. Sofra tuzu için bu değer 1,75 g tuz/kg vücut ağırlığı olup, tuz biyodieselden 10 kat daha yüksek öldürücü etkiye sahiptir. İnsanlar üzerinde yapılan elle temas testleri biyodieselin ciltte %4'lük sabun çözeltisinden daha az toksik etkisi olduğunu göstermiştir. Biyodiesel toksik olmamasına karşın, biyodiesel ve biyodiesel-diesel yakıtı karışımlarının kullanımında; diesel yakıtı için zorunlu olan standart koşulların (göz koruyucular, havalandırma sistemi v.b.) kullanılması önerilmektedir.

3.5.3. Depolama

Diesel yakıtı için gerekli depolama yöntem ve kuralları biyodiesel için de geçerlidir.

Biyodiesel temiz, kuru, karanlık bir ortamda depolanmalı, aşırı sıcaktan kaçınılmalıdır. Depo tankı malzemesi olarak yumuşak çelik, paslanmaz çelik, florlanmış polietilen ve florlanmış polipropilen seçilebilir. Depolama, taşıma ve motor malzemelerinde bazı elastomerlerin, doğal ve bütül kauçukların kullanımı sakıncalıdır; çünkü biyodiesel bu malzemeleri parçalamaktadır. Bu gibi durumlarda biyodieselle uyumlu Viton B tipi elastomerik malzemelerin kullanımı önerilmektedir.

3.5.4. Soğukta Akış Özellikleri

Biyodiesel ve biyodiesel-diesel yakıtı karışımları, diesel yakıtından daha yüksek akma ve bulanma noktasına sahiptir; bu durum yakıtların soğukta kullanımında sorun çıkarır. Akma ve bulanma noktaları uygun katkı maddeleri (anti-jel maddeleri) kullanımı ile düşürülebilmektedir. Biyodiesel-diesel yakıtı karışımları 4°C üzerinde harmanlama ile hazırlanmalıdır. Soğukta harmanlamada biyodieselin diesel yakıtı üzerine eklenmesi, sıcakta harmanlama da ise karışımında daha fazla olan kısmın az kısım üzerine eklenmesi önerilmektedir. Eğer harmanda soğumaya bağlı olarak kristal yapılar oluşursa, harmanın tekrar normal görünümünü kazanması için bulutlanma noktası üzerine ısıtılması ve karıştırılması gerekmektedir.

3.5.5. Motor Yakıtı Özellikleri

Biyodiesel ısı değeri diesel yakıtının ısı değerine oldukça yakın değerde olup, biyodieselin setan sayısı diesel yakıtının setan sayısından daha yüksektir. Biyodiesel kullanımı ile diesel yakıtına yakın özgül yakıt tüketimi, güç ve moment değerleri elde edilirken, motor daha az vuruntulu çalışmaktadır. Biyodiesel motoru güç azaltıcı birikintilerden temizleme ve diesel yakıtından çok daha iyi yağlayıcılık özelliklerine sahiptir.

3.6. Biyodieselin Emisyonları

Çizelge 3.1’de B100 ve B20 emisyonlarının (Life Cycle Emissions) diesel yakıtının emisyonları ile karşılaştırılması verilmektedir. Biyodiesel ve diesel yakıtı – biyodiesel karışımı kullanımı ile CO, PM, HF, SO_x ve CH₄ emisyonlarında azalma, NO_x, HCl ve HC emisyonlarında ise artma görülmektedir.

Emisyonlar	B20	B100
CO: Karbonmonoksit	- 6.90%	- 34.50%
PM: Partikül Madde	- 6.48%	- 32.41%
HF: Hidroflorik Asit	- 3.10%	- 15.51%
SO _x : Kükürt Oksitler	- 1.61%	- 8.03%
CH ₄ : Metan	- 0.51%	- 2.57%
NO _x : Azot Oksitler	2.67%	13.35%
HCl: Hidroklorik Asit	2.71%	13.54%
HC: Hidrokarbonlar	7.19%	35.96%

Çizelge 3.1. Biyodiesel ve motorin emisyonlarının karşılaştırılması. (Life Cycle Emissions)

3.7. Diesel ve Biyodiesel Yakıtlarının Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

Diesel yakıtı ile biyodiesel yakıtlarının fiziksel özellikleri Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Yakıt özellikleri	Birim	Sınır değeri (min - max)	Biyodiesel	Diesel yakıtı
Kapalı formül			C ₁₉ H _{35,2} O ₂	C _{12,226} H _{23,29} S _{0,0575}
Molekül ağırlığı	g/mol		296	120 – 320
<u>Alt ısı değeri</u>				
Kütlesel	MJ/Kg		37,1	42,7
Hacimsel	MJ/l		32,6	35,5
15°C'deki özgül ağırlığı	Kg/l	0,875 – 0,9	0,87 – 0,88	0,82 – 0,86
Kinematik viskozite (40°C)	mm ² /s	2 – 4,5	4,3	2,5 – 3,5
Tutuşma noktası	°C	55 - ...	>100	>55
Kükürt içeriği (%)	Kütlesel	... – 0,05	<0,01	<0,05
Tutuşma katsayısı	Setan	49 – ...	>55	49 – 55
Kül (%)	Kütlesel	... – 0,01	<0,01	<0,01
Su miktarı	mg/kg	... – 200	<300	<200

Çizelge 3.2. Diesel yakıtı ve biyodieselin fiziksel özellikleri (EİEİ)

4. BİYODİSELİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE ESTERLEŞME

4.1. Biyodiesel Üretim Yöntemleri

Bitkisel yağların yakıt olarak kullanımında ana kısıtlayıcı faktör olan viskozite probleminin çözümü için dört yöntem önerilmektedir.

- 1)-Seyreltme
- 2)-Mikroemülsiyon oluşturma
- 3) -Piroliz
- 4) -Transesterifikasyon

4.1.1. Seyreltme

Bu yöntem biyodiesel yakıtı ile belirli oranlarda diesel yakıtının karıştırılması ilkesine dayanır.

Biyodiesel saf veya diesel yakıtı–biyodiesel karışımları şeklinde yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu yakıtlar aşağıdaki gibi adlandırılmaktadır:

B5 : % 5 Biyodiesel+ %95 Petrol kökenli diesel yakıtı

B20 : % 20 Biyodiesel+ %80 Petrol kökenli diesel yakıtı

B50 : % 50 Biyodiesel+ %50 Petrol kökenli diesel yakıtı

B100 : %100 Biyodiesel

4.1.2. Mikroemülsiyon Oluşturma

Bitkisel yağların viskozitesini düşürmek için izlenen bir diğer yol da metanol, etanol gibi kısa zincirli alkollerde mikroemülsiyon oluşturmaktır. Mikroemülsiyon, boyutları 1150nm civarında olan sıvı mikro yapılarının çatışık denge dağılımı olup normalde karışmayan iki sıvı ve bir veya daha fazla sıvı mikro yapılarının bir araya gelmesiyle oluşur. Bu yöntemle petrolden tamamen bağımsız alternatif diesel yakıtları meydana getirmek mümkün olabilmektedir. Ancak kullanılacak yağ,

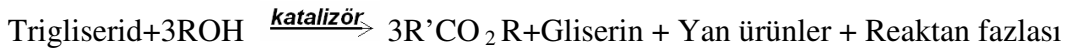
alkol ve sıvı mikro yapılarının sistemi seçiminde faz dengelerinin karışabilme limitleri ve diğer fiziksel karakteristiklerinin geniş ölçüde incelenmesi gerekmektedir. (Demirbaş 2002)

4.1.3. Piroliz

Isıl bozundurma ve katalitik kraking, kimyasal bağların daha küçük moleküller oluşturmak üzere kırılması prosesidir. Ancak bu yöntemle biyobenzin üretimi biyodiesel üretiminden daha fazla yapılmaktadır. Çünkü benzin yakıtının karbon zincirleri daha kısa olduğu için bu yöntem biyobenzin üretiminde daha verimli sonuç vermektedir. Bitkisel yağların ısıl bozundurma ürünlerini elde etmek amacıyla izlenen yöntemlerden biride ham yağın, ısı ve basınç etkisiyle kapalı bir kapta tutulmasıdır. (Demirbaş 2002)

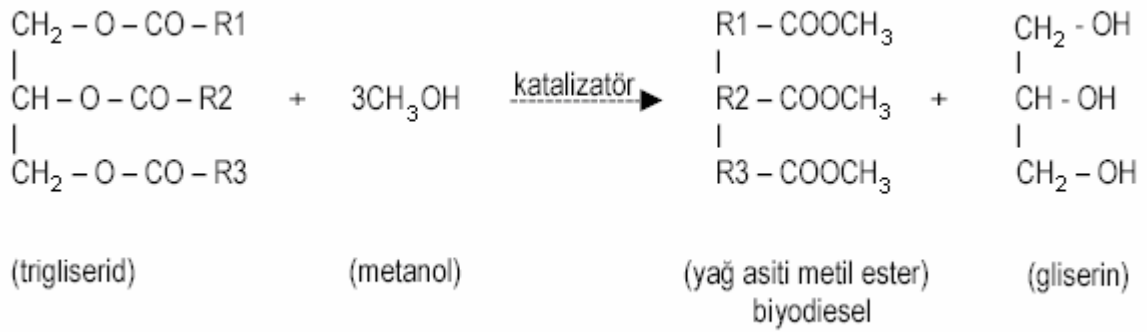
4.1.4. Transesterifikasyon

Bitkisel yağların viskozitelerini düşürmek için uygulanabilecek diğer bir yöntem de yağın basit alkollerle reaksiyona girdiği transesterifikasyondur. Bu yöntemle ele geçen ürün yağ asitleri esterlerinin bir karışımı olup petrol kökenli diesel yakıtının yerini alacak alternatif ve acil ihtiyaç yakıtı olarak iyi bir potansiyel ve düşük viskoziteye sahiptir. Bu ester ürünler uzun süreli diesel motor testinde iyi bir performans göstermişlerdir. Transesterifikasyon yönteminde aşağıda açıklanan reaksiyonla yağ asidi esterleri oluşur.



Bu reaksiyonun stokiometrisi 3/1 alkol yağ oranı gerektirmektedir. Bu oran genellikle maksimum ester dönüşümü elde etmek için daha yüksek tutulur. Bitkisel yağların bu yöntem ile metil, etil esterlerine dönüştürülmesiyle, yağın kaynama ve alevlenme noktaları ile viskozitesi düşürüldüğü gibi ester ürün yanında oluşan ve saf olarak elde edilebilen gliserin ve diğer yan ürünlerin de çeşitli kimya endüstrilerinde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yönüyle bitkisel yağların metil, etil esterleri bugün bilinen biokütle kaynaklı diesel yakıt alternatifleri içinde hedeflere en uygun olarak gözükmektedir. Transesterifikasyon ile soya, yerfıstığı, kolza, ayçiçek, palm yağı gibi bitkisel yağlar ile bazı endüstriyel atık ve artık yağların değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. (Demirbaş 2002)

Esterleşme reaksiyonları doğrudan esterleşme veya interesterleşme olarak ikiye ayrılır. Doğrudan esterleşme bir yağ asidi veya herhangi bir asitle alkol arasında meydana gelir. Tüm esterleşme reaksiyonları katalitik reaksiyonlar olup, sıcakta asit veya baz karakterli katalizör ile yürütülür. Bu reaksiyonlarda monohidrikalkol kullanılacağı gibi polihidrikalkoller de kullanılabilir. Alkoliz reaksiyonu bir trigliserid yağ ile monohidrikalkol arasında oluşur. Bu reaksiyonun stokiometrisine göre 3 mol ester ve 1 mol gliserin elde etmek için 1 mol trigliseridin 3 mol alkol ile reaksiyona girmesi gerekir. Bu kimyasal dönüşümede de trigliseridler; monogliseridler ara ürün olarak oluşur ve hemen harcanırlar. Kullanılan katalizör ise sodyum hidroksit veya potasyum hidroksittir.



Şekil 4.1. Bitkisel Yağın Transesterifikasyonu (Zhang vd. 2002)

5. KULLANILAN YÖNTEM VE MATERYAL

5.1.Yöntem

Bu çalışmada her bir yakıt için motorun sabit gaz kolu pozisyonlarında dinamometre ile yük arttırılarak referans devirlerde ölçümler yapılmıştır. Deneylerde sekiz gaz kolu pozisyonunda çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalarda motor devri, minimum 1000 d/d dan 500 d/d lık artışlar ile maksimum 4500 d/d da değiştirilmiştir.

Deneylerde alınan ölçümler: dinamometreden okunan direnç kuvveti, egzoz hattı üzerinde iki nokta arasında (birisi egzoz hızının yaklaşık sıfır alınabileceği büyük bir kesitten, diğeri nozul çıkış kesitinden) basınç farkı değerleri, nozul çıkış kesitinden egzoz gazı sıcaklığı, gaz analiz cihazından hacimsel emisyon oranları, kütleli yakıt debisi ve kütleli hava debisi.

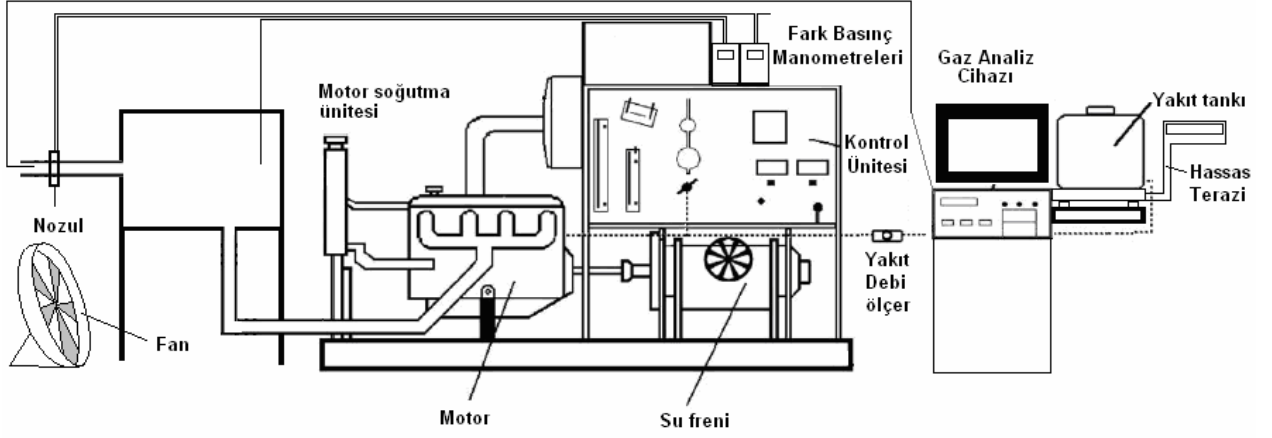
Deneylerde okunan basınç farkları kullanılarak egzoz gazı ve her emisyonun ayrı ayrı debisi hesaplanmıştır. HC ve NO_x emisyonları, içerisindeki pek çok farklı bileşen dolayısı ile hacimsel olarak, diğeri emisyonlar kütleli olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan emisyon debileri kullanılarak matematiksel modelleme yöntemi ile motor emisyon haritası oluşturulmuştur. Aynı yöntemle motor yakıt tüketimi haritası modellenmiştir.

Bu veriler ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak 13 adet standart seri çevrimde, üç alt segment, üç te orta segmentte olmak üzere altı farklı taşıt üzerinde simülasyonlar yapılmıştır. Simülasyon sonuçları 100 km de tüketilen yakıt miktarı ile üretilen emisyonlar şeklinde oluşturulmuştur. Bu simülasyonlar için matlab programlama dilinde yazılmış bir program kullanılmıştır.

5.2.Materyal

5.2.1. Deney Düzenegi

Deney düzenegi şematik olarak şekil 5.1 de görölmektedir.



Şekil 5.1. Şematik deney düzeneği

5.2.1.1. Motor

Bu çalışmada yapılan deneyde, 1,8 l hacminde dört zamanlı, distribütör tip yakıt pompalı, bölünmüş yanma odalı Ford XLD 418 turbo diesel motor kullanılmıştır. Motorun teknik özellikleri çizelge 5.1 de verilmiştir.

	Değerler	Birimler
Silindir çapı x Strok	82,5 x 82	mm
Motor Hacmi	1753	cm ³
Silindir Sayısı	4	
Sıkıştırma Oranı	21,5:1	
Maksimum Güç (4500 d/d)	48	kW
Maksimum Tork (2500 d/d)	145	Nm
Rölanti Devri	850	d/d

Çizelge 5.1. Deneyde kullanılan motorun teknik özellikleri

5.2.1.2. Hidrodinamik Dinamometre

Motora 7500 d/d da 160 kW maksimum direnç uygulayabilecek hidrodinamik dinamometre bağlanmıştır.

5.2.1.3. İSO 1932 Tip Nozul

Deneysel çalışmada egzoz debisinin hesaplanabilmesi için geniş kesit çapı 42,5 mm, dar kesit çapı 31,5 mm olan İSO 1932 tip standart nozul kullanılmıştır.

5.2.1.4. Hava Debi Ölçeri

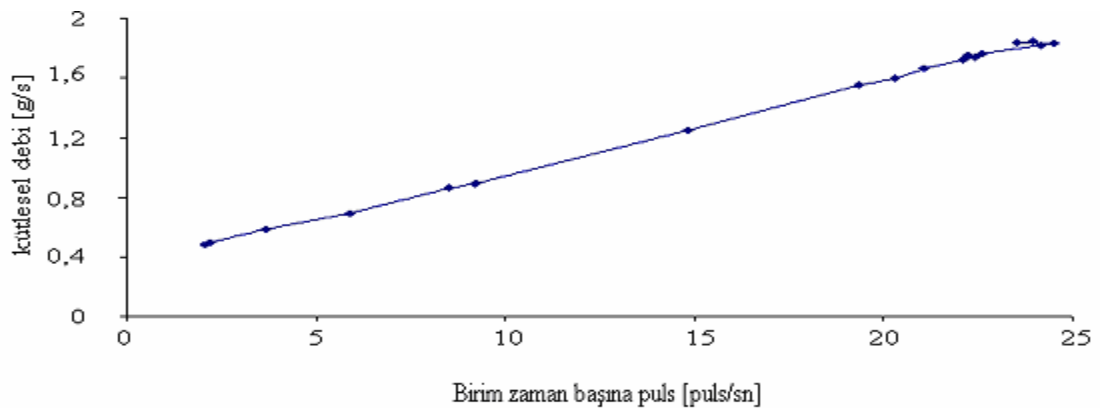
Deneyslerde hava debisi, üzerinden akım geçirilen metal bir şeritten geçen motor emme havasının debisi değiştikçe metal şeritte meydana gelen sıcaklık farkı ve dolayısıyla gerilimin değişmesi ilkesine göre çalışan MAF sensörü kullanılarak ölçülmüştür.

5.2.1.5. Fark Basınç Manometreleri

Egzoz gazı debisinin hesabında kullanılmak üzere egzoz hattı üzerindeki iki nokta arasındaki basınç farkı, fark basınç manometreleri tarafından okunmuştur. Bu manometreler iki kaynak arasındaki basınç farkını milibar cincinden vermektedir.

5.2.1.6. Yakıt Debi Ölçeri

Çalışmadaki yakıt debisi iki yöntem kullanılarak ölçülmüştür. Yöntemlerden biri; dijital hassas bir terazi üzerindeki bir depodan azalan kütlenin kronometre ile zaman tutularak ölçülmesi şeklindedir. Diğer yöntemde yakıt debisi, motor depo arasında bağlanmış, içinden yakıt geçtikçe bir türbini döndürerek elektriksel puls sinyalleri veren % 0,5 hassasiyetinde bir sistem kullanılarak ölçülmüştür. Debi ölçerin bu özelliği dikkate alınarak yapılan kalibrasyonda farklı debi geçişi sağlanacak şekilde bir vananın az, orta, tam açıklık şeklindeki değişik pozisyonlarında kronometre ile zaman tutularak 100 ml birim yakıt değerinde geçen süre ve puls sayısı kaydedilmiştir. Bu kayıtlar incelendiğinde geçen debi miktarı azaldıkça birim zamandaki puls sayısının da doğru orantılı olarak azaldığı görülmüştür. Bu değişim şekil 5.2 de verilmiştir.



Şekil 5.2. Birim zamanda debi ölçerin verdiği pulsun kütleli debi ile değişimi

Debi ölçerin düşük debilerde sonuç vermemesi nedeniyle depo terazi ölçümü yapılmıştır.

5.2.1.7. Gaz Analiz Cihazı

Egzoz gazı emisyon analizinde, egzoz gazı içerisindeki CO'ı %1, CO₂'i %0,5, O₂'i %0,5 hassasiyetinde hacimsel yüzde olarak, HC'ü 1ppm ve NO_x 'i 3 ppm hassasiyetinde ppm olarak, hava fazlalık katsayısını % 0,5 ve lambda değerini %0,1 hassasiyette katsayı olarak veren gaz analiz cihazından yararlanılmıştır.

5.2.1.8. Sıcaklık Ölçer

Deneyler esnasında egzoz gazı sıcaklığı ölçümünde termocouple kullanılmıştır.

5.2.2.Deneyde Kullanılan Biyodieselin Fiziksel Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan, kanola yağı metil esterinin özellikleri çizelge 5.2 de verilmiştir.

Parametreler	Değerler	EN 14214 min.	EN 14214 maks.	Birimler
Ester içeriği	96,5	96,5	-	%[m/m]
15 °C deki yoğunluğu	883,9	860	900	kg/m ³
40 °C deki viskozitesi	4,678	3,5	5	mm ² /s
Parlama noktası	178	120	-	°C
Katılaşma noktası	-25	-	-10	°C
Sülfür içeriği	3,3	-	10	mg/kg
Karbon tortusu (%10)	0,14	-	0,3	%[m/m]
Setan sayısı	51,3	51	-	-
Su içeriği	250	-	500	mg/kg
Toplam pislik miktarı	3	-	24	mg/kg
Bakırı korozyona uğratması	1	-	1	Korozyon Derecesi
110 °C deki oksidasyon dengesi	9,2	6	-	Saat
Asit değeri	0,314	-	0,5	mg KOH/g
Metanol içeriği	<0,01	-	0,2	%[m/m]
Serbest gliserol	<0,01	-	0,2	%[m/m]
Monogliserol içeriği	0,29	-	0,8	%[m/m]
Digliserol içeriği	0,15	-	0,2	%[m/m]
Trigliserol içeriği	<0,01	-	0,2	%[m/m]
Toplam gliserol	0,1	-	0,25	%[m/m]
Fosfor içeriği	<0,5	-	10	mg/kg
Na ve K metal miktarı	<0,5	-	5	mg/kg
Ca ve Mg metal miktarı	0,9	-	5	mg/kg

Çizelge 5.2. Deneysel çalışmada kullanılan biyodieselin fiziksel özellikleri

5.2.2.1. Biyodiesel Üretiminde Neden Kanola?

Ülke ekonomisi ve tarımı açısından, cari açık ve ithalatın azaltılması açısından yağlı tohumların ekimi, tanıtımı eğitimi alımı, teşviki gibi konulardaki hat safhadaki kargaşanın acilen çözülmesi gerekir. Ülkemizde yağlı bitkilerin tarımı Ayçiçeği üzerine yoğunlaşmıştır. Buna alternatif olarak Kanola bitkisine gerekli önem acilen verilmelidir. Kanola bitkisi yüksek verim, yağ kalitesi, yüksek yağ oranı, tarım kolaylığı ve küspesi açısından önemlidir. Bunun yanı sıra ekimi hasadı toprak ve iklim isteği acından profesyonellik gerektirmektedir. Türkiye’de sulu tarımdan başkası olumsuz netice vermektedir. Yani sulu araziler için uygun olduğundan diğer sulu tarım bitkileri ile rekabeti biraz sıkıntılıdır. Kanola eylül ayında kışlık nisan ayında yazlık olarak yetiştirilir. (Türkoğlu, 2005)

Kanola biyodiesel üretimi açısından kaliteli bitki olmasının yanı sıra tarlalara nadasa bırakma işlemi yapılmadan ekilebilmekte ayrıca hasatından bir yıl sonra ekilen buğdayın verimi de artmaktadır.

Bir dekardan üretilen kanola miktarı ortalama 300 kg'dır. Bir kg kanoladan ortalama 450 gram biyodiesel üretilmektedir. Bunun geri kalan 550 gramı küspe olarak değerlendirilmektedir. Bu değerler dikkate alındığında,1 dekardan 135 kg (153,4 L) biyodiesel ve 165 kg küspe elde edilmektedir.)

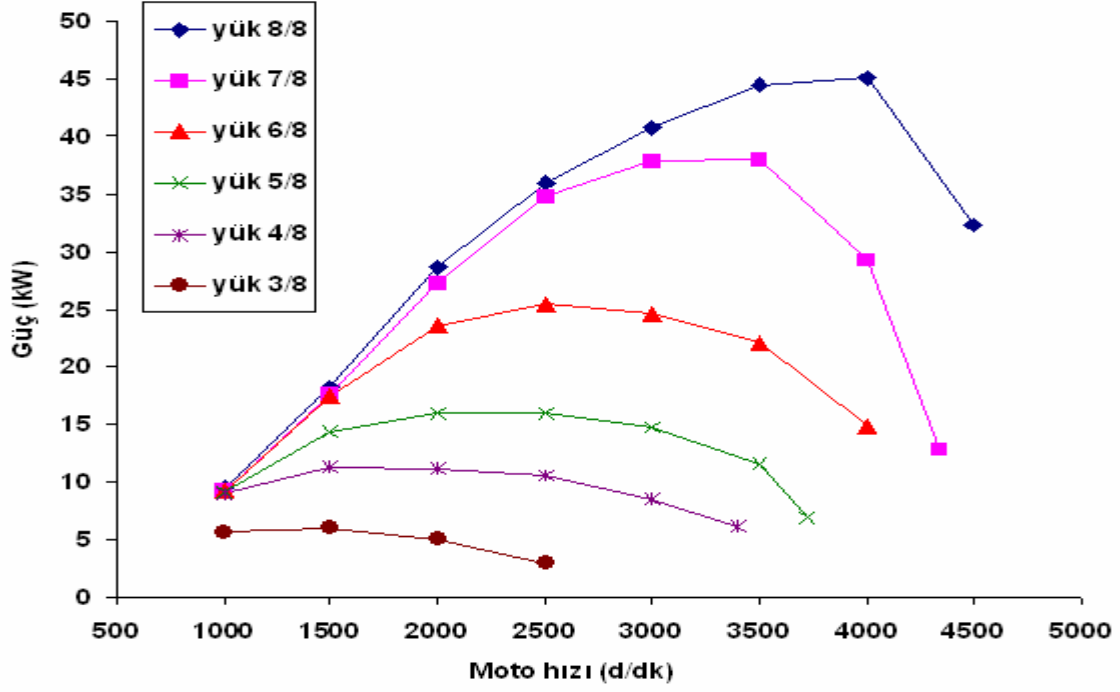
Elde edilen kanola tohumunun yağ fabrikasında ham yağ haline dönüştürülmesi ürün bedelinin %10 u kadar tutmaktadır. Küspenin hayvan yemi v.b şekilde değerlendirilmesi durumunda yağ haline dönüştürülme masrafı ortadan kalkmaktadır.(Ulusoy, 2002)

Biyodiesel kullanımı, atmosferdeki CO₂ emisyonunda değişiklik yapmaz. Yapılan araştırmalar, kanolada yaşamsal döngü analizi (ekiminden yakıt deposuna kadar) dikkate alınması durumunda, biyodieselin her bir kg'ının 3 kg CO₂ tükettiğini ortaya koymuştur.

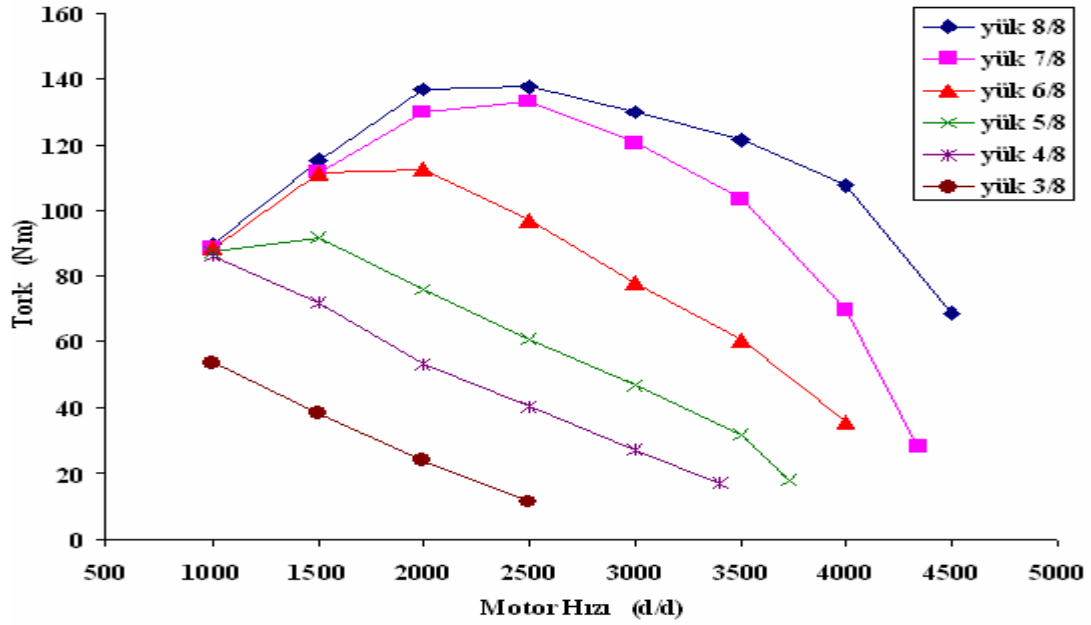
Fosil kökenli yakıt kullanımının yol açtığı aşırı CO₂ emisyonunun değeri, çevre açısından büyük bir risk oluşturduğu kabul edilmektedir. Nitekim Kyoto protokolü halen yıllık 400 milyon ton olan CO₂ emisyonunun 2010 yılında, yıllık 250 milyon tona düşürülmesini öngörmektedir. (Taşyürek, 2004)

6.DENEY SONUÇLARI

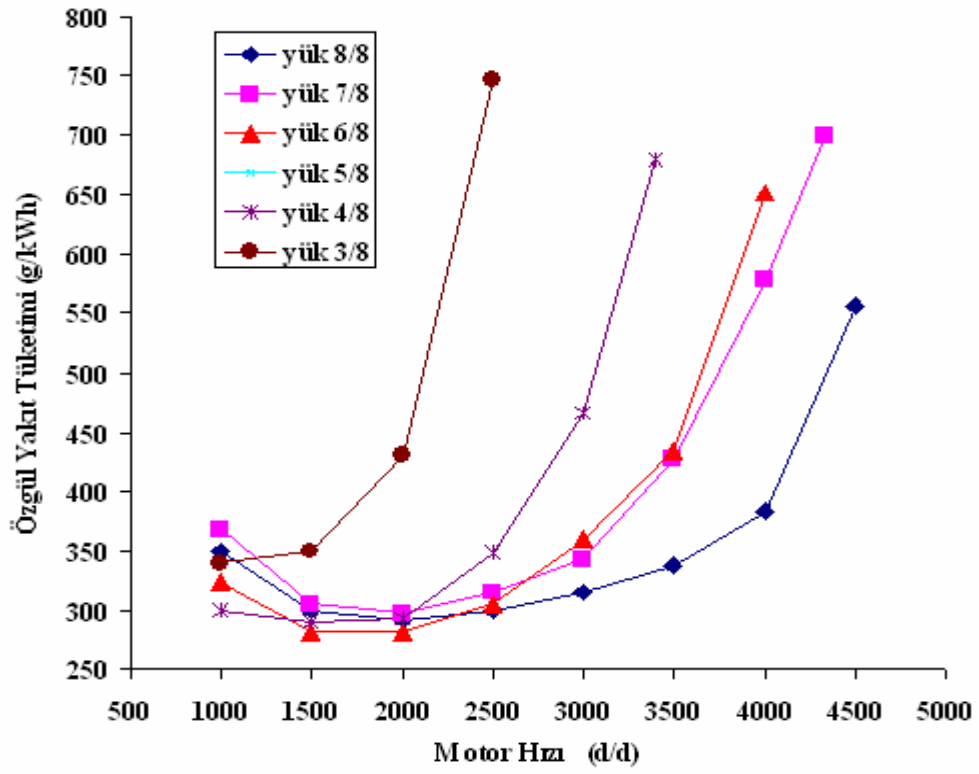
Deneyleerde elde edilen performans ve emisyon değerişeri şekillerde verilmiştir.



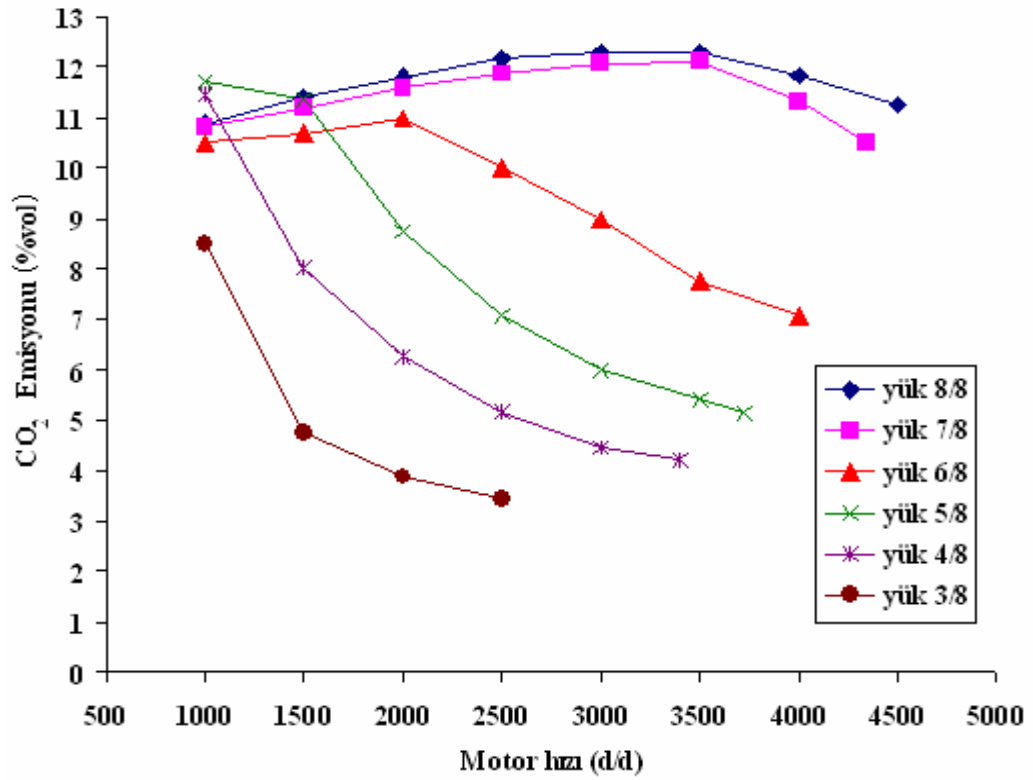
Şekil 6.1 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen güç



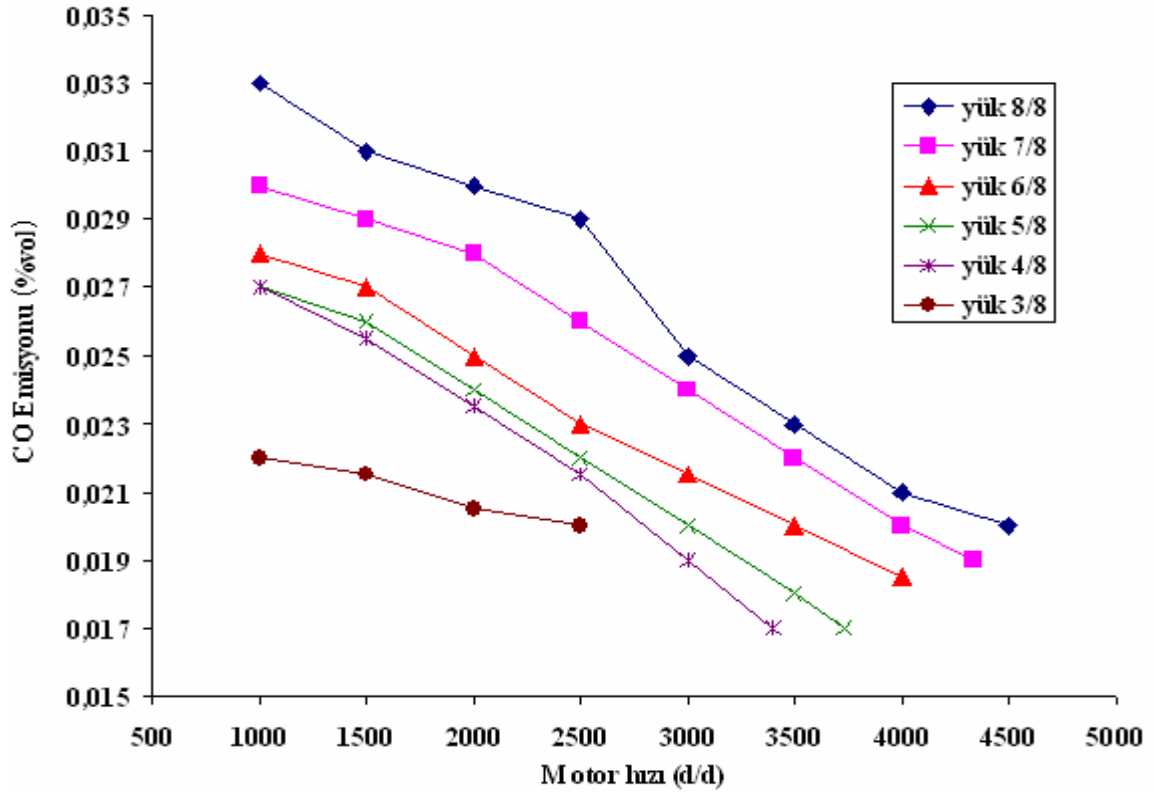
Şekil 6.2 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen tork



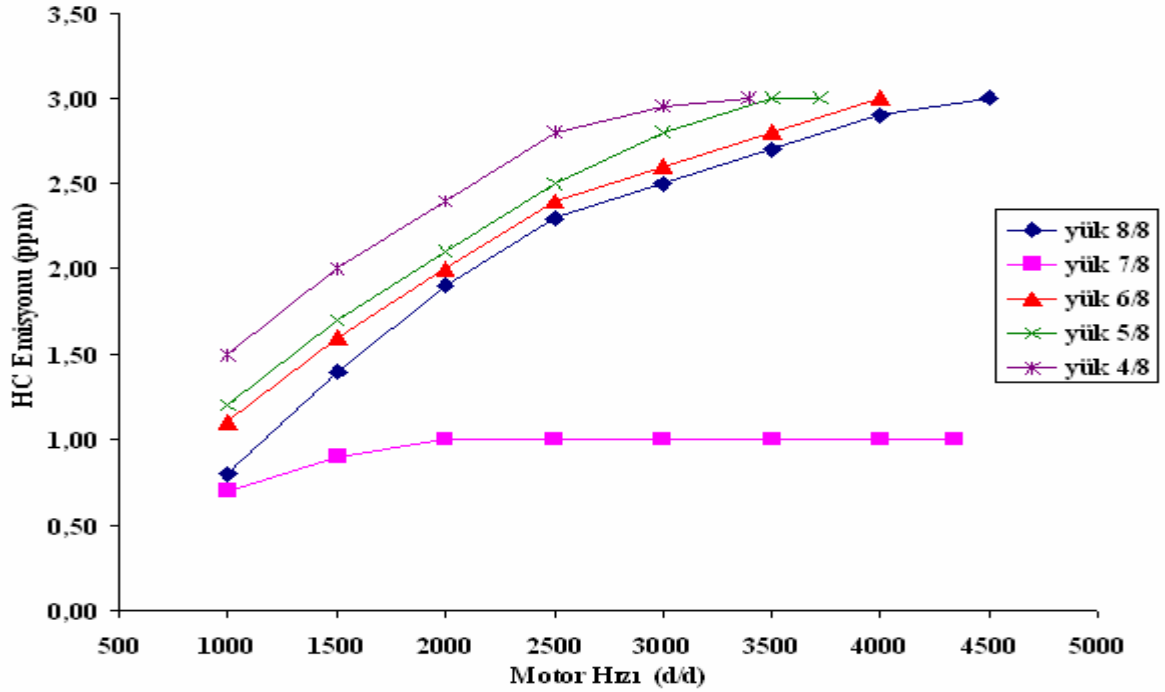
Şekil 6.3 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen özgül yakıt tüketimi



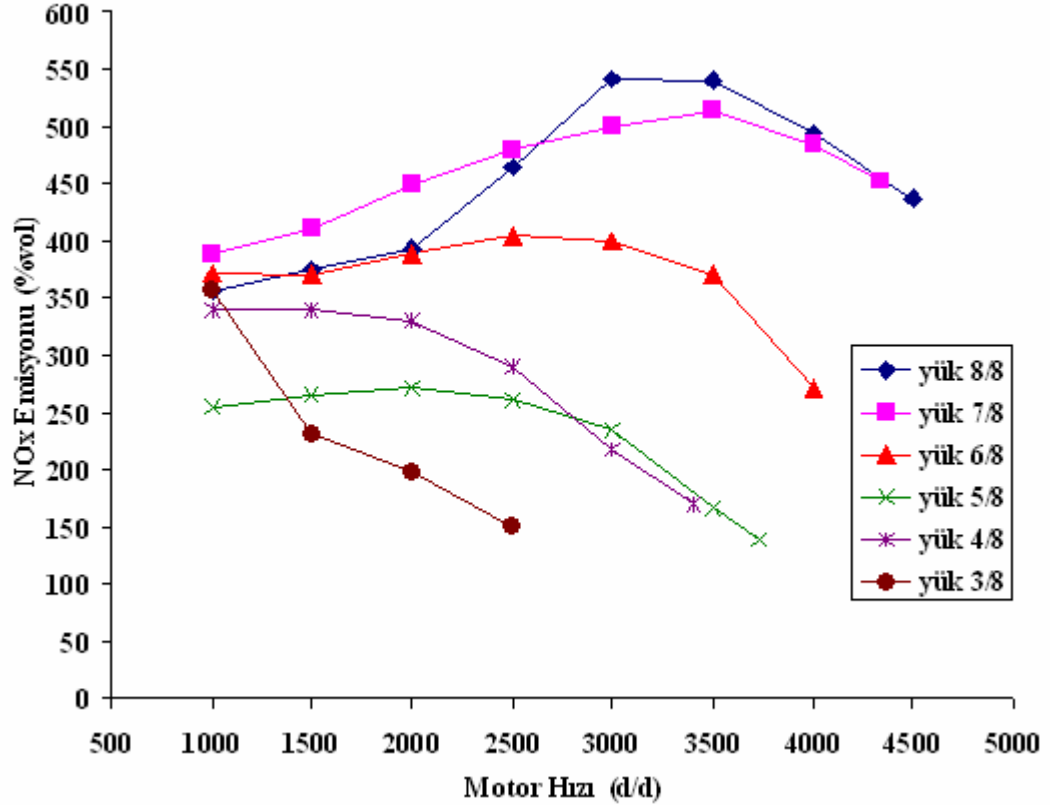
Şekil 6.4 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen CO₂ emisyonu



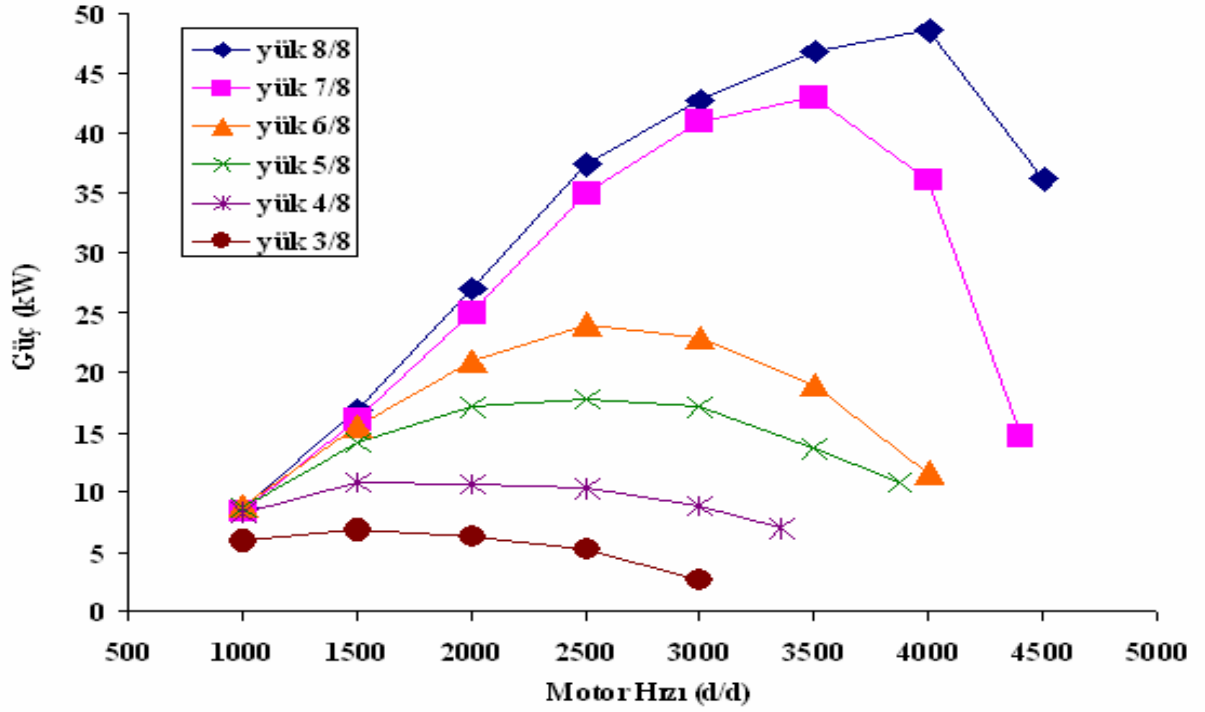
Şekil 6.5 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen CO emisyonu



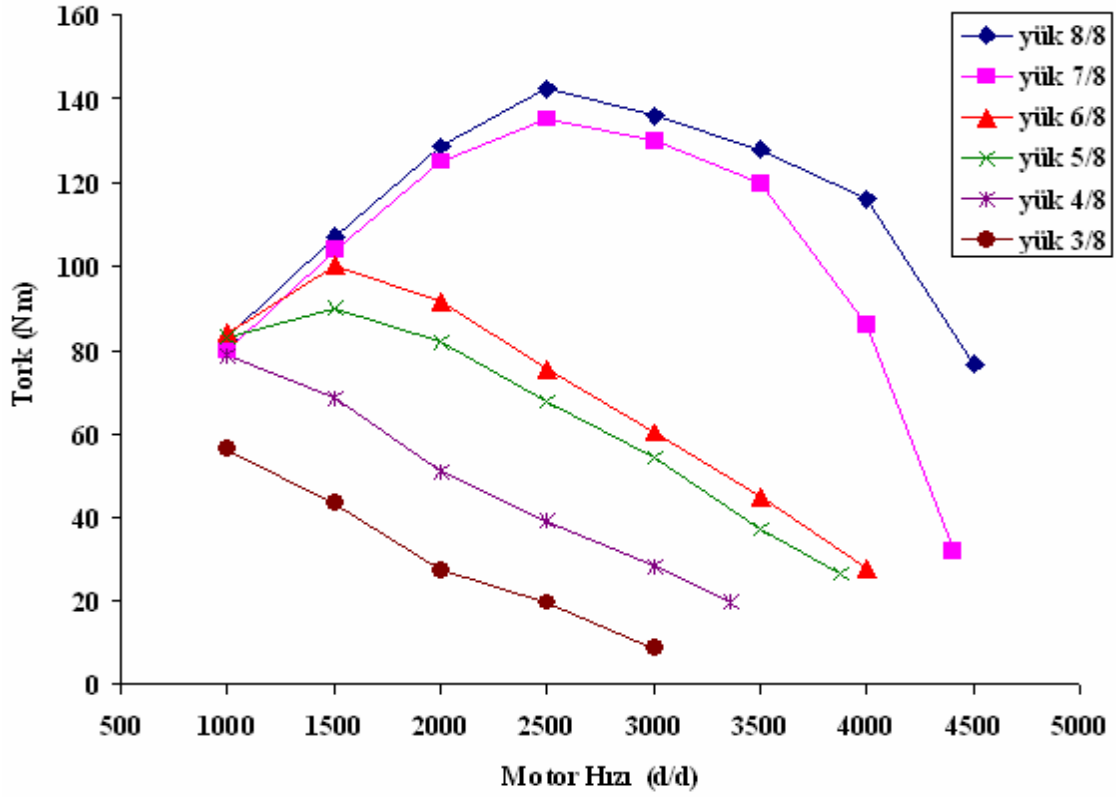
Şekil 6.6 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen HC emisyonu



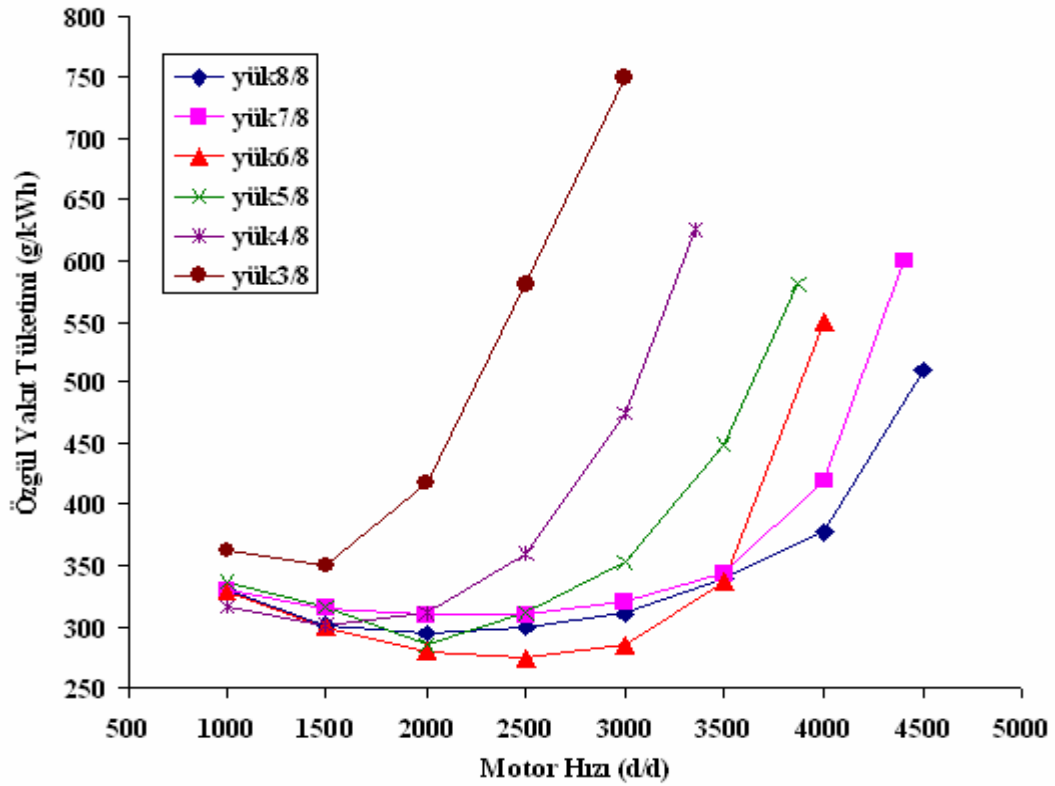
Şekil 6.7 Farklı gaz kademelerinde biyodiesel ile elde edilen NO_x emisyonu



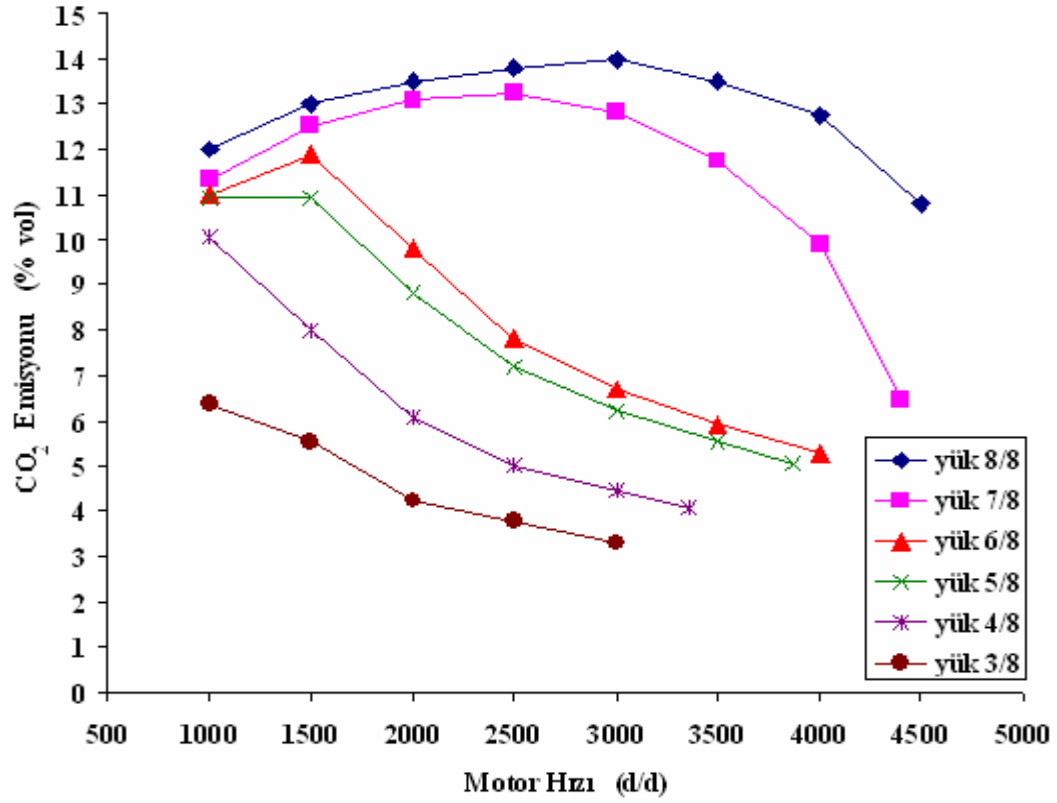
Şekil 6.8 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen güç



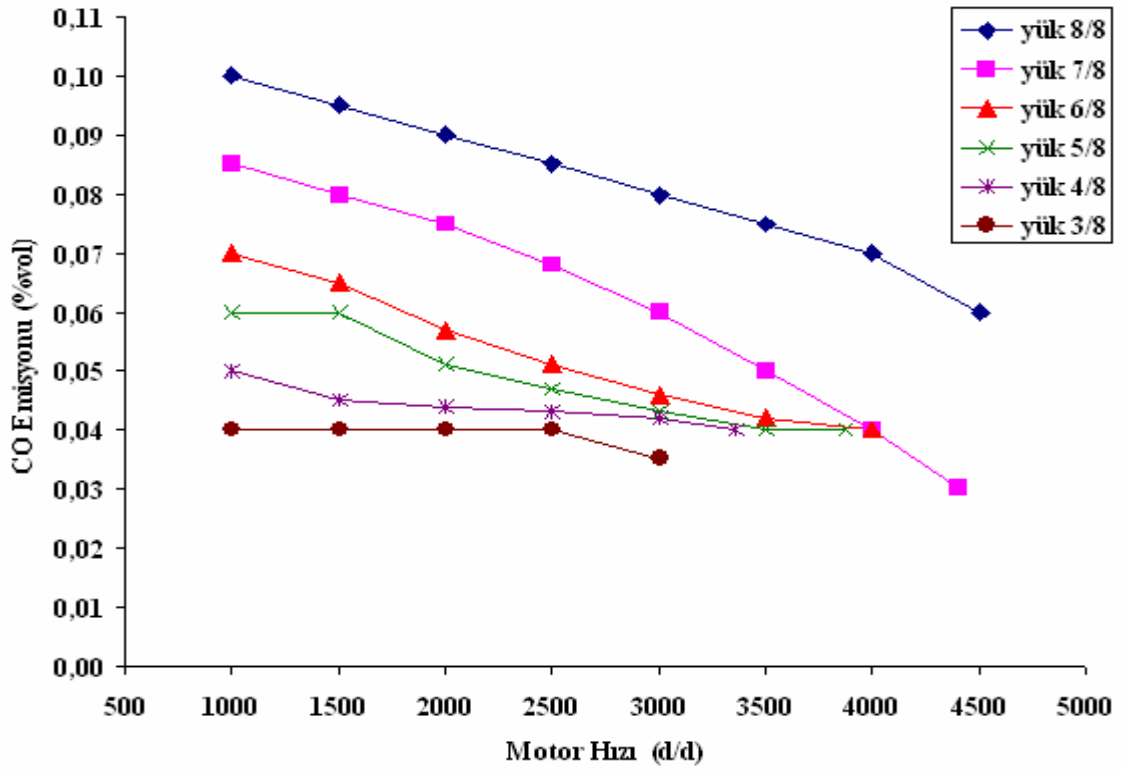
Şekil 6.9 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen tork



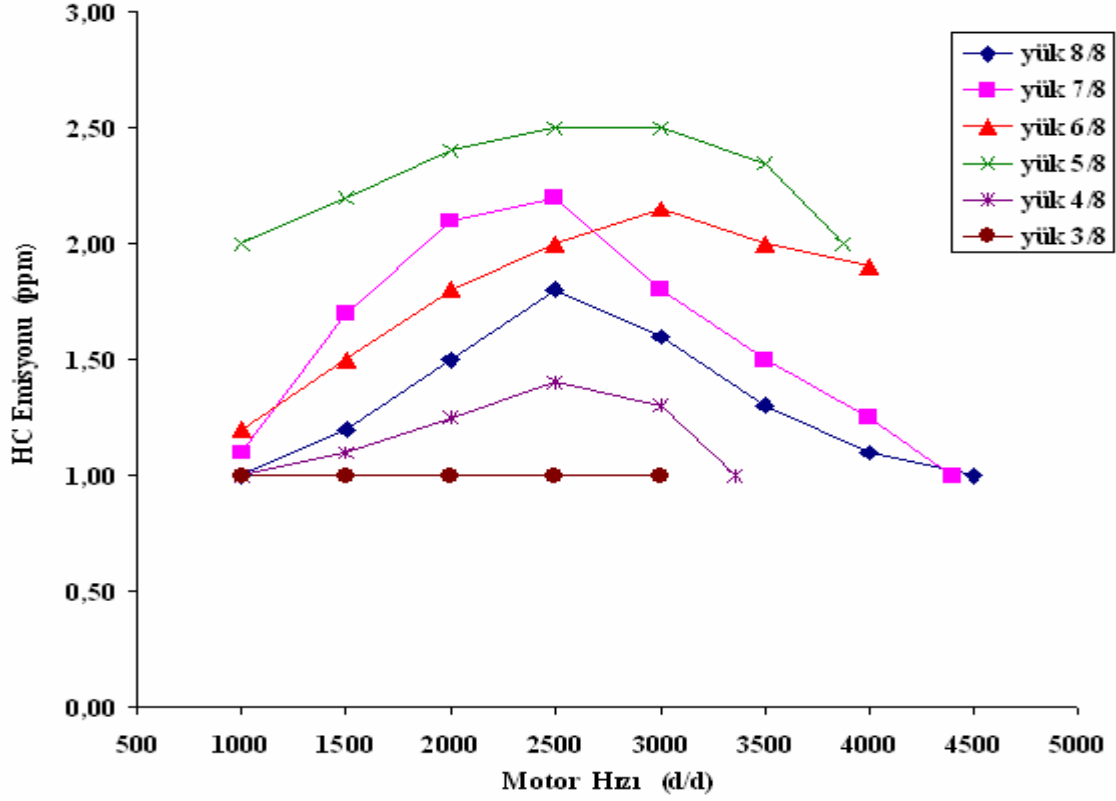
Şekil 6.10 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen özgül yakıt tüketimi



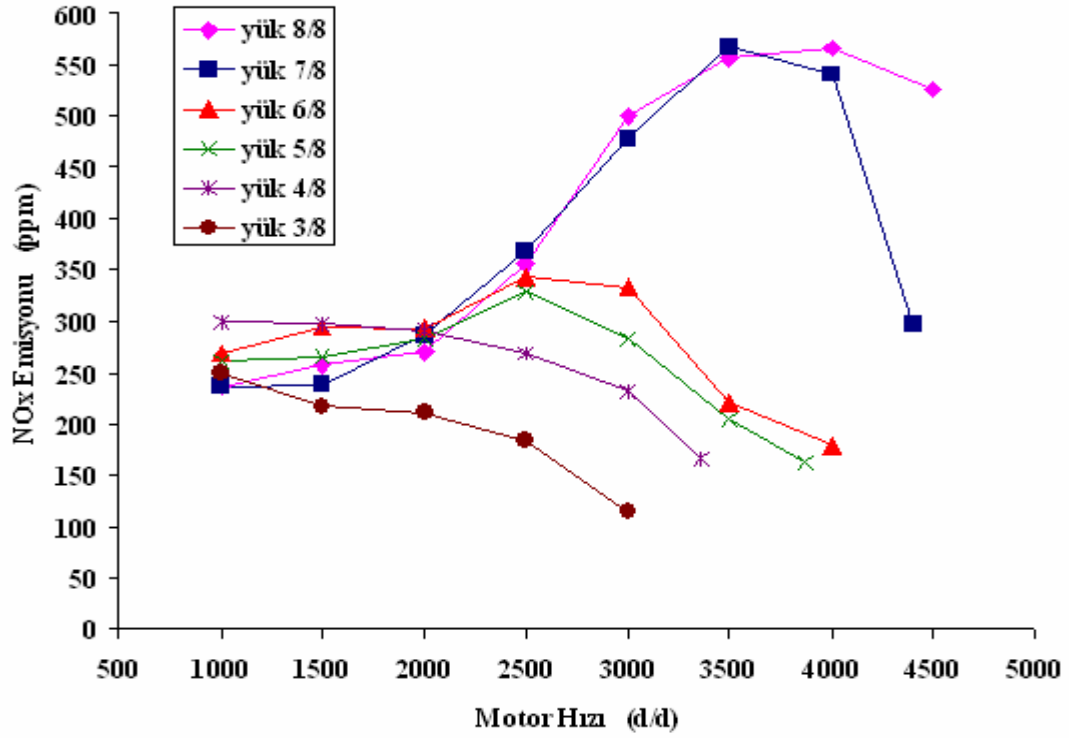
Şekil 6.11 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen CO₂ emisyonu



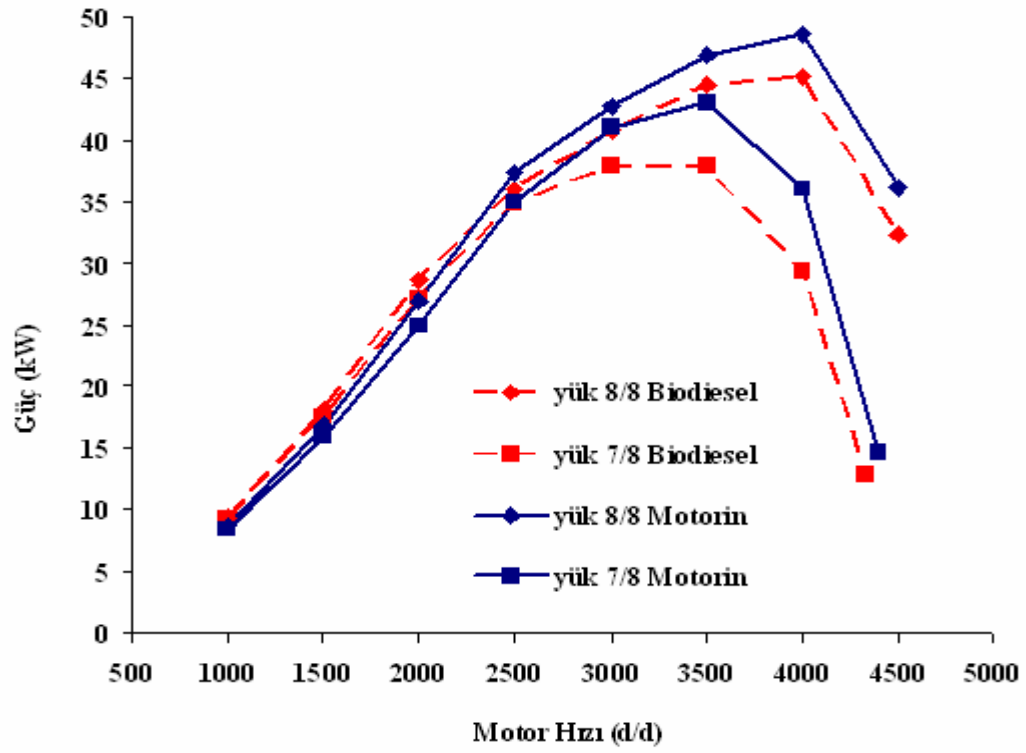
Şekil 6.12 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen CO emisyonu



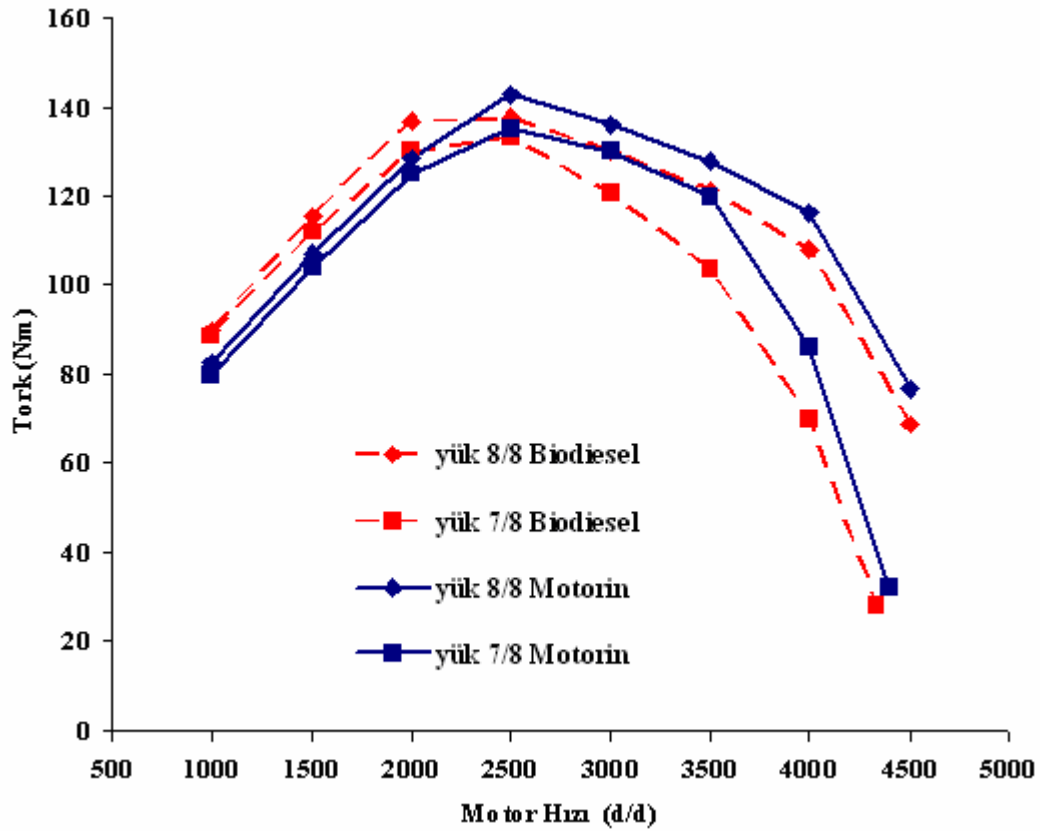
Şekil 6.13 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen HC emisyonu



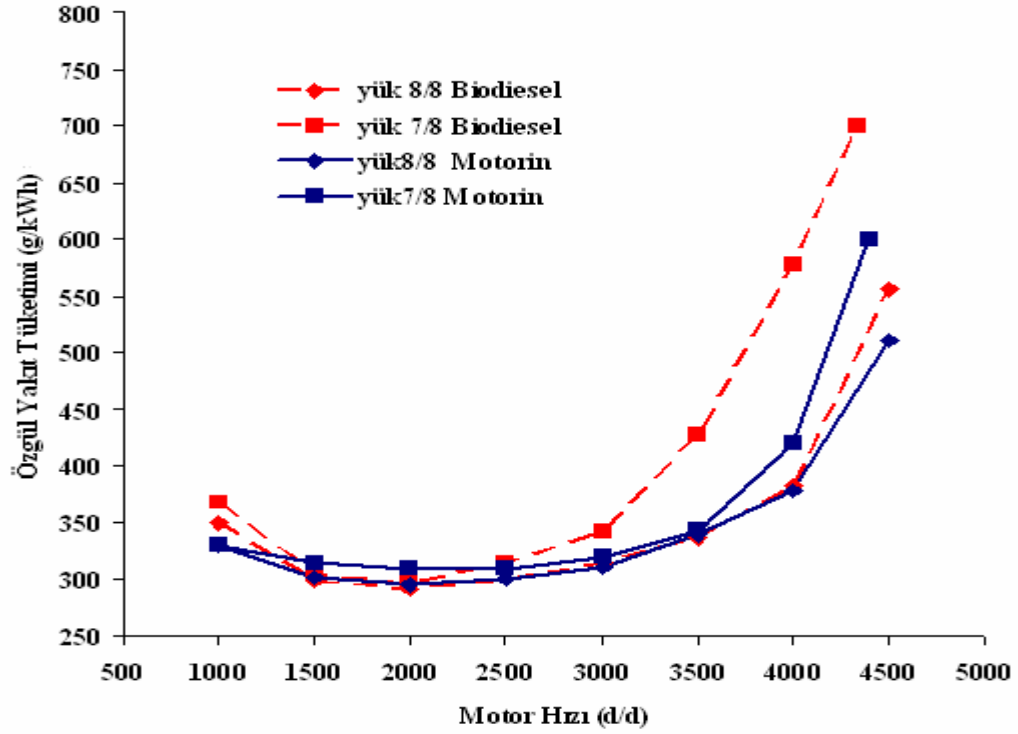
Şekil 6.14 Farklı gaz kademelerinde motorin ile elde edilen NO_x emisyonu



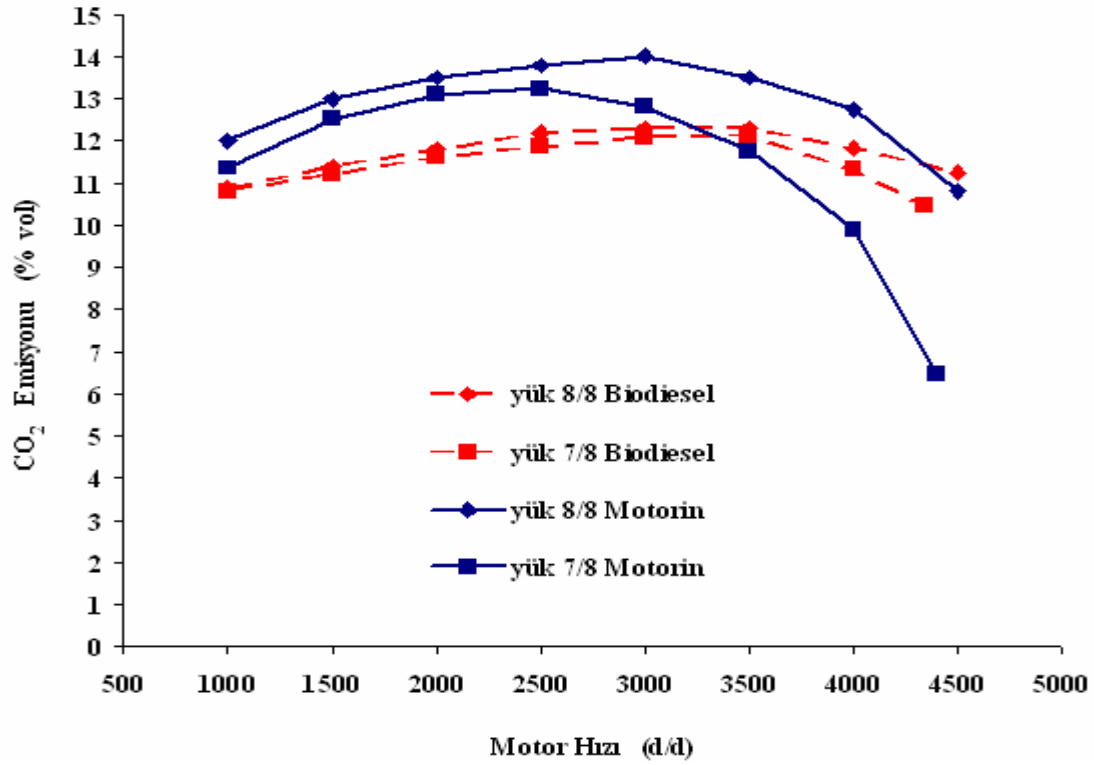
Şekil 6.15 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin güç değerlerinin karşılaştırılması



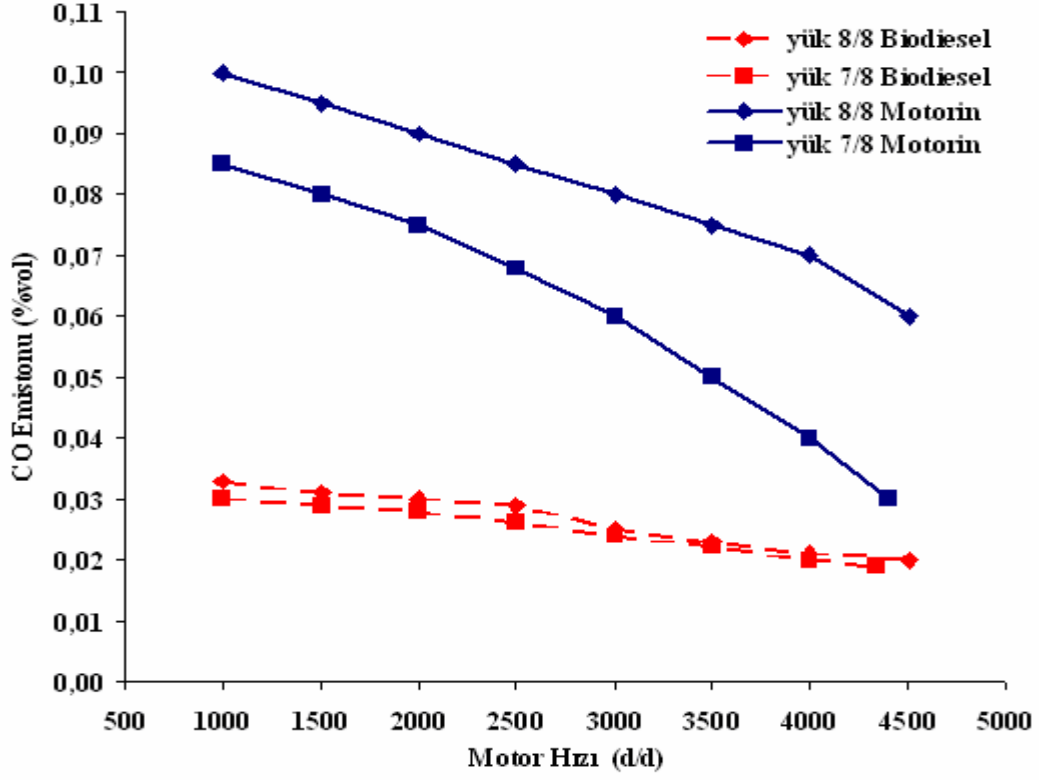
Şekil 6.16 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin tork değerlerinin karşılaştırılması



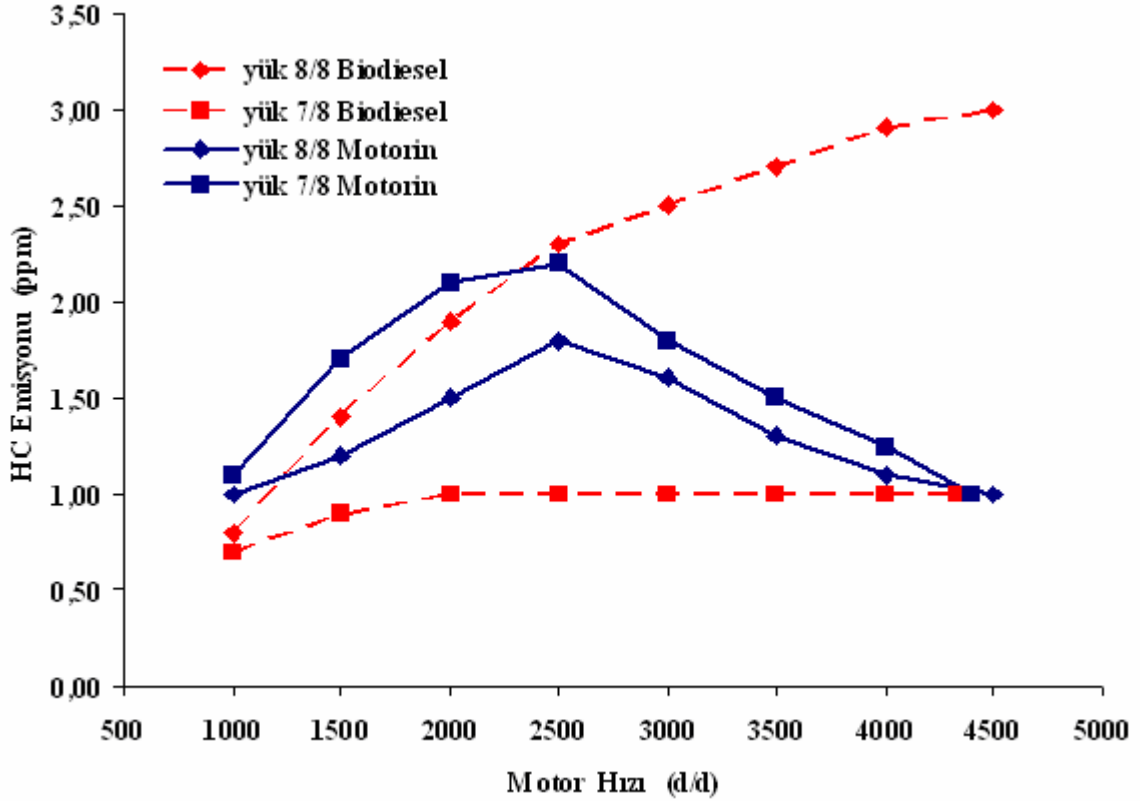
Şekil 6.17 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin özgül yakıt tüketimi değerlerinin karşılaştırılması



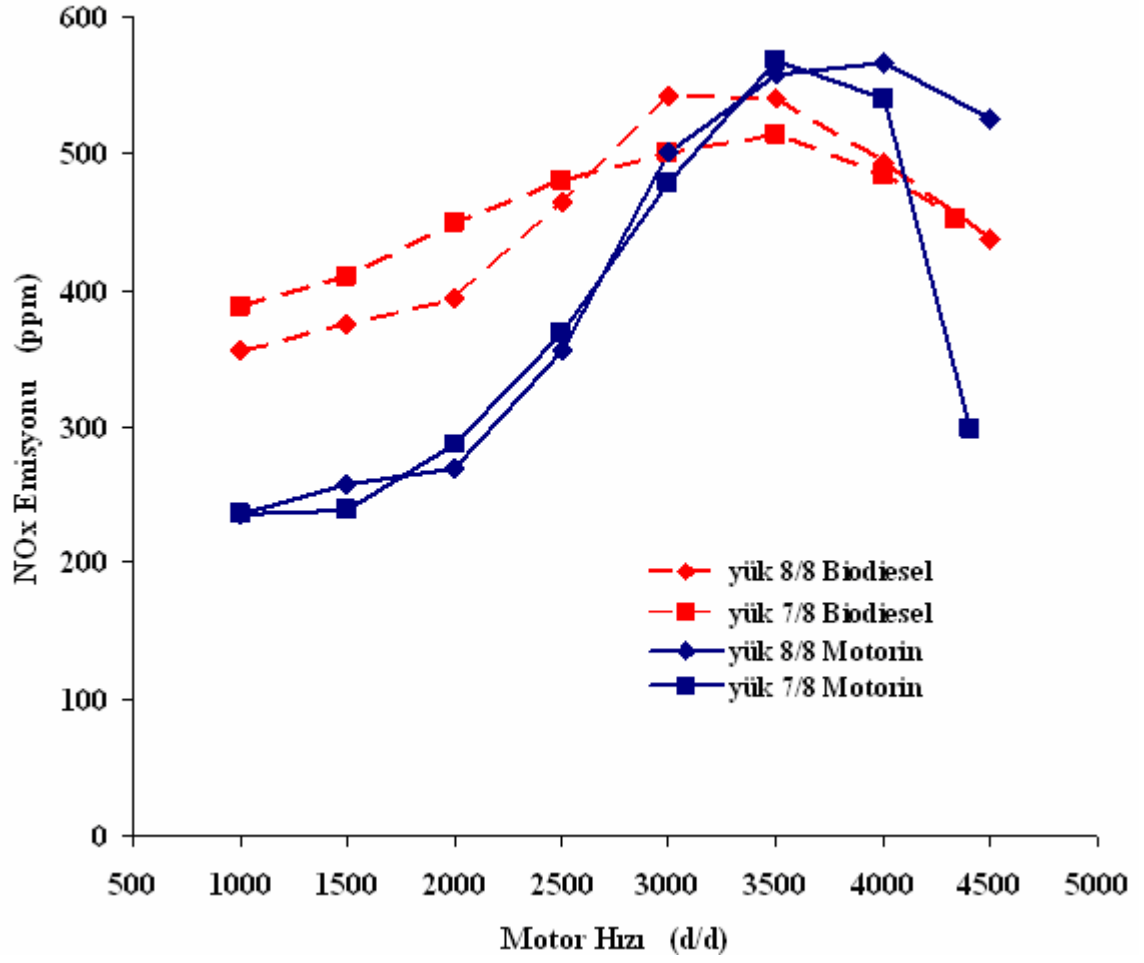
Şekil 6.18 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin CO₂ emisyonlarının karşılaştırılması



Şekil 6.19 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodizelin CO emisyonlarının karşılaştırılması



Şekil 6.20 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodizelin HC emisyonlarının karşılaştırılması

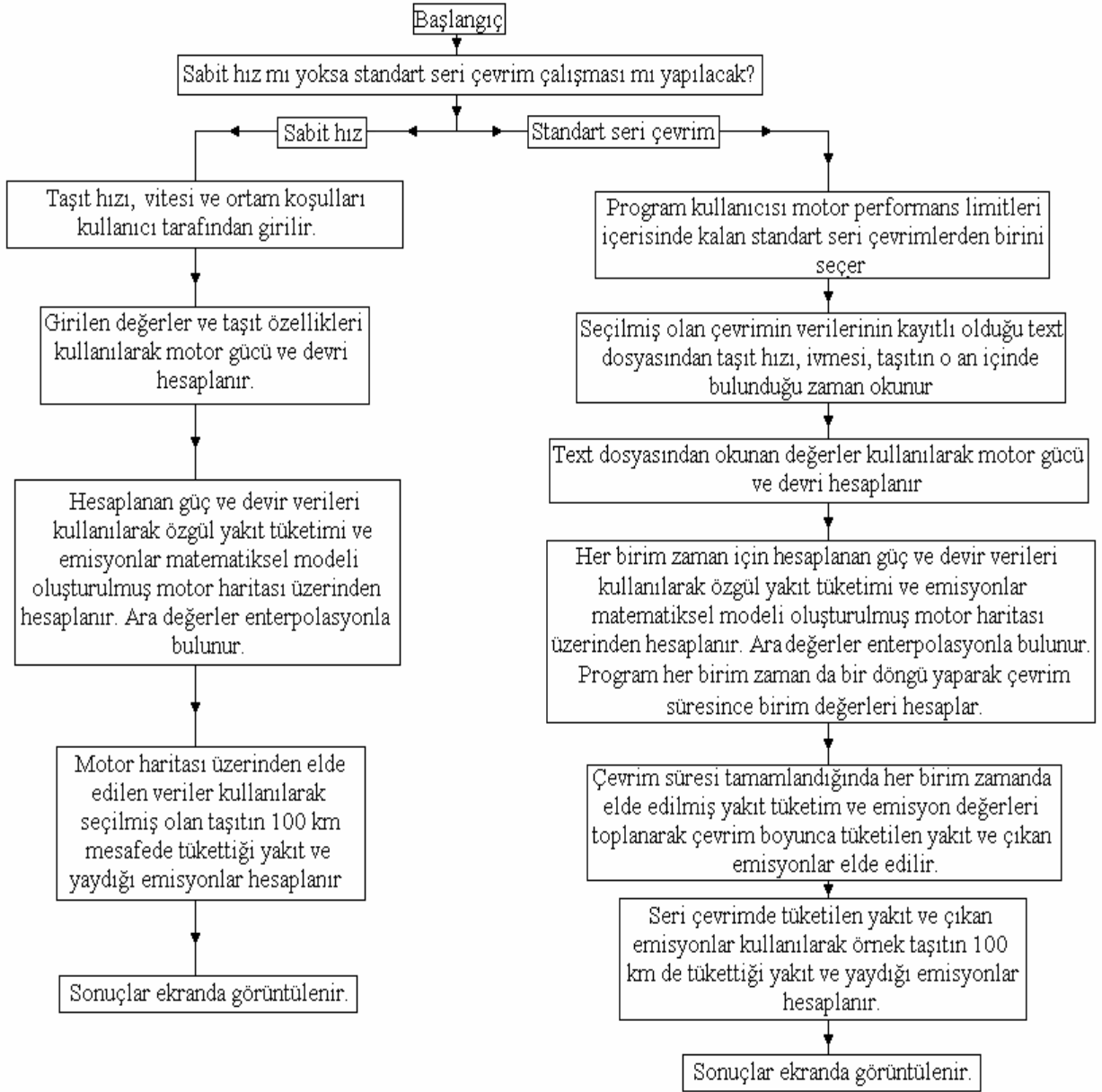


Şekil 6.21 İki kısmi yük kademesinde motorin ile biyodieselin NO_x emisyonlarının karşılaştırılması

7.SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

7.1. Program

Simülasyon programının çalışma mantığı şekil 7.1. de verilmiştir.



7.1.1. Programın Girdileri

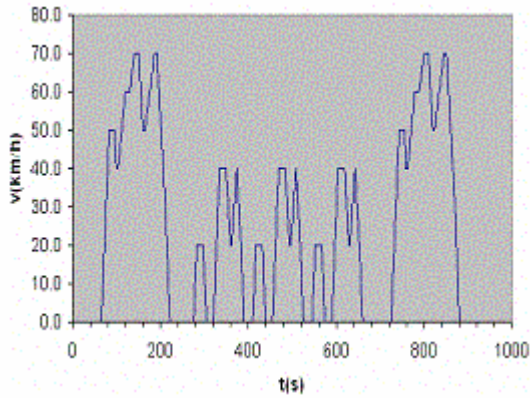
7.1.1.1 Deneysel Çalışma Sonuçları

Deneysel çalışmalardan elde edilen yakıt tüketim ve emisyon verileri motor haritası şeklinde matematiksel olarak modellenmiştir.

7.1.1.2 Çevrimler

Simülasyon programında kullanılan standart seri çevrimler motorun performansının karşılayabileceği seyirlerden seçilmiştir. Bunlar:

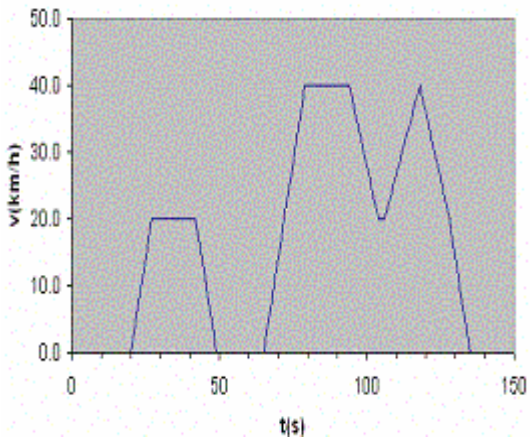
7.1.1.2.1. 1015Mode



Japon şehir içi çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 70 km/h, taşıt durma süresi 320 sn, ortalama hız 23,7 km/h, mesafe 6,58 km dir.

Şekil 7.2. 1015Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

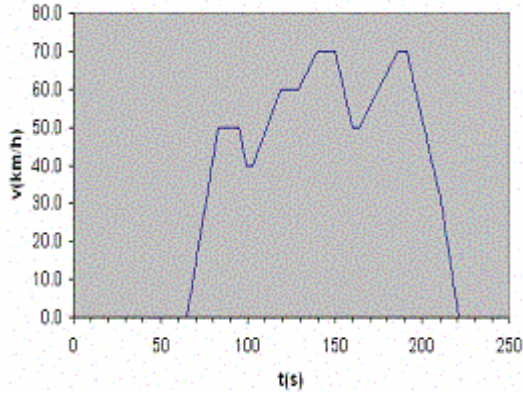
7.1.1.2.2. 10Mode



Japon şehir içi çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 40 km/h, taşıt durma süresi 50 sn, ortalama hız 15,63 km/h, mesafe 0,65 km dir.

Şekil 7.3. 10Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

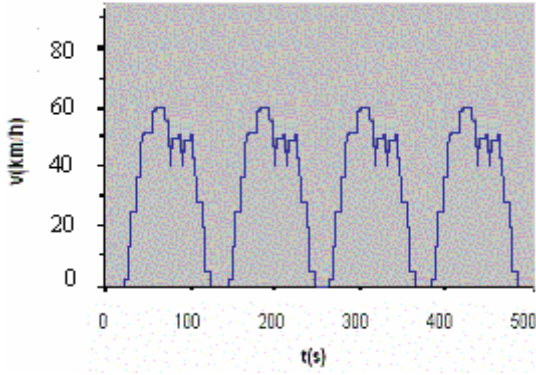
7.1.1.2.3. 15Mode



Japon şehir içi çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 70 km/h, taşıt durma süresi 95 sn, ortalama hız 31,3 km/h, mesafe 2,2 km dir.

Şekil 7.4. 15Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

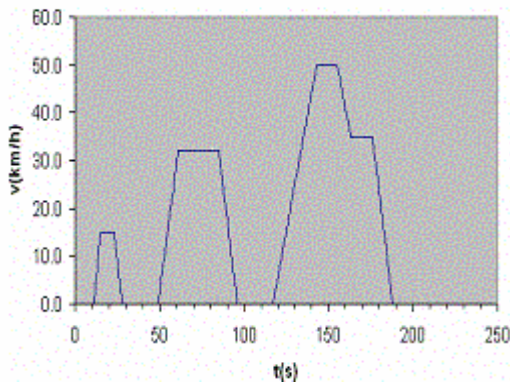
7.1.1.2.4. 11Mode



Japon şehir içi çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 60 km/h, taşıt durma süresi 100 sn, ortalama hız 31 km/h, mesafe 4,3 km dir.

Şekil 7.5. 11Mode çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

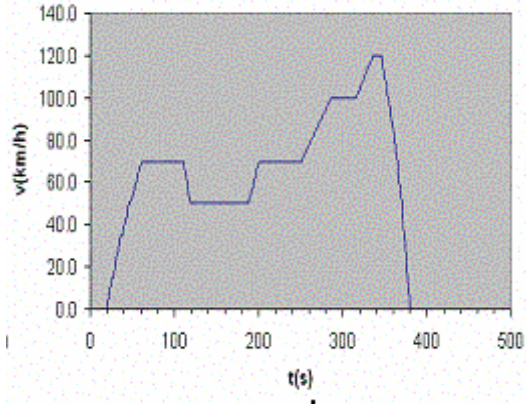
7.1.1.2.5. Ece 15



Avrupa şehir içi çevrimidir. UDC (Urban Driving Cycle) olarak ta bilinir. Çevrimdeki maksimum sürat 50 km/h, taşıt durma süresi 110 sn, ortalama hız 15 km/h, mesafe 1,05 km dir.

Şekil 7.6. Ece 15 çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

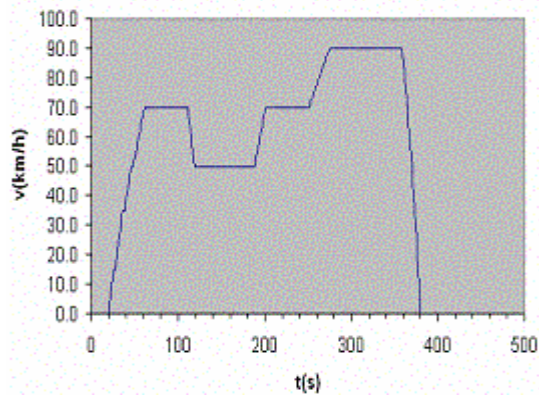
7.1.1.2.6. Eudc



Avrupa otoban çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 120 km/h, taşıt durma süresi 140 sn, ortalama hız 62,6 km/h, mesafe 6,95 km dir.

Şekil 7.7. Eudc çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

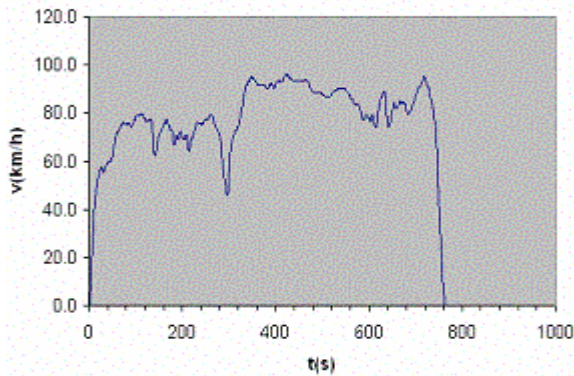
7.1.1.2.7. Eudcl



Avrupa şehir içi otoban karışık çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 90 km/h, taşıt durma süresi 140 sn, ortalama hız 60 km/h, mesafe 6,5 km dir.

Şekil 7.8. Eudcl çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

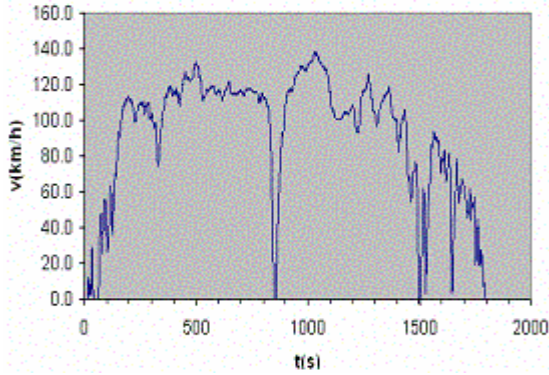
7.1.1.2.8. Hfeds



Otoban çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 90 km/h, taşıt durma süresi 240 sn, ortalama hız 48 km/h, mesafe 15 km dir.

Şekil 7.9. Hfeds çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

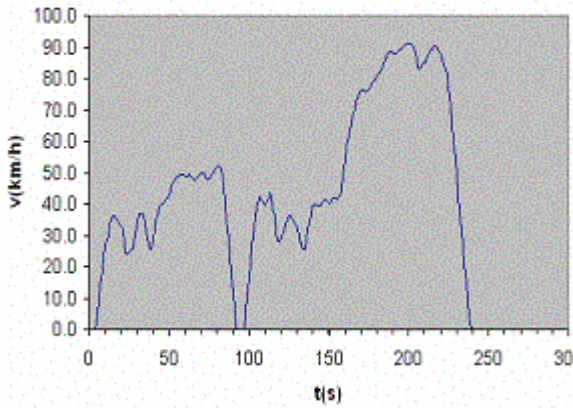
7.1.1.2.9. Hyzemhighway



Otoban çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 136 km/h, taşıt durma süresi 200 sn, ortalama hız 75 km/h, mesafe 41,63 km dir.

Şekil 7.10. Hyzemhighway çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

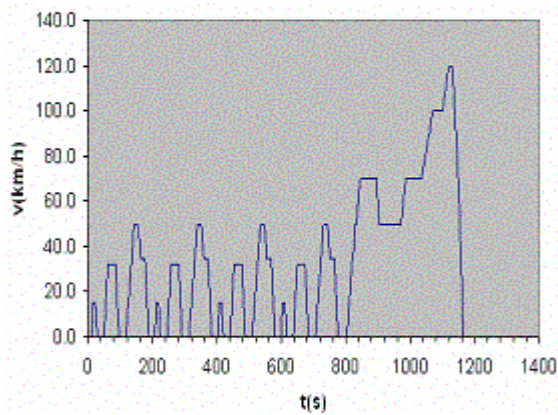
7.1.1.2.10. İm240



A.B.D. şehir içi otoban karışık çevrimdir. Çevrimdeki maksimum sürat 90 km/h, taşıt durma süresi 70 sn, ortalama hız 29,4 km/h, mesafe 1,95 km dir.

Şekil 7.11. İm240 çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

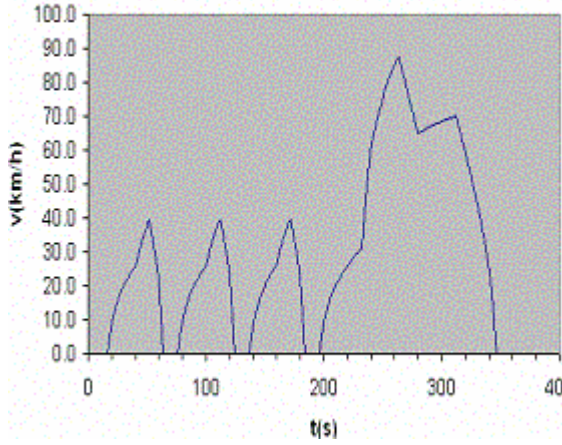
7.1.1.2.11. Nedc



Şehir içi otoban karışık çevrimdir. Çevrimdeki maksimum sürat 120 km/h, taşıt durma süresi 550 sn, ortalama hız 27,8 km/h, mesafe 10,8 km dir.

Şekil 7.12. Nedc çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

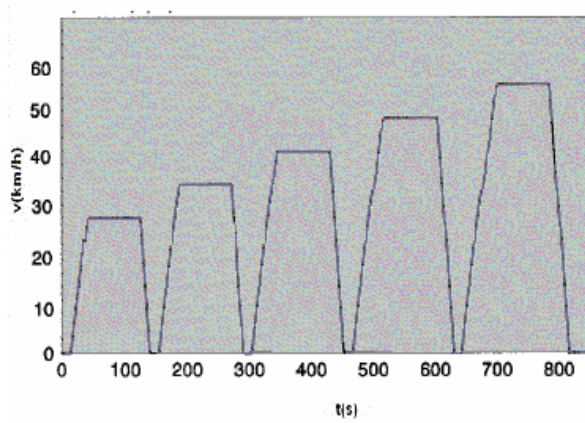
7.1.1.2.12. Sfuds



Şehir içi çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 90 km/h, taşıt durma süresi 110 sn, ortalama hız 23,5 km/h, mesafe 2,6 km dir.

Şekil 7.13. Sfuds çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

7.1.1.2.13. WVU



Batı Virginia üniversitesi tarafından belirlenmiş şehir içi çevrimidir. Çevrimdeki maksimum sürat 65 km/h, taşıt durma süresi 95 sn, ortalama hız 34 km/h, mesafe 8 km dir.

Şekil 7.14. WVU çevriminde taşıt hızının zamanla değişimi

7.1.1.3 Örnek Taşıtlar ve Teknik Özellikleri

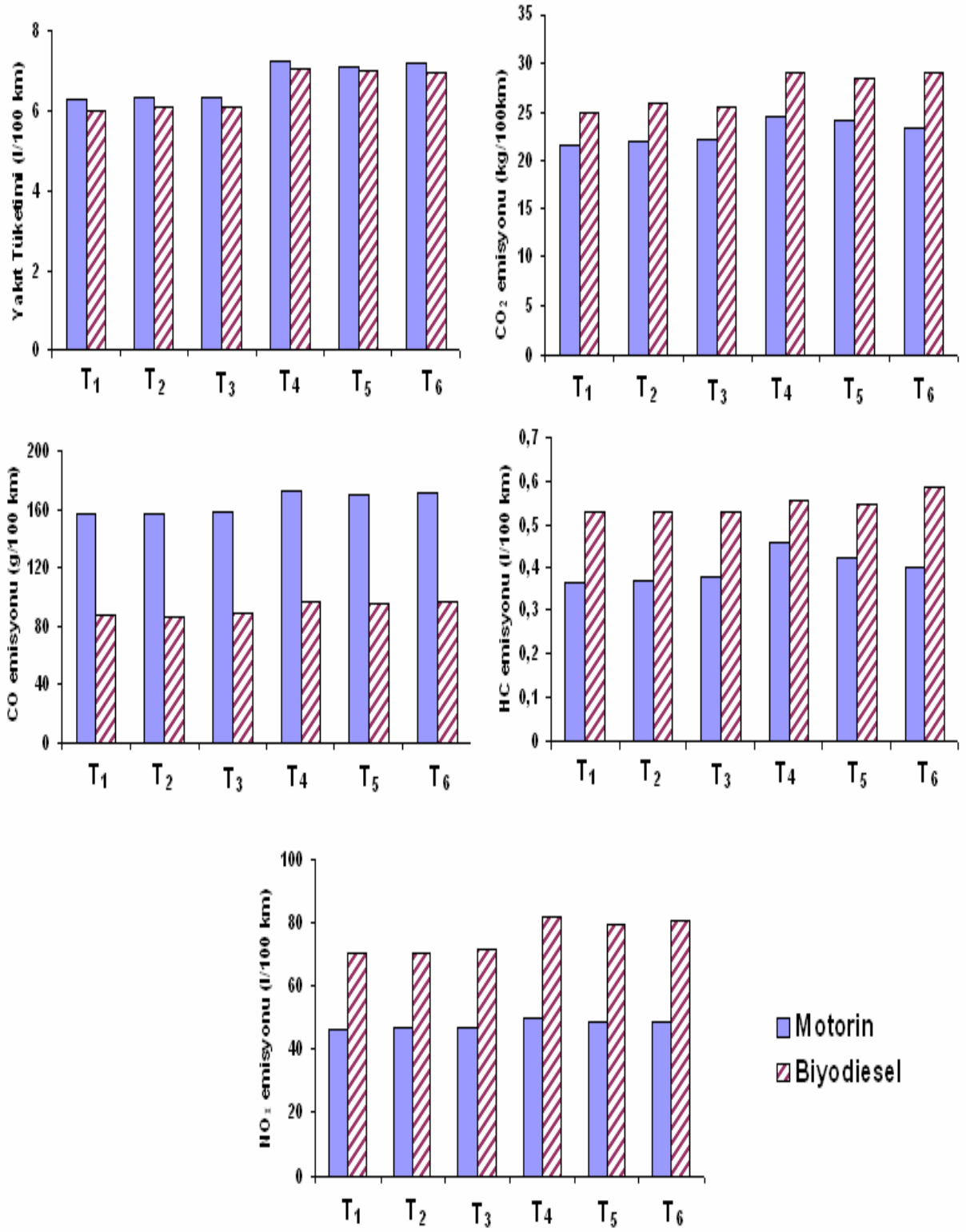
Orta ve alt segmentte toplam altı örnek taşıt özellikleri kullanılarak simülasyon çalışması yapılmıştır. Örnek taşıtların teknik özellikleri çizelge 7.1 de verilmiştir.

Taşıtlar	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
Segment	Alt	Alt	Alt	Orta	Orta	Orta
Yükseklik (mm)	1417	1405	1438	1460	1458	1453
Genişlik (mm)	1639	1695	1597	1777	1790	1762
Uzunluk (mm)	4078	4065	3985	4108	4110	4082
Ağırlık (kg)	995	950	940	1195	1227	1205
Aerodinamik Direnç Katsayısı	0,327	0,32	0,332	0,35	0,34	0,35
1. vites çevrim oranı	3,36	3,83	3,65	3,36	3,6	3,73
2. vites çevrim oranı	1,86	2,2	1,95	1,86	2,125	2,05
3. vites çevrim oranı	1,32	1,4	1,32	1,32	1,36	1,32
4. vites çevrim oranı	0,93	1	0,95	1,03	0,967	0,97
5. vites çevrim oranı	0,73	0,81	0,76	0,82	0,778	0,79
Geri vites çevrim oranı	3,55	3,46	3,55	3,55	3,5	3,55
Diferansiyel çevrim oranı	4,07	3,45	4,01	4,07	3,889	4,01
Lastik	175/65 R14	175/65 R14	170/65 R14	195/65 R15	195/65 R15	195/65 R15

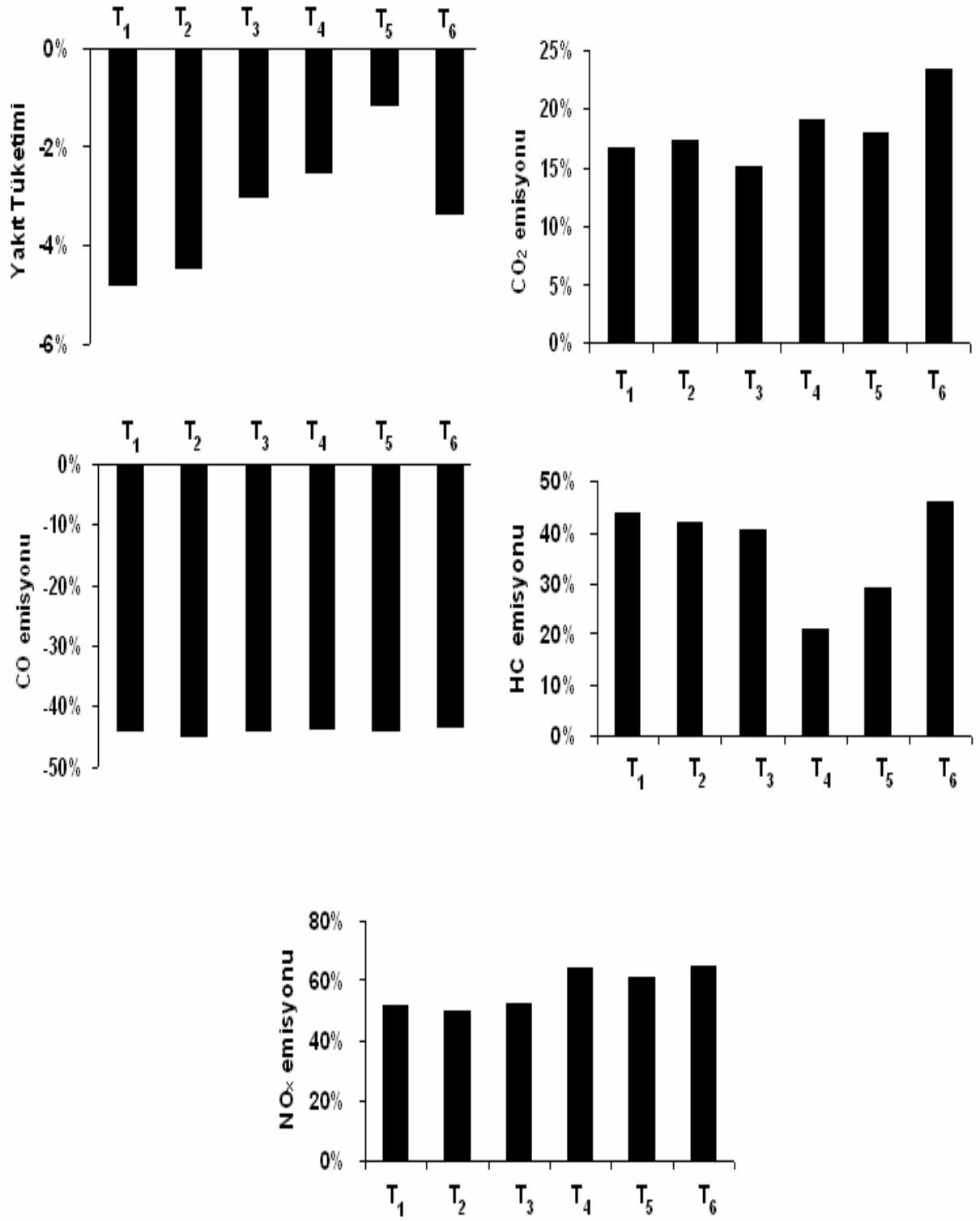
Çizelge 7.1. Simülasyon programında kullanılan örnek taşıtların teknik özellikleri

7.2. Simülasyon Sonuçları

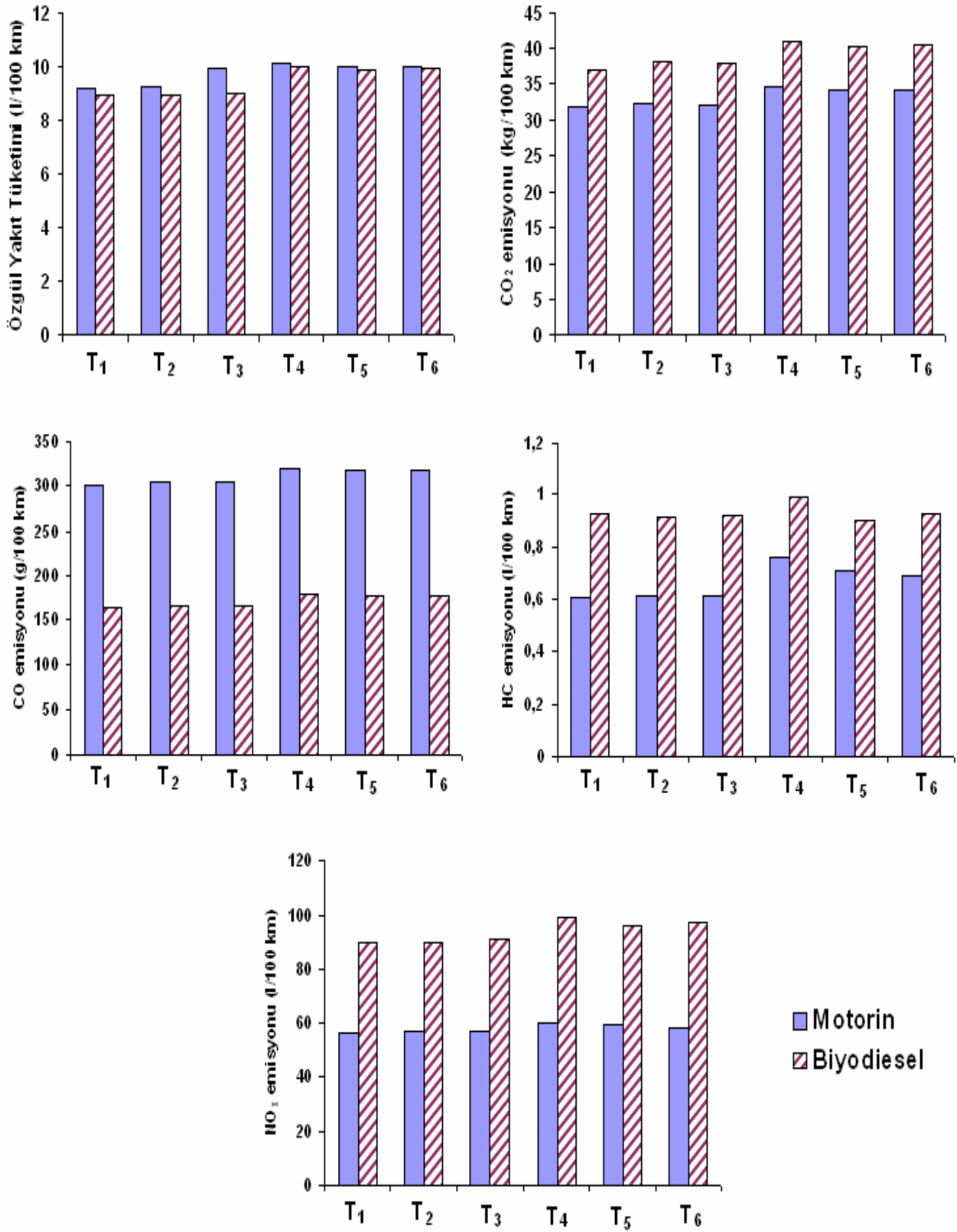
Simülasyon sonuçları her çevrimde taşıtların tükettiği yakıt ve yaydığı emisyonların karşılaştırılması ve yüzdesel değişim şeklinde verilmiştir.



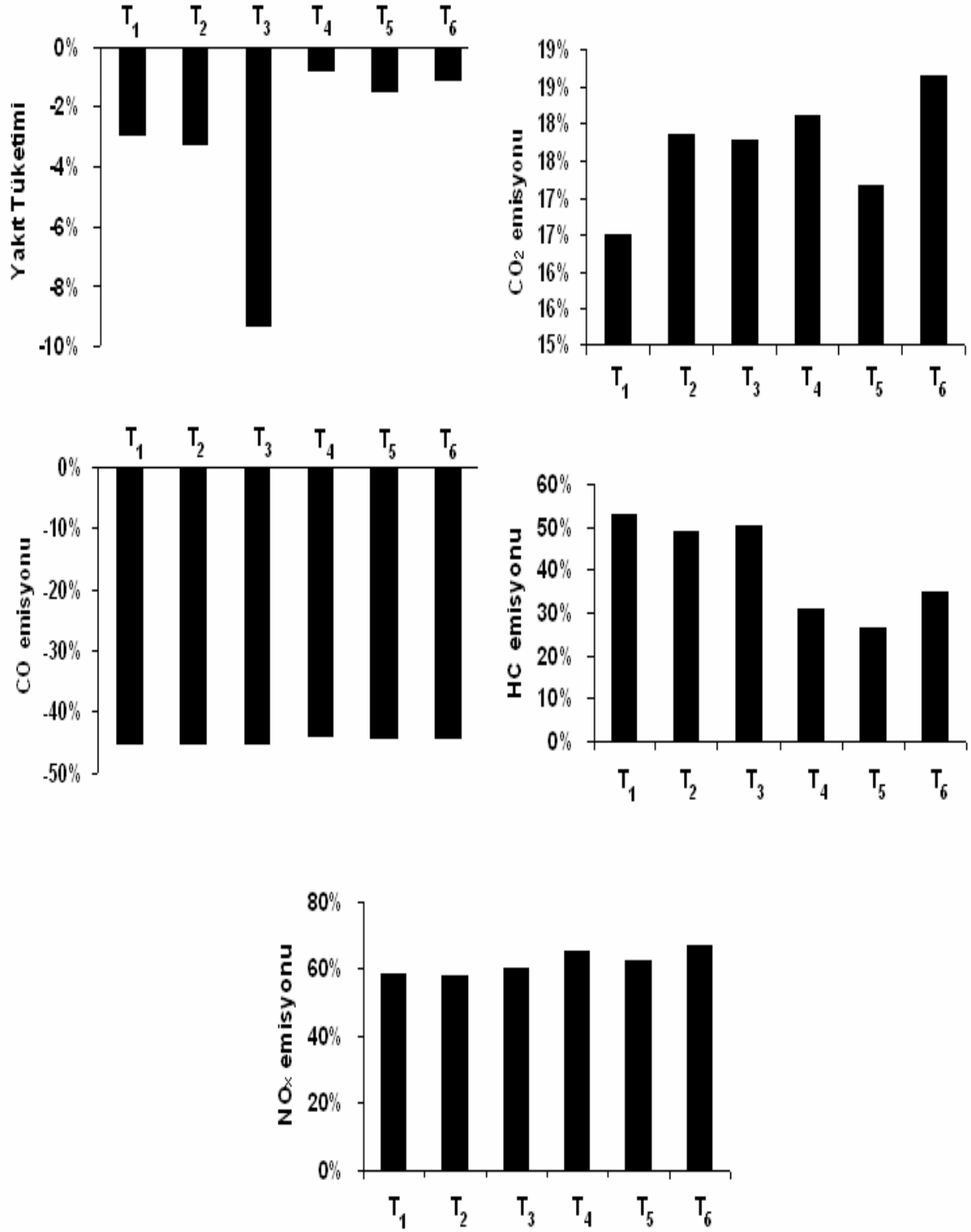
Şekil 7.15. 15Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



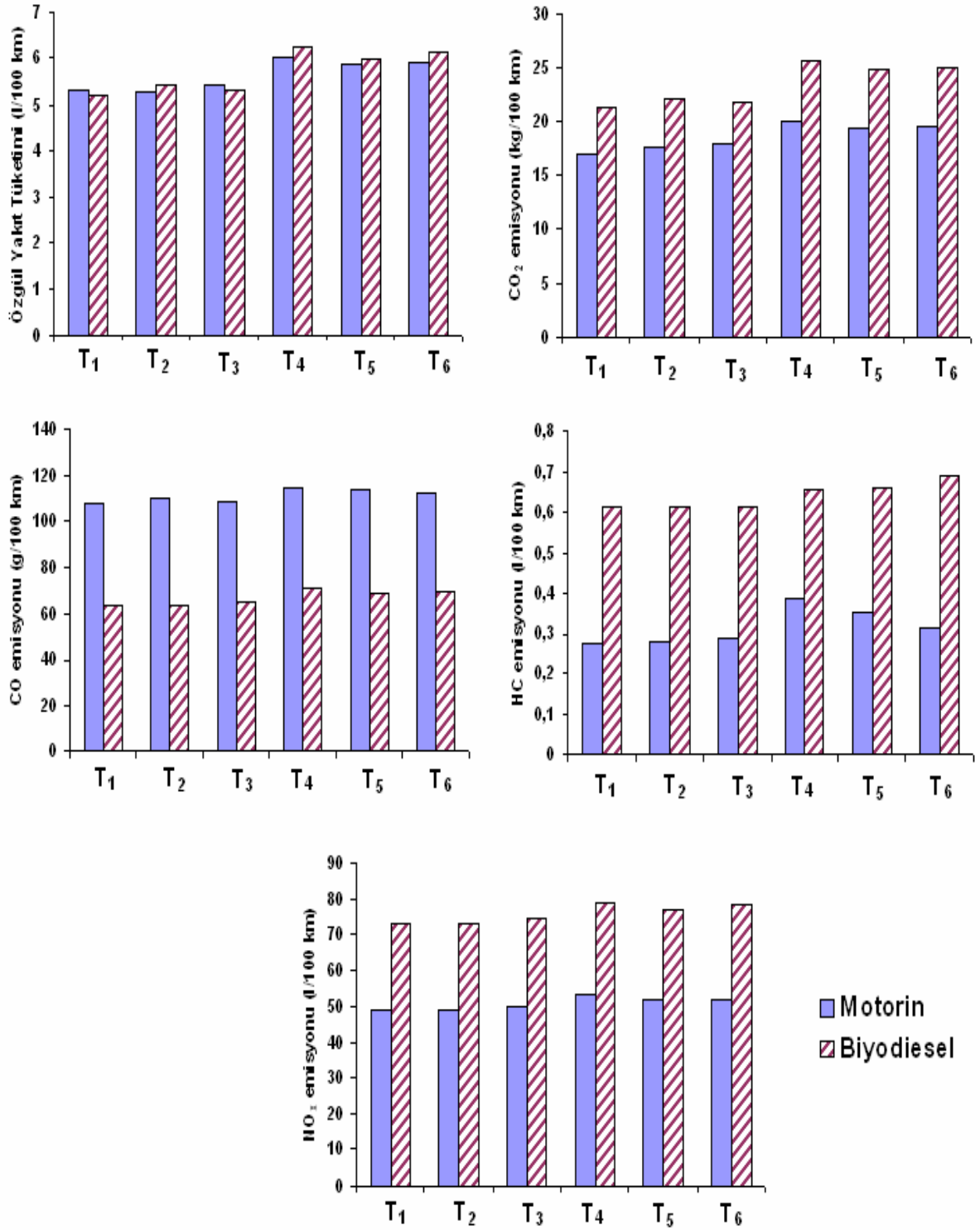
Şekil 7.16. 15Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



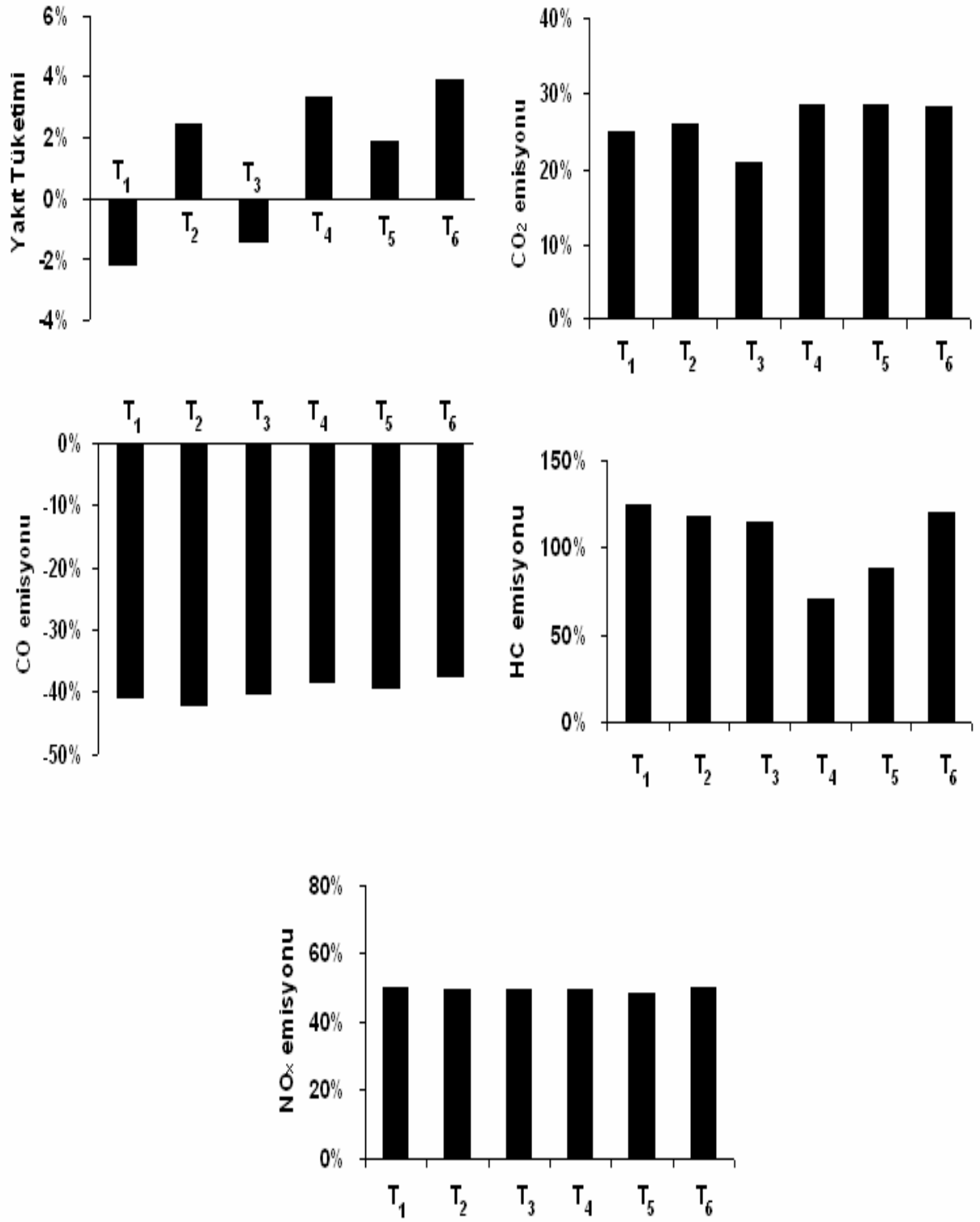
Şekil 7.17. Ece 15 çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



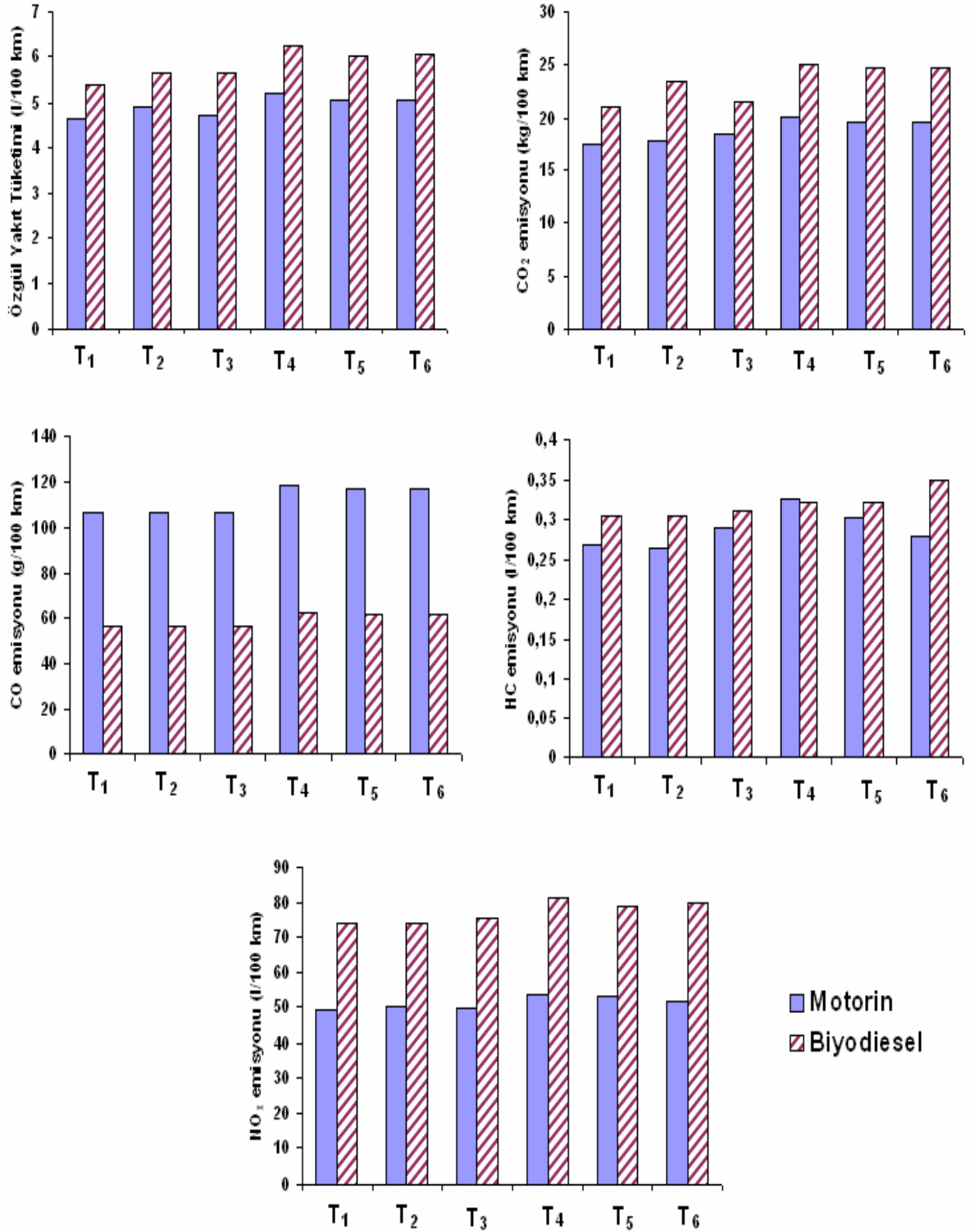
Şekil 7.18. Ece 15 taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



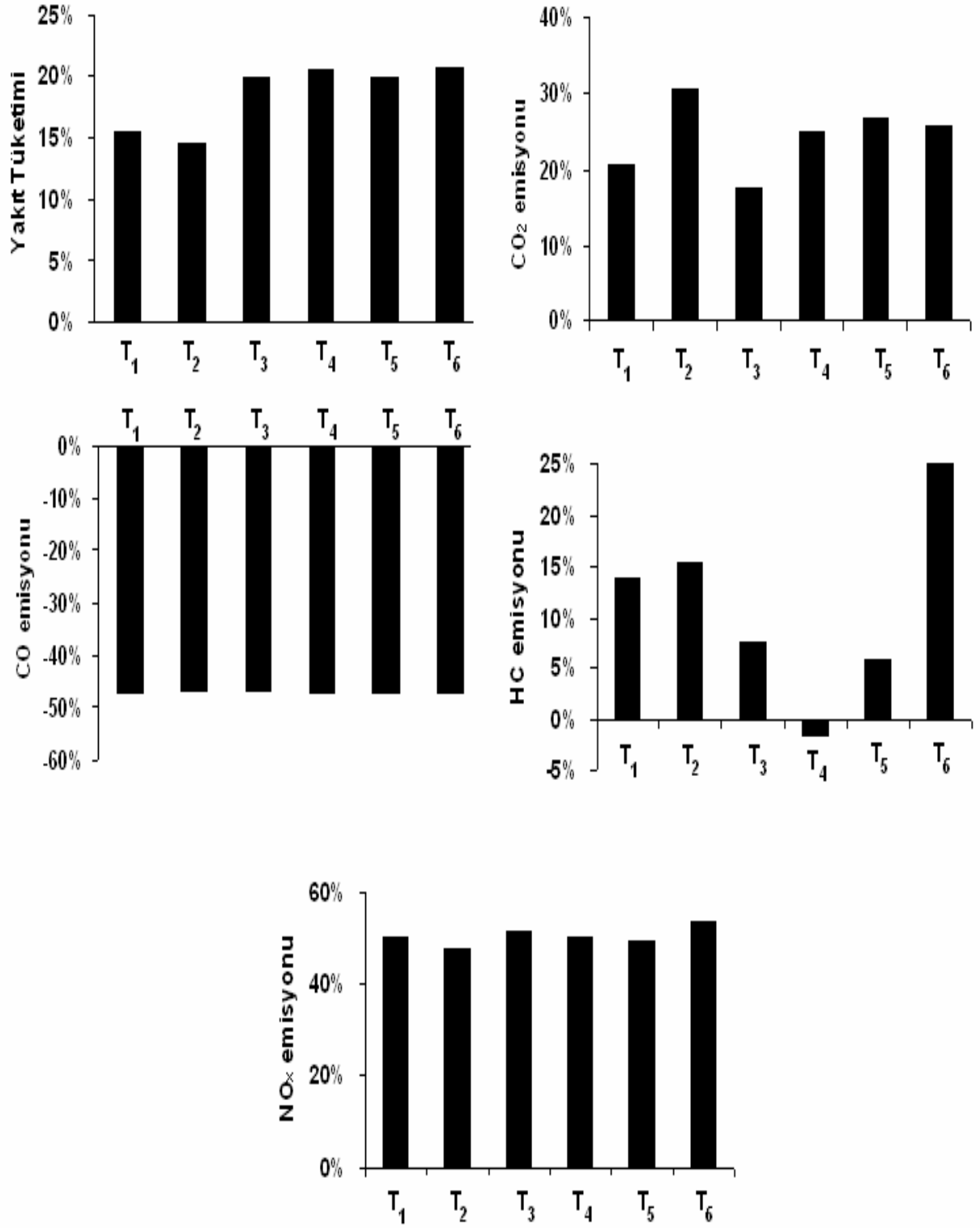
Şekil 7.19. Eudcl çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



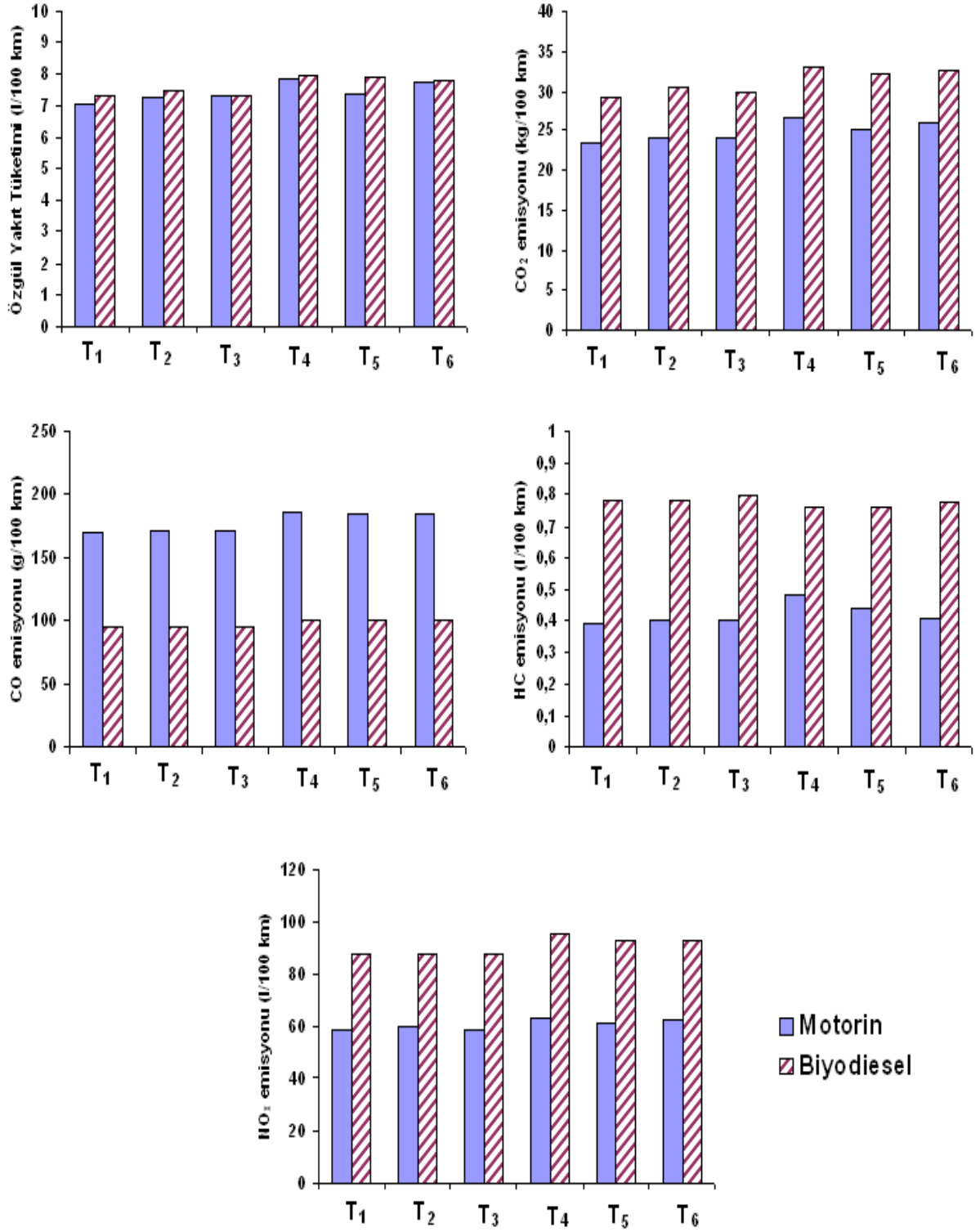
Şekil 7.20. Eudcl taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



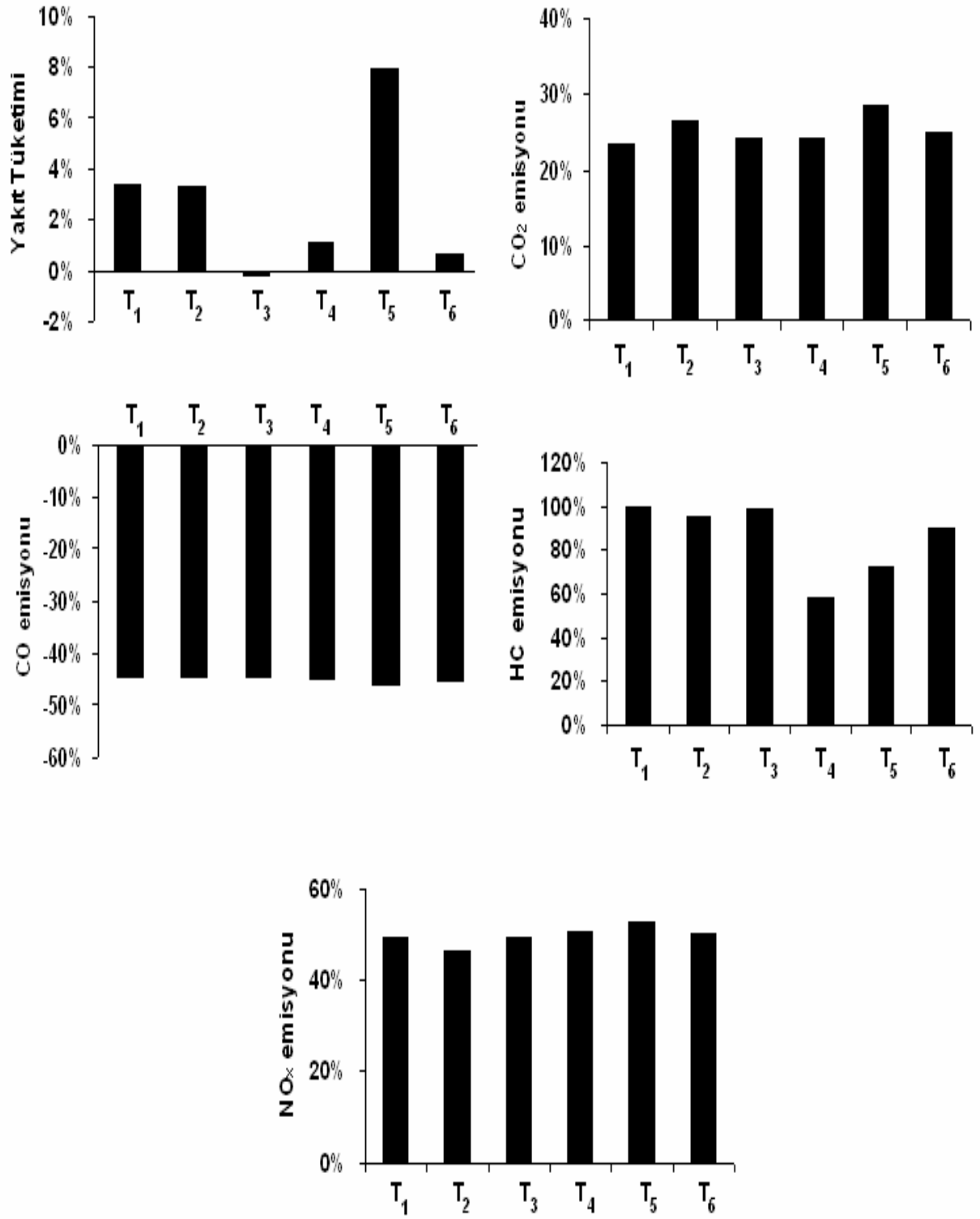
Şekil 7.21. Hyzemhighway çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



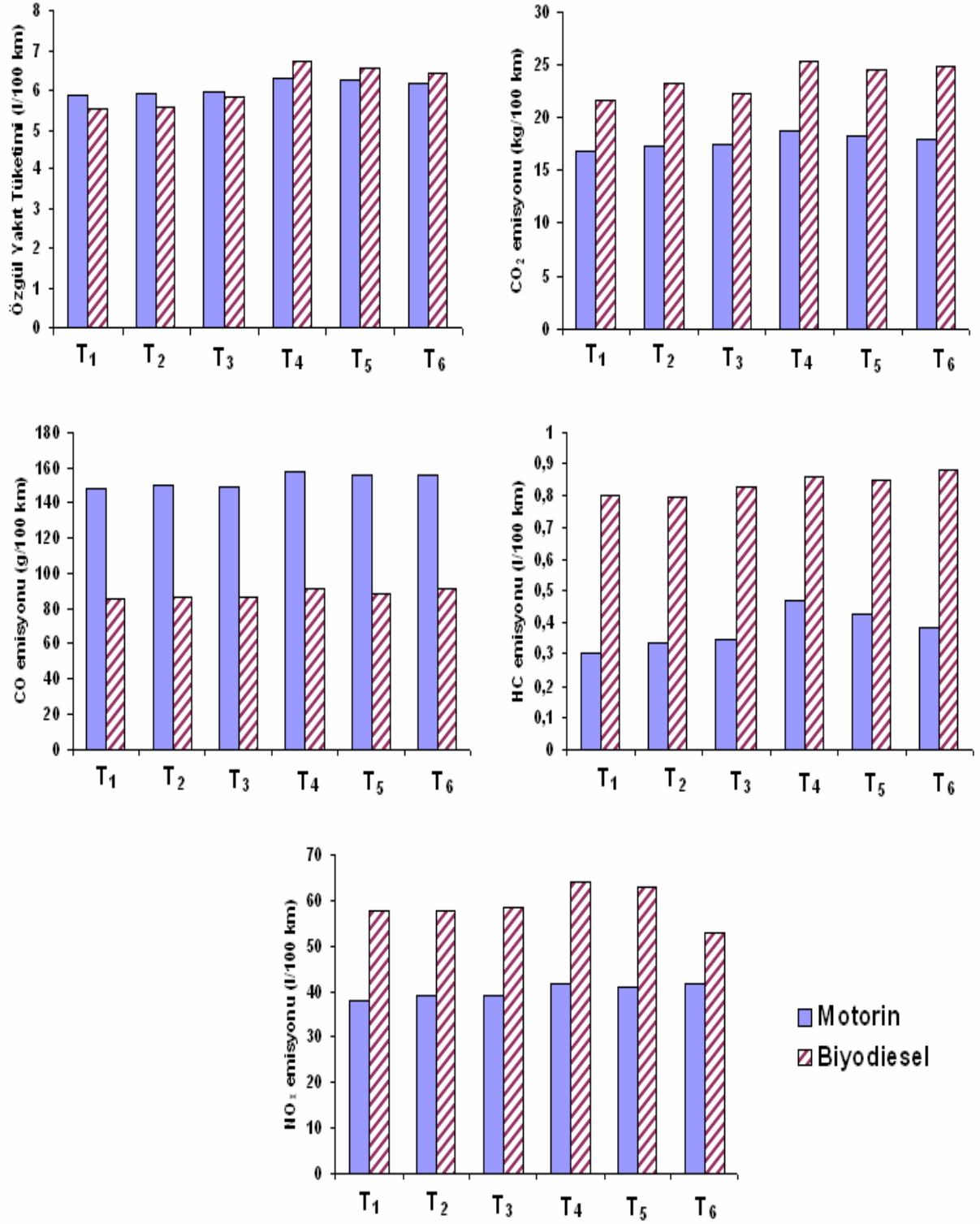
Şekil 7.22. Hyzemhighway taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



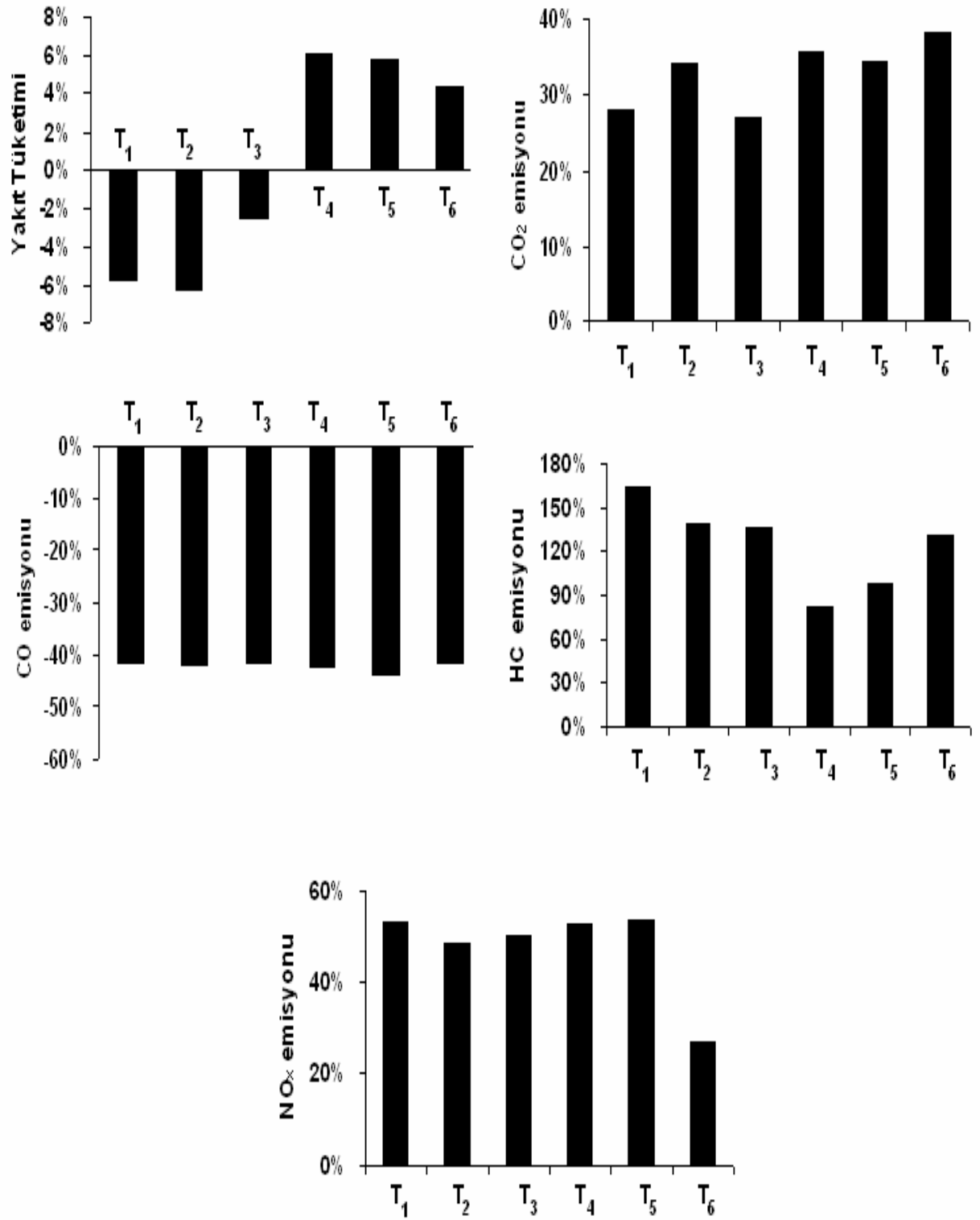
Şekil 7.23. Necd çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



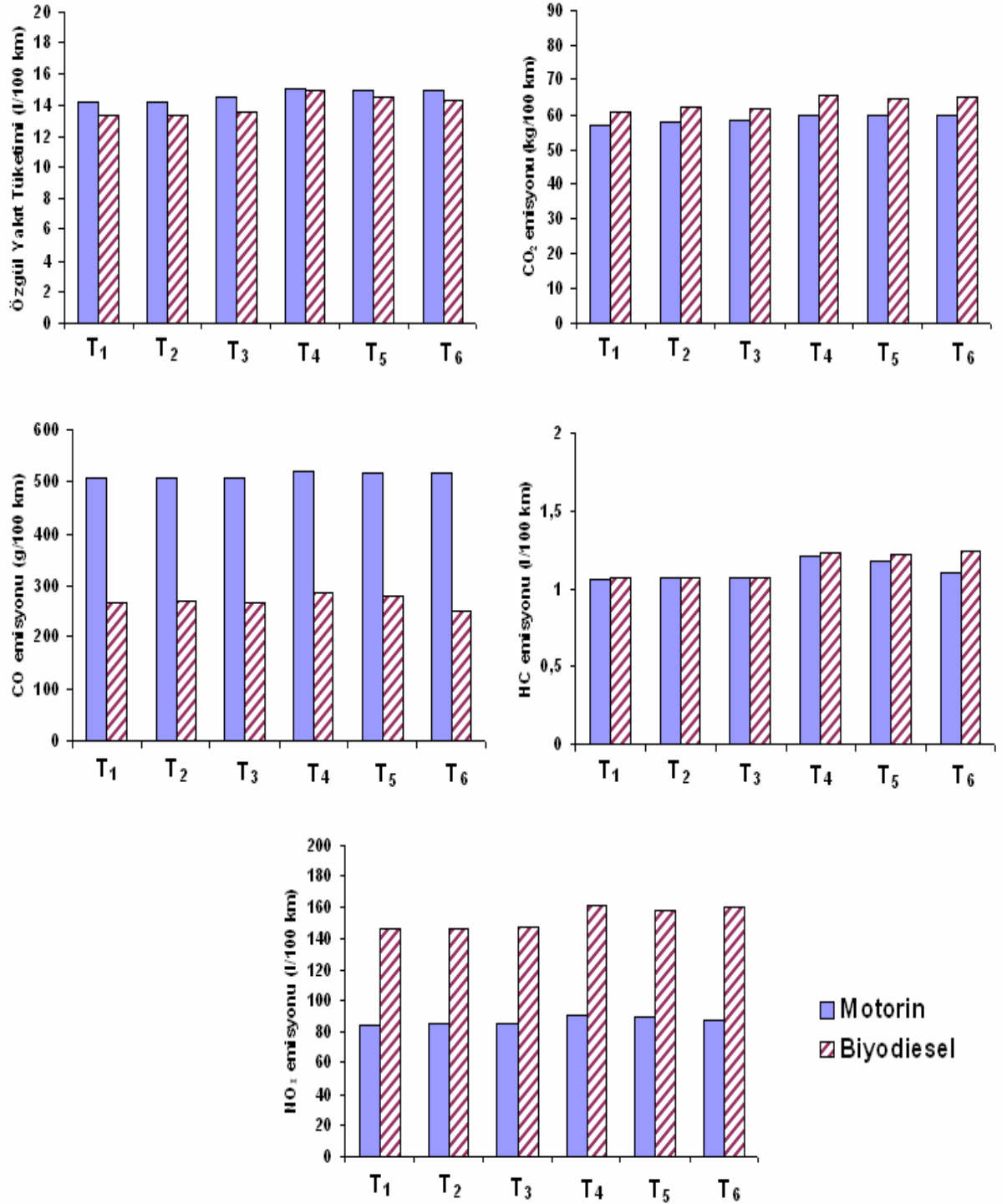
Şekil 7.24. Nedc taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



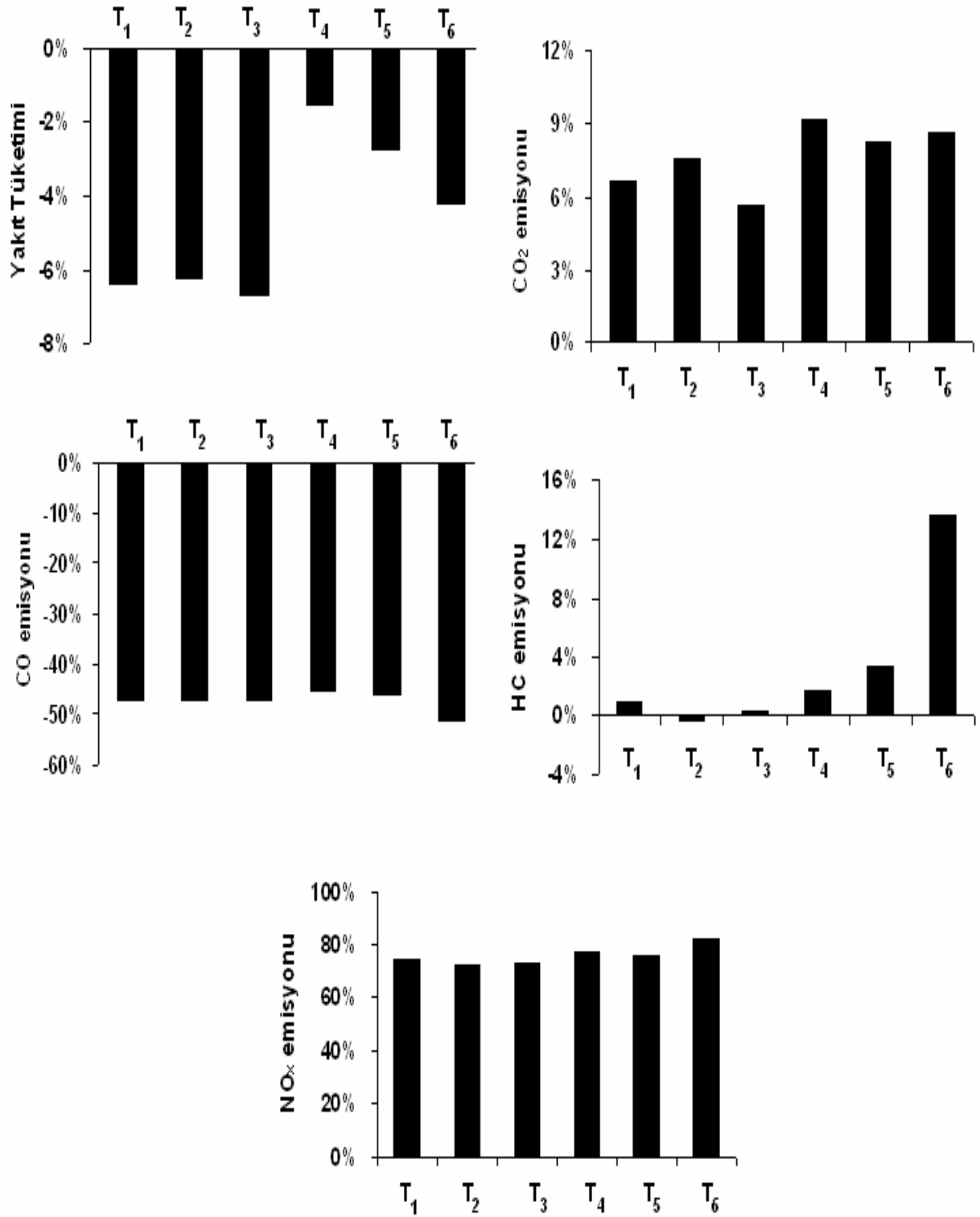
Şekil 7.25. WVU çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



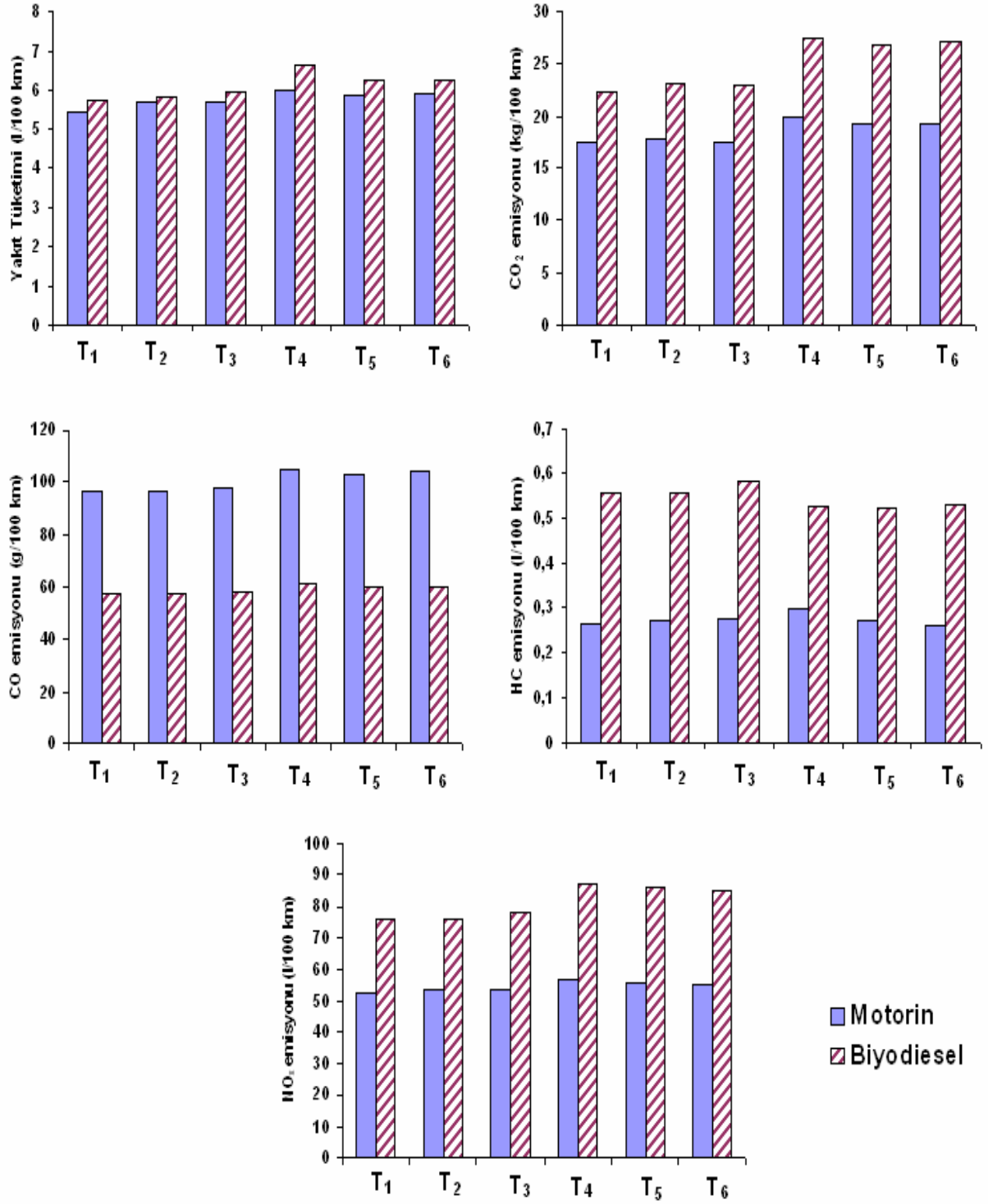
Şekil 7.26. WVU taşıt çevriminde biyodieselın yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



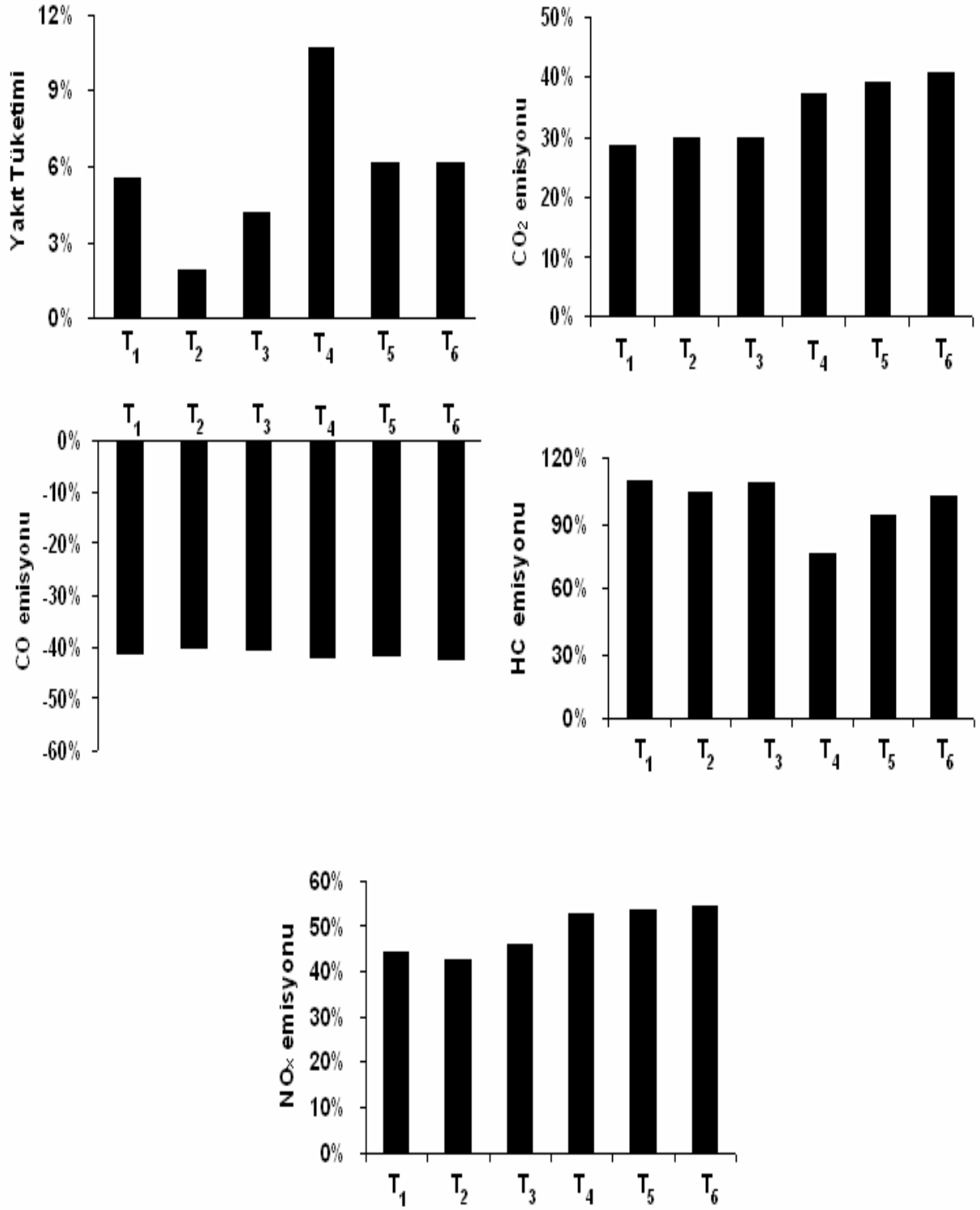
Şekil 7.27.1015Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



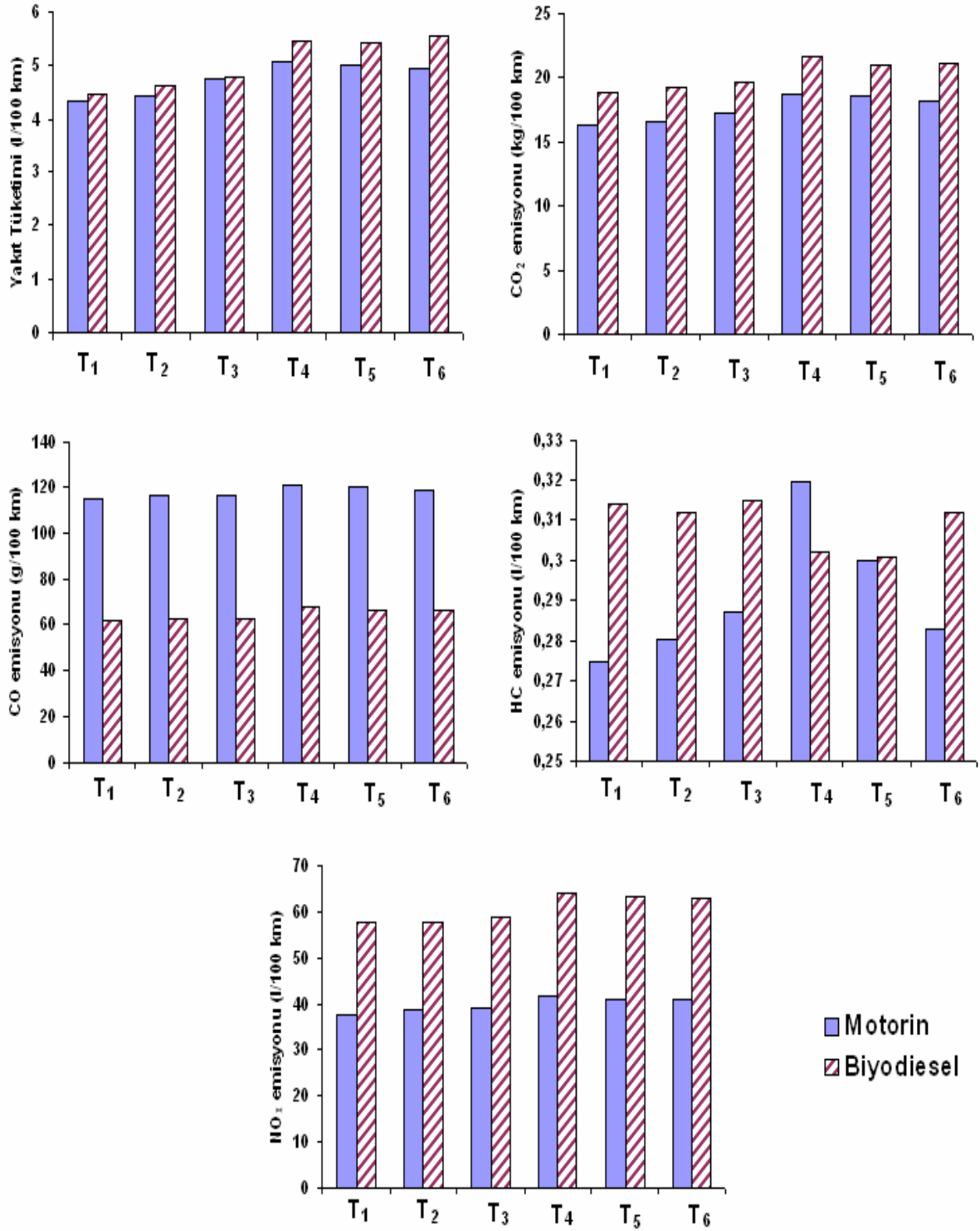
Şekil 7.28. 1015Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



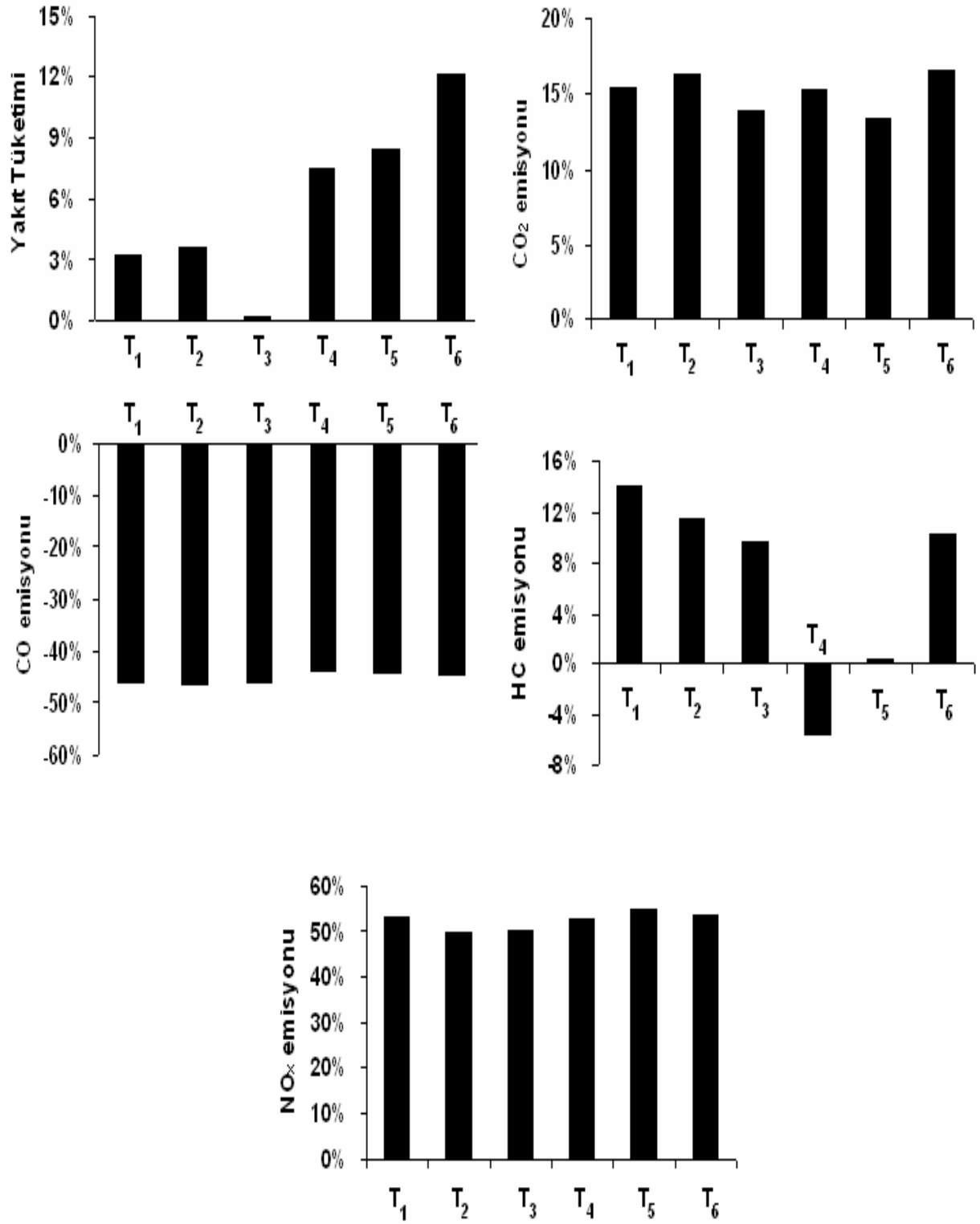
Şekil 7.29. Eude çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



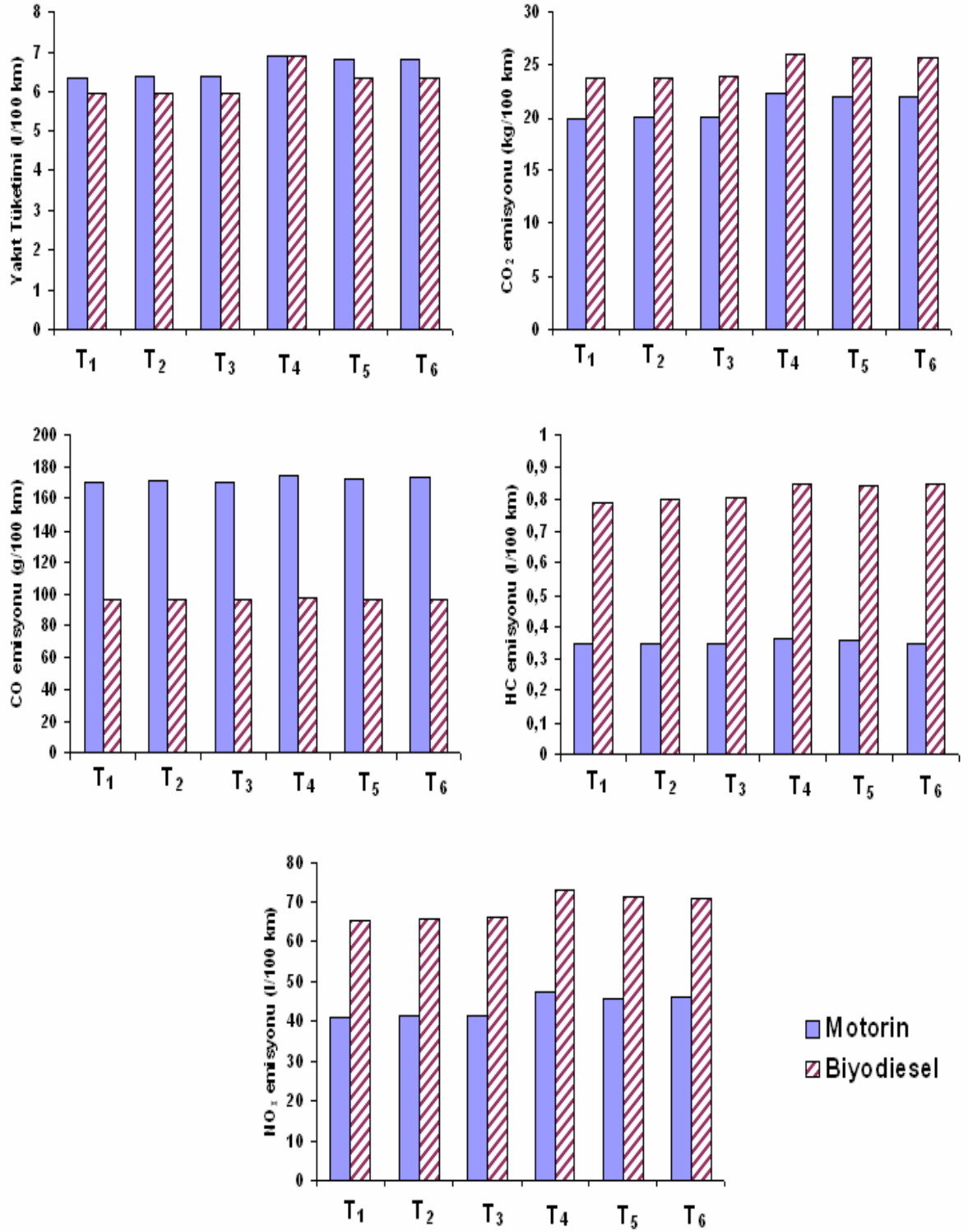
Şekil 7.30. Eudc taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



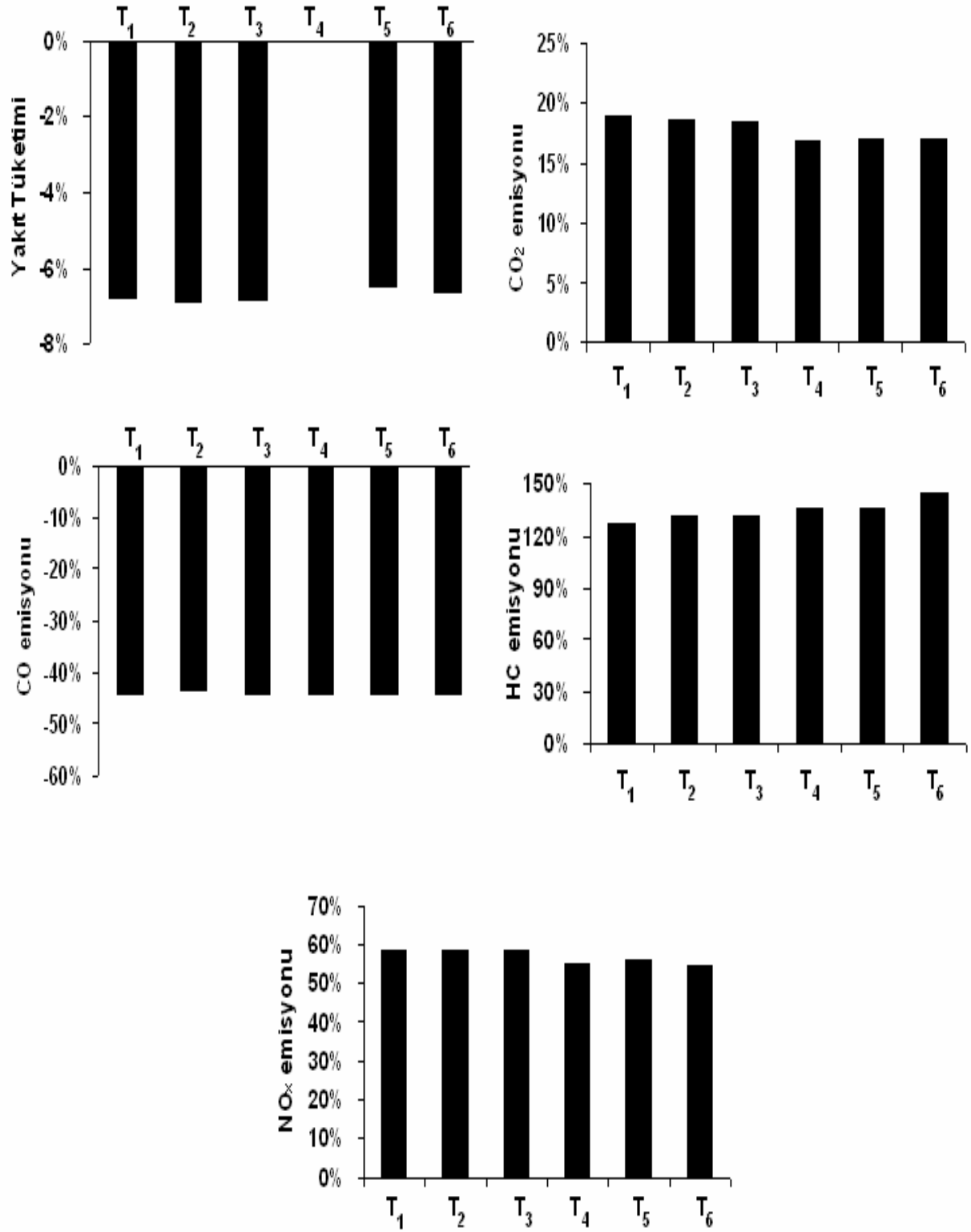
Şekil 7.31. Hfeds çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



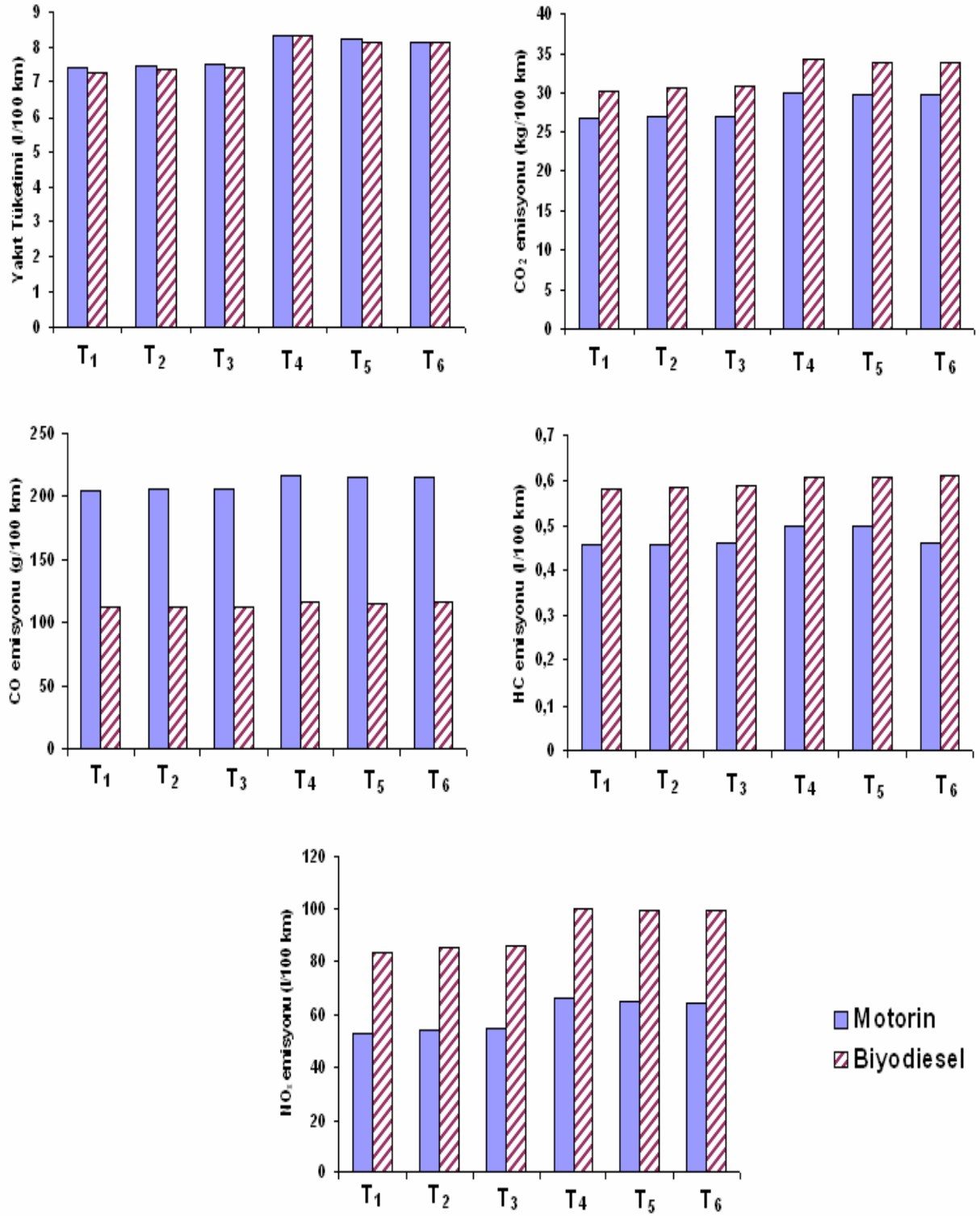
Şekil 7.32. Hfeds taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



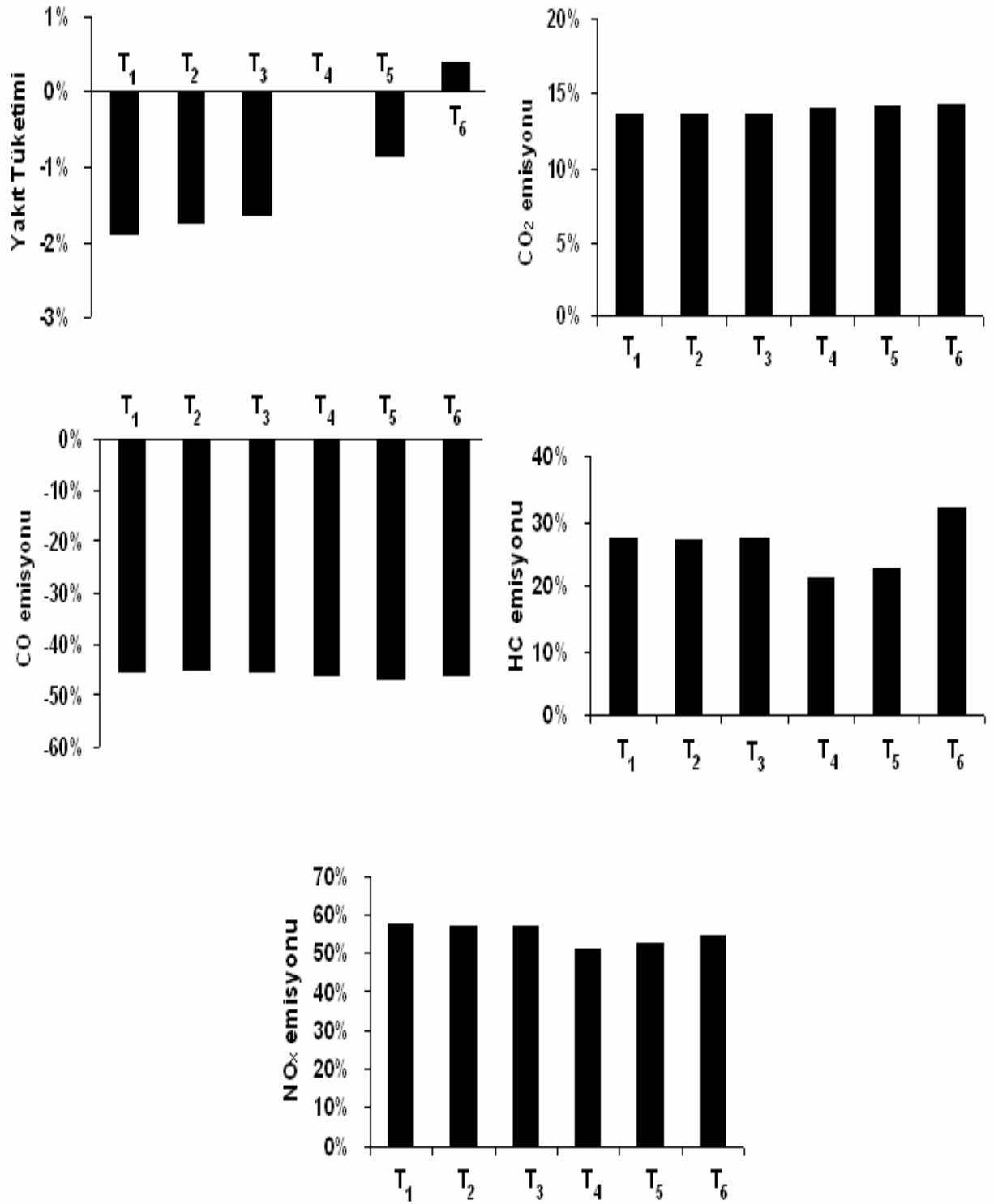
Şekil 7.33. İm240 çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



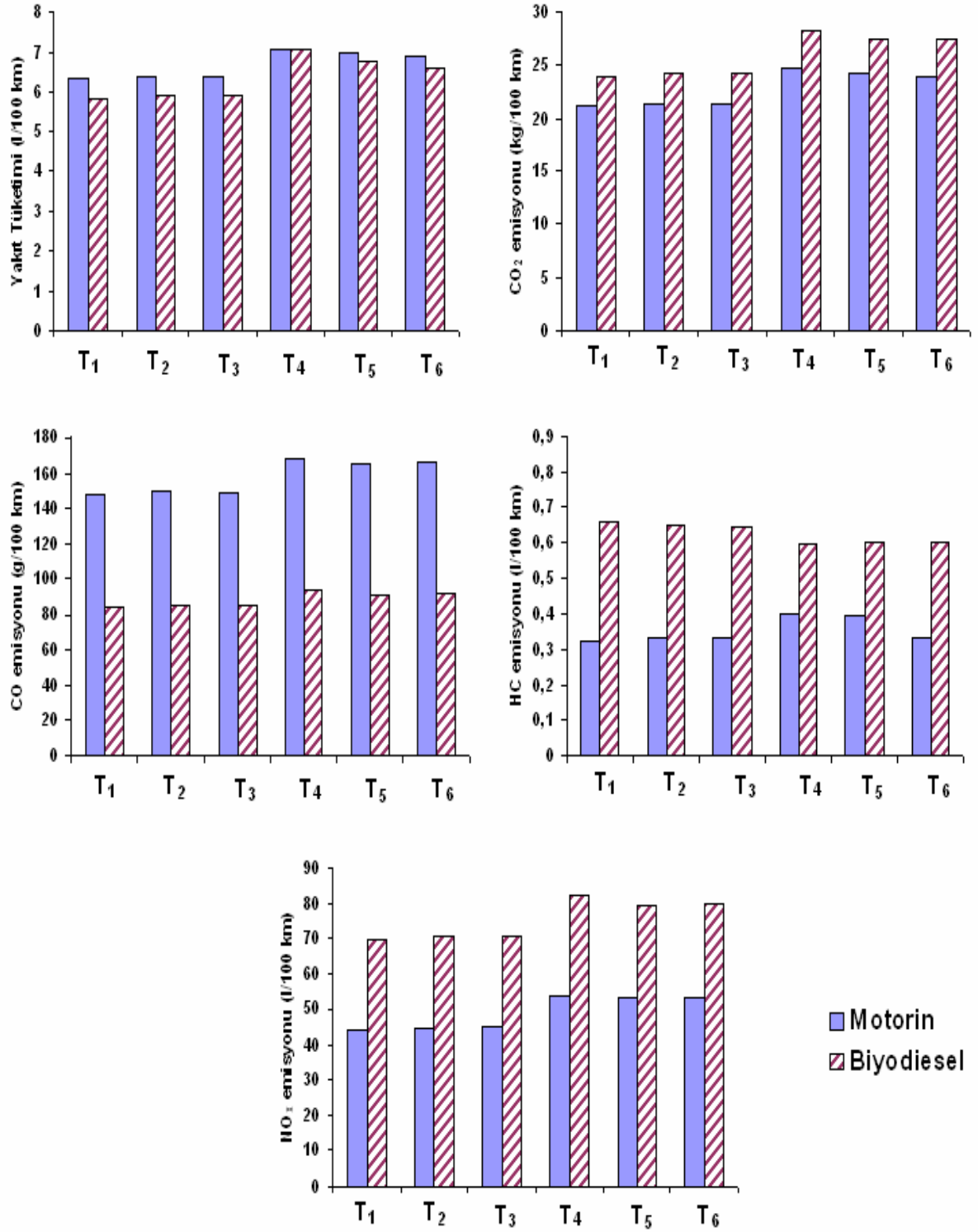
Şekil 7.34. İm 240 taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



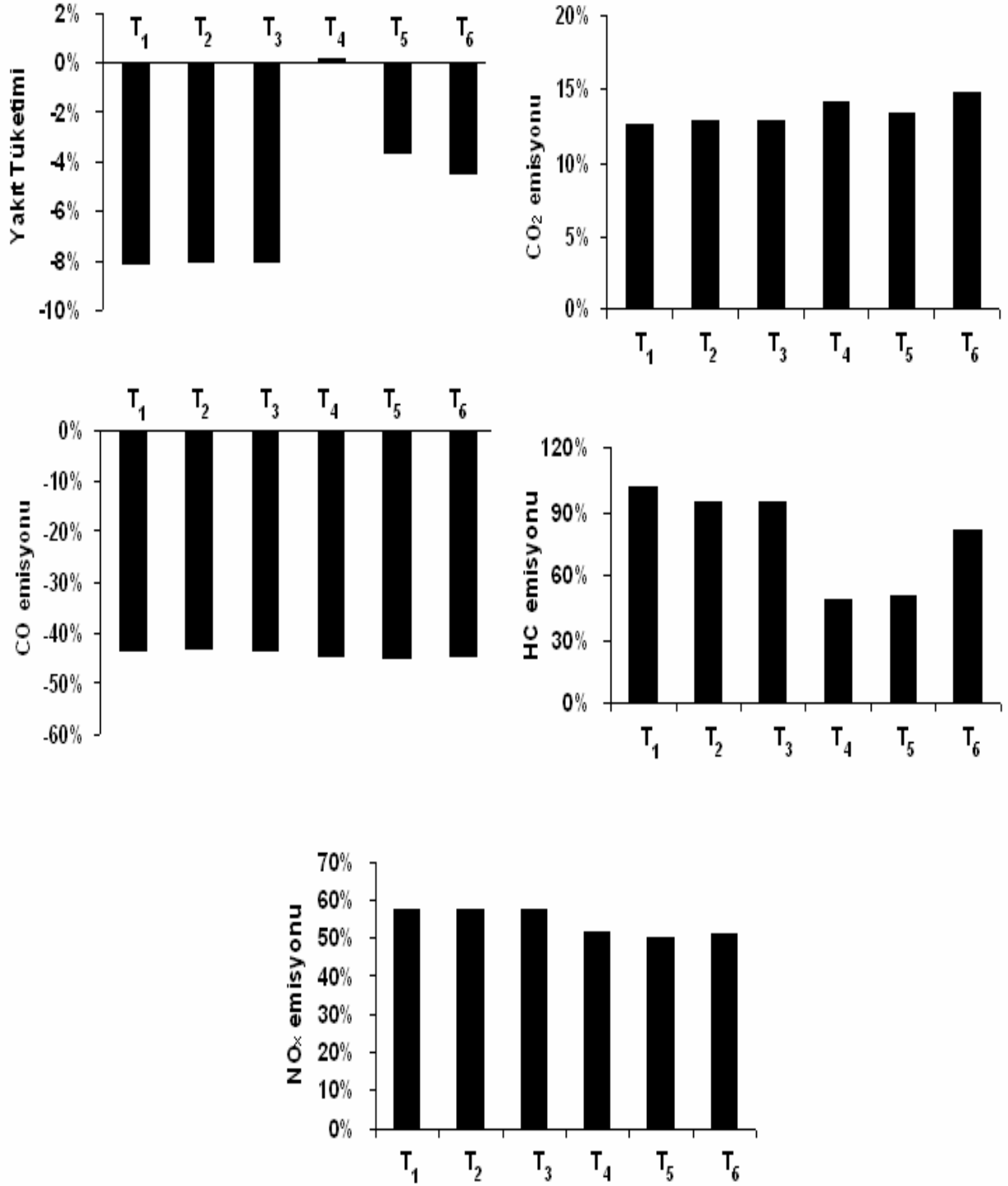
Şekil 7.35. Sfuds çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



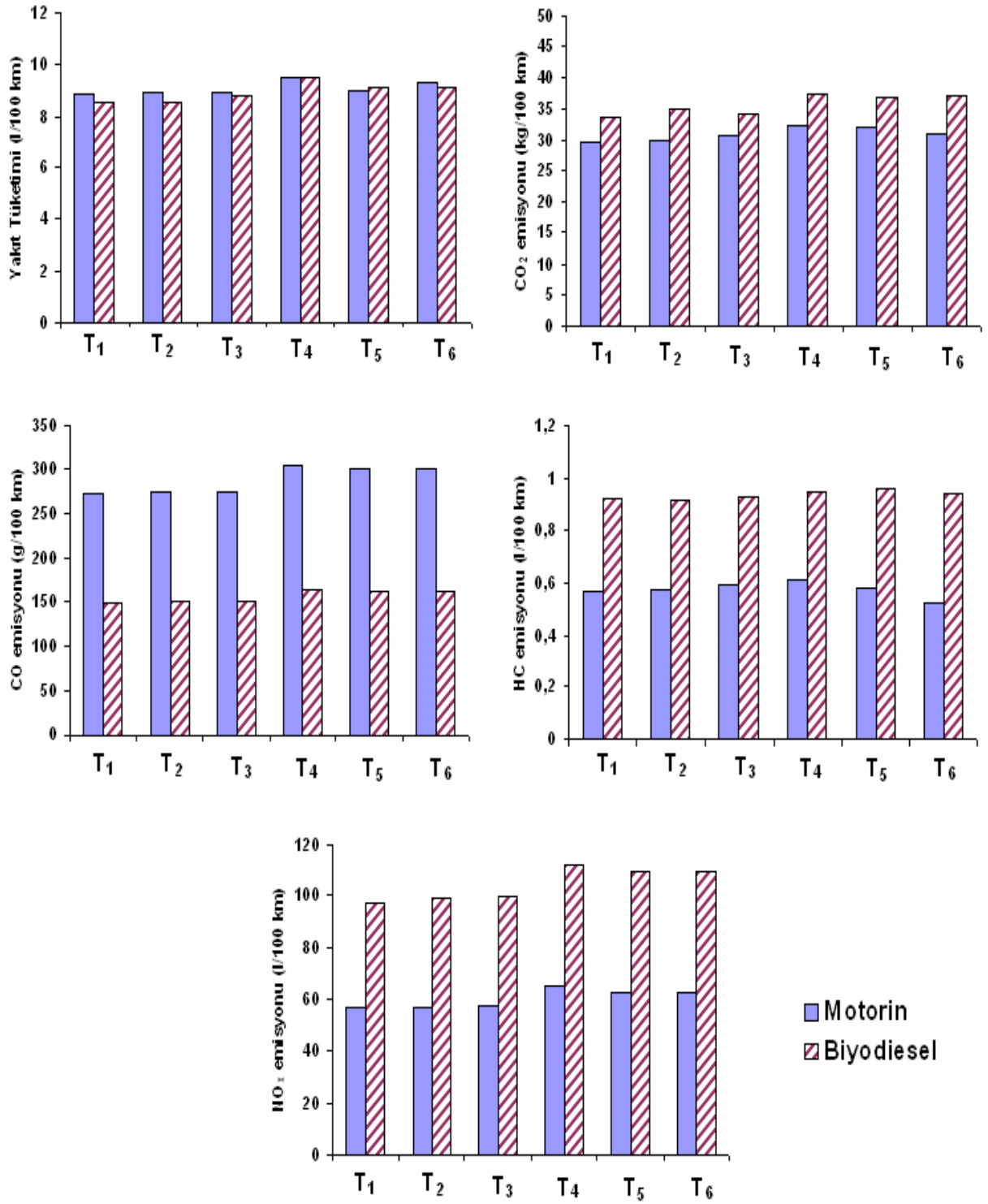
Şekil 7.36. Sfuds taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



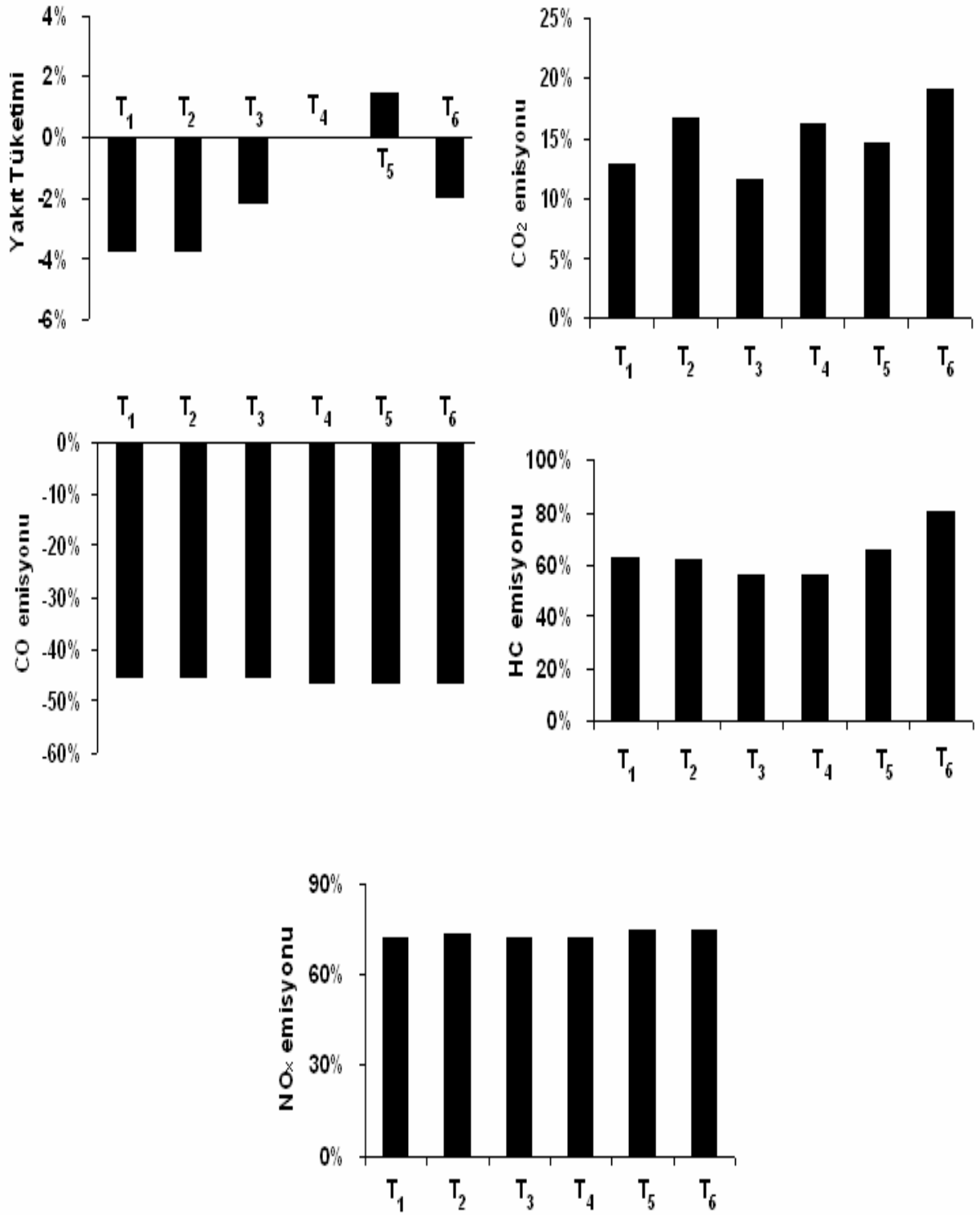
Şekil 7.37. 11Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



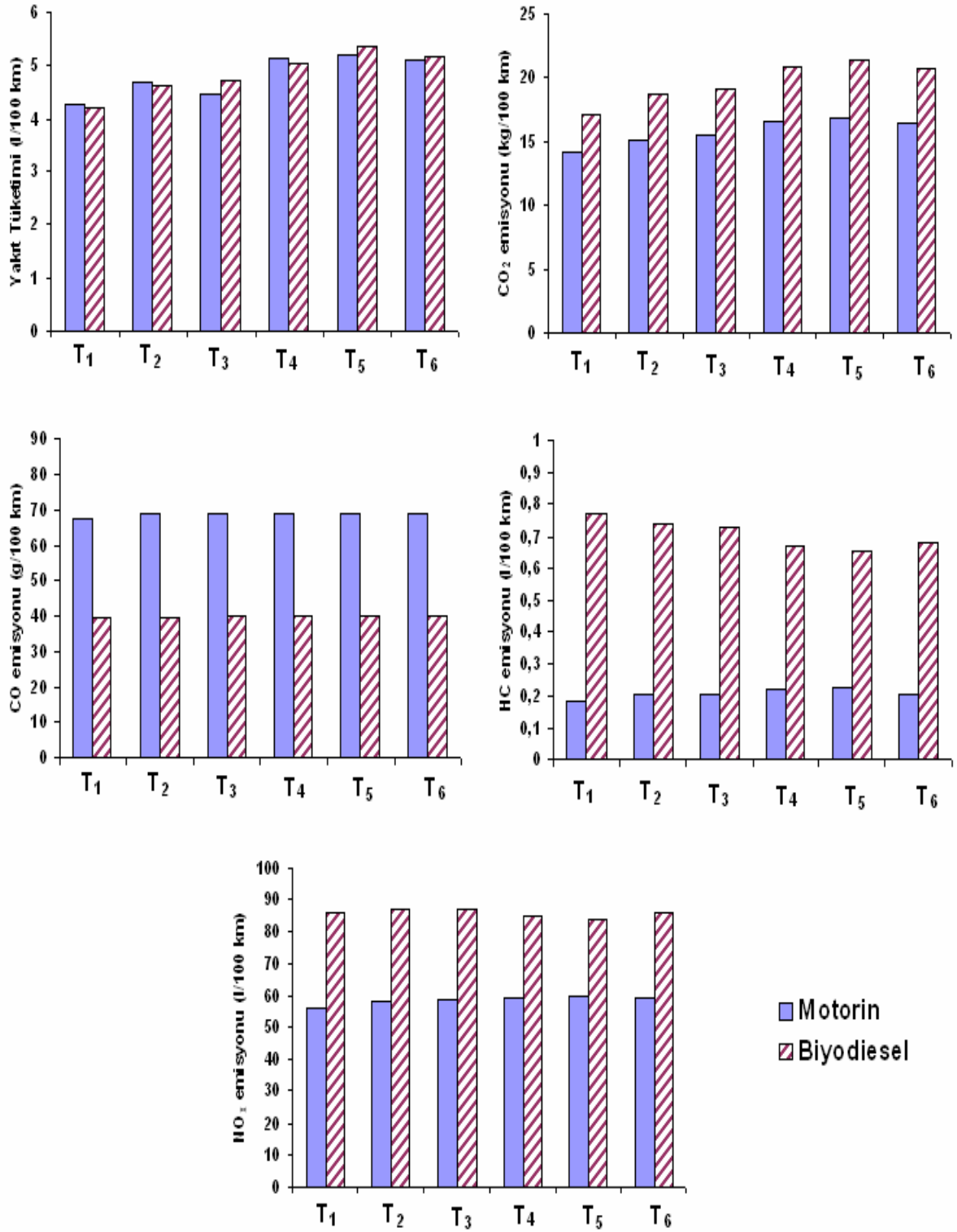
Şekil 7.38. 11Mode taşıt çevriminde biyodizelin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



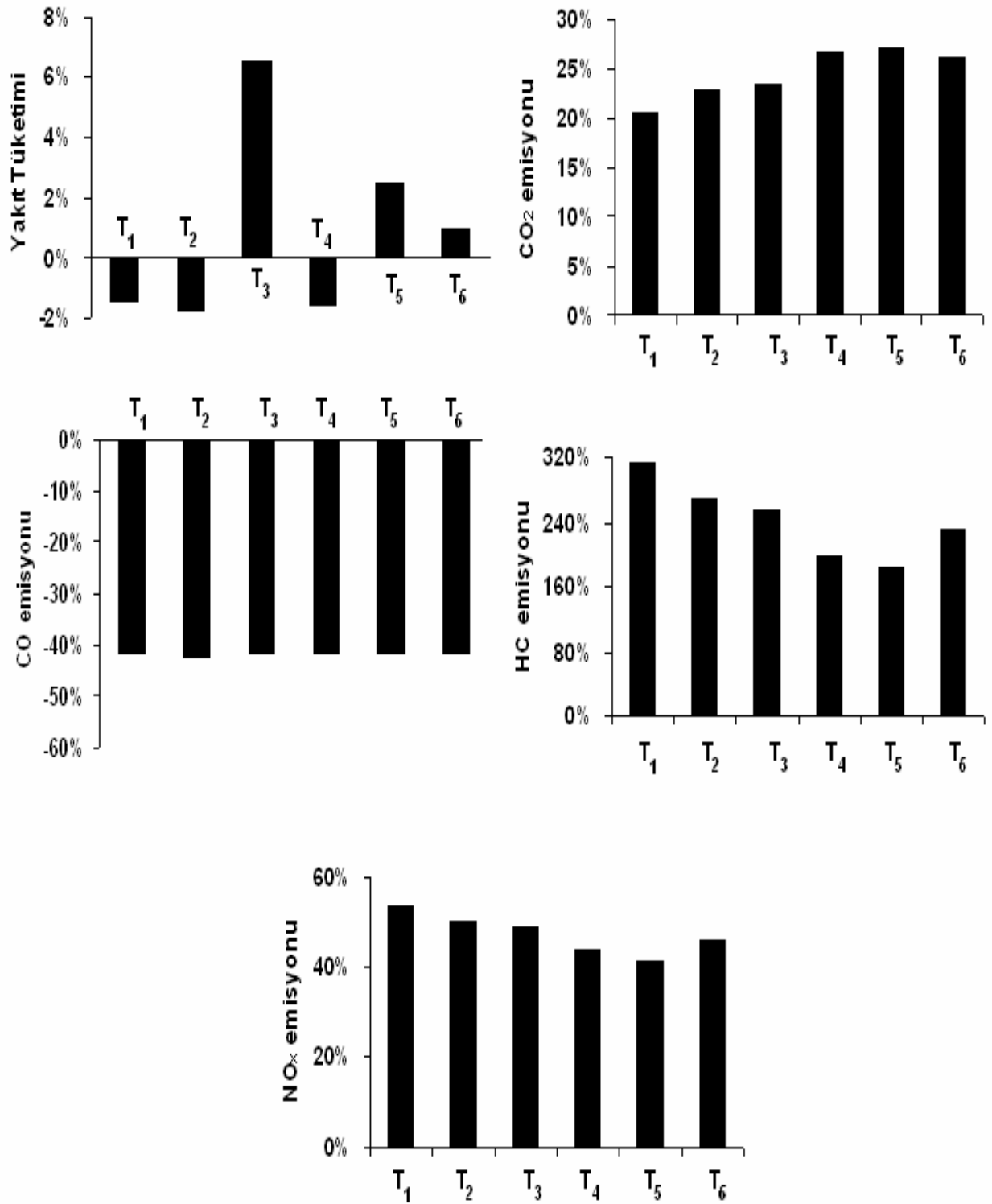
Şekil 7.39. 10Mode çevriminde yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



Şekil 7.40. 10Mode taşıt çevriminde biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi



Şekil 7.41. 90 km/h sabit hız seyir şartlarında yakıt tüketimi ve emisyonların taşıtlara göre karşılaştırılması



Şekil 7.42. 90 km/h sabit hız seyir şartlarında biyodieselin yakıt tüketimi ve emisyonlarda motorine göre yüzdesel değişimi

8.SONUÇLAR

Ülkemizde petrol kaynaklarının yetersiz olması, diğer yandan yaşanan enerji krizleri, alternatif enerji kaynaklarını gündeme getirmektedir. Bunlardan biri olan biyodieselin geleceğinin oldukça parlak olduğu söylenebilir. Özellikle ülkemizde bu sektör için tarıma elverişli alanların bulunması büyük bir avantaj oluşturmaktadır. Bunun yanında çevre açısından da oldukça olumlu sonuçları vardır. Küresel ısınmaya neden olan CO₂ gibi sera gazları, bitkisel yakıtlar kullanılarak atmosferde birikmesinin önüne geçilebilmektedir. Fakat NO_x gibi geri dönüşümü olmayan emisyonlar açısından da dezavantajı hala devam etmektedir. Özellikle deneysel çalışma sonucunda da görüldüğü gibi biyodiesel kullanımında petrol kökenli diesel yakıtından daha fazla NO_x emisyonu meydana gelmektedir. Bunun yanında taşıtlarda kullanılan NO_x emisyonunu azaltma yöntemleri bir alternatif oluşturabilir.

Deneysel çalışmalar sonucunda biyodiesel yakıtı kullanımında görülen CO gibi insan sağlığı üzerinde oldukça olumsuz sonuçları olan emisyonlarda petrol kökenli diesel yakıtına göre büyük azalmalar olması önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bunun sebebi olarak ta biyodieselin kimyasal yapısında bulunan oksijen sayesinde daha verimli yanma ile oluşan emisyon düşüşü gösterilebilir.

HC emisyonları açısından deneysel sonuçlar incelendiğinde, HC emisyonlarında görülen düzensiz değişimler, yüksek sıcaklık sebebiyle ölçüm malzemelerinde (plastik boru v.b gibi) meydana gelen bozulmalar sonucunda HC emisyonunu etkileyecek malzeme yapısından ayrıışan partiküllerin etkisi düşünülebilir. Ayrıca bir miktar HC molekülünün is partiküllerinin üzerine yapışarak değişik devir ve sıcaklık etkisiyle bazen belirlenmeden atılması bazen de is partikülleri üzerinden ayrışıp belirlenmesi neticesinde farklı sonuçlar çıkmasına sebep olduğu söylenebilir. Simülasyon sonuçlarında da deneysel sonuçlara bağlı olarak düzensiz değişimler göze çarpmaktadır.

Motor performansı açısından bakıldığında deneysel sonuçlardan görüldüğü gibi motor gücünde petrol kökenli diesel yakıtından %6, momentte %4,8 kadar daha düşük değerler elde edilmektedir. Bu biyodieselin ısıl değerinin petrol kökenli diesel yakıtından %13 kadar daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında biyodiesel yakıtının daha yoğun olması performans düşüş miktarını azaltmıştır.

Yakıt tüketimi açısından incelendiğinde standart seri çevrimlerle elde edilen sonuçlara göre litre bazında petrol kökenli diesel yakıtıyla başa baş sonuçlar verdiği görülmektedir. Kütleli olarak ise biyodiesel ile yakıt tüketimi daha yüksek olmaktadır.

Simülasyon sonucunda biyodiesel kullanımıyla CO₂ emisyonlarında, petrol kökenli diesel yakıtından biraz daha yüksek değerler görülmüştür. Biyodieselin CO₂ emisyon değerleri 100 km de tüketilen kütleli biyodiesel miktarının ortalama 4,5–5,5 katı kadar olduğu görülmektedir. Bu sonuç, 1 kg biyodieselin üretiminde atmosferden 3 kg CO₂ tüketilmesi (Taşyürek, 2004) durumuyla karşılaştırıldığında, taşıtlarda tüketilen kilogram başına biyodieselin atmosfere 1,5–2,5 kg civarında geri dönüşümsüz CO₂ emisyonu saldığı söylenebilir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde biyodiesel yakıtının küresel ısınmayı önleyici değil de geciktirici etki yapabileceği sonucuna varılabilir. Ancak atmosfere atılan CO₂ emisyonlarının büyük bir kısmının sanayiden, bir kısmının da ulaştırmadaki benzinli taşıtlardan olması biyodiesel kullanan diesel taşıtlarının sağladığı avantajın etkisini oldukça azaltmaktadır.

Standart seri çevrimler ile yapılan simülasyonlar incelendiğinde alt segment taşıtlarında yakıt tüketimi ve emisyon değerlerinde dikkate değer farklar görülmemektedir. Görülebilecek birkaç istisna, çalışma esnasında motor haritası üzerinden hesaplanan değerler farklı taşıt özellikleri nedeniyle vites geçişi v.b. gibi durumlarda değişen motor çalışma şartlarından kaynaklanmaktadır. Orta segment taşıtlarında ise doğal olarak yakıt tüketimi ve emisyonlarda bir miktar artış gözlenmiştir. Orta segment taşıtlarının da kendi aralarında yakıt tüketimi ve emisyon değerlerinde göze çarpıcı bir değişim görülmemektedir.

Deney ve simülasyon sonuçları incelendiğinde özetle şu sonuçlara varılmıştır;

- Güç ve tork performanslarında biyodiesel yakıtında bir miktar düşüş gerçekleşmiş,
- Biyodiesel ve petrol kökenli diesel yakıtı ile hemen hemen aynı yakıt tüketimi olmuş,
- CO₂ emisyonlarında biyodiesel ile petrol kökenli diesel yakıtından bir miktar yüksek sonuçlar görülmüş,
- CO emisyonlarında biyodiesel yakıtında oldukça yüksek azalmalar meydana gelmiş,
- HC emisyonlarında biyodiesel yakıtında daha yüksek değerler görülmüş,
- NO_x emisyonlarında biyodiesel ile petrol kökenli diesel yakıtından daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.
- CO dışında diğer tüm emisyonlarda biyodiesel ile daha yüksek değerler alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Ulusoy, Y., (2000), Kullanılmış Ayçiçek Yağı Metil Esterinin Alternatif Yakıt Olarak Kullanımı, Bursa.
- Türk Otomotiv Sanayii Genel ve İstatistikî Bilgileri Bülteni, (2001), Otomotiv Sanayii Derneği, Ankara.
- Ulusoy, Yahya ve Yücel, Tekin, (2003), Kullanılmış yağ metil esterinin Türkiye şartlarında diesel motorlu bir araçta kullanımı ve emisyon sonuçları, Bursa.
- Tüsiad Raporu, (2003), 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi EİEİ, Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Demirbaş, A., (2002), Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey, Trabzon.
- Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D., Kates, M., (2002) Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment, Ottawa.
- Taşyürek, M., (2004), İçten Yanmalı Motorlarda Biyomotorin Yakıtlarının Geleneksel Yakıtlarla Emisyon Değerlerinin Karşılaştırılması, Konya.
- Ulusoy, Y., ve Alıbaş, K., (2002), Diesel Motorlarda Biyodiesel Kullanımının Teknik ve Ekonomik Olarak İncelenmesi, Bursa.
- Türkoğlu, N. (2005), Biyodiesel Üretimi
- Çimen, G., ve Özbursa, M., (2005), Atık Kızartma Yağının Diesel Yakıtı Olarak Kullanılabilirliği, Konya.
- Çetinkaya, M., Ulusoy, Y., Tekin, Y., Karaosmanoğlu, F., (2004), Engine and winter road test performances of used cooking oil originated biodiesel, Bursa.
- Baldassarri, L. T., Battistelli C. L., Conti, L., Crebelli, R., Berardis, B., Iamiceli, A. L., Gambino, M., Iannaccone, S., (2003), Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and 'biodiesel' blend, İtalya.

İNTERNET KAYNAKLARI

[1] www.gap-dogu-kalkinma.com

[2] www.betoser.com

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	01.09.1982
Doğum yeri	Bulgaristan
Lise	1997 – 2000 Kemal Hasoğlu
Lisans	2000 – 2004 Uludağ Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü