

ALTERNATİF DİZEL MOTOR YAKITI OLARAK BİODİZEL YAKITININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Murat Karabektaş, Halil İbrahim Saraç

Özet- Artan araç sayısına bağlı olarak, dünyada petrol kökenli motor yakıtlarına olan talep hızla artmaktadır. Dünya petrol rezervleri, bu hızlı talep artışına paralel olarak hızla tükenmektedir. Ayrıca, motorlu araç sayısının bir artışı olarak, egzoz emisyonlarından kaynaklanan hava kirliliği, önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizinin de etkisiyle hızlanan alternatif motor yakıtları ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalar sonucu, dizel motorlarında çok fazla değişime gereksinim duyulmadan motorinin yerine geçebilecek bir yakıt olarak biodizel yakıtı ortaya çıkmaktadır. Biodizel yakıtının önemli bir özelliği ise; yenilenebilir alternatif yakıt olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Dizel motor, alternatif yakıt, biodizel, motor performansı.

Abstract- The demand for petroleum based engine fuels is increasing rapidly as the number of the vehicles on the roads increases day by day. This increasing demand causes petroleum reservoirs on the earth being depleted rapidly. Besides this air pollution resulted from motor vehicles also becomes more serious with increasing number of vehicles, causing an important environmental problem.

Studies on alternative engine fuels which accelerated with petrol crisis observed in 1970's are still going on. As a result of these studies it has been found that biodiesel fuels can be used instead of diesel fuels without requiring too much change on a existing diesel engine. An important property of biodiesel fuels is it's being a renewable alternative fuel.

Keywords : Diesel engine, alternative fuels, biodiesel, engine performance.

M. Karabektaş, Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü
H.İ.Saraç, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

I.GİRİŞ

Dünyada toplam fosil enerji kaynakları rezervi, yaklaşık 900 milyar ton petrol eşdeğerindedir. Bu miktarın %75'lik kısmını kömür rezervleri oluşturmaktadır. Geri kalan kısımları ise, petrol ve doğalgazdan meydana gelmektedir.

Dünya kömür rezervi toplam 1041 milyar ton, petrol rezervi 135,4 milyar ton, doğalgaz rezervinin ise 124 trilyon m³ olduğu tahmin edilmektedir.

Mevcut kaynakların üretim ve tüketiminin bu düzeylerde sürdürülmesi durumunda, petrol kaynaklarının 40 yıl, doğalgaz kaynaklarının 60 yıl, kömür kaynaklarının ise 240 yıllık ömrünün kaldığı hesaplanmaktadır.[1]

Türkiye enerji rezervleri, dünya toplam rezervleri içinde küçük düzeylerde bulunmaktadır. Ülkemiz üretilebilir petrol rezervi 43,7 milyon ton, doğalgaz rezervi ise 8,9 milyar m³'tür. Ülkemiz taşkömürü rezervi 1,1 milyar ton, linyit rezervi ise 8,4 milyar tondur. Bugünkü üretim seviyesi ile ilave rezerv tespiti olmaması halinde ülkemizde petrol için 14 yıl, doğalgaz için ise 16 yıl üretim yapılabilecektir. Ülkemizde de dünyadaki gelişmelere paralel olarak araç sayısında yıllar itibariyle artış olmuştur. 1954 yılında toplam 46 bin olan Türkiye'deki araç sayısı, 1999 yılında 5,5 milyon adede ulaşmıştır. [2] Araç sayısındaki artışla birlikte, motorlarda yakıt olarak kullanılan petrol kökenli yakıtların tüketimi de artmıştır. Türkiye'de de dünyadaki gelişmelere paralel olarak benzin ve motorin talebi de artış eğilimi göstermiştir. 1999 yılında Türkiye'de toplam 4,56 milyon ton benzin talebi, 8,4 milyon da motorin talebi olmuştur. Yapılan hesaplamalarda, Türkiye'nin benzin talebinin 2010 yılında 9,2 milyon tona, 2020 yılında 14,6 milyon tona çıkacağı öngörülmektedir. Türkiye'nin motorin talebi ise 2010 yılında 12,6 milyon tona, 2020 yılında ise 15,5 milyon tona çıkacaktır. [3] Araç sayısına paralel olarak artan yakıt tüketimine bağlı olarak, egzoz emisyon miktarları, başta metropoller olmak üzere, dünyadaki birçok şehirde tehlike sınırlarının üzerine çıkmıştır. Egzoz emisyon değerlerini sınırlamak için, ABD ve Avrupa ülkelerinde sıkı emisyon standartları getirilmiştir

II. ALTERNATİF MOTOR YAKITLARI

1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizinden sonra hızlanma eğilimi gösteren, alternatif motor yakıtlarına olan ilginin ana sebepleri şunlardır;

- 1-) Ham petrol arzında meydana gelebilecek azalma veya kriz dönemlerinde diğer yakıtlara kolayca geçiş sağlanabilmesi.
- 2-) Uzun dönem için, yakıt talebinin karşılanabilmesi güvencesinin sağlanması.
- 3-) Hava kirliliğinin azaltılması. Alternatif yakıtlardan çoğunun petrol kökenli yakıtlara göre daha az kirletici emisyon ürettikleri bilinmektedir.
- 4-) Enerji ihtiyacının petrole bağımlı kalmaksızın yerel kaynaklardan sağlanması.

Alternatif motor yakıtlarının kullanımı konusunda, ülkeden ülkeye değişen yaklaşımlar görülmektedir. Örneğin; benzinli araçlarda alternatif yakıt için Brezilya gibi ülkelerde etanol, geniş bir kullanım alanı bulmuşken, Avrupa ülkelerinde LPG kullanımı daha yaygın olarak görülmektedir. Alternatif yakıt kullanımında belirleyici olan faktörlerden biri, yakıtın üretimi, dağıtımı ve son tüketiciye ulaştırılması konusudur. Diğer bir faktörde, yakıtın fiyatıdır. Gaz ve sıvı olarak alternatif motor yakıtlarını şu şekilde sınıflandırabiliriz ;[4]

- Gaz yakıtlar
 - Doğalgaz (CNG, LNG)
 - Propan (LPG)
 - Hidrojen
- Sıvı yakıtlar
 - Metanol
 - Etanol
 - Biodizel

III. BİODİZEL

Biodizel yakıtı, kolza yağı, ayçiçek yağı ve soya yağı gibi saf bitkisel yağlardan, kullanılmış bitkisel yağlardan ve hayvansal yağlardan üretilebilmektedir. Bu yönüyle biodizelin en önemli özelliklerinden biri olarak, yenilenebilir bir alternatif yakıt olması gösterilebilir. [5]

Saf bitkisel yağların dizel motorlarında direkt kullanılması ile pratikte birçok problem ortaya çıkabilmektedir. Bu problemlerin ana sebebi yanmanın tam olarak sağlanamamasıdır. Saf bitkisel yağların kullanımı sonucu, enjektör iğnesi tıkanması ve bozulması, aşırı motor birikintisi, yağlama yağı seyrelmesi, piston segmanı sıkışması, silindir yüzeylerinde aşınma, bitkisel yağın polimerizasyonundan dolayı motorda yağlama yağının bozulması gibi arızalar görülebilir. Yukarıda sayılan faktörlerin yanında bitkisel

yağ kullanımında, soğuk havada zor çalışma, kötü ateşleme, ateşleme yapılamaması gibi faktörlerde, uzun süreli çalışmalarda ortaya çıkmaktadır.

Bitkisel yağın kimyasal yapısı değiştirilerek, dizel yakıtına (motorin) yakın özellikler taşıyan bir yakıt elde edilebilmektedir. Bu yöntem için en bilinen örnek bitkisel yağın esterleştirilmesidir. Esterleştirme işleminde (transesterification); bitkisel yağ, yağ asidi metil esterine dönüştürülür.

III.1. Biodizel Yakıt Özellikleri

Saf bitkisel yağ ve biodizel kimyasal yapı bakımından dizel yakıtından farklı özellikler gösterirler. Fakat biodizel fiziksel yönlerden motorine çok yakın özellikler taşır.

Bitkisel yağ ve biodizelin motorinle arasındaki en önemli farklılıklardan biri, sahip oldukları yaklaşık %11 oranındaki oksijendir[6]

Biodizel, motorine oranla %10-15 daha az ısı değere sahiptir, fakat %5-7 oranında daha fazla yoğunluğa sahiptir. Düşük ısı değeri sonucu, motor gücü ve torkunda bir miktar düşüş görülebilmektedir. Ancak, yüksek yoğunluk sebebiyle, motorda ısı değere bağlı olarak meydana gelebilecek önemli orandaki güç kaybı kısmen azalır.

Biodizelin viskozitesi, motorine oranla daha yüksektir. (5,65 cst biodizel , 2,80 cst motorin). Yüksek viskoziteden dolayı, yakıtın püskürtülmesinde damlacık büyüklük çapı etkilenmektedir.

Yakıt olarak biodizelin kullanımında motorine oranla çok daha iyi tutuşma kabiliyeti ortaya çıkmaktadır. Çünkü setan sayısı motorine oranla daha yüksektir. (biodizel: 54, motorin: 48).

. Tablo 1'de Alman DIN normuna göre biodizel yakıtında olması gereken özellikler belirtilmektedir.[7]

Tablo 1. DIN normuna göre biodizel standardı

Yakıt Özelliği	Birim	Limit (min)	Limit (max)
Özgül Kütle	g/ml	0,875	0,900
Viskozite (15°C)	mm ² /s	3,5	5,0
Parlama Noktası	°C	100	

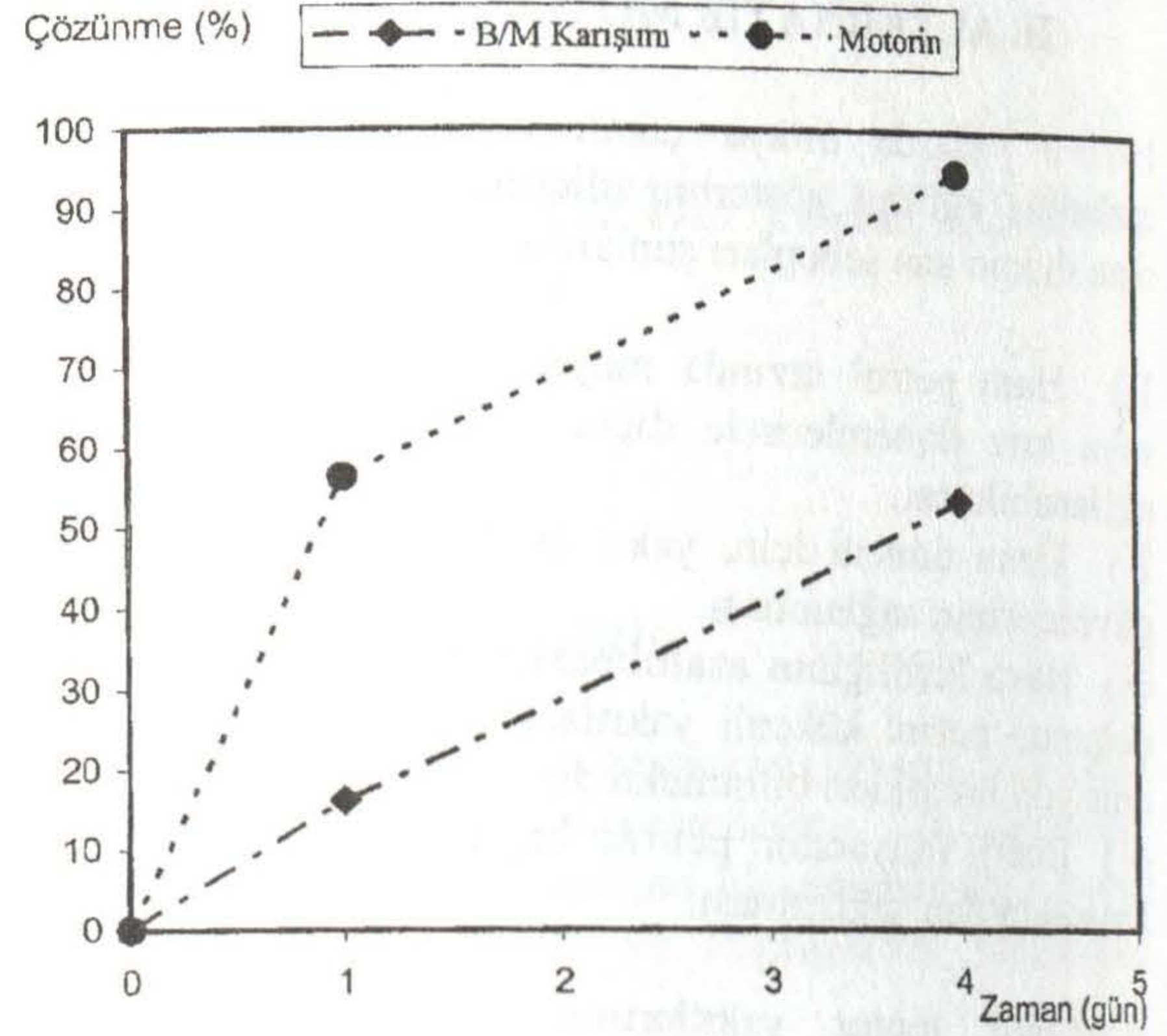
CFPP	°C		-10
Kükürt	kütle %		0,01
Karbon Kalıntısı	kütle %		0,30
Setan sayısı		49	
Kül	kütle %		0,01
Su	Mg/kg		20

Biodizelin dizel motorlarında kullanımında ortaya çıkan olumsuzluklardan biride, yağlama yağının seyrelmesidir. Motor yağı ve biodizelin motor içindeki direkt ilişkisi, yakıt enjeksiyon pompasında ve silindir içerisindeki yakıt enjeksiyonu-yanma işlemi süresince olmaktadır.[8]

Yağ seyrelmesi motor yaşının büyüklüğü ile veya motorun çalışma süresinin fazlalığı ile artış gösterir. Piston-silindir arasındaki aşınma ve yağ boşluğunun artması ile daha fazla yakıt yağlama yağına karışır ve sonuçta yağı bozar.

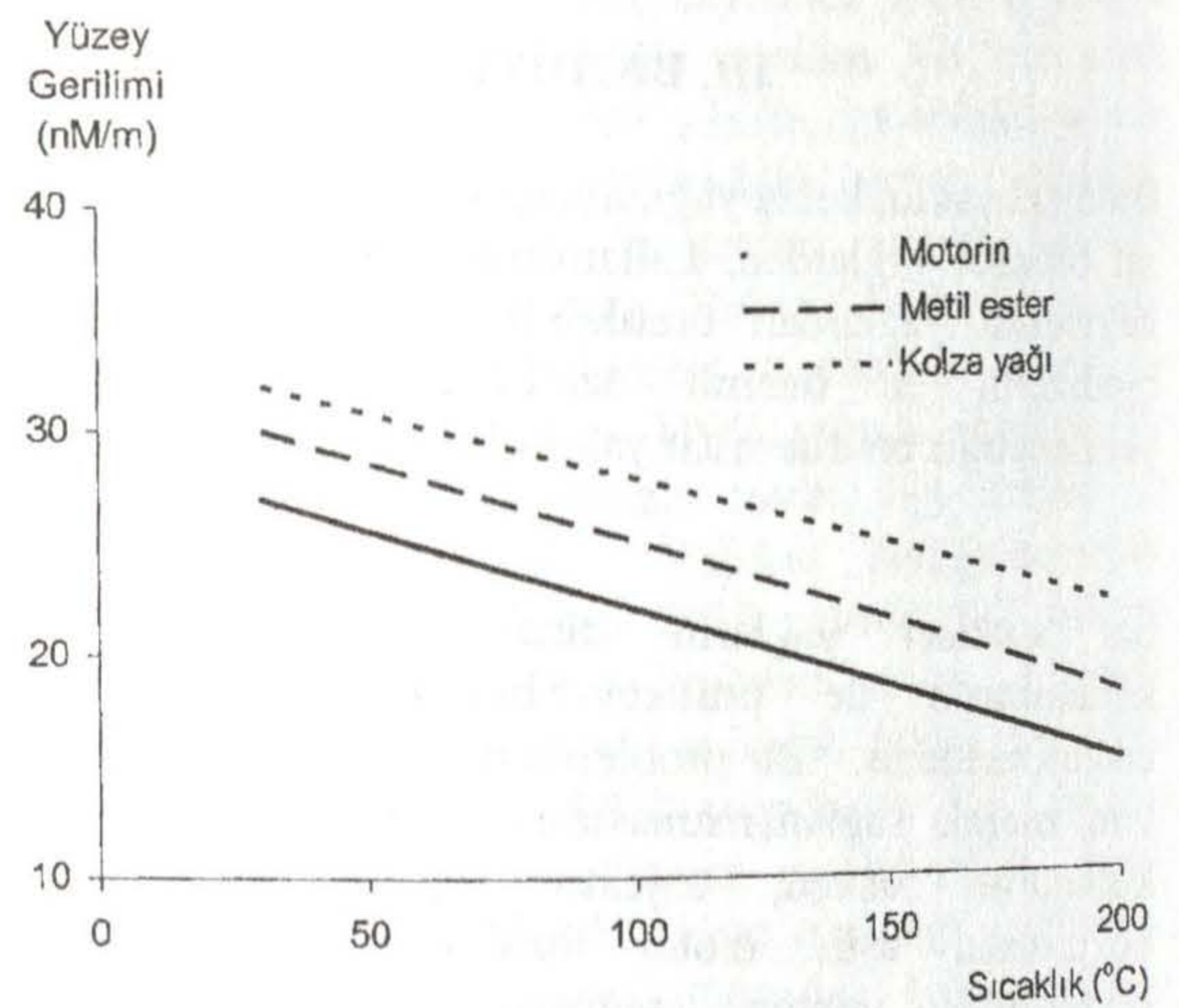
Biodizelin, soğuk havada çalışma özellikleri motorine oranla daha elverişsiz gözükmektedir. Bunun için uygun biodizel yakıt katkısı veya yakıt ısıtma işlemi gerekmektedir. Biodizel için soğuk filtre tıkanma noktası (CFPP) -10 °C, motorin için ise -22 °C'dir. Biodizelin kullanımında soğuk havalarda motor çalışması durumunda CFPP noktasının düşüklüğü sebebiyle yakıt akışı motorine oranla daha zor olmaktadır.

Biodizel, tabiatta kolayca çözünebilme özelliğine sahiptir ve zehirleyici değildir. Biodizel bu özellikleri sebebiyle, özellikle çevresel olarak hassas yerlerde kullanım açısından çok önemli bir yakıt olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalarda biodizelin motorin yakıtına karıştırılmasıyla tabiatta çözünürlüğünün arttığı görülmüştür. Karışım içindeki biodizel oranı arttıkça, su ortamında çözünme oranı da artmaktadır.[9] Şekil 1'de görüldüğü gibi biodizel karışimli yakıtın çözünme oranı yalnız dizel yakıtı kullanımına göre, üç kat daha fazla olmaktadır.



Şekil 1. Biodizel motorin karışımı ve yalnız biodizel kullanımı ile yakıtın çözünürlüğü

Saf kolza yağı ve biodizelin yüzey gerilimleri Şekil 2'de görülmektedir. Bitkisel yağ ve biodizel, damlacık büyüklük dağılımında aynı oluşumu gösterme eğilimine sahiptir. Yapılan püskürtmede damlacık büyüklükleri çapı saf bitkisel yağ ve biodizel için 50 µm -70µm arasında olmaktadır. Bu ölçüler motorinle yapılan püskürtmedeki damlacık büyüklüklerine oranla daha fazladır. Damlacık büyüklük çapları enjektör iğnesi çapına göre daha fazladır (iğne çapı;90 µm). Bu sonuç püskürtme işleminde parçalanmanın yakıtta göre değiştiğini göstermektedir. Yani, damlacık büyüklükleri yakıtların özelliklerinden etkilenmektedirler. Parçalanma işlemini de etkileyen bu özellikler; yüzey gerilimi, yoğunluk ve viskozitedir.[10]



Şekil 2. Motorin, metil ester ve kolza yağının yüzey gerilimleri

III.2. Biodizel Yakıtında Emisyon

Bitkisel yağlar motorine oranla yüksek viskoziteye, düşük ısı değere, yüksek yoğunluğa, yüksek moleküler ağırlığa sahiptir. Biodizel motorinle karşılaştırıldığında güç ve yakıt tüketimlerinin, yakıtların sahip oldukları enerji içeriğiyle orantılı olduğu görülmektedir.[11] Yağ esterleri, içerdikleri oksijen sebebiyle termal verim açısından motorine oranla daha yüksek değerler veririler. Biodizelin uzun süreli yapılan testlerinde; motor performansı, aşınma, enjektör tıkanması, yönünden motorinle benzer özellikler gösterdiği anlaşılmıştır. Emisyon yönünden yapılan değerlendirmelerde biodizel, motorine oranla daha iyi sonuçlar vermektedir. Genel olarak NOx ve aldehit emisyonlarında artış, CO, HC ve partikül madde, is ve CO₂ emisyonlarında azalma görülür.[12]

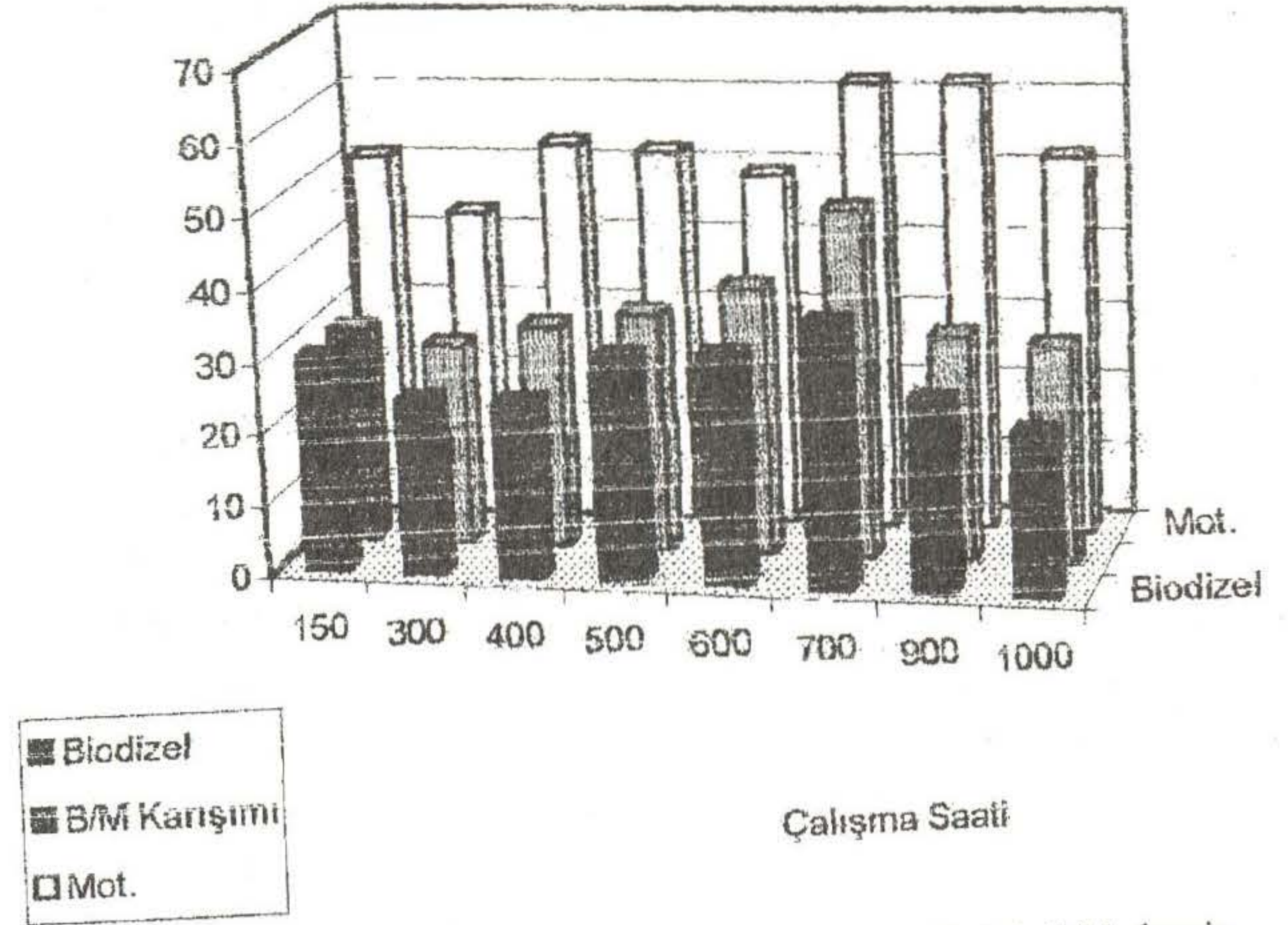
Bitkisel yağlar ve biodizel, kükürt içermediklerinden dolayı, motorlarda yanmaları sonucu, kükürt dioksit (SO₂) emisyonu üretilmez. Asit yağmurlarının sebebi olarak görülen SO₂ emisyonunun biodizelle çalışan motorlarda üretilmemesi asit yağmuru probleminin azalması yönünde önemli aşama sağlar. Biodizel ile çalışan motorlarda üretilen CO emisyonu, HC ve PM emisyonlarının azaltılmasında katalizör etkilidir. B100 yakıtı kullanımında, katalizör ile PM emisyonlarında %50 azalma olmaktadır.[13]

III.3. Motor Aşınması

Motorlardaki aşınma genellikle, belli bir çalışma periyodundan sonra motorlardan alınan yağın analizi sonucu saptanmaktadır.

B100, D100, B50 yakıtlarının 1000 saatlik motor çalışması sonucu elde edilen değerlere göre en fazla aşınmanın D100 yakıtı ile çalışma sonucu olduğu saptanmıştır. B100 yakıtı ile çalışmada ise; üç yakıtla çalışmaya göre en az motor aşınması tespit edilmiştir. Şekil 3'de motor çalışmasına bağlı olarak motorin, biodizel ve %50 biodizel %50 motorin yakıtı karışımıyla çalışma sonucu, motor yağı içindeki demir oranları verilmektedir. Bu üç yakıtında kullanımı sonucu elde edilen aşınma değerleri, normal sınırlar içindedir. Biodizelle çalışmada yanma sonucu, motorine oranla düşük basınçlar ve düşük oranlarda basınç yükselmeleri görülmektedir. Motor aşınmasının düşük seviyelerde olması, bu yanma özelliğinden ve biodizelin sahip olduğu iyi yağlama özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Demir
Konsant. (ppm)



Şekil 3 Değişik yakıtlarla çalışma sonucu motor yağı içindeki demir oranları

III.4. Biodizelin Kauçuk Malzemelerle Uyumu

Biodizel doğal bir çözücüdür ve elastomerler ile kauçuk maddeler üzerinde bozucu bir etkiye sahiptir. Bu yüzden, yakıt hortumları, yakıt pompası diyaframı gibi yakıt sistemi elemanlarındaki kauçuk esaslı malzemelerin, biodizelle uzun süreli çalışma durumunda biodizelle dayanıklı malzemelerle değiştirilmesi gerekir.[13] Motorun B20 ile çalışması durumunda ise eski motorlar da dahil olmak üzere, kauçuk malzemelerde herhangi bir bozulma görülmemiştir. Bu yönüyle, B20 kullanımında yakıt sisteminde herhangi bir değişikliğe gereksinim yoktur.

IV. MATERİYAL VE METOD

Deney tesisatında, dizel motoru su frenine bağlanmıştır. Su freni 0-200 N arasında ölçüm yapabilmektedir ve her skala biriminin % 0,4 'ü kadar ölçüm hassasiyetine sahiptir. Motora yakıt beslemesi yapabilmek için, iki ayrı yakıt deposu kullanılmıştır. Bu depolar, motorin ve biodizel yakıtı için ayrıdır. Motorin yakıtı ile yapılan ölçümler bittiği zaman depodan yakıt gelişi kesilmiş, diğer depodan biodizel yakıtının gelişi sağlanmıştır. Yakıt hattı üzerinde yakıt filtresinden sonra yakıtmetre bulunmaktadır. Sesti marka yakıtmetre 100 cc ölçüm skalasına sahiptir. Motorun soğutma suyu, giriş ve çıkış hattı olarak hortumla soğutma kulesine bağlanmıştır. Soğutma suyu sıcaklığı, soğutma kulesi giriş ve çıkışına bağlanan termometreler yardımıyla kontrol altında tutulmuştur. Egzoz emisyon cihazı probu egzoz manifold çıkışına bağlanmıştır. Motor devri ölçümü için 0-3000 d/dak ölçüm aralıklı 25-50 d/dak bölüntülü rhein marka

takometre kullanılmıştır. Hava basıncı ve havanın nemini ölçmek için barometre ve nemölçer kullanılmıştır. Motor üzerinde bulunan müşire takılan basınçölçer ile motor yağ basıncı kontrol edilmiştir. Tüketilen yakıt miktarının süresi 0.5 sn bölüntülü mekanik ve 0.1 sn bölüntülü elektronik kronometre yardımıyla belirlenmiştir.

Deneyler Başak traktör fabrikası laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneylere başlamadan önce, motorun supap ayarı yapılmış, motor yağı ve yakıt filtresi değiştirilmiştir. Deney esnasında motorun çalışma sıcaklığı şebeke suyu yardımıyla kontrol altında tutulmuştur. Motor normal çalışma sıcaklığına ulaşmaya kadar çalıştırılmış ve termostat açıldıktan sonra deneysel çalışmalara geçilmiştir. Bir deney tamamlandıktan sonra diğer deneye geçmeden önce motor ara dinlenmeye bırakılmıştır. Motorun sahip olduğu performans değerlerinin tespiti amacıyla yakıt olarak motorin kullanılarak ilk deneyler yapılmıştır. Motorin deneyleri tamamlandıktan sonra, biodizel ile çalışmalara geçilmiştir.

Deney motorunun özellikleri Tablo 2'de verilmektedir. Deneylerde 1000 – 1200 – 1400 – 1600 – 1800 – 2000 – 2200 – 2400 motor devirleri ölçüm noktaları olarak belirlenmiştir. Yük artırımı 10 N aralıklarla uygulanmıştır. Deneylerde yakıt olarak motorin ve biodizel yakıtı kullanılmıştır. Motorinin alt ısıl değeri 42700 kJ/kg, biodizelin ise, 37200 kJ/kg'dır. Motorin yakıtının özgül ağırlığı 0,830 kg/l, biodizelin ise 0,880 kg/l'dir. Biodizel yakıtının viskozitesi motorine oranla daha fazladır. (2,8 mm²/s motorin, 5,65 mm²/s biodizel) Deneylerde Standard 12° KMA püskürtme avansı ve 14° KMA püskürtme avansı değerleri kullanılmıştır.

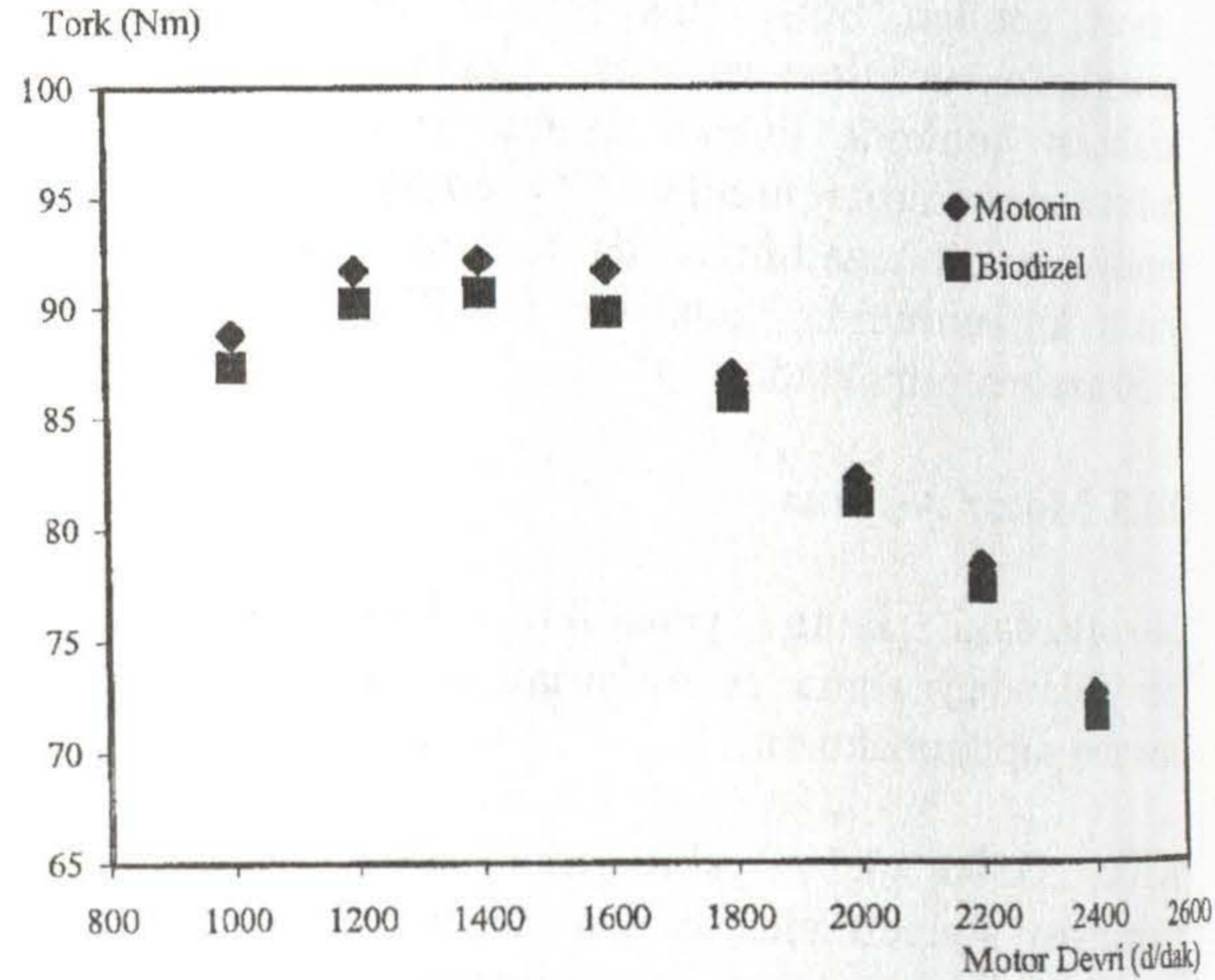
V. DENEY SONUÇLARININ ANALİZİ

V.1. Tork

Motorun test edildiği devirlerde motorinle çalışmada biodizelle çalışmaya göre, motor efektif torku yüksek olarak görülmektedir. (Şekil 4) Maksimum tork, her iki yakıt için 1400 d/dak çalışma koşulunda elde edilmiştir. 1400 d/dak'da motorinle çalışma durumunda, maksimum tork değeri 92,15 Nm olarak tespit edilmiştir. Aynı devirde biodizelle çalışma durumunda, maksimum tork 90,72 Nm olarak belirlenmiştir. Motor efektif torku, 1400 d/dak'ya kadar artış göstermekte, bu devirden sonra hızla düşmektedir. 2400 d/dak'da tork, motorin yakıtı kullanımında 72,58 Nm, biodizel kullanımında 71,62 Nm olarak saptanmıştır. 1000 d/dak'da motorin yakıtı ile 88,80 Nm, biodizel yakıtı ile 87,38 Nm tork değerleri elde edilmiştir. Biodizel yakıtının düşük ısıl değeri sebebiyle, torkta bir miktar azalma olmuştur.

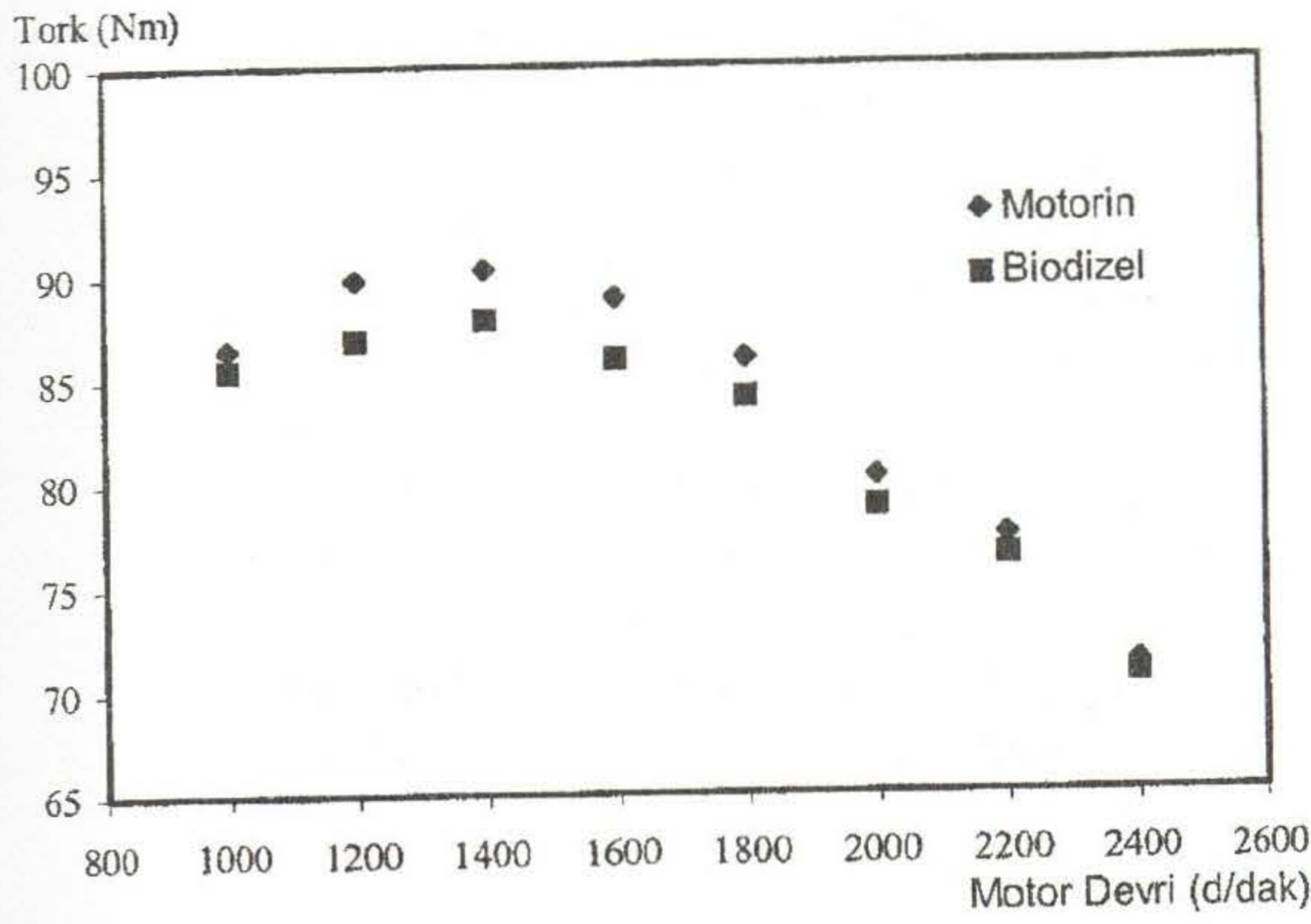
Tablo 2. Deney motorunun özellikleri

Marka	Steyr
Tip	4 Zamanlı dizel, direkt püskürtmeli
Silindir Sayısı	2 dik sıralı
Silindir Çapı	100 mm
Kurs	100 mm
Silindir Hacmi	1570 cm ³
Sıkıştırma Oranı	16,1/1
Maksimum Güç	22 kW (2400 d/dak)
Maksimum Tork	10 kgm (98,1 Nm, 1400 d/dak)
Enjektörler	BOSCH, çok delikli
Yakıt Pompası	BOSCH, yıldız tip
Püskürtme zamanı	ÜÖN'den 12° önce
Püskürtme Basıncı	220 + 0,5 kg/cm ²
Supaplar	Üstten
Silindir Gömlekleri	Islak Tip
Soğutma Sistemi	Su Soğutmalı
Yakıt Besleme Sistemi	Kendi akışı ile



Şekil 4. Motor efektif torku (12° püskürtme avansında)

Şekil 5'de motor püskürtme avansının 12°'den 14°'ye değiştirilmesi sonucu motor efektif torkunda meydana gelen değişimler görülmektedir. Püskürtme avansı, motorun standart değeri olan 12 KMA'dan 14 KMA'ya yükseltildiğinde, motorin ve biodizelin yakıt olarak kullanımı sonucu, motor efektif torkunda azalma olmaktadır. Maksimum tork 1400 d/dak'da motorin yakıtı için 90,24 Nm, biodizelin yakıt olarak kullanımı ile 87,86 Nm olarak elde edilmiştir. Efektif tork standart püskürtme avansında olduğu gibi, 1400 d/dak'ya kadar artmakta, bu devirden sonra ise düşüş göstermektedir.



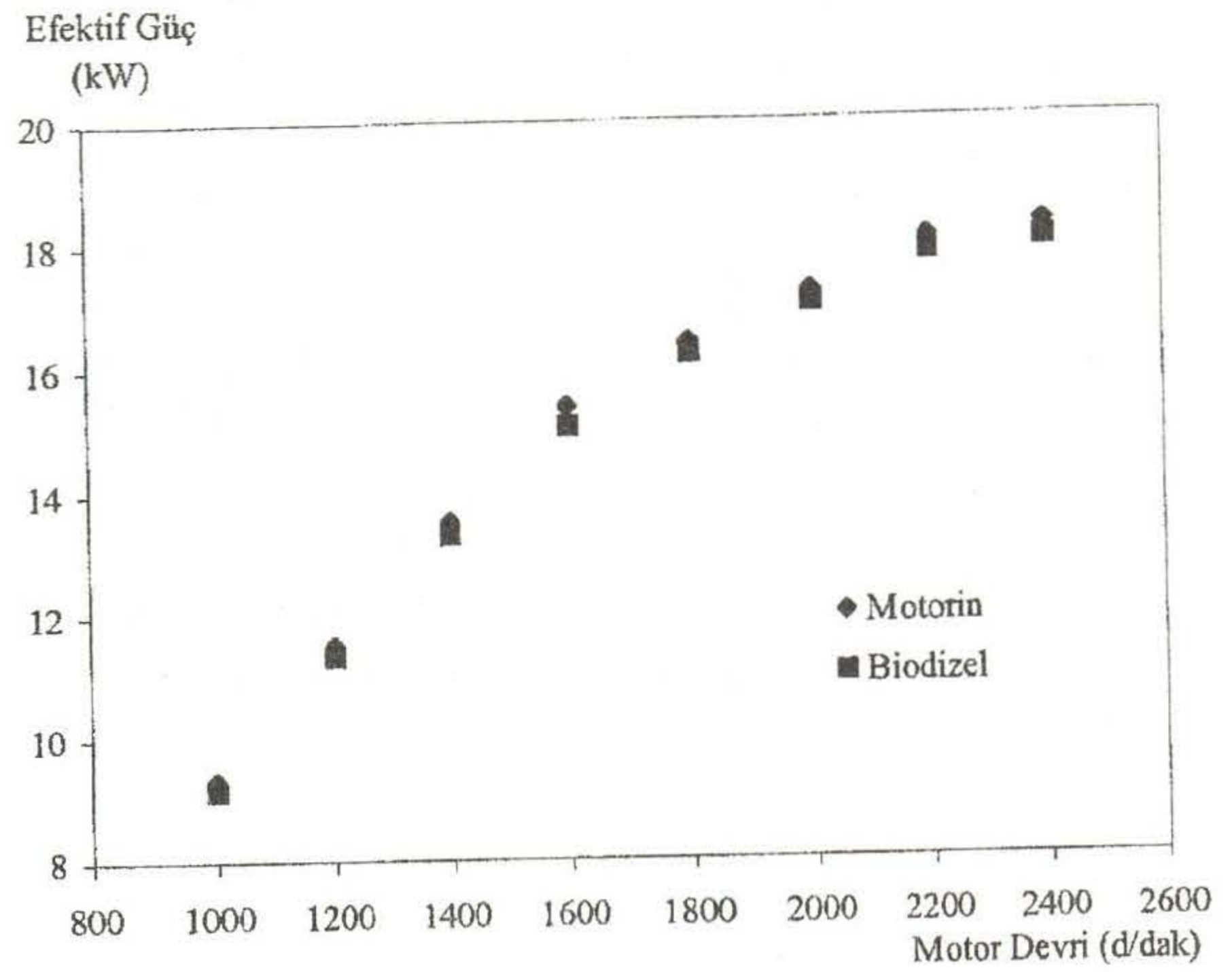
Şekil 5. Motor efektif torku (14° püskürtme avansında)

V.2. Efektif Güç

Efektif torkta olduğu gibi, bütün değişik devirlerde motorin kullanımı sonucu elde edilen efektif güç değerleri, biodizel kullanımı sonucu oluşan efektif güç değerlerinden yüksek olmuştur. (Şekil 6) Güç eğrisi, motor devir sayısı ile orantılı olarak sürekli artış göstermiş ve 2400 d/dak'da maksimum değerine ulaşmıştır. Maksimum güç, 2400 d/dak'da motorin yakıtı kullanımında 18,24 kW değerinde iken, aynı devirde biodizel kullanımında 18 kW olarak ölçülmüştür. 1000 d/dak'da motorin yakıtı için efektif güç değeri 9,30 kW iken, biodizel yakıtı için 9,15 kW değerindedir. Biodizelin ısı değeri motorine oranla daha azdır. Ancak, biodizelin yoğunluğu motorine oranla bir miktar fazladır. Biodizelin sahip olduğu yüksek yoğunluk sebebiyle farklı yakıt kullanımı sonucu, efektif güç değerleri arasında çok fazla fark olmamaktadır. Maksimum güçte %2 dolayında bir güç farkı görülmektedir. Bu sonuçlara göre, dizel motorlarında motorin yerine biodizelin, çok fazla güç düşüşüne sebep olmadan kullanılabilceği ortaya çıkmaktadır.

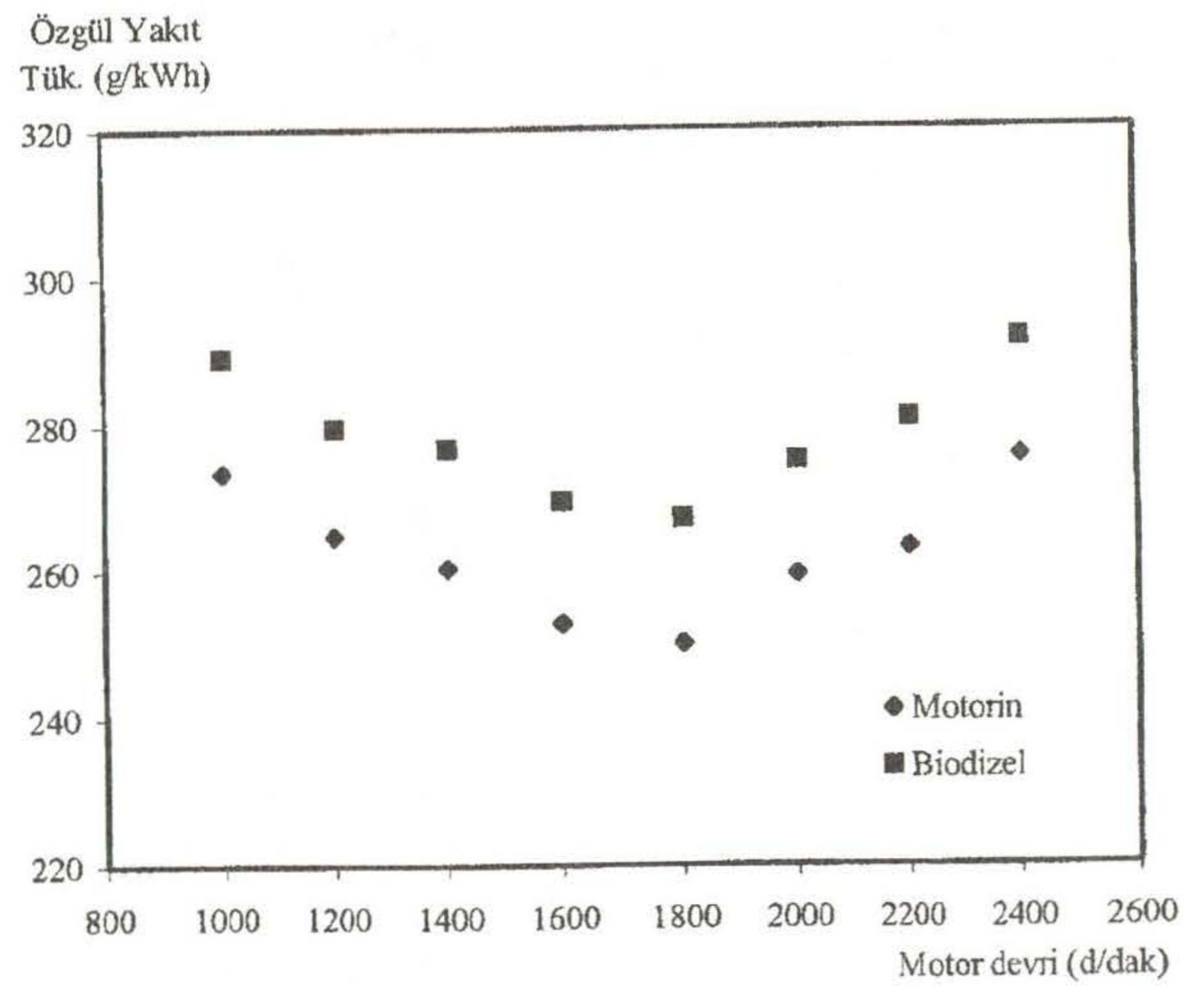
V.3. Özgül Yakıt Tüketimi

Tam yük hız testinde, motorin ve biodizel kullanımı sonucu, değişik devirlerde elde edilen özgül yakıt



Şekil 6. Efektif güç (12° püskürtme avansı)

tüketimi eğrileri Şekil 7.'de verilmektedir. Motor devrinin artışıyla, özgül yakıt tüketimi azalmakta, 1800 d/dak'da ise minimum değere inmektedir. 1800 d/dak'dan sonra motor devrinin artışıyla, özgül yakıt tüketimi de artmaktadır. Motorun test edildiği değişik devirlerde, biodizel yakıtı ile elde edilen özgül yakıt tüketimi değerleri, motorin yakıtı ile elde edilen değerlerden daha yüksek olmuştur. 1000 d/dak'da elde edilen özgül yakıt tüketimi değerleri motorin yakıtı için 273 g/kWh iken, biodizel yakıtı için 289 g/kWh'dir. Özgül yakıt tüketimi değerlerinin minimum olduğu 1800 d/dak'da tüketim değerleri motorin yakıtı için 249 g/kWh iken biodizel kullanımında 266 g/kWh olmuştur. Maksimum gücün elde edildiği 2400 d/dak'da, özgül yakıt tüketimi değerleri motorin yakıtı için 275 g/kWh, biodizel yakıtı için 291 g/kWh olarak saptanmıştır.



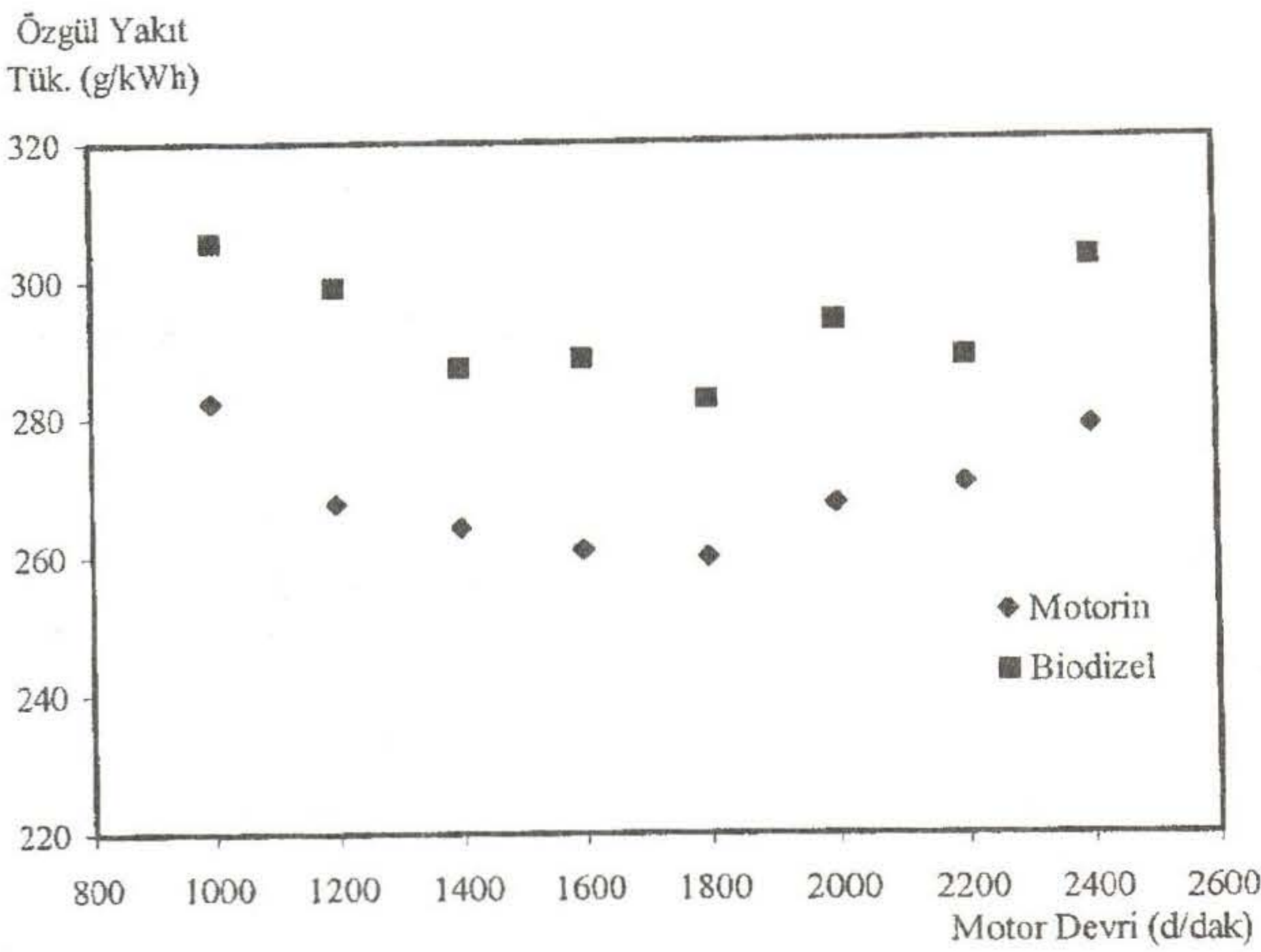
Şekil 7. Özgül yakıt tüketimi (12° püskürtme avansı)

Şekil 8'de, püskürtme avansının 14°'ye artırılması durumunda, motorin ve biodizel yakıtı ile elde edilen özgül yakıt tüketimi değerlerinin motor devri ile değişimi görülmektedir. Standart avans değerinde olduğu gibi, her iki yakıtın özgül yakıt tüketimi değerleri, motor devir sayısının artışıyla azalmakta ve 1800 d/dak'da minimum olmaktadır. Bu devirden sonra ise özgül yakıt tüketimi değerleri artış eğilimi göstermektedir. 1800 d/dak'da elde edilen değerler motorin yakıtı için 260 g/kWh, biodizel yakıtı için 283 g/kWh'dır. Motorun test edildiği devirlerde, biodizel ile elde edilen değerler, motorin yakıtı ile elde edilen değerlerden daha fazla olarak görülmüştür.

Biodizel yakıtı ile motorine oranla NOx ve aldehit emisyonlarında artış olmakta, CO, HC ve PM emisyonlarında azalmalar görülmektedir. Katalizör kullanımı ile PM emisyonlarını düşük miktarlara indirmek mümkündür. Motorlarda yakıt olarak kullanımında, Biodizel kauçuk esaslı maddeleri bozabildiğinden bu parçaların değiştirilmesi gerekmektedir. Biodizel yakıtı ile motorlarda motorinle çalışmaya göre daha düşük motor aşınması oluşmaktadır. Biodizel yakıtının depolanmasında ek bir önlem almaya gerek yoktur. Tutuşma sıcaklığı motorine oranla daha yüksek olduğundan taşınması daha güvenlidir. Motorin yakıtının depolama özelliklerine sahip yerlerde depolanabilir.

Biodizel yakıtı, sahip olduğu özellikler bakımından dizel motorunda kullanımı son derece uygun bir yakıttır. Özellikle Türkiye gibi, petrol rezervleri yakıt ihtiyacını karşılamayan ülkeler için Biodizel kullanımı ile önemli avantajlar elde etmek mümkündür. Biodizel yakıtının kullanımının yaygınlaşabilmesi için iki önemli unsur karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; biodizel yakıtının üretimi için gerekli bitkisel yağ miktarı ve yakıtın fiyatıdır. Yakıt fiyatını etkileyen önemli etken vergidir. Dünyanın birçok ülkesinde alternatif yakıt kullanımının yaygınlaşabilmesi için bu yakıtlara uygulanan vergi oranları düşük tutulmaktadır.

Alternatif bir yakıt olarak, biodizelin yerel yağ bitkilerinden üretimiyle ithal edilen petrol miktarlarında azalma olacak ve yeni zirai ürün pazarları açılacaktır. Ayrıca, yağ bitkisi üretiminden biodizelin son tüketiciye ulaşımına kadar olan sektörlerde yeni iş olanakları ortaya çıkabilecektir.



Şekil 5.8. Özgül yakıt tüketimi (14° püskürtme avansı)

VI. SONUÇ

Dizel motorlarında alternatif yakıt olarak kullanılabilen biodizel yakıtının motorine oranla farklı özellikleri şu şekilde belirtilebilir;

Biodizel yakıtı bitkisel yağlardan üretilebilmektedir. Bu yönüyle, yenilenebilir bir alternatif yakıttır.

Biodizelin ısı değeri motorine göre daha düşük, viskozitesi ve yoğunluğu ise yüksektir.

Motorinden farklı olarak oksijen içerir, bileşiminde kükürt yoktur, setan sayısı daha fazladır.

Motorine oranla sahip oldukları düşük ısı değeri sebebiyle, Biodizel kullanımında motor gücü ve torkunda küçük oranlarda düşüş olmaktadır.

Biodizel yakıtı ile yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi artmaktadır.

Dizel motoru Biodizel yakıtı kullanımında motorin ile aynı püskürtme avansı değerinde çalıştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] YEŞİL, M., "2000'li Yıllarda Türkiye'de Enerji Sektörüne Bir Bakış", Doğalgaz Dergisi, Sayı 41.
- [2] DİE, "Ulaştırma İstatistikleri Özeti", DİE Yayınları, Ankara, 1999.
- [3] DPT, "Petrol Ürünleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT-2535, Ankara, 2000.
- [4] NICHOLS, R.J., "The Challenges of Change in The Auto Industry: Why Alternative Fuels?", Transaction of The ASME, vol. 116, October, 1994.
- [5] PELKMANS, L., "Biodiesel Practical Experiences and Recommendations for Market Applications", 3th European Motor Biofuels Forum, Brüksel, 10-13 Ekim, 1999
- [6] SCHUMACHER, L.G., FOSSEEN, D., BORGELT, S.C., "6 V-92 TA DDC Engine Exhaust Emission Tests Using Methyl Ester", Bioresource Technology, 1995.

- [7] KNOTHE, G, "Biodiesel: The Use Vegetable Oil and Their Derivates as Alternative Fuels", NBB, December 1996
- [8] PAULTON, M.L., "Alternative Fuels for Road Vehicles", Computational Mechanics Publications, Southampton, 1994.
- [9] ZHANG, X., PETERSON, C.L., REECE, D., "Biodegradability of Biodiesel in the Aquatic Environment", National Biodiesel Board, 1995.
- [10] PETERSON, C.L., AULD, D.L., "Technical Overview of Vegetable Oil as a Transportation Fuel", Solid Fuel Conversion for the Transportation Sector, vol 12, ASME; 1991
- [11] SCHUMACHER, L.G., "Reseach Needs Resulting From Experiences of Fueling of Diesel Engines With Biodiesel", Third Liquid Fuel Conference, TNP. 207-216, Nashville, 15-17 Eylül, 1996.
- [12] KRAHL, J., MUNACK, A., BAHADIR, N., "Survey About Biodiesel Exhaust Emissions and Their Environmental Effect", Third Liquid Fuel Conference, TNP. 136-138, Nashville, 15-17 Eylül, 1996.
- [13] BORGELT, S.W., HIRES, W.G., SCHUMACHER, L.G., "Fueling Diesel Engines With Blends of Methyl Ester Soybean Oil and Diesel Fuel", Applied Engineering in Agriculture, vol. 11, 1995.
- [14] HOWELL, A.S., WEBER, J.A., "U.S. Biodiesel Overview", National Biodiesel Board, 1995.
- [15] KARABEKTAŞ, M, "Dizel Motorlarında Alternatif Yakıt Olarak Biodizel Kullanımının Motor Performansına Etkilerinin İncelenmesi", Doktora Tezi, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002