

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞIR TİCARİ ARAÇLARDA YAKIT TÜKETİMİNİN
MODELLENMESİ VE DOĞRULANMASI**

AKIN ATAY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENERJİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. MUAMMER ÖZKAN**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞIR TİCARİ ARAÇLARDA YAKIT TÜKETİMİNİN
MODELLENMESİ VE DOĞRULANMASI

Akın ATAY tarafından hazırlanan tez çalışması 30.09.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Muammer ÖZKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Muammer ÖZKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ertuğrul ARSLAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Tarkan SANDALCI
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Günümüz ağır ticari araçları her geçen gün yakıt tüketimlerini ve egzost emisyonlarını düşürmek adına yeni teknolojiler ile donatılmaktadır. Bu teknolojilerin yanında sürücülerin eğitim seviyelerinde yükseltilmesi ve bilinçli araç kullanılması ile bahsi geçen değerler daha da iyileştirilmektedir. Çalışma sırasında filusunda deneysel çalışma imkanı sağlayan DemTrans nakliye şirketine, deney cihazlarının teknik desteğini sağlayan ve yazılım desteği sağlayan Goblin yazılım şirketine, motor testlerinin gerçekleştirilmesinde destek sağlayan Borusan Makine ve DAF-Tırsan Otomotiv A.Ş.'ye ve çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen Sn. Hocam Doç. Dr. Muammer ÖZKAN' a tüm yardımlarından ötürü teşekkürü bir borç bilirim.

Ekim, 2011

Akın ATAY

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	9
1.3 Hipotez.....	9
BÖLÜM 2	
KULLANILAN MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
2.1 Kullanılan Materyal.....	10
2.1.1 Motor Test Düzenegi.....	10
2.1.2 Test yakıtı.....	12
2.1.3 Test araçları teknik özellikleri.....	14
2.1.4 Araç üstü anlık veri toplama.....	15
2.1.4.1 FMS standartları.....	17
2.1.5 Güzergah özellikleri.....	19
2.2 Kullanılan yöntem.....	20
2.2.1 Yakıt tüketiminin modellenmesi.....	20
2.2.1.1 Yakıt tüketimi.....	20
2.2.1.2 Enerji kayıpları ve güç ihtiyacı.....	21
2.2.1.2.1 Yuvarlanma direnci (F_R).....	21
2.2.1.2.2 Yokuş direnci (F_s).....	22
2.2.1.2.3 Hava direnci (F_L).....	22

2.2.1.2.4	İvme direnci (F_b)	23
2.2.2	Aracın modellenmesi	24
2.2.3	Motorun modellenmesi	24
2.2.4	Aktarma organlarının modellenmesi.....	25
2.2.4.1	Kavrama	25
2.2.4.2	Şanzıman	25
2.2.4.3	Şaft	26
2.2.4.4	Diferansiyel	26
2.2.4.5	Tekerlek	27
2.2.5	DeneySEL çalışmalar	27
2.2.5.1	Motor testleri	27
2.2.5.2	Yol testleri	29
2.2.6	Yazılım çalışmaları	31
2.2.6.1	Programın akış şeması ve ara yüz görüntüleri	33
2.2.6.2	Doğrulama	36
2.2.6.2.1	Korelasyon	36
2.2.6.2.2	Ortalama karesel hata	36
2.2.6.2.3	Determinasyon katsayısı	37
2.2.6.2.4	Modelin doğrulama değerleri	38

BÖLÜM 3

ÖLÇÜM SONUÇLARI ve PROGRAM ÇIKTILARI	40
--	----

3.1	Karşılatırmalı minimum yakıt tüketimleri	40
3.2	Sürüş dirençleri	43

BÖLÜM 4

SONUÇ ve ÖNERİLER.....	45
------------------------	----

KAYNAKLAR.....	47
----------------	----

EK-A

ÖRNEK DOĞRULAMA VE TÜKETİM DEĞERLERİ.....	49
---	----

EK-B

ÖRNEK SİMÜLASYON TÜKETİM ÇIKTILARI.....	52
---	----

EK-C

ARAÇTAN TOPLANAN VERİ FORMATI.....	55
------------------------------------	----

EK-D

GÜZERGAH YÜKSELTİLERİ	55
-----------------------------	----

ÖZGEÇMİŞ	62
----------------	----

SİMGE LİSTESİ

A	Projeksiyon alanı
app	Gaz pedal pozisyonu yüzdesi
B_e	Yakıt tüketimi
be	Özgül yakıt tüketimi
CD	Aerodinamik direnç katsayısı
epl	Motor yük yüzdesi
etfu	Kullanılan yakıt miktarı
es	Motor hızı
eth	Motor çalışma saati
F_b	İvme direnç katsayısı
F_L	Hava direnç kuvveti
F_R	Yuvarlanma direnç kuvveti
F_S	Yokuş direnç kuvveti
fr	Yuvarlanma direnç katsayısı
fr	Yakıt oranı
G	Ağırlık
hetfu	Yüksek çözünürlüklü kullanılan yakıt miktarı
hrvd	Araç odometresi
I_t	Toplam çevrim oranı
ifr	Anlık yakıt oranı
m	Taşıt kütlesi
N_e	Güç
Ne	Efektif motor gücü
R	Korelasyon katsayısı
S	Mesafe
t	Süre
VT	Seyir hızı
ws	Araç hızı
V	Araç hızı

α	Eğim açısı
φ	İvme direnç katsayısı
ρ_h	Havanın özgül kütlesi
η_m	Mekanik verim
λ	Kütle atalet katsayısı
ρ_h	Hava yoğunluğu
φ_m	İvmelenme direnç katsayısı
$\frac{dV_T}{dt}$	İvme

KISALTMA LİSTESİ

CAN	Control Area Network
CAN-Bus	Control Area Network Data Bus
EEC	European Economic Community
FMS	Fleet Management Systems Interface
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet radio service
GSM	Global System for Mobile Communications
MATLAB	Matrix Laboratory
OKH	Ortalama karesel hata
PGN	Parameter Group Number
PTO	Power Take Off
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ Internet Protocol
SAE	Society of Automotive Engineers
SMS	Short Message Service
SPN	Suspect Parameter Number

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1	Üç farklı tonaj grubunda yük-tüketim değişimi 3
Şekil 1.2	Karayolu ve otopan çevrimlerinde üç farklı markanın yakıt tüketim değişimi .. 5
Şekil 1.3	Motor yakıt oranının ölçülen ve model arasındaki ilişki 8
Şekil 2.1	Motor yakıt tüketimi ölçümü için test düzeneği 10
Şekil 2.2	Dinamometre ölçüsel büyüklükleri 11
Şekil 2.3	Motor test odası görüntüsü 12
Şekil 2.4	Test araçları görünüşleri..... 14
Şekil 2.5	Cihaz bağlantıları..... 16
Şekil 2.6	Cihazdan PC' ye aktarılan datanın görüntüsü 17
Şekil 2.7	Güzergah yükseltilerinin grafiği 19
Şekil 2.8	Deney güzergahı uydu ve yol görüntüsü 19
Şekil 2.9	Araç üzerine etkileyen dirençler..... 24
Şekil 2.10	Araç aktarma organlarının yerleşimi 25
Şekil 2.11	Araç şanzımanın kısımları 26
Şekil 2.12	Motor test yazılımı kullanıcı ekranı..... 28
Şekil 2.13	Motor testleri sonucunda oluşturulan özgül yakıt tüketim haritası 28
Şekil 2.14	Boş seferlerde aracın anlık hız değişimleri..... 29
Şekil 2.15	Dolu seferlerde aracın anlık hız değişimleri..... 30
Şekil 2.16	Dolu seferlerde aracın anlık yakıt tüketimi 30
Şekil 2.17	Boş seferlerde aracın anlık yakıt tüketimi 31
Şekil 2.18	Programın doğrulama akış şeması 33
Şekil 2.19	Programın minimum yakıt akış şeması 34
Şekil 2.20	Programın arayüz görüntüleri 35
Şekil 2.21	Korelasyon katsayısı yakınsama değerleri i 37
Şekil 2.22	Ölçülen ve hesaplanan anlık tüketim dağılımı 38
Şekil 2.23	Örnek doğrulama için yakıt tüketim değerleri..... 39
Şekil 3.1	Seferlerin ölçülen ve elde edilebilecek minimum yakıt tüketimleri..... 40
Şekil 3.2	Toplam ağırlığın yakıt tüketimi üzerine etkisi 41
Şekil 3.3	Hava direnç değişkenlerine göre yakıt tüketim değişimi 42
Şekil 3.4	Hava direnç değişkenlerine göre yakıt tüketim değişimi 42
Şekil 3.5	Seyir simülasyonunda anlık güç ihtiyacının dağılımı..... 43
Şekil 3.6	Seyir simülasyonunda anlık güç ihtiyacının yüzde dağılımı 44
Şekil 3.7	Örnek bir sefer için hızdeğişimleri optimum vites kademeleri 44

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1	Tam eğitimli sürücü grubunun her bir testteki yakıt sarfiyatı, fren uygulama ve vites kademe değiştirme sayılarının ortalaması ve standart sapması..... 2
Çizelge 1.2	Yük miktarının ton başına yakıt tüketimine etkisi..... 5
Çizelge 1.3	Yol kaplama tiplerine göre yakıt tüketiminin değişimi 7
Çizelge 2.1	Motor test düzeneğinde ölçülen değerler..... 12
Çizelge 2.2	Motorin yakıtının EN 590' a göre özellikleri ve test yöntemleri..... 13
Çizelge 2.3	Çekici aracın teknik özellikleri..... 15
Çizelge 2.4	Araç üzerinden toplanan veriler, sıklık ve büyüklükleri 17
Çizelge 2.5	FMS verilerinin PGN ve SPN değerleri ile yayınlanma sıklığı..... 18
Çizelge 2.6	Çeşitli tip araçların ortalama yuvarlanma direnç katsayıları 22
Çizelge 2.7	Çeşitli marka çekici araçların hrsaplanmış CD değerleri 23
Çizelge 2.8	Doğrulama karşılaştırma değerleri 38
Çizelge 2.9	Doğrulama seferlerine ait yakıt tüketim değerleri 39
Çizelge 3.1	Örnek sefere ait araç özellikleri ve simülasyon parametreleri..... 43

**AĞIR TİCARİ ARAÇLARDA YAKIT TÜKETİMİNİN
MODELLENMESİ VE DOĞRULANMASI**

Akın ATAY

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mammer ÖZKAN

Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri, ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmeler yanında teknik alanlarda da bütünleşme çabaları Hava kirliliği metropoliten kentlerin en ciddi problemlerinden biridir. Hava kirliliği ve doğal kaynaklardaki azalmanın büyük tehdit haline geldiği günümüzde üretici firmalar hergün araçların yakıt tüketimlerini düşürmek adına araştırma ve geliştirme çalışmalarına tüm hızıyla devam etmektedir.

İçten yanmalı motorlarda gün geçtikçe eksoz emisyon değerlerinde düşüş kaydedilmektedir. Bunun yanında kullanım karakteristiğinin de yakıt tüketimi ve eksoz emisyonlarına etkisi yadsınamayacak kadara fazladır. Özellikler ağır ticari araçlar gerek motor hacimlerinin büyüklüğü gerekse uzun çalışma saatleri sebebiyle yüksek yakıt sarfiyatı ve emisyon değerlerine sahiptir.

Bu çalışmada ağır ticari araç filolarına ve firmalarına yakıt tüketimlerini azaltmak adına kullanıma uygun araç seçimi ve doğru araç kullanımı tavsiyelerini belirlemek amacıyla, belirli bir güzergahta çalışan 50 araçlık bir filonun yakıt tüketimleri araştırılmış ve güzergah ve araç özelliklerine göre araçların yakıt tüketimleri modellenmiştir. Model, araç üzerinden elektronik olarak kaydedilen gerçek tüm araç verileri ve yakıt tüketim verileri ile karşılaştırılıp doğrulaması yapılmıştır.

Sonuç olarak filodaki araçlar için araç teknik özellikleri değiştirilerek simulasyon programında değiştirildi. Elde edilebilecek minimum yakıt tüketimleri hesaplandı ve gerçek tketimlerle karşılaştırıldı. Ayrıca sürücüler için sürüş tavsiyeleri elde edildi.

Anahtar kelimeler: Ağır ticari araçlar, yakıt tüketiminin modellenmesi, dizel motorlar.

**MODELLING HEAVY-DUTY VEHICLE FUEL CONSUMPTION AND
VALIDATION OF MODEL**

Akın ATAY

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Muammer ÖZKAN

European Union (EU) member countries are thriving to unify in economical, social, and cultural fields as well as in technical developments, yet air pollution is one of the most serious issues of metropolitans. Air pollution and diminishing of natural resources have become a big threat and producer companies are putting research and development studies in full force in order to decrease the oil consumption of vehicles every day. In internal combustion engines, exhaust emission values are getting lower. On the other hand, usage characteristic also has an undeniable effect on fuel consumption and on exhaust emissions. Especially heavy machinery and commercial vehicles have high fuel consumption and emission values due to their long operating hours and vast engine sizes.

In this study, fuel consumption of a 50-vehicle fleet operating on a certain route has been reviewed and fuel consumptions of vehicles have been modeled based on route and vehicle characteristics, in order to decrease the fuel consumption of heavy commercial vehicle fleets and companies, and to identify suggestions for choosing the correct vehicle for the job and correct vehicle usage. The model has been formed by compiling all the real data recorded electronically on the vehicles and have been validated by comparison to fuel consumption of the same vehicles.

As a result, appropriate powertrain units for the vehicles in the fleet have been resized with the simulation program. Modeled fuel consumption compared with measured values. And suggestions for the drivers have been made regarding correct usage.

Keywords: Heavy-duty vehicles, modelling fuel consumption, diesel engines.

1. 1 Literatür Özeti

Ülkemizde ve dünyada ulaşımın ve toplu taşımının büyük bir kısmını karşılayan motorlu araçlarda kullanılan yakıt ve bu yakıt cesitlerinin gün geçtikçe azalması, otomobil üreticilerini ve devlet yöneticilerini yakıt ekonomisi çalışmalarını hızlandırmaya yöneltmektedir. Motorlu taşıtların fonksyonlarını yerine getirebilmeleri için gerekli olan enerji bugün için büyük ölçüde petrole bağımlıdır. Petrolün tükenebilir bir yakıt kaynağı olması nedeniyle fiyatının sürekli olarak artması, petrol türü yakıt kullanan otomotiv sektöründe yakıt ekonomisinin iyileştirilmesini ve yakıt tüketiminin azaltılmasını zorumlu hale getirmiştir. Bundan dolayı yakıt tüketimindeki hızlı artışa bağılı olarak yakıt temininde karşılaşılan güçlüklerde giderek artmaktadır. Ayrıca motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği ve gürültü düzeyi özellikle büyük şehirlerimizde ciddi bir problem olarak insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Hava kirliliğinin ortadan kaldırılması veya minimum düzeye indirilmesi yakıt tüketimini azaltmakla ve motorlu taşıtların verimliliğini artırmakla mümkündür.

Günümüze kadar yakıt tüketim modellemeleri, araç üzerinden anlık veri toplanması ve sürücü kullanım tarzları ile ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Araç elektroniğinin ve ölçüm yöntemlerindeki hızlı ilerleme sayesinde yüksek doğruluklu modeller oluşturulabilmektedir. Bu bölümde yakın geçmişte konu ile ilgil yapılan çalışmalar anlatılmaktadır.

Symmons ve Van Doorn [1] yaptıkları çalışmada bir Avustralya ağır nakliye şirketinde çalışmakta olan 12 sürücüye verilen ekonomik sürüş öncesi ve sonrasında, araçların yakıt sarifyatlarını ve sürücülerin sürüş karakteristiklerindeki değişimleri ölçümlemiştir.

30km uzunluğundaki test güzergahı çekici treyler araç katarı ile katedilmiştir. Eğitim sonrası, yakıt sarfiyatında %27 azalma, vites değiştirme sayısında %29 azalma ve fren kullanmada %41 azalma sağlanmıştır.

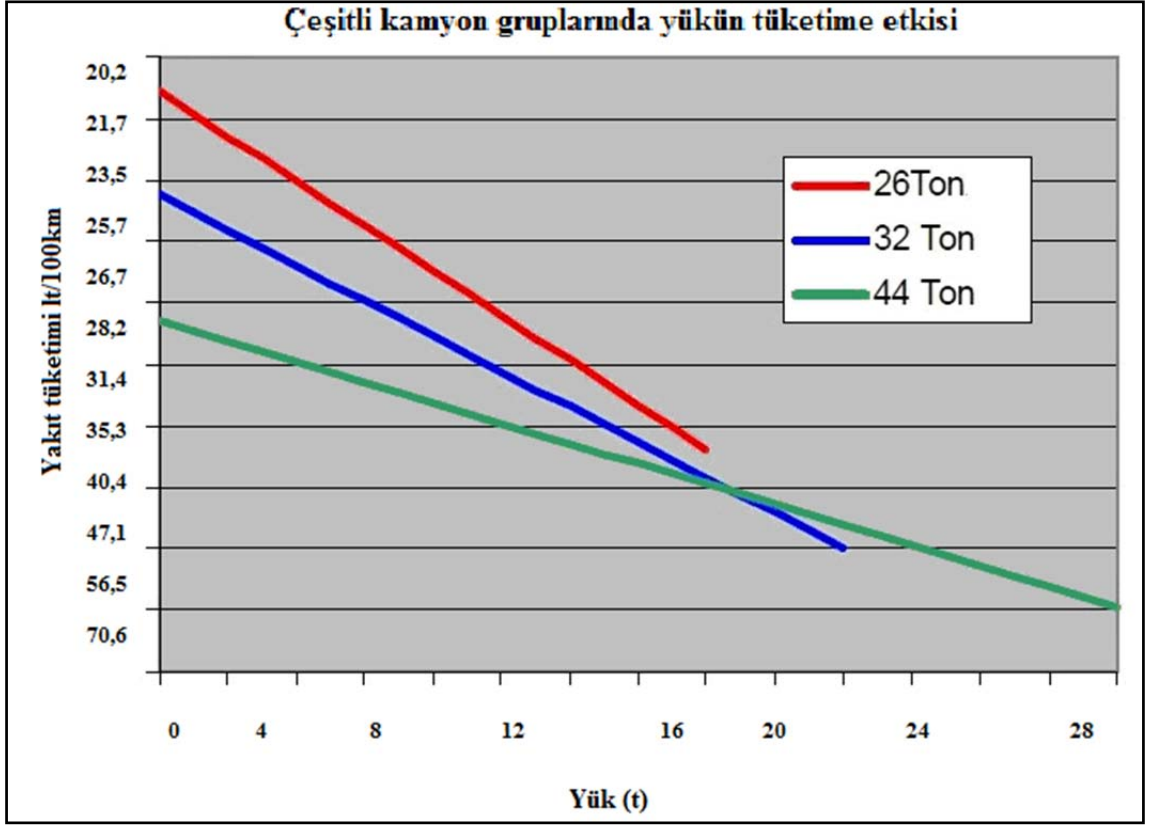
Çizelge 1.1 Tam eğitilmiş sürücü grubunun her bir testteki yakıt sarfiyatı, fren uygulama ve vites kademe değiştirme sayılarının ortalaması ve standart sapması [2]

KONTROL ZAMANI	YAKIT SARFIYATI		FREN UYGULAMA SAYISI		VİTES DEĞİŞİM SAYISI	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
EĞİTİM ÖNCESİ	26,4	5,8	32,3	8,8	74	18,1
EĞİTİM SONRASI	19,2	4,8	20,8	4,8	51,8	13,9
6 HAFTALIK EĞİTİM SONRASI	20,1	3,4	18,8	1,7	55	5,7
12 HAFTALIK EĞİTİM SONRASI	19,3	4,5	17,5	6,8	50,8	7,1

Çalışmada sürücü faktörünün yakıt sarfiyatı üzerindeki etkileri incelenmiş ve ekonomik sürüş eğitimi almış grup ile yapılan uygulamada yakıt sarfiyatının azaltıldığı sürüş karakteristiğinin iyileştiği yukarıdaki Çizelge 1.1’de görülmektedir.

Bir diğer araştırmada ise araç yükünün yakıt sarfiyatı üzerine etkisi incelenmiştir. Dr. Michael Coyle [3] yaptığı araştırmada 6 farklı araç kombinasyonu ve 2 farklı güzergahta yaptığı ölçümlerde sonuçlar elde etmiştir. Yakıt sarfiyatı aracın toplam ağırlığındaki artışla birlikte artmaktadır. Toplam ağırlık ve yakıt sarfiyatı arasında kesin bir ilişki olduğu açıktır. Coyle’ un çalışması iki tip operasyon da da yakıt sarfiyatı ve toplam ağırlık arasındaki ilişkinin miktarını belirlemek üzerine olmuştur.

Nakliye testi aracı olarak 44t katar ağırlığına sahip çekici/treyler katarı, Şantiye damper aracı olarak ise 44t katara ağırlığına sahip çekici/terler katarı ve çok akslı rijid 32t toplam ağırlığa sahip araç seçildiler.



Şekil 1.1 Üç farklı tonaj grubunda yük-tüketim değişimi [4]

Nakliye araçlarında test sonuçlarında eklenen her bir ton başına yakıt tüketiminin 0,0476 km/lt arttığı görülmüştür. Damper araçlar için sonuçlar daha az kesinlik taşımakta ancak 17 ton üzeri yüklerde 44t katar ağırlığındaki araçların yakıt ekonomisi 32t rijid araca göre daha yüksektir. Testlerin sayısının yüksek olması sonuçlardaki hassasiyeti artırmıştır. Araçların motor güçleri ile yakıt sarfiyatları arasında direct bir bağlantı kurulamamış ancak araçların güç aktarma organlarının özelliklerinin yakıt sarfiyatında çok daha azla olduğu görülmüştür. Ayrıca kalkar dingillerin yanlış kullanımı ya da bakımsız olmaları yakıt sarfiyatını önemli ölçüde etkilemektedir.

Çizelge 1.2 Yük miktarının ton başına yakıt tüketimine etkisi [4]

TEST	340 HP LT/100K M	AĞIRLIK ARTIŞI TON	TON BAŞINA L/100KM ÜZERİNE ETKİSİ	380 HP LT/100KM	AĞIRLIK ARTIŞI TON	TON BAŞINA LT/100KM ÜZERİNE ETKİSİ
1	21,3			21,41		
2	26,3	8,42	0,294	26,5	8,42	0,296
3	27	1,4	0,115	26,9	2,56	0,103
4	28,3	5	0,134	28,7	5	0,102
5	31,7	5	0,25	32,3	5	0,212
6	34	5	0,086	34,6	5	0,123
7	36,3	5	0,134	37,5	5	0,103
8	41,4				6	0,11

Kimmo [4] VTT Finlandiya teknik araştırma merkezinde yaptığı çalışmada, yol çevrimlerine göre simule edilmiş ağır nakliye araçlarının yakıt ve emisyon ölçümlerini yük durumuna ve araç tipine göre incelemiştir.

Ölçümler yol eğimlerini de içeren dinamik yük çevrimleri olan üç farklı karayolu, otoban ve nakliye çevrimine göre yapıldı. Ölçümler dört yük sınıfında çeşitli yük seviyelerinde yönetildi;

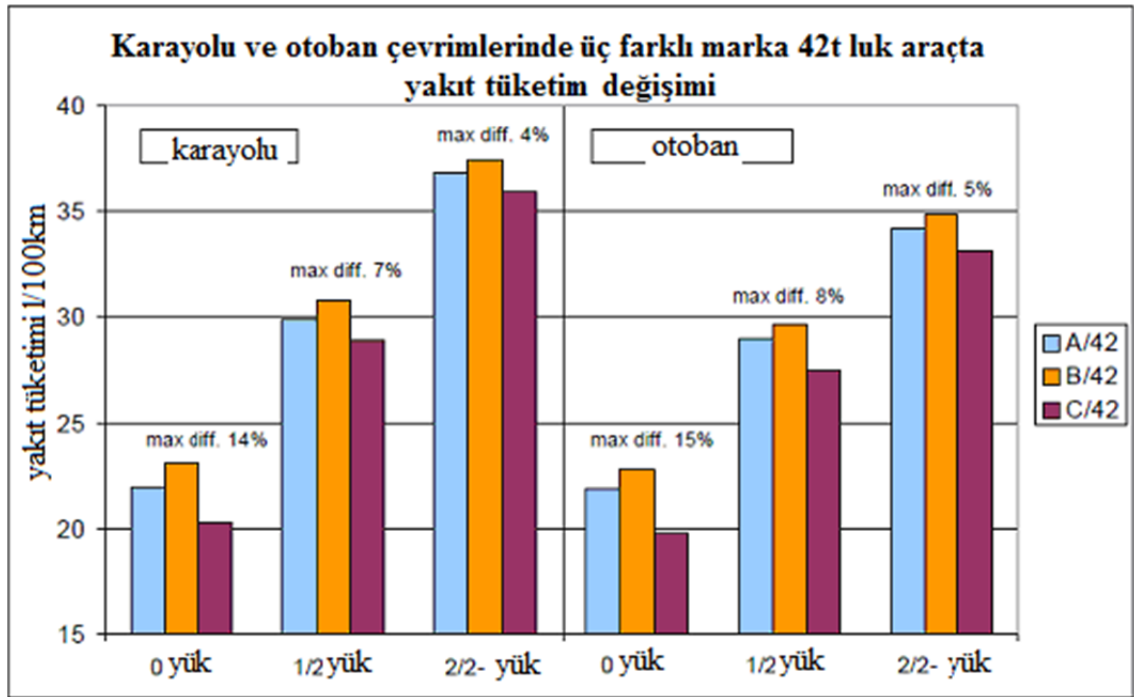
- 18 t dağıtım kamyonu: 0, 1/3, 2/3 and 1/1 yük
- 26 t dağıtım kamyonu: 0, 1/2 ve 1/1 yük
- 42 t yarı römork: 0, 1/2 ve 1/1 yük
- 60 t kamyon römork: 0, 1/2 ve 1/1 yük

Aynı paralelde farklı marka araçlar test edildi,

- 18 t: üç farklı marka
- 26/60 t dört farklı marka
- 42 t üç farklı marka

Önüş farklı araç ve altmışüç farklı araç yük ve çevrim testi yüzotuzdan fazla tekrar ile yapıtı Araçların yakıt ve egzost emisyonları için karşılaştırılması amacıyla gerçekçi hız profilleri, araç yükleri ve yol eğimlerinin simule edildiğı transient tip bir şasi dinamometresi üzerinde ölçümler gerçekleştirdi.

Ölçümler sonucunda yakıt tüketiminin öncelikli olarak araç kutlesine bağılı olduğunu dağıtım çevriminde yakıt tüketiminin 25-42 lt/100km otoban cevriminde 42t ve 60t araç kombinasyonlarında 22-53 lt/100km olarak ve bu aralıklarda yüküle doğru orantılı olduğunu ölçümledikiler. Minimum spesifik yakıt tüketimi artışını ise 0.04 l/ton-km dağıtım çevriminde, 0.015 l/ton-km karayolu cevriminde ölçümledi.



Şekil 1.2 Karayolu ve otoban çevrimlerinde üç farklı aracın yakıt tüketim değışimi. [4]

Sarı [5] yaptığı çalışmada, hafif ticari araçlarda hava direncinin yakıt ekonomisine etkisini inceledi. Çalışma da ilk olarak taşıt aerodinamiğinin tarihsel, gelişimi, Aerodinamik dirençler ve yakıt sarfiyatına etkisi, uygulamaları incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan diferansiyel denklem, sonlu hacimler yöntemi, CFD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği), uygulamaları ve Fluent programı hakkında bilgiler yer almaktadır. Türkiye’de çok kullanılan hafif ticari araç sınıfına giren Renault-kangoo ticari aracı Catia programında; taşıt ön formu değıştirilerek çeşitli modelleri oluşturulmuştur..Bu formlar aracın ön kaput ve ön cam formlarıdır. Bu formlara göre CFD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) yöntemiyle aracın üzerine etkiyen hava direnci Fluent programı

kullanılarak hesaplanmıştır. Bu araç formlarından elde ettiğimiz veriler üzerinden yorum yapıp benzer ticari araçlar için en az enerji sarfiyatına sahip araç modeli uygulamaları için öneriler getirilmiştir.

Çalışma sonucunda; en uygun aerodinamik direnç kuvveti katsayısını veren modeller, kaput için 20°'lik model ve ön cam için 60°'lik model olmaktadır. Ayrıca, çalışma kapsamında, en kötü aerodinamik direnç kuvveti katsayısının kaput için 0°'lik modelde ve ön cam için 20°'lik modelde gerçekleştiği anlaşılmıştır.

Bu araştırma gösteriyor ki; hafif ticari araçlarda, taşıt ön formu için elde edilen minimum aerodinamik dirence sahip değerlerden, kaput formuna genelde yakın ya da aynı değerleri kullanılmakta, iç hacmin arttırılması gibi nedenlerden dolayı işe, ön cam açılarında aerodinamik direncin artmasına göz yumulmaktadır. Fakat, bu durum sonucu artan yakıt sarfiyatı; hafif ticari araç yerine alternatif olarak kamyon, kamyonet vb taşıtların kullanılması sonucu oluşan fazla yakıt sarfiyatı ve günümüzde kullanılan hafif ticari araçların binek otomobil sınıfı vergi dilimine girmesi düşünüldüğünde, kabul edilebilir görünmektedir. Her ne kadar bu durum, daha büyük ticari araçlarla karşılaştırıldığında ihmal edilebilir gibi görünse de, araç sayısı göz önüne alındığında, oluşan yakıt sarfiyatı çok büyük değerlere ulaşmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar genel olarak irdelendiğinde; hafif ticari araç tasarımcılarının, tasarımlarında sadece yük taşıma kapasitelerine odaklanmalarının yeterli olmadığı, yakıt sarfiyatını da dikkate alarak daha optimum forma sahip tasarımlara yönelmelerinin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Dr. Siamak ve A. Ardekani [6] şehiriçi sürüş şartları altında Portland Asfalt betonu ve Asfalt Betonu üzerinde sürülen araçların farklı yakıt tüketimlerini ve CO₂ emisyonlarını araştırdı. Tüm çalışmanın amacı alternatif şehir yollarında kullanılan malzemeleri için kullanıcı maliyetlerini azaltıcı tavsiyeler oluşturmaktı. Test bölümleri için test kriterleri yüzey malzeme tipi, yüzey pürüzlülüğü, yatay eğim ve lokasyonları içermekteydi. Bu doğrultuda, Texas Arlingtonda iki çift yol (iki asfalt iki beton) yakıt tüketimi için seçildi.

Bu ikişer yoldan birer adedi aynı eğim ve aynı pürüzlülük indisine sahipti. Yollar rüzgar hızı ve yönünün etkisini minimize etmek için hemen hemen paraleldi.

Yakıt tüketiminin ölçülmesi için bir akış metre bir sıcaklık ölçeri araç üzerine bağladılar. Araç hızını ölçmek için ise transmisyon üzerindeki hız sinyali üreticisinden gelen verilerin toplandığı veri toplama cihazı kullandılar. Cihaza araç hızı, yakıt tüketimi, ortam sıcaklığı, nem, lastik basıncı gibi veri değerleri gelmekteydi. Bu veriler bir bilgisayara aktarılıp hesap tabloları oluşturdular.

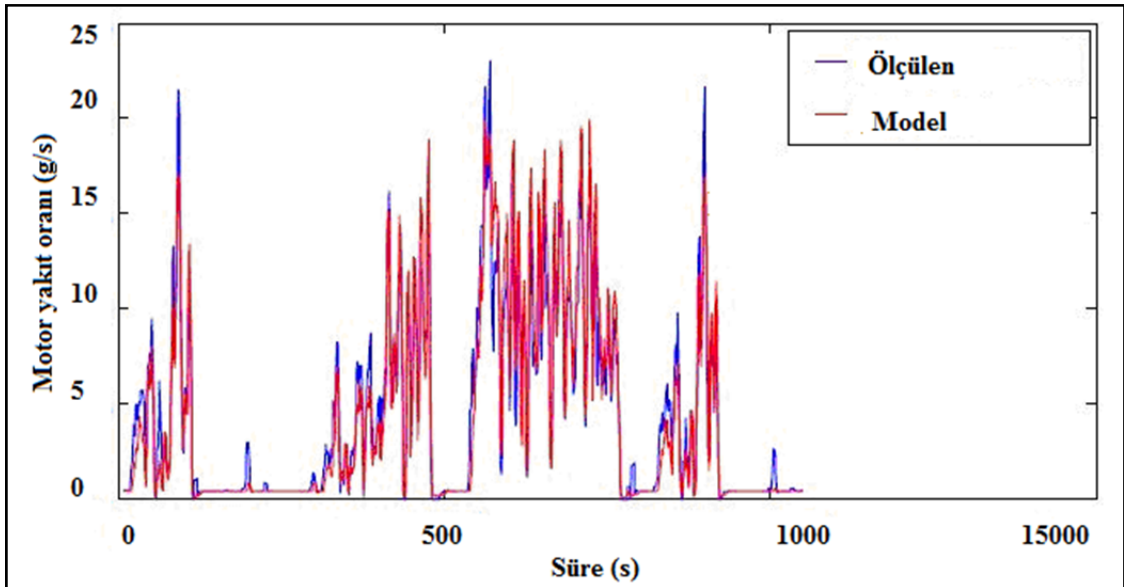
Çizelge 1.3 Yol kaplama tiplerine göre yakıt tüketiminin değişimi [5]

	Yüzey Durumu	
	Kuru	Islak
	Ortalama Yakıt	Ortalama Yakıt
	Tüketimi	Tüketimi
Yollar ve Sürüş Modları	(10 ⁻³ lt/km)	(10 ⁻³ lt/km)
Portland Çimento Betonu		
Sabit Hız 48 kmh	119,2	129,39
Asfal Betonu		
Sabit Hız 48 kmh	145,6	156,91
Portland Çimento Betonu		
Hızlanma 4,8 kmh/sn	681,56	641,55
Asfal Betonu		
Hızlanma 4,8 kmh/sn	731,2	737,4
Portland Çimento Betonu		
Sabit Hız 48 kmh	129,39	153,50
Asfal Betonu		
Sabit Hız 48 kmh	140,45	158,61
Portland Çimento Betonu		
Hızlanma 4,8 kmh/sn	660,57	739,45
Asfal Betonu		
Hızlanma 4,8 kmh/sn	700,86	764,13

Yakıt tüketimi testleri sırasında araç kütlesi, lastik basıncı, yakıt tipi ortam sıcaklığı, nem ve rüzgar hızı ve yönü gibi etkileyici faktörlerden ilk üçü her test sırasında sabit tutulabildi. İki farklı sürüş modu sabit hız ve hızlanma test sürüşleri için kullanıldı. Testler sırasında sabit hızda 48 kmh uygulandı. Hızlanma modunda veriler, araç 0kmh dan 48 kmh a kadar 10 sn de ki hızlanma süresince toplandı. Test sürüşleri sonunda toplanan verilerden oluşturdukları çizelgede her sürüş modunda ve yüzey şartında

Portland çimento betonunda yapılan test sürüşlerinde yakıt tüketiminin Asfalt betonuna göre düşük olduğu görülmüştür.

Delorme ve Karbowski [7] Argonne Ulusal laboratuvarlarında geliştirilen PSAT adlı bir yazılım kullanarak, ağır ticari araçlar için bir yakıt tüketimi simülasyonu gerçekleştirdi. Bir simülasyon programı olan PSAT da standart yada özel seyir çevrimlerine göre sürücü talepleri elektronik kontrol ünitelerine iletilmekte ve modül halinde olan motor ve aktarma organlarından alınan bilgilere göre yakıt tüketimini modellediler. Programın kullanıcı ara yüzünden çeşitli motor ve aktarma organları seyir çevrimleri ve yük şartları modellenilebilmekte idi. Validasyon için 1996 model 14,9lt 317 kw motora sahip 18 kademeli çekici araç ve treyler kullandılar.



Şekil 1.3 Motor yakıt oranının ölçülen ve model arasındaki ilişki

Liao ve Quail [8] Amerikan ordusunda kullanılan bir orta hizmet kamyon aracında yakıt ekonomisini geliştirmek için bir araç aktarma organları modellemesi ve doğrulması çalışması yaptılar. Çalışmada kullanılan araç 2,5 tonluk, 7 ileri otomatikleştirilmiş şanzımanlı hafif kargo aracı idi. Çalışmanın temelini aracın yakıt ekonomisini geliştirmek oluşturdu. Liao ve Quail, hem deneysel olarak araçtan yol şartlarında veri topladı hem de analitik bir model ile simülasyon ve değerleri elde etti. Yaptıkları çalışma sonunda modelin simülasyon değerleri ile araç üzerinden toplanan veriler arasında %2.87 lik bir sapma elde ettiler. Simülasyonda otomatikleştirilmiş şanzıman kademesini 10 ve 12 olarak geliştirdiler. Bu sayede sırası ile %14.5 ve %12.2 yakıt ekonomisini artırmayı başardılar.

1. 2 Tezin Amacı

Nakliye ve lojistik şirketlerinin ana işletme giderlerinden birini yakıt oluşturmaktadır. Ağır vasıta sektöründe araçların yakıt tüketim değerleri rakip üretici firmalar arasında en önemli satış argümanı haline gelmiştir. Gerek üretim öncesi yakıt tüketimi düşük araçlar üretmek için Arge çalışmalarında gerekse sipariş esnasında kullanım özelliklerine göre minimum yakıt tüketimi elde etmek amacıyla, en uygun araç konfigürasyonunu oluşturmak için simülasyon programları kullanılmaktadır. Bu simülasyon programları sayesinde araçların yakıt tüketimleri önceden hesaplanabilmekte kullanım amaçlarına göre optimum yakıt ekonomisi sağlanabilmektedir. Satış sonrasında ise, gelişen otomotiv elektroniği sayesinde araçtan birçok veri alınabilmekte bunlardan anlık yakıt tüketimi, motor ve araç hız bilgileri ortam şartları sürücü davranışları gibi veriler bu bilgilerin temelini oluşturmaktadır. Bu veriler ayrıca filo takip sistemleri içinde kullanılmaktadır. Veriler yüksek çözünürlüklü ve yüksek sıklıkla araçtan yayınlanmakta olup kullanım amacına göre sıklık ve çözünürlük değiştirilebilmektedir. Yapılan simülasyon programları sürekli olarak geliştirilmektedir. Bu çalışmada amaç bir ağır ticari aracın yakıt tüketimini modellemek ve yapılan simülasyonlar sayesinde araç teknik özellikleri ve seyir şartlarının değişimi ile yakıt tüketiminin değişimini belirleyebilmektir.

1. 3 Hipotez

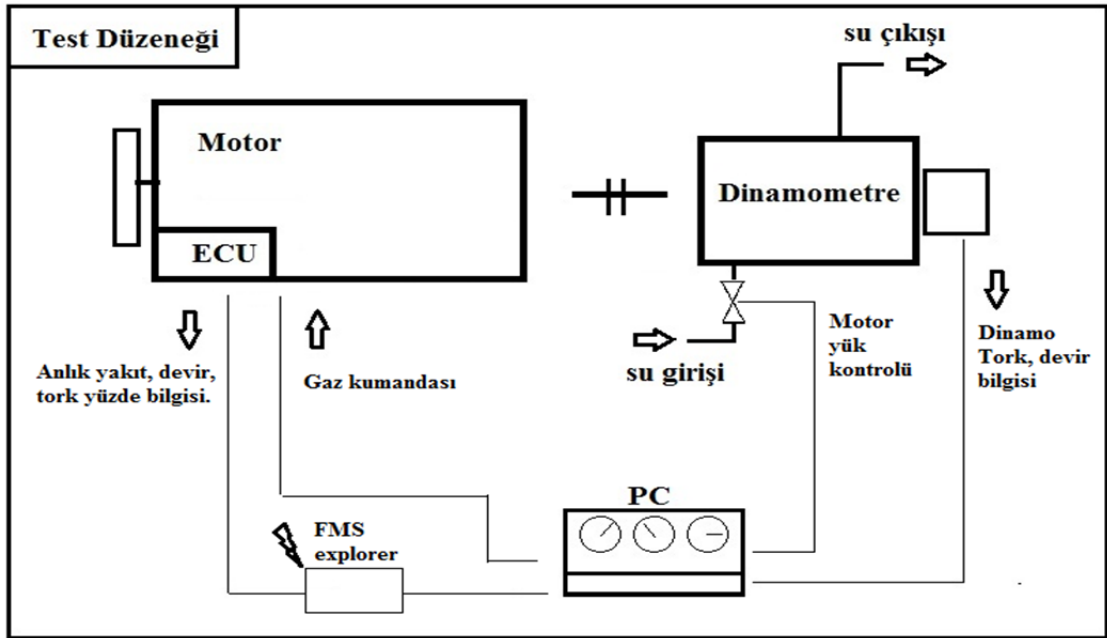
Bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak motorda bulunan sistemlerin daha etkin hale getirilerek verimin artırılmasına çalışmaktadır. Motor parametrelerinin çalışma koşullarına uygun şekilde otomatik olarak değiştirilmesiyle motor performansı artmaktadır. Ayrıca yakıt tüketimi üzerinde taşıta ait parametrelerin de önemli etkileri bulunmaktadır. Taşıt güç aktarma organlarının veriminin artırılması yanında sürücü davranışlarının da olumlu yönde geliştirilmesiyle yakıt ekonomisi iyileşmektedir. Otomotiv sektöründeki firmaların yaptığı araştırma ve geliştirme çalışmalarının büyük bölümünü güvenlikten sonra yakıt ekonomisine harcadığını yapılan araştırmalar göstermektedir. Yakıt tüketimi modelleminde sürüş dirençleri toplamı hesaplanarak anlık güç ihtiyaçlarının belirlenmesi, sonrasında araçların motorlarına ait özgül yakıt tüketimleri kullanılarak araçların anlık yakıt tüketimleri ve seferlere ait yakıt tüketimleri hesaplanabilmektedir.

KULLANILAN MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyal

Çalışmanın sahada yapılan kısmında araçtan anlık verilerin toplanması, motor özgül yakıt tüketim haritasının oluşturulması için motor testlerinin yapılması ve simülasyon yazılımının yapılması için bir mühendislik yazılımı olan MATLAB kullanılmıştır.

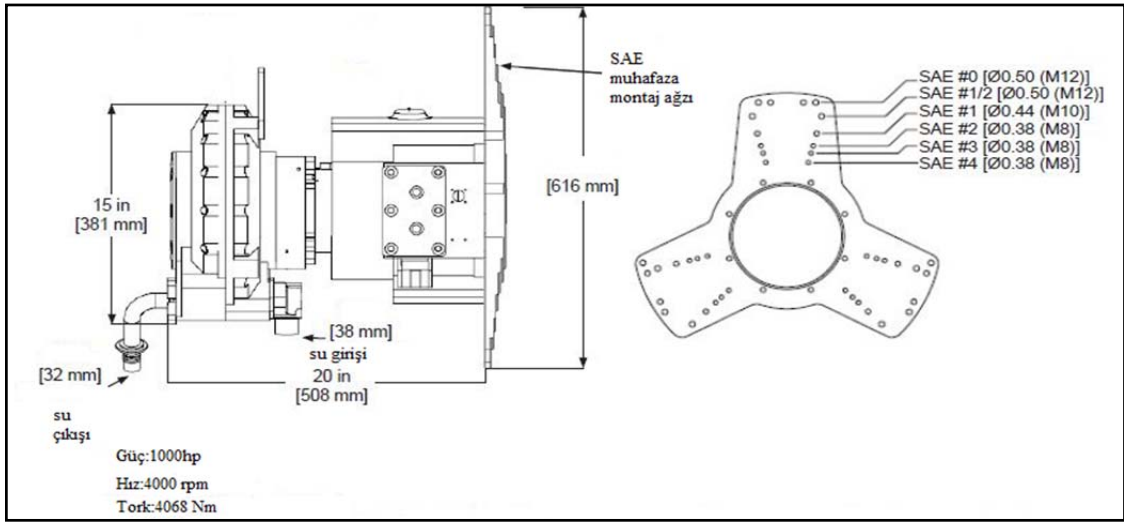
2.1.1 Motor Test Düzenegi



Şekil 2.1 Motor yakıt tüketimi ölçümü için test düzenegi

Motor, bir sehpa üzerine, araç elektroniğinden bağımsız çalışacak şekilde tüm soğutma, yağlama, marş ve alternatör sistemi üzerinde olacak şekilde yerleştirildi. Motor

bağımsız olarak bir PC üzerinden gaz kumandası ayarlanabilir şekilde sehpa üzerinde çalıştırıldı, motorun yakıt beslemesi seyyar bir depo ile sağlandı.



Şekil 2.2 Dinamometre ölçüsel büyüklükleri

Ölçümde kullanılan dinamometre maksimum 1000hp güç, maksimum 4068Nm tork ölçecek ve maksimum 4000 rpm dönecek kapasitede idi. Sulu tip bu dinamometre motorun volanına bir adaptör parça ile kolayca bağlanıp debriyaj muhafazasına sabitlendi. Dinamometre de kullanılan devir sensörü ve strengeyçin doğrusalsızlığı ve histeresis değeri $\leq \pm 0.02$ idi.

Dinamometre üzerinde gelen tork ve devir bilgisi PC üzerine bir data convertor ile aktarıldı. PC de ise motor performansı ölçüm yazılımına aktarılan veri, motor ECU' sundan gelen anlık yakıt, anlık devir ve tork yüzdesi değeri ile karşılaştırılıp anlık yakıt tüketimi hesaplandı.

Çizelge 2.1 Motor test düzeneğinde ölçülen değerler

Data adı	Motor Hızı (rpm)	Dinamo Hızı (rpm)	Tork (Nm)	Yakıt tüketimi (lt)	Gaz Pedal Pozisyonu (%)
Data kaynağı	Motor ECU'su	Dinamo Magnetik Pickup'ı	Dinamo Strengeyç'i	Motor ECU'su	Motor ECU'su
Ölçüm sıklığı	0.5 s	0.5 s	0.5 s	0.5 s	0.5 s
Hassasiyeti	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.02$	$\leq \pm 0.02$	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.01$



Şekil 2.3 Motor test odası görüntüsü

2.1.2 Test yakıtı

Motorin ham petrolün rafine edilmesiyle ortaya çıkan birçok maddenin fiziksel karışımı sonucunda elde edilir. Rafine sanayi ham petrolü ayırmaya (vakumda damıtma) ve kimyasal olarak dönüştürmeye (hidrojenli kükürt giderme, katalitik) dayanan çok sayıda işlem gerçekleştirir, bu işlemler motorinlerin birleşimlerinde yer alan birçok temel

maddenin elde edilmesini sağlar. Motorinler, çok farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri bulunan alabildiğine yüksek sayıda (binin üstünde) hidrokarbonun karmaşık karışımıyla meydana gelir. Motorin üretiminde yasal oranlara uyulur. Common Rail teknolojisine sahip dizel motorlar verimli çalışabilmek için yüksek kaliteli motorine yani EN 590 standardına uygun yakıtı ihtiyacı duymaktadır.

Çizelge 2.2 Motorin yakıtının EN 590' a göre özellikleri ve test yöntemleri

Özellik	Birim	Değer	Sınır	Deney Yöntemi
Yoğunluk (15 °C 'ta)	kg/m ³	820-845		TS 1013 EN ISO 3675
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	% ağırlık	8	En çok	TS EN 12916
Parlama Noktası	°C	55	En az	TS EN ISO 2719
Soğuk Filtre Tıkanma Noktası (SFTN)	°C			TS EN 116
Kış (a)		-15	En çok	
Yaz (b)		5	En çok	
Damıtma				TS 1232 EN ISO 3405
250 °C 'ta elde edilen	% hacim	65	En çok	
350 °C 'ta elde edilen	% hacim	85	En az	
% 95'in (hacim/hacim) elde edildiği sıcaklık	°C	360	En çok	
Kükürt	mg/kg	10	En çok	TS EN ISO 20846
Karbon Kalıntısı	% ağırlık	0,3	En çok	TS 6148 EN ISO 10370
(% 10 damıtma kalıntısında)				
Viskozite (40 °C 'ta)	cst	2,0-4,5		TS 1451 EN ISO 3104
Bakır Şerit Korozyon		No.1	En çok	TS 2741 EN ISO 2160
(50 °C 'ta 3 saat)				
Kül	% ağırlık	0,01	En çok	TS EN ISO 6245
Yağ asidi metil esteri (YAME) içeriği	% hacim	7	En çok	TS EN 14078
Setan sayısı		51	En az	TS 10317 EN ISO 5165
Setan İndisi	hesapla	46	En az	TS EN ISO 4264
Su	mg/kg	200	En çok	TS 6147 EN ISO 12937
Toplam Kirlilik	mg/kg	24	En çok	TS EN 12662
Oksitlenme Kararlılığı	g/m ³	25	En çok	TS EN ISO 12205
Yağlayıcılık özelliği düzeltilmiş aşınma	µm	460	En çok	TS EN ISO 12156-1

Yeni nesil dizel araçların kullanması gereken motorinde istenmeyen maddeleri şu şekilde sıralayabiliriz;

Kükürt; ham petrolde doğal olarak bulunur ve özel üniteleri olmayan rafinerilerde yeterince giderilemez. Partikül emisyonlarının, sülfat oluşumu yoluyla egzost arındırma cihazlarının bozulması. EGR sisteminde H₂SO₄ korozyonu ve kurum oluşumu. Motor yağında asit ve kurum oluşumu nedeniyle kısa motor ömrü yağ yaşlanmasına neden olur.

Partikül; Euro-3 emisyon şartlarını karşılayan gelişmiş enjeksiyon sistemleri, yüksek basınç ve dar toleranslı olduğundan partiküllere çok hassastır. Metal metale çalışan yüzeyleri aşındırır. Filtre, pompa ve enjektör ömrünü kısaltır, hatta filtre patlamasına sebep olur.

2.1.3 Test araçları teknik özellikleri

Deneyde DAF marka 4x2 çekici araç ve TIRSAN marka 3 dingilli yarı römork kullanılmıştır. Araçların periyodik bakımları yapılmış durumda ve çekici treyler araç katarının model yılı 2009 ve 200,000 km yol kat etmiş durumda idi.



Şekil 2.4 Test araçları görünüşleri

Çizelge 2.3 Çekici aracın teknik özellikleri

ARAÇ GENEL ÖZELLİKLERİ		AKTARMA ORGANLARININ BOYUTLARI		
Araç Tipi	4X2 E CF 85	Kavrama		
Ticari Tanımı	FT CF 85	Tip	430 mm çapında tek kuru plakalı	
Ölçüler		Şanzıman		
Dingil Mesafesi (mm)	3800	Marka	ZF ECOSPLIT 16 S 2521 TO 13,80 - 0,84	
Azami Uzunluk (mm)	6170	Vites Kademesi	düşük	yüksek
Dönüş Dairesi Çapı (m)	13,35	1.	13,8	11,54
Kesit Alanı (m ²)	8,95	2.	9,49	7,93
Ağırlıklar (kg)		3.	6,53	5,46
Ön Dingillerin Kapasitesi	7.500	4.	4,57	3,82
Arka Dingillerin Kapasitesi	13.000	5.	3,02	2,53
Azami Yüklü Ağırlık	18000	6.	2,08	1,74
Motor		7.	1,43	1,2
Tipi	Paccar MX 300S1	8.	1	0,84
Emisyon Seviyesi	Euro 3	R	12,92	10,8
Silindir Dizilişi ve Sayısı	Sıra 6, 24 Subaplı	Diferansiyel		
Silindir Çapı / strok (mm)	130 / 162	Marka	DAF 1347	
Toplam Silindir Hacmi (cm ³)	12,9	Diferansiyel Çevrim Oranı		3,31
Azami Güç (EEC)	408 hp / 1.500-1.900 dev/dak	Tahrik Tekerleri		
Azami Tork	2.000 Nm / (1.000 - 1.410) dev/dak	Tahrik Aksı Lastik Ebatları		315/80 R 22,5
Sıkıştırma Oranı	16,5 : 1	Tahrik Aksı Yüklü Lastik Yarıçap		500mm
Motor Kontrol sistemi	DMCI	Tahrik Aksı Yüklü Teker Çevresi		3282mm

2.1.4 Araç üstü anlık veri toplama

Bir araç üzerinde birçok sistem bulunmaktadır ve günümüzde araçlar üzerindeki sistemlerin çoğu elektronik kontrol üniteleri tarafından yönetilmektedir. Elektronik kontrol üniteleri, sensörlerden gelen sinyallere göre yönettikleri sistemlerin çalışmasını düzenlemektedir. Elektronik kontrol üniteleri birbirleri ile koordineli bir biçimde çalışmalıdır. Örneğin motoru yöneten elektronik kontrol ünitesi, immobilizer sistemini yöneten elektronik kontrol ünitesinden doğru anahtar kullanıldığı bilgisini aldığı anda motorun çalışmasına müsaade eder. Doğru anahtar kullanılmadığı sürece motorun çalışması elektronik kontrol ünitesi tarafından engellenir.

Ayrıca elektronik kontrol üniteleri yönettikleri sistemin dışında başka bir sistemin sensöründen gelen bilgiye de ihtiyaç duyabilirler. Örneğin otomatik transmisyonun

elektronik kontrol ünitesi doğru vites durumunu belirleyebilmek için motor devri bilgisine ihtiyaç duyar. İhtiyaç duyduğu bu bilgiyi motorun elektronik kontrol ünitesinden alır. Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı gibi otomobiller üzerindeki elektronik kontrol ünitelerinin birbirleriyle haberleşmeleri gerekmektedir. Bunu sağlamak amacıyla elektronik kontrol üniteleri arasında bir ağ kurulmuştur. Bu ağa Can-Bus protokolü adı verilmiştir. BOSCH, Intel ile birlikte Can-Bus protokolünü otomotiv endüstrisi için 1987 yılında geliştirmiştir. CAN kısaltmasının açık yazılışı "Controller Area Network"dir. Can-Bus protokolü otomotiv endüstrisinde bilgi transferi alanında bir standart olarak kabul edilmiştir. Endüstriyel otomasyon alanında da kullanılmıştır. Bu başarı, yazılımın ve Can ağında kullanılan Bus protokolün sağlam yapıda olmasından dolayı elde edilmiştir.

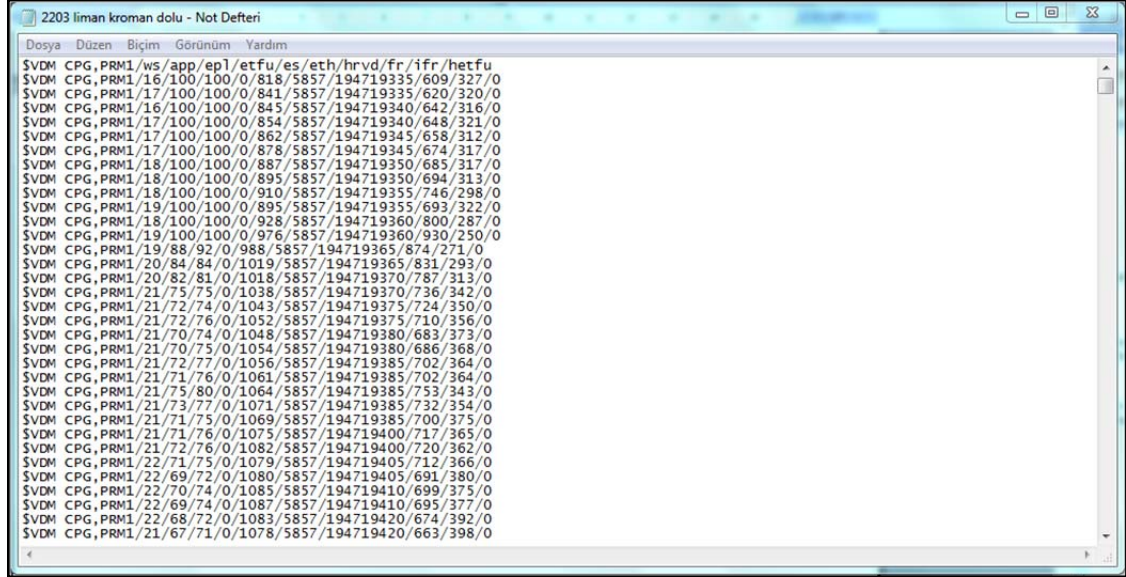
Araç üzerinden anlık verileri toplayabilmek için bir elektronik cihaz kullanılmıştır. Cihaz, SAE J1939 standartına göre araç CAN-Bus' ı üzerinden verileri alabilecek şekilde üretilmiştir. SAE J1939 ağır hizmet araçlarında, araç komponentleri arasında haberleşme ve diagnostik için kullanılan U.S.A orijinli bir standarttır.



Şekil 2.5 Cihaz bağlantıları

Cihaz, ayrıca farklı ihtiyaçlara göre yazılımlar yüklenerek kullanılan gelişmiş ve ekonomik modelleri olan araç takip cihazıdır. Cihaz, GPS ve GPRS tabanlı takip amaçlı olup 32bit bağlantı ile yüksek hızlı, zengin port seçenekleri ve gelişmiş fonksiyonlara sahiptir. Tüm komutlar SMS/GPRS ile gönderilebilmektedir. Opsiyonel olarak TCP/IP protokollerinde de çalışmaktadır.

Cihazın, RS232 çıkışı üzerinden, anlık yakıt tüketimi, motor devri hız gibi birçok değer PC'ye aktarıldı ve saniyede iki kez sıklıkla kaydedildi. PC'ye aktarılan datanın ekran görüntüsü Şekil 2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.6 Cihazdan PC'ye aktarılan datanın ekran görüntüsü

2.1.4.1 FMS Standartları

Günümüzde ağır vasıta araçlarda motor ve araçla ilgili birçok bilgi CAN-Bus sistemi üzerinden veri paketleri halinde FMS ara yüzü yoluyla alınabilmektedir. Veri paketleri SAE J1939 standart kurallarına göre yayınlanmaktadır.

Çizelge 2.4 Araç üzerinden toplanan veriler, sıklık ve büyüklükleri

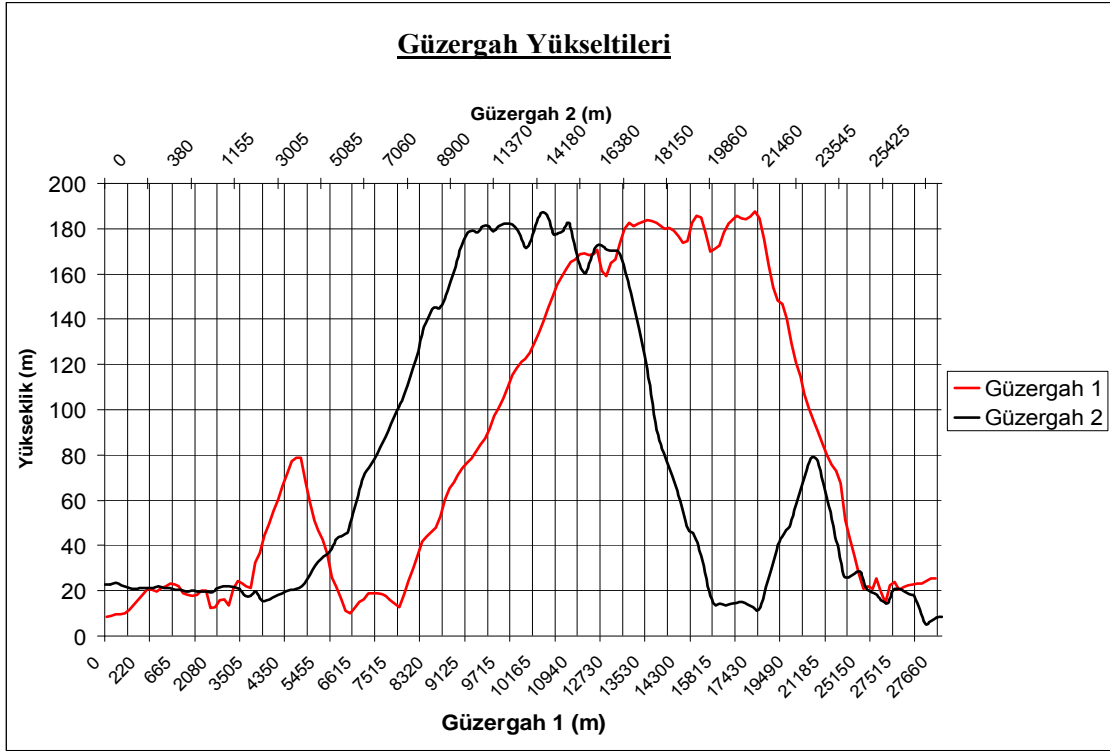
Data adı	Motor Hızı (rpm)	Araç Hızı (km/h)	Araç Odometresi (m)	Anlık Tork Yüzdeleri (%)	Anlık Yakıt tüketimi (lt)	Gaz Pedalı Pozisyonu (%)	Araç Altimetresi (m)
Data kaynağı	Motor ECU'su	Araç VIC elektroniği	Araç VIC elektroniği	Motor ECU'su	Motor ECU'su	Motor ECU'su	GPS
Ölçüm sıklığı	0.5 s	0.5 s	0.5 s	0.5 s	0.5 s	0.5 s	10s
Hassasiyet i	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.01$	$\leq \pm 0.01$	$\pm 100mm$

Çizelge 2.5 FMS verilerinin PGN ve SPN değerleri ile yayınlanma sıklığı

		Sinyal Adı	Yayın sıklığı	Görüşler/Yorumlar	
PGN	SPN	Örn. Km, Yakıt Sarfıyatı	(ms)		
65265	597	fren sivici	100	iki bit statü	-
65265	84	tekerlek bazlı araç hızı	100	TCO1 den farklı olabilir	-
65265	595	cruise kontrol aktif	100	iki bit statü	
65265	598	debriyaj sivici	100	iki bit statü	
61443	91	gaz pedal pozisyonu	50	1 Byte	-
61443	92	anlık motr hızında motor yük yüzdesi	50	1 % / bit, 0 to 125 % işletme aralığı	-
65257	250	kullanılan toplam yakıt motor	1000	4 bytes, 0 to +2 105 540 607,5 L	-
65276	96	yakıt seviyesi	1000	1 Byte	-
61444	190	motor devri	20	2 Byte, 0-8031,875 rpm	-
65253	247	motor toplam çalışma saati	1000	4 bytes, 0 to 210 554 060,75 h	-
65260	237	araç şasi numarası	10000	değişken, max 200 karakter.	her 10sn de gönderilir
65217	917	yüksek çözünürlük araç kilometresi	1000	4 bytes, 0 -21 055 406 km; TCO hariç	
65216	914	servis mesafesi	1000	-	-
65132	1614	araç aşırı hızı	20/50	dijital takograf ile	tekrar oranı takografa bağlı
65132	1619	yön göstergesi	20/50	dijital takograf ile	tekrar oranı takografa bağlı
65132	1624	takograf araç hızı	20/50	dijital takograf ile-2 bytes	tekrar oranı takografa bağlı
65262	110	motor soğutma suyu sıcaklığı	1000	-40°to 210°	-
65269	171	ortam havası sıcaklığı	1000	0.03125 °C / Bit gain	-273 °C offset
65266	183	yakıt oranı	100	0.05 L/h per bit, 0 to 3,212.75 L/h	hesaplanan değerler gösterge olarak verilmiştir.
65266	184	anlık yakıt ekonomisi	100	1/512 km/L per bit, 0 to 125,5 km/L	hesaplanan değerler gösterge olarak verilmiştir.
64932	3948	PTO devrede	100	Either SPN 3948 or SPN 976 (CCVS)	SPN 3948 (PTO DE) mesaj tercih edilir.
64777	5054	yüksek çözünürlük toplam yakıt motor	1000	0.001 L/bit, 0 to 4,211,081.215 L	teknik olarak mümkün ise hesaplanır.

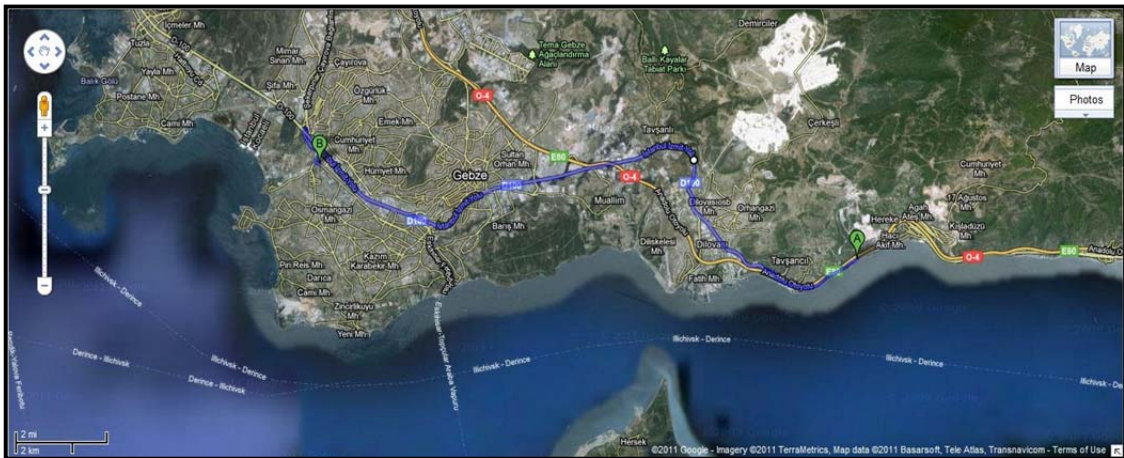
2.1.5 Güzergah özellikleri

Filodaki araçlar sabit güzergâhta ve standart yük ile çalışmakta olup ve vardiya değişimleri hariç gün içinde durmaksızın firmanın üretim tesisi ile tesise hammadde sağlayan liman arasında çalışmaktadır. Tesis Gebze/KOCAELİ ' de Liman ise Hereke/KOCAELİ' de bulunmaktadır. Araçlar D100 karayolu üzerinde seyretmiştir.



Şekil 2.7 Güzergah yükseltilerinin grafiği

Modellenen ve doğrulama kısmında bahsi geçen iki adet güzergah bulunmaktadır. Araçların yüklendiği liman tesisleri Güzergah1' in başlangıç noktası olup deniz seviyesinin biraz üzerinde yer almaktadır.



Şekil 2.8 Deney güzergahı uydu görüntüsü

Bu noktadan başlayan güzergah1 devlet karayolu boyunca devam etmekte boşaltım yeri olan işletme girişinde son bulmaktadır. Güzergah2 ise yine bu noktadan yani işletme girişinden başlayıp yükleme yeri olan liman girişine kadar devam etmektedir.

2.2 Kullanılan yöntem

Motor yakıt tüketiminin önceden belirlenmesi için, ilk olarak motor test düzeneği sayesinde motorun özgül yakıt tüketimi modellendi. Böylece her motor devri ve güç üretimine göre anlık tüketilen yakıt miktarı hesaplandı. Oluşturulan database daha sonra MATLAB’ de hazırlanan simülasyon programında karşılaştırma verisi olarak kullanıldı. Araç üzerinden toplanan veri sayesinde ise aracın anlık güç ihtiyacı belirlendi. Her iki verinin karşılaştırılması ile aracın anlık yakıt tüketimi hesaplandı ve sonrasında güzergah süreleri baz alınarak kümülatif yakıt tüketimleri her sefer için hesaplandı ve doğrulama kısmında hesaplanan ve ölçülen değerler karşılaştırılarak hatalar tespit edildi. Hesaplama ve modellemede aşağıdaki formüller kullanıldı.

2.2.1 Yakıt tüketiminin modellenmesi

2.2.1.1 Yakıt tüketimi

Günümüzde karayolu taşıtların büyük bir bölümünde taşıt tahriki için gerekli enerji içten yanmalı motorlarla sağlanmaktadır. Bir taşıtın hareketi esnasında tüketilen yakıt miktarı, seyir şartlarının sabit kaldığı bir zaman aralığı için aşağıdaki ifadeyle belirlenir.

Yakıt tüketimi modellenirken aracın seyir esnasındaki güç ihtiyacı belirlendi. Belirlenen anlık güç ihtiyacına göre aracı tahrik eden motorun özgül yakıt tüketimi haritasında güç ve devir şartına karşılık gelen yakıt tüketimi, aracın anlık yakıt tüketimini belirlemiştir. Motorun anlık yakıt tüketimi anlık güç ihtiyacı, özgül yakıt tüketimi ve bu gücün ihtiyaç süresi ile alakalıdır.

$$B_e = N_e \cdot t \cdot b_e \quad (2.1)$$

Seyir çevrimi, ralanti, hızlanma, sabit hız ve sürüklenme olarak modellendi ralanti için sabit yakıt tüketimi, motorun güç ölçümlerinde tespit edilen ralanti yakıt tüketimi l/h olarak modellendi. Hızlanma ve sabit hız şartlarında aracın güç ihtiyacına göre yakıt tüketimi belirlendi. Sürüklenme şartında ise motorun yakıt tüketmediği kabul edildi.

2.2.1.2 Enerji kayıpları ve güç ihtiyacı

Taşıt hareketine ters yönde etki eden kuvvetlerin, taşıt eksenini doğrultusundaki bileşenlerinin toplamına hareket dirençleri adı verilir. Taşıtın hareket edebilmesi için hareket dirençlerine eş veya daha büyük bir kuvvetin tahrik tekerlerinden zemine aktarılması gerekir. Hareket için gerekli enerji aracın enerji kaynağı olan motordan çekilir. Seyir şartlarının sabit kaldığı durumda motordan çekilen güç N_e sabit kalacaktır.

$$N_e = \frac{\Sigma F \cdot V_T}{\eta_m} \quad (2.2)$$

Toplam direnç $\Sigma F = F_R + F_S + F_L + F_b$ (2.3)

Yuvarlanma direnci $F_R = frG$ (2.4)

Yokuş direnci $F_S = G \sin \alpha$ (2.5)

Hava direnci $F_L = \frac{1}{2} \rho_h C_D A V^2$ (2.6)

İvme direnci $F_b = \varphi m \frac{dV_T}{dt}$ (2.7)

2.2.1.2.1 Yuvarlanma direnci (F_R)

Hareket halindeki bir taşıtın bütün tekerleklerine yoldan yürümeye karşı koyan bir direnç gelir. Bunun nedeni yolun ve tekerleğin bir miktar ezilmiş olmasıdır. Ezilmeden dolayı tekerlekler sürekli olarak bu tümseği aşmak durumuyla karşı karşıyadır. Bu dirence yuvarlanma direnci denir. Bu direnç tekerleğe gelen ağırlıkla doğru orantılıdır. Tekerlek ile yol arasındaki yuvarlanma direnç katsayısı ve aracın ağırlığı çarpımına eşittir. Bu direnç katsayısı aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi araç tipine göre farklılık göstermektedir.

$$F_R = frG \quad (2.8)$$

Çizelge 2.6 Çeşitli tip araçların ortalama yuvarlanma direnç katsayıları [5]

Araç tipi	Yüzey		
	Beton	Sert toprak	Kum
Yolcu arabası	0.015	0.08	0.30
Kamyon	0.012	0.06	0.25
Traktör	0.02	0.04	0.20

2.2.1.2.2 Yokuş direnci (F_s)

Taşıt bir yokuşu tırmanmaya başladığı zaman kendi ağırlığı ile orantılı olarak başka bir dirençle karşı karşıya kalır. Bu dirence yokuş direnci denir. Yol eğimleri % olarak ifade edilir. Örneğin %5 eğimli bir yol dendiği zaman yolun 100 metrede 5 metre yükseldiği anlaşılmalıdır. Yollar inşa edilirken %10 eğimin üzerine çıkılmamaya özen gösterilmektedir yaklaşık bu eğimlerde $\sin\alpha$ değeri yolun eğimine eşit olduğundan $\sin\alpha$ yerine eğim yazılabilir.

$$\sin \alpha \cong E \quad (2.9)$$

$$F_s = GE \quad (2.10)$$

2.2.1.2.3 Hava direnci (F_L)

Hava direnci, hareket halindeki aracın projeksiyon alanına çarpan havanın oluşturduğu kuvvettir. Aracın içerisinde yol aldığı havanın yoğunluğu sürtünme katsayısı projeksiyon alanı ve hızın karesi ile doğru orantılıdır.

$$F_L = \frac{1}{2} \rho_h C_D A V^2 \quad (2.11)$$

C_D değeri bir cismin dış formu sebebiyle düzgün doğrusal akım içinde oluşturduğu süreksizlik ve girdaplar gibi akım bozuntularının sonucu ortaya çıkar. Dış form itibariyle cisim ne derece az bozuntuya sebep olursa direnç katsayısı ve buna bağlı olarak direnç kuvveti de o derece küçük olur. Görüldüğü gibi hızı ve geometrik

boyutları belli olan bir aracın hava direnç kaybını azaltmanın tek yolu aracın dış formuna bağlı olan direnç katsayısı C_D 'yi azaltmaktır.

Çizelge 2.7 Çeşitli marka çekici araçların hesaplanmış C_D değerleri [9]

Araç	Hava yoğunluğu (ρ) [kg/m ³]	Projeksiyon alanı [m ²]	85 km/h araç hızında kuvvet (FD) [N]	Araç hızı (v) [m/s]	Rüzgar hızı (v_{wind})	Hava direnç katsayısı (C_D)
Scania R-series	1.283	9.7	2600	23.6	3.5	0.75
Mercedes Actros	1.280		2600		1	0.75
Renault Premium	1.268		3300		1.5	0.96
DAF CF	1.268		2700		2.5	0.71
Volvo FH	1.228		2000		0.5	0.59

2.2.1.2.4 İvme direnci (F_b)

Bir taşıt hareket haline veya herhangi bir hızdan diğer bir hıza geçerken bulunduğu durumun değiştirilmesine karşı bir direnç gösterir. Bu dirence ivme direnci denir. Atalet direncinin bulunması için Newton'un II. atalet prensibinden yararlanılır.

Hızlanan aracın bir ivmesi vardır, bir de dönen cisimlerin ivmeleri vardır. Bu dönen cisimlerin ivmeleri tekerlek dış çapında bir karşı koyma direnci ile karşılaşılırlar. Taşıtın efektif kütlesi taşıt kütesinin, efektif kütle katsayısı kadar fazladır. Efektif kütle katsayısı toplam transmisyon oranı ile ilgilidir.

$$F_b = \varphi m \frac{dV_T}{dt} \quad (2.12)$$

$$\varphi m = m * \lambda \quad (2.13)$$

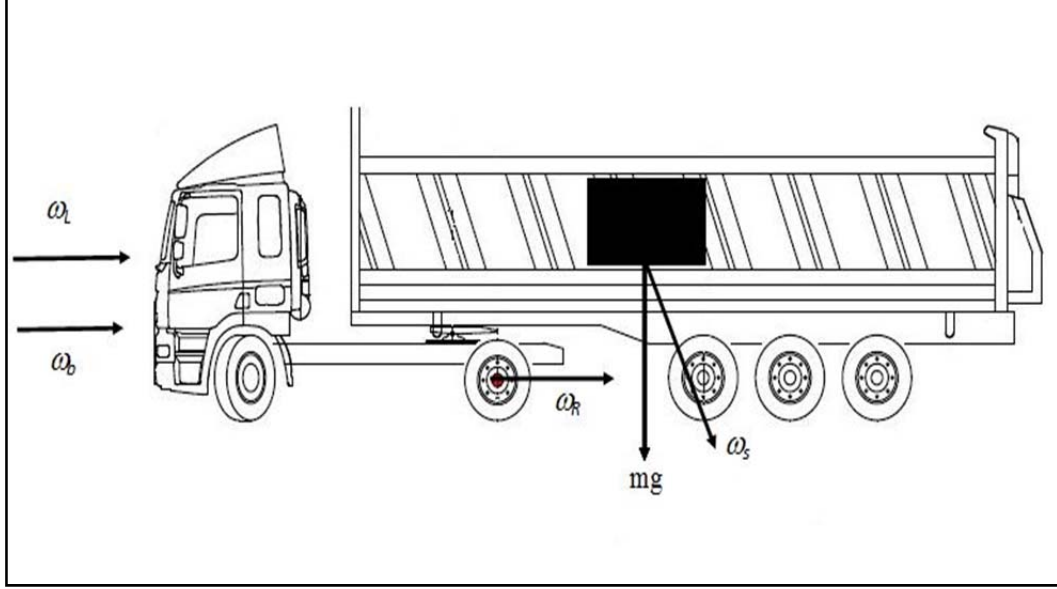
$$\lambda = 1.04 + 0.0025 \dot{I}_t^2 \quad (2.14)$$

$$\varphi m = m * (1.04 + 0.0025 I_t^2) \quad (2.15)$$

$$F_b = m * (1.04 + 0.0025 I_t^2) \frac{dV_T}{dt} \quad (2.16)$$

2.2.2 Aracın modellenmesi

Aracın modellenmesi yapılırken standart çekici ve standart damper kombinasyonu yapılmıştır.



Şekil 2.9 Araç üzerine etkiyen dirençler

Modelde aracın fiziksel boyutları ve kütlesi değişken olarak belirlenmiş olup MATLAB ile hazırlanan modelde bir ara yüz sayesinde aracın bu fiziksel boyutları ve kütlesi girilerek yakıt tüketimi hesaplanabilmektedir. Bu değişkenlerin yakıt tüketimine etkisi model üzerinden ölçülebilmekte validasyon kısmında ise farklı toplam kütle ile yapılan sürüşlerin yapılabilmesine olanak sağlandı.

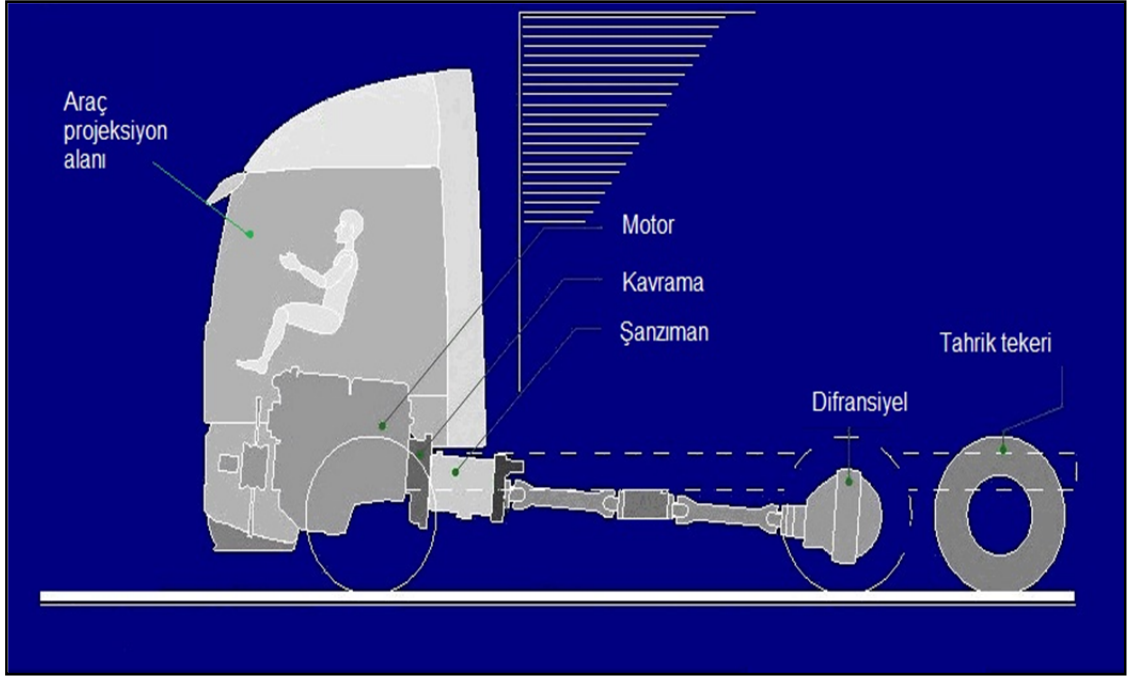
2.2.3 Motorun modellenmesi

Test aracında kullanılan motor 12,9 lt toplam silindir hacmine sahip 6 silindirli comman-rail bir diesel motordur. Motorun özgül yakıt tüketim haritasını belirleyebilmek için motor, bir motor dinamometresine bağlanıp çeşitli devir ve güç aralıklarında yakıt tüketimleri tespit edilerek motorun özgül yakıt tüketim haritası motor gücü ve motor devrine bağlı olarak oluşturuldu. Yakıt tüketim değerleri motorun can-bus hattı üzerinden elektronik olarak kayıt edildi. Bu motora sahip olan ve aktarma organları da ileriki bölümlerde modellenecek olan araç modellenen yol üzerinde ve seyir şartlarında sürülerek yakıt tüketimi hesaplandı.

Ölçülen güç, tork ve yakıt tüketim değerleri en küçük kareler metodu ile MATLAB programında yüzey modelleme beşinci dereceden polinoma uydurularak elde edilmiştir.

2.2.4 Aktarma organlarının modellenmesi

Aracın motorundan itibaren aktarma organları sırası ile kavrama sistemi, şaft diferansiyel ve tekerlek olarak modellendi.



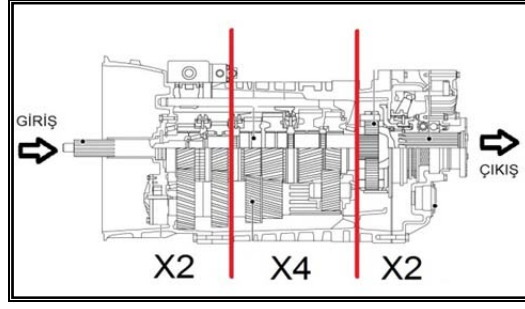
Şekil 2.10 Araç aktarma organlarının yerleşimi.

2.2.4.1 Kavrama

Şanzımanın vites değişimi sırasında şanzımanın motordan ayrılarak vites değişimlerinde senkronizasyonu sağlar. Debriyajın modellenmesi için birçok nümerik ve karmaşık hesap yapılması gerekmektedir. Bunun yanında debriyaj değişimi saniyelik zaman periyodunda gerçekleştiğinden ve toplam yakıt tüketimini bu anlamda etkilemediğinden bu çalışmada modellenmemiştir.

2.2.4.2 Şanzıman

Şanzıman, ağır vasıta araçlarda ağırlıklı olarak mekanik şanzımanlar kullanılmaktadır. Bu modellemede de 16 kademeli bir mekanik şanzıman modellenmiştir. 16 ileri 2 geri olmak üzere toplam 18 kademe olarak modellendi. Şanzımanı üç kısımda incelemek gerekirse ilk kısımda 2 ikinci kademede 4 üçüncü kısımda ise yine 2 kademe modellendi.



Şekil 2.11 Araç şanzımanının kısımları.

Çoğu modellemelerde şanzıman değişimleri 1. vitesten 2. vitese geçerek sıralı olarak yükselir ve azalır. Ancak ağır vasıtalarda toplam araç ağırlığı çok değişken olduğu için bu uygulamanın dışına çıkmak ve seyir hızlarına ve tork ihtiyacına göre kademe değişimlerinde sıralı değişimin dışına çıkmıştır. Yakıt tüketim hesaplarında kısa periyotta meydana gelen vites değişim anlarındaki yakıt tüketimleri, değişim anları dışında kalan uzun periyotun yanında ihmal edilerek modellendi. Şekil 2.11' de modellenen şanzıman görülmektedir.

2.2.4.3 Şaft

Şanzıman ile diferansiyel arasında hareket ve tork iletimi sağlayan ve yakıt tüketimini balans bozukluğu olmadığı kabul edilerek, kendi atalet değerleri olmadığı kabul edildiğinde yakıt tüketimini etkilemediği kabul edildi. Şaft tasarımında en önemli nokta sökölüp takılma kolaylığı ve yüksek burkulma dayanımıdır.

2.2.4.4 Diferansiyel

Diferansiyel, şaft tarafından gelen tork ve hızı tekerlekler dik olarak aktaran ve yapısındaki dişliler sayesinde aktarma organları genelindeki toplam çevrim oranını etkileyen bir çevrim oranı bulundurmaktadır. Araç üreticileri modellemeleri sırasında şanzıman çevrim oranları ve aracın şasisi göz önünde bulundurularak boyutlandırmaktadırlar. Bu oran sabit olduğundan yakıt tüketimini en az gerçekleştiren optimum çevrim oranı seçilmelidir. Model ara yüzünde çeşitli diferansiyel çevrim oranları seçilebilmekte ve yakıt tüketimleri karşılaştırılabilmektedir.

2.2.4.5 Tekerlek

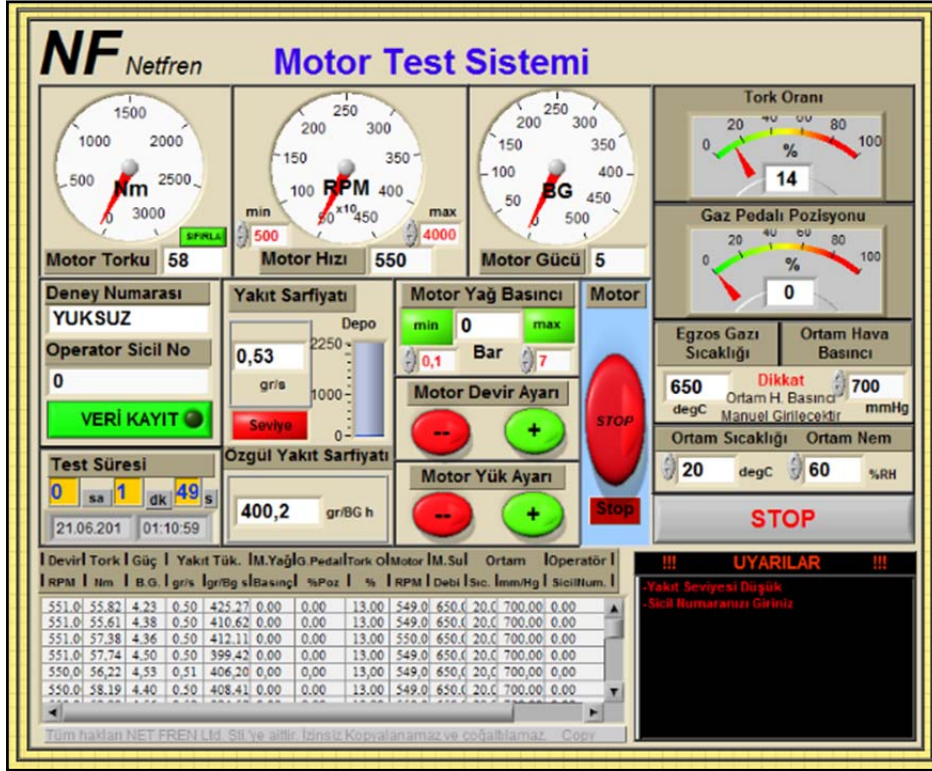
Motordan elde edilen güç ve torkun aktarma organlarından geçtikten sonra yola aktarıldığı son elemandır. Lastik yapısı gereği dönme hareketi yaparken dönmeye karşı bir dirençle karşılaşır. Bu yuvarlanma direnci lastiğin üzerinde bulunduğu yolun tipine göre değişmektedir. Tekerleğin modellenmesinde farklı ebatlardaki lastikler için devir/km değerleri oluşturuldu. Farklı ebatlardaki lastiklerde yuvarlanma direnç katsayıları aynı alındı.

2.2.5 Deneysel çalışmalar

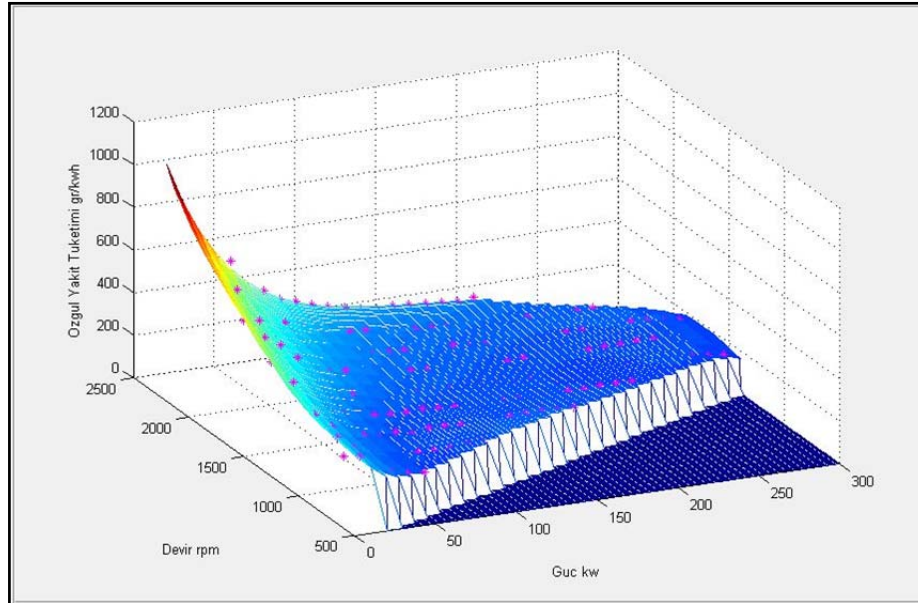
2.2.5.1 Motor testleri

Araç üzerinden sökülen motor bir motor güç ölçüm dinamometresine bağlanarak güç, tork ve yakıt tüketim değerleri ölçüldü. Ölçüm yöntemi olarak motor tam yük şartında yüklenerek maksimum güç ve tork değerlerine ulaşıldı. Bu şarttaki özgül yakıt tüketimi değerleri dinamometre yazılımı ile hesaplanıp saniyede ortalama dört örnek olarak kayıt edildi. Tork ve güç değerleri dinamometre üzerinden sayısal olarak kayıt edilirken aynı anda yakıt tüketimleri ise motorun ECU' su üzerinden anlık olarak kayıt edildi. Ölçümlerde motor devir hızı rpm, motor gücü Bg, motor torku Nm, özgül yakıt tüketimi gr/Bgh olarak alındı. Motorun maksimum güç ve tork ölçümleri yapıldıktan sonra 600 rpm ile 2200 rpm arasında 200 rpm aralık ile bölündü ve bu devirlere ait maksimum güç ve tork değerleri 10 eşit değer olacak şekilde motor dinamoda yüklenerek anlık yakıt ölçümleri yapıldı. Ölçümlerde anlık yakıt tüketimleri %1 hassasiyetle, güç ve tork değerleri ise %2 hassasiyetle ölçüldü.

Ölçümler sırasında kullanılan dinamometrenin kullanıcı ekranı Şekil 2.8' de görülmektedir. Bu ekran üzerinden gaz kumandası ve dinamometrenin yük durumu kumanda edilebilmekte böylece belirli devir ve belirli yüklerde veri toplamak mümkün olmuştur. Şekil 2.13'de ise ölçümler sonucunda oluşturulan özgül yakıt tüketimi haritası görülmektedir. Haritayı oluşturan ölçüm değerleri Ek-A da yer almaktadır.



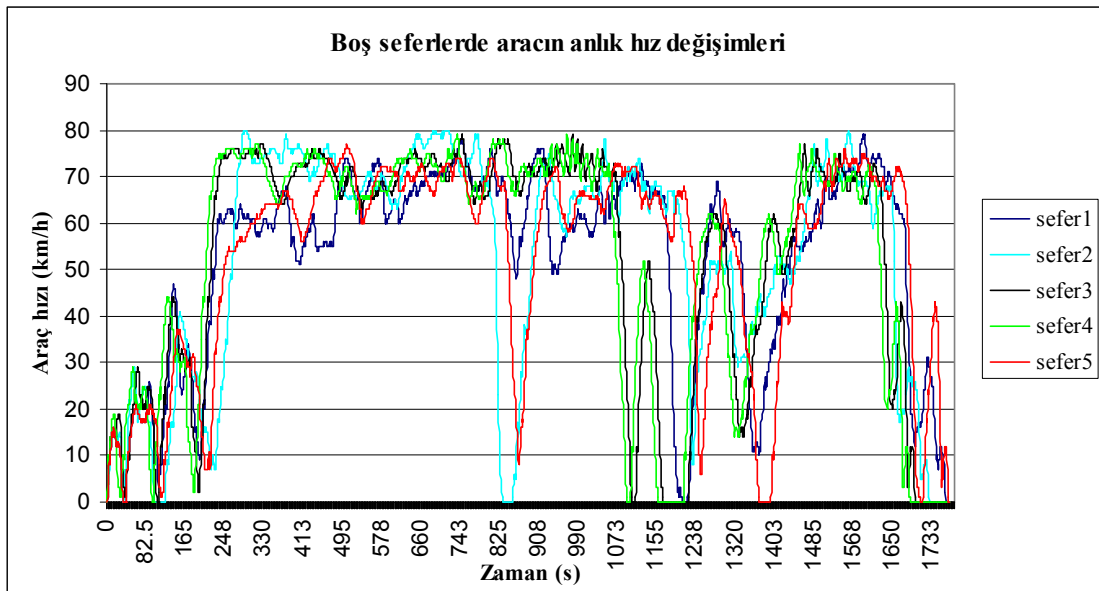
Şekil 2.12 Motor test yazılımı kullanıcı ekranı



Şekil 2.13 Motor testleri sonucunda oluşturulan özgül yakıt tüketim haritası

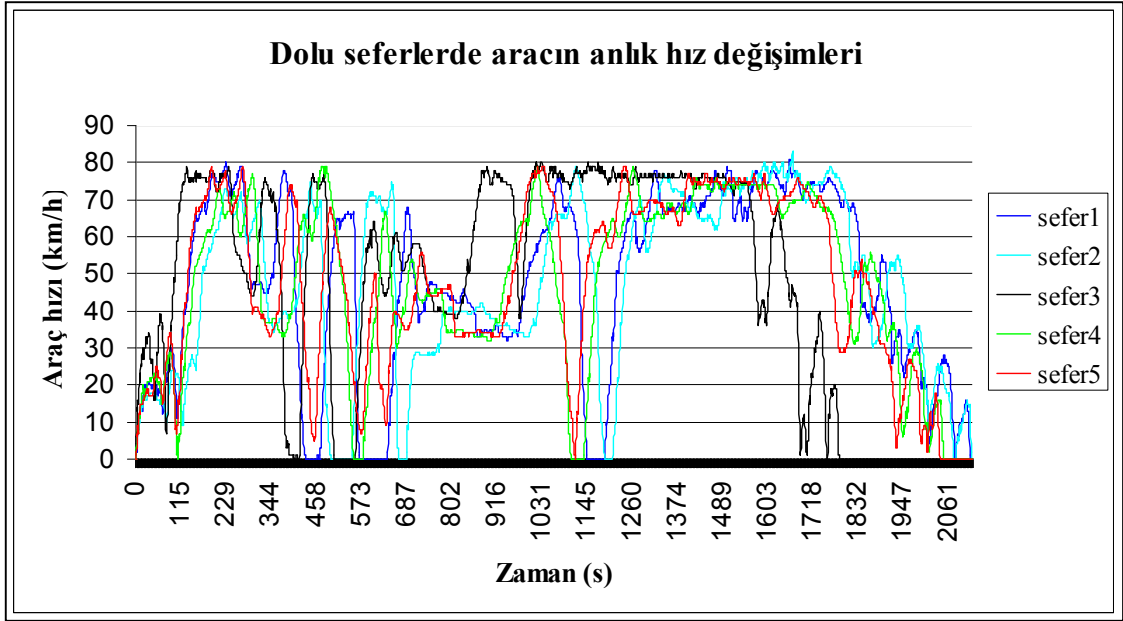
2.2.5.2 Yol testleri

Aracın OBD soketinden bağlanan ve yine motor testleri sırasında yakıt tüketimi ve motor devir bilgilerini elde etmekte kullanılan FMS arayüzü ile araç üzerinden veri toplanmıştır. Seferlerde Güzegah1 aracın liman tesislerinden yüklenmesiinden itibaren boşaltım yeri olan üretim tesislerine ulaşınca kadar katettiğ ve yükseltileri daha önceden GPS yardımıyla elde edilmiş olan 27660m uzunluğundaki yolu ifade etmektedir. Güzergah2 ise aynı yöntemle elde edilmiş ve aracın üretim tesislerinde yükün boşaltıp limana yüksüz olarak hareketiyle gerçekleşen 25440m uzunluğundaki yolu ifade etmektedir. Boş ve dolu seferler ait hız ve yakıt tüketim grafikleri bu bölümde görülebilmektedir. Ayrıca detaylı değerler ise Ek2 de bulunabilir.

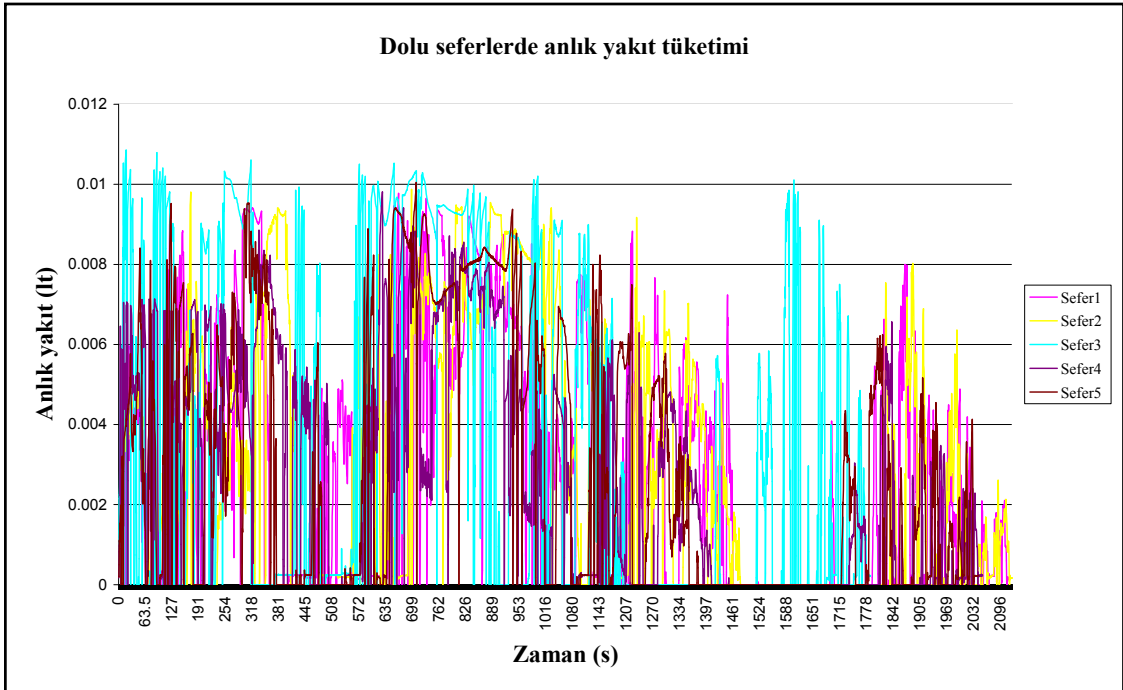


Şekil 2.14 Boş seferlerde aracın anlık hız değişimleri

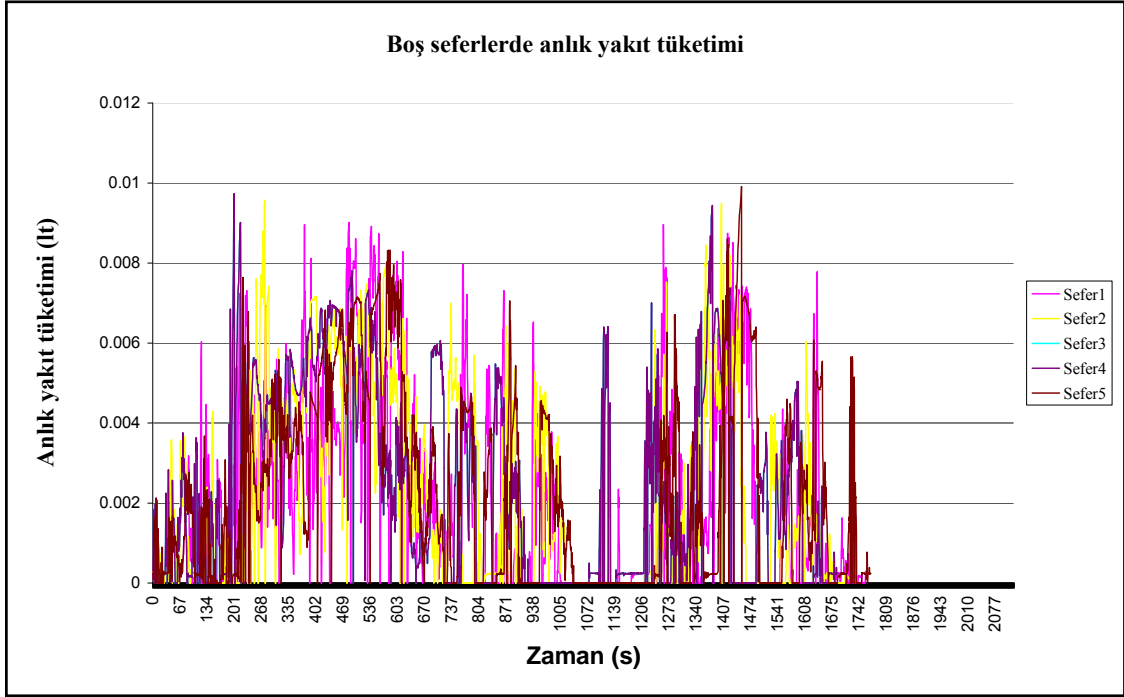
Sefer süreleri, dolu seferlerde en az 1787sn en fazla 2123 sn ve ortalama 2025sn sürmüştür. Boş seferlerde ise en az 1689 en fazla 1770sn ve ortalama 1728 sn sürmüştür. Seferlerin ortalama hızları ise dolu seferlerde 46.9 km/h boş seferlerde ise 53.0 km/h olmuştur. Ve araç seferler sırasında 85km/h hızın üzerine çıkmamıştır.



Şekil 2.15 Dolu seferlerde aracın anlık hız değişimleri



Şekil 2.16 Dolu seferlerde aracın anlık yakıt tüketimi



Şekil 2.17 Boş seferlerde aracın anlık yakıt tüketimi

2.2.6 Yazılım çalışmaları

Programın kodu yazımında ilk olarak motor testleri sonucunda elde edilen yakıt tüketim değerleri ile motor özgül yakıt tüketim haritası modellendi. En küçük kareler metodu ile yüzey modellemesi yapılarak harita oluşturuldu. Ve database yaratıldı. Yolun modellemesi ise yine aynı metot ile 10sn sıklıkla GPS verisi olarak alınan yükselti değerleri interpolasyon yöntemi ile her bir metredeki yükselti hesaplanacak şekilde modellendi. Anlık güç ihtiyaçları ise formül (2.3) deki gibi hesaplanmıştır. Araç aktarma organları ve çevrim oranları da aynı hesaplamalar ile modellenmiştir. Araç üzerinden toplanan veriler MATLAB’de yazılan programın ara yüzünde “Seyir Verisi Yükle” butonu kullanılarak programa yüklenir. Yüklenen Excel dosyasında aracın anlık olarak; motor devir bilgisi, an bilgisi, konum bilgisi ve yakıt tüketim bilgisi bulunmaktadır. Bu adımdan sonra aracın ver toplama sırasında hareket ettiği güzergah, “Yol Verisi Yükle” butonu yardımı konum bilgisi ve yükselti bilgisi olan dosya yüklenir. Böylece yokuş eğimi hesaplanabilmektedir. Güç ihtiyacı hesaplamalarında kullanılan katsayı değerleri; yuvarlanma direnç katsayısı, araç kütlesi, hava sürtünme katsayısı, araç projeksiyon alanı, ve toplam mekanik verim değerleri simülasyon parametreleri olarak seçilebilmektedir.

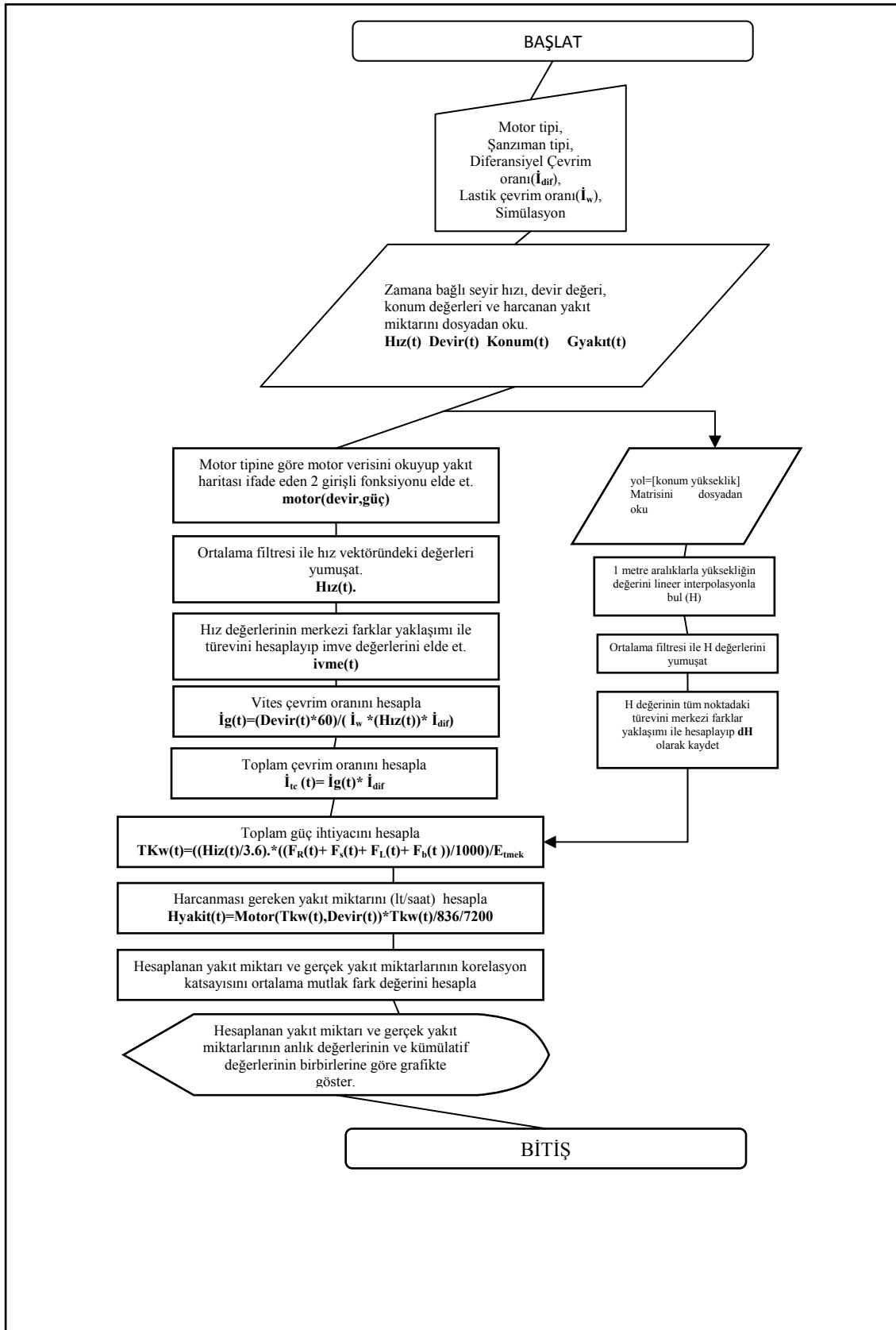
Araç özellikleri olarak yapılan seçimler ise; motor tipi, şanzıman tip diferansiyel çevrim oranı ve lastik ebadıdır. Bu araç özellikleri farklı konfigürasyonlarda yapıp yakıt tüketim değerleri elde edilebilmektedir.

Program iki farklı yöntemle kullanılabilmekte, bunlardan birincisi yol ve seyir şartları belirli olan ve araç üzerinden yakıt tüketim değerleri kayıt edilmiş olan seferlerin programın doğrulması amaçlı kullanımı. İkincisi ise Simülasyon amaçlı olup yalnızca yol ve seyir şartları verilen çevrimlerde aracın aktarma organları ve boyutsal özellikleri ve simülasyon parametreleri girilerek yapılan tahmin çıktıları ve optimum yakıt için vites kademeleri belirleyen yöntemdir. Anlık güç ihtiyacı ve motor devir bilgisi değişkenleri kullanılarak, yine program ara yüzünde motor tipi seçilerek yüklenen motor özgül yakıt tüketimi haritası kullanılarak anlık yakıt tüketimi hesaplanır. Program çıktısı olarak anlık yakıt tüketimleri görülebilmekte yine anlık olarak kümülatif yakıt tüketimleri görülebilmektedir. Her bir sefer için ortalama mutlak hata ve korelasyon değerleri hesaplanır. Ara yüzde grafik olarak görülebilen değerler ayrıca çıktı olarak Excel' e aktarılabilmektedir.

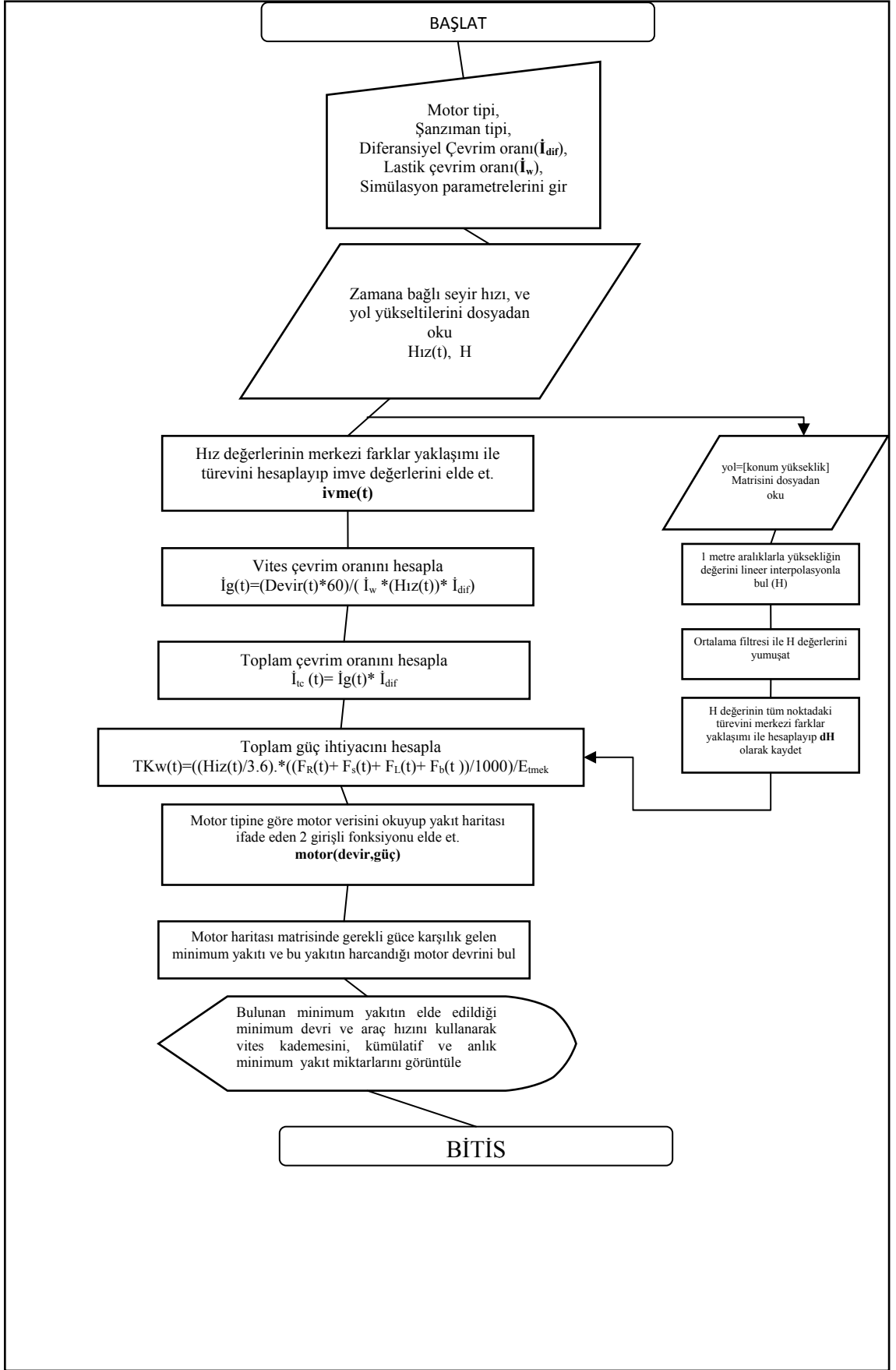
MATLAB, temel olarak nümerik hesaplama, grafiksel veri gösterimi ve programlamayı içeren teknik ve bilimsel hesaplamalar için yazılmış yüksek performansa sahip bir yazılımdır. Matlab programının tipik kullanım alanları; Matematik ve hesaplama işlemleri, algoritma geliştirme, modelleme, simülasyon (benzetim) ve öntipleme, veri analizi ve görsel efektlerle destekli gösterim bilimsel ve mühendislik grafikleri uygulama geliştirme şeklinde özetlenebilir.

MATLAB adı, MATrix LABoratory (Matrix Laboratuarı) kelimelerinden gelir. MATLAB, ilk olarak Fortran Linpack ve Eispack projeleriyle geliştirilen ve bu programlara daha etkin ve kolay erişim sağlamak amacıyla 1970'lerin sonlarında yazılmıştır. İlk başlarda bilim adamlarına problemlerin çözümüne matris temelli teknikleri kullanarak yardımcı olmaktadır. Bugün ise geliştirilen yerleşik kütüphanesi ve uygulama ve programlama özellikleri ile gerek üniversite ortamlarında (başta matematik ve mühendislik olmak üzere tüm bilim dallarında) gerekse sanayi çevresinde yüksek verimli araştırma, geliştirme ve analiz aracı olarak yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Ayrıca işaret işleme, kontrol, fuzzy, sinir ağları, wavelet analiz gibi bir çok alanda ortaya koyduğu Toolbox adı verilen yardımcı alt programlarla da özelleştirilmiş ve kolaylaştırılmış imkanlar sağlamış ve sağlamaya da devam etmektedir.

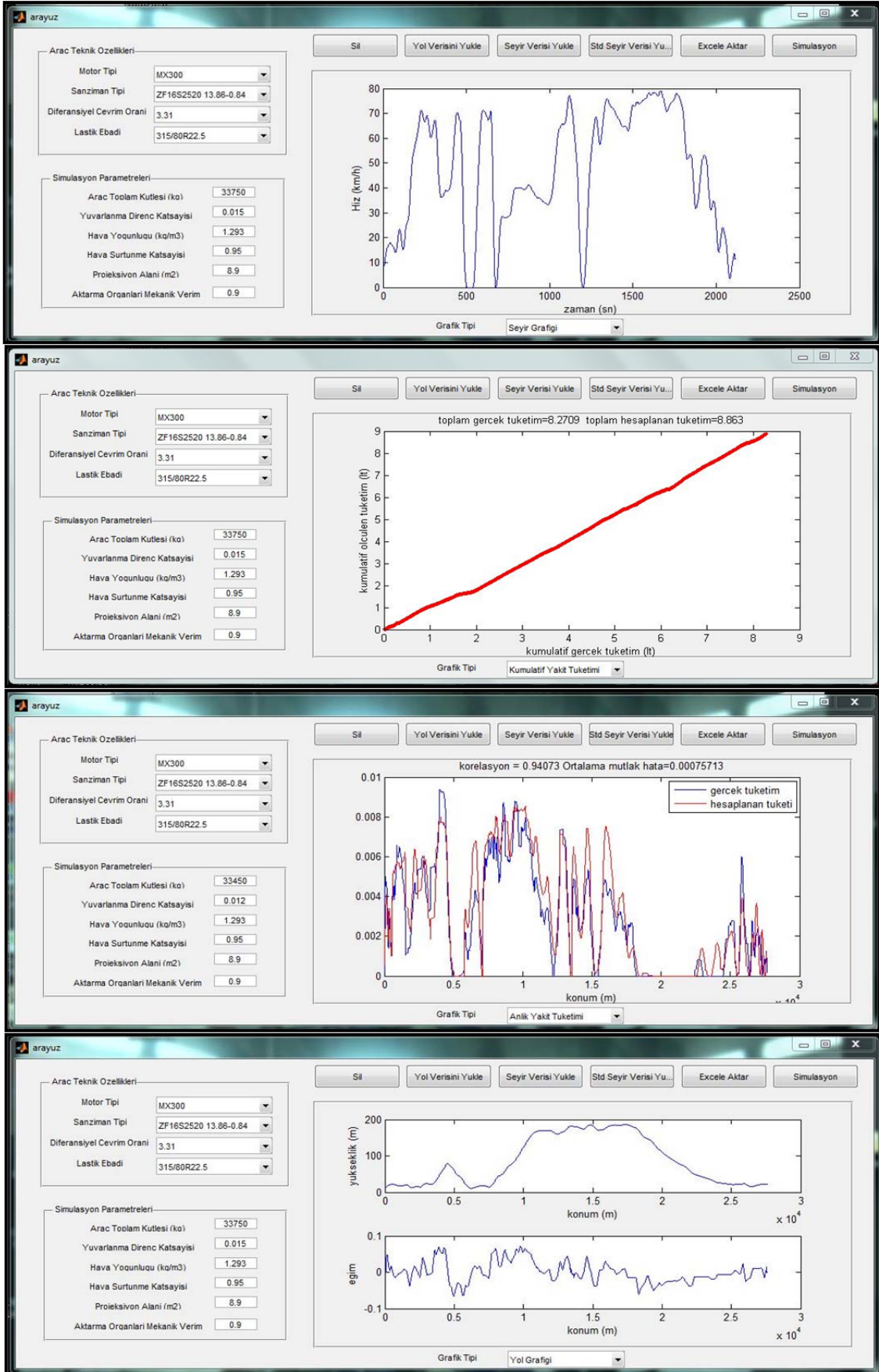
2.2.6.1 Programın akış şeması ve ara yüz görüntüleri



Şekil 2.18 Programın doğrulama akış şeması



Şekil 2.19 Programın minimum yakıt akış şeması



Şekil 2.20 Programın arayüz görüntüleri

2.2.6.2 Doğrulama

2.2.6.2.1 Korelasyon

Korelasyon, olasılık kuramı ve istatistikte iki rassal değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirtir. Genel istatistiksel kullanımda korelasyon, bağımsızlık durumundan ne kadar uzaklaştığını gösterir.

Farklı durumlar için farklı korelasyon katsayıları geliştirilmiştir. Bunlardan en iyi bilineni Pearson çarpım-moment korelasyon katsayısıdır. İki değişkenin kovaryansının, yine bu değişkenlerin standart sapmalarının çarpımına bölünmesiyle elde edilir. Pearson ismiyle bilinmesine rağmen ilk olarak Francis Galton tarafından bulunmuştur. Örneklem korelasyon katsayısı iki rassal değişken olan X ve Y 'yi temsil eden vektörlerin kosinus değeri olarak açıklanabilir.

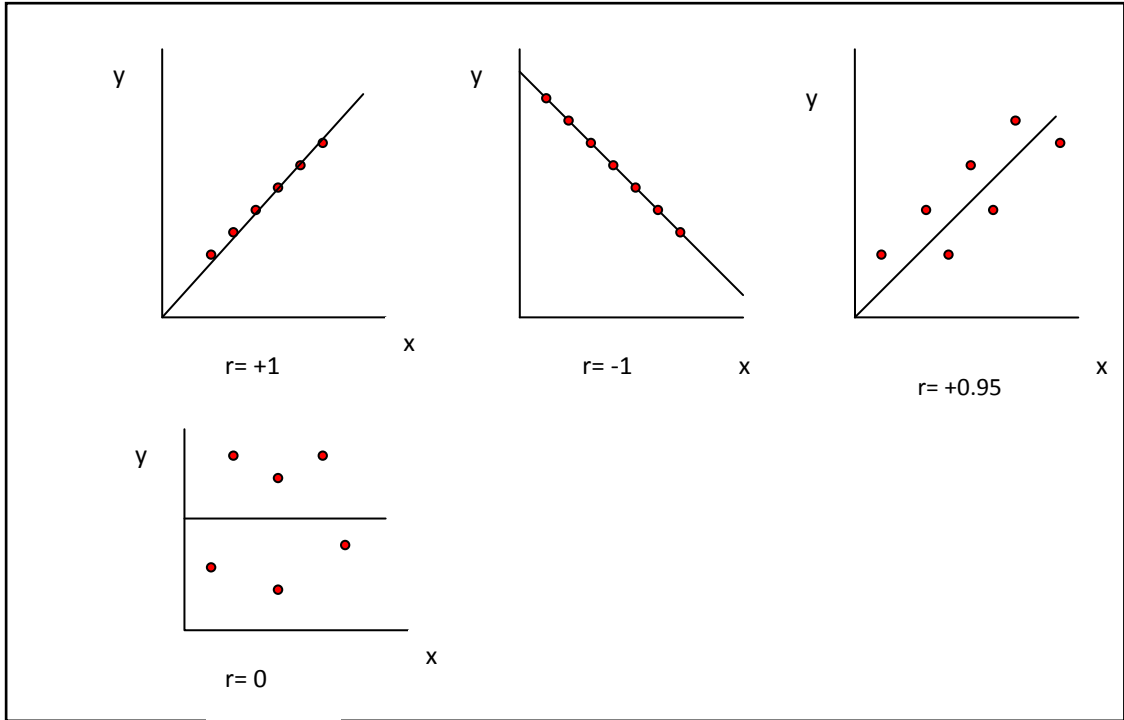
Örneklem korelasyon katsayısı mümkün uçsal değerler olan -1 veya +1 olursa, çok iyi iki değişken arasında çok iyi bir doğrusal bağlantı bulunduğu kabul edilir. Eğer örneklem korelasyon katsayısı 0'a eşitse, iki değişken arasında hiç doğrusal bağlantı bulunmaz. Dikkat edilirse hep örneklem korelasyon katsayısı ile doğrusal bağlantı açıklanmakta ve genel olarak bağlantıdan bahis edilmemektedir. Örneğin iki değişken arasında çok yakın bir daire şeklinde bağlantı bulursa, örneklem korelasyon katsayısı 0'a yakın olacaktır.

2.2.6.2.2 Ortalama Karesel Hata

Ortalama Karesel Hata, Seride gözlenen ve tahmin edilen veri değerlerinin farkının toplanıp, toplam veri sayısına bölünmesiyle elde edilen değerdir. İstenen değer ile modelin üretmiş olduğu çıktı arasındaki hatayı karesel olarak gösteren parametredir. Bu değer in sıfıra yakın olması, tahmin edilen değer in kuvvetli biçimde doğruya yakınsadığını göstermektedir.

2.2.6.2.3 Determinasyon Katsayısı

Determinasyon Katsayısı, Korelasyon katsayısının karesine determinasyon katsayısı denmektedir. Determinasyon katsayısının 1'e yakın olması durumu X ve Y değişkenlerinin arasında doğrusal bağımlılığın kuvvetlendiğini göstermektedir.



Şekil 2.21 Korelasyon katsayısı yakınsama değerleri

Korelasyon katsayısı ile iki değişken arasındaki ilişki ölçülmekte, katsayı sifıra yakın çıkarsa ilişkinin zayıf, bire yakın çıkarsa ilişkinin kuvvetli olduğu söylenebilmektedir. r değerlerinin istatistik açıdan bir anlam taşıyıp taşıyamayacağı konusunda bazı testler uygulanmaktadır.

Korelasyon katsayısı geliştirilen değişik formüller yardımıyla hesaplanmaktadır. Aşağıda verilen formül bunlardan bir tanesidir.

$$r = \frac{n \cdot (\sum x \cdot y) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{n \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \cdot (\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (2.17)$$

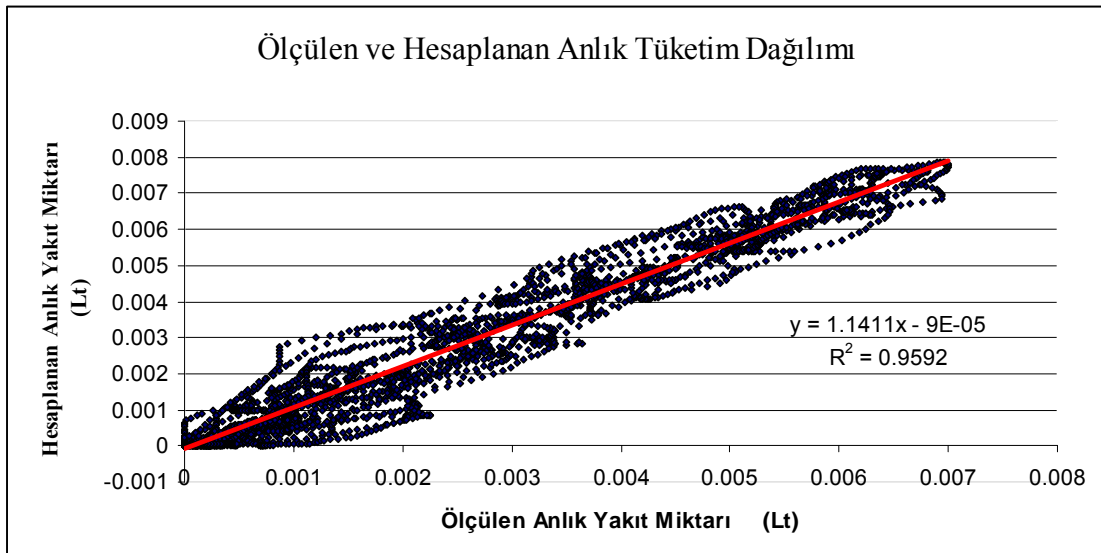
2.2.6.2.4 Modelin doğrulama değerleri

Bu çalışmada performans değerlendirmesi için, bölüm 2.2.6'da ele alınan global istatistiksi yöntemlerden Korelasyon, determinasyon katsayısı ve ortalama karesel hata fonksiyonları kullanılmıştır. Ancak bu yöntemler hatanın dağılımı hakkında herhangi bir bilgiye yer vermemektedirler.

Çizelge 2.8 Doğrulama karşılaştırma değerleri

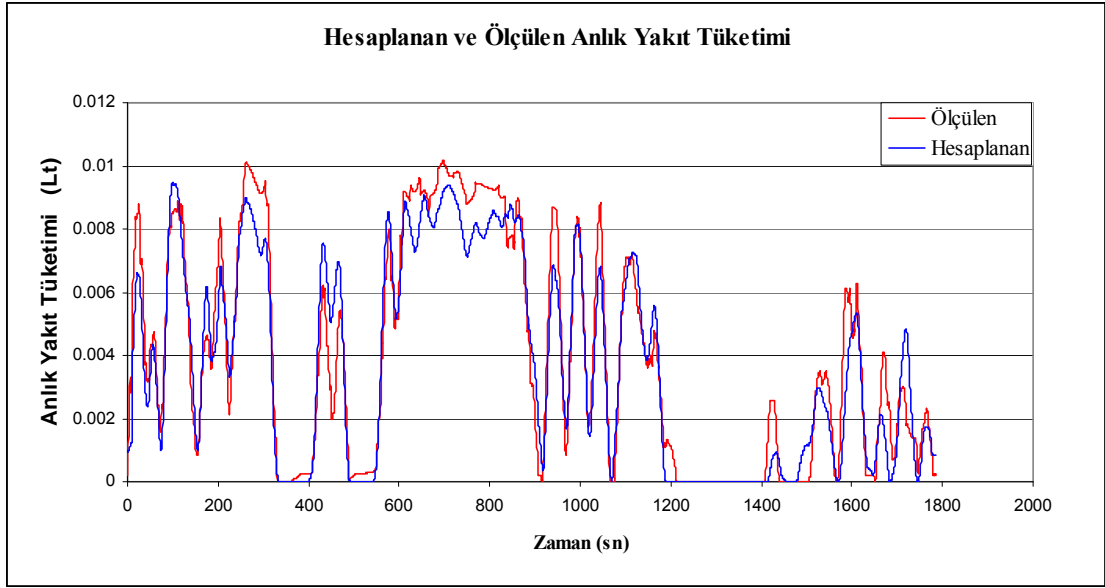
Sefer No	Korelasyon	Determinasyon Katsayısı R	Ortalama Karesel Hata OKH
1	0.940734607	0.8849816	0.0003265764
2	0.972487941	0.945732795	0.0002672045
3	0.929842695	0.864607438	0.0003626281
4	0.979385649	0.959196249	0.0002212421
5	0.961465364	0.924415646	-0.0002425080
6	0.910481488	0.828976541	-0.0001035878
7	0.954552555	0.911170581	0.0005094599
8	0.948080745	0.898857099	0.0000686500
9	0.947244762	0.897272639	0.0003645829
10	0.971877695	0.944546253	0.0001663040

Validasyon kısmında elde edilen en büyük korelasyon değeri, 0.097938 ve en büyük ortalama mutlak hata 0.00050945 olarak bulunmuştur.



şekil 2.22 llen ve hesaplanan anlık tüketim dağılımı.

Program ıktısı olarak hesaplanan anlık ve kümülatif yakıt tüketimleri ve seyire ait hız ve an bilgileri ara yüz yardımı ile dosyaya kaydedilebilmektedir.



Şekil 2.23 Örnek doğrulama için yakıt tüketim değerleri

Program tarafından hesaplanan ve araç üzerinden toplanan veriler ile elde edilmiş yakıt tüketimleri arasındaki yüzde sapma değerleri Çizelge 2.9’da görülebilmektedir. Çizelge incelendiğinde en küçük sapmanın % 4,23 olduğu, en büyük sapmanın ise % 18,90 olduğu görülmektedir.

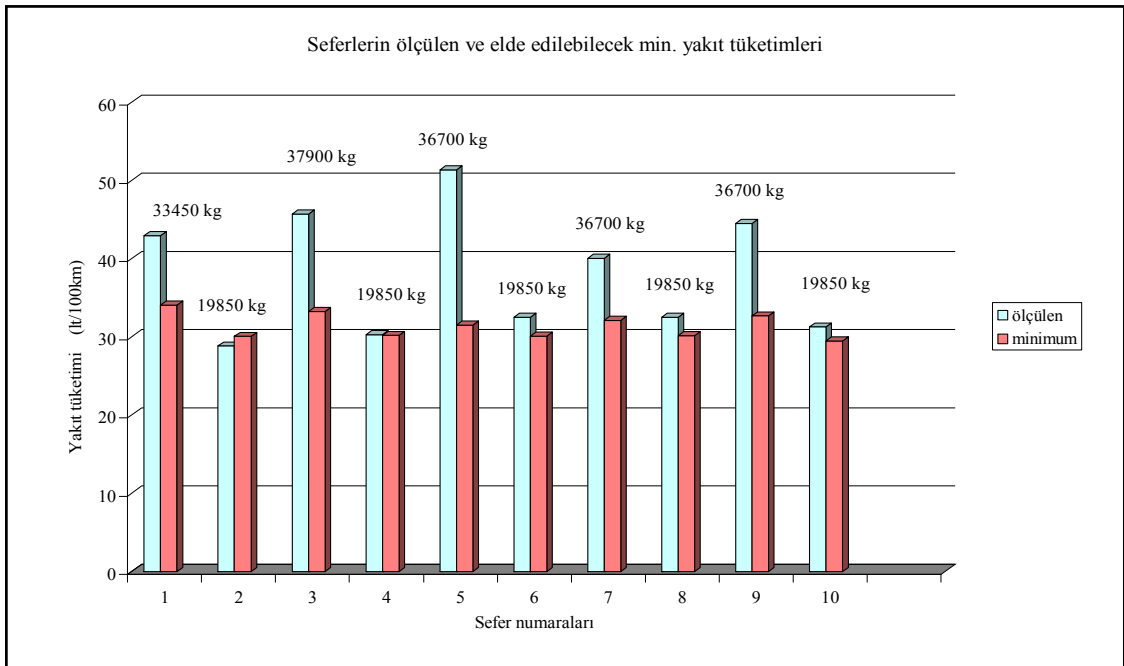
Çizelge 2.9 Doğrulama seferlerine ait yakıt tüketim değerleri

Kümülatif Gerçek Yakıt (lt)	Gerçek Yakıt Tüketimi (lt/100 km)	Kümülatif Hesaplanan Yakıt (lt)	Hesaplanan Yakıt Tüketimi (lt/100 km)	Ağırlık (kg)	Mesafe (m)	% Sapma
11.87	42.93	13.26	47.94	33450	27660	11.66
7.33	28.82	8.28	32.53	19850	25440	12.86
12.63	45.68	14.17	51.25	37900	27660	12.19
7.70	30.28	8.47	33.28	19850	25440	9.94
14.21	51.36	13.34	48.22	36700	27660	6.10
8.27	32.51	7.92	31.14	19850	25440	4.23
11.07	40.01	13.16	47.58	35500	27660	18.90
8.27	32.51	8.04	31.60	19850	25440	2.80
12.30	44.46	13.79	49.85	37900	27660	12.12
7.95	31.24	8.54	33.55	19850	25440	7.41

ÖLÇÜM SONUÇLARI VE PROGRAM ÇIKTILARI

3.1 Karşılaştırmalı minimum yakıt tüketimleri

Doğrulama kısmında kullanılan 10 adet seferin yakıt tüketimlerinin aynı seyir şartları altında farklı vites seçimleri ve kullanım tarzı ile elde edilebilecek minimum yakıt tüketimleri, seferlerde ölçülen yakıt tüketimleri ile karşılaştırılmıştır.

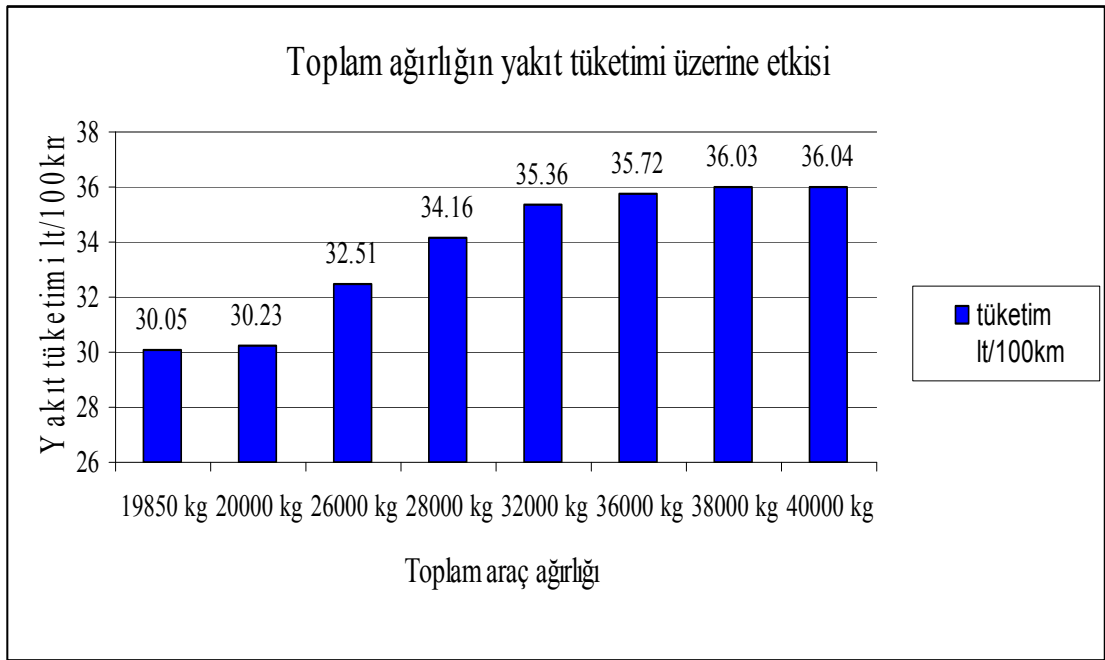


Şekil 3.1 Seferlerin ölçülen ve elde edilebilecek minimum yakıt tüketimleri

Yakıt tüketimlerinin seferler göre dağılımı Şekil 3.1'deki grafikte görülebilmektedir. Grafikte dolu ve boş seferler görülebilmekte ayrıca seferlere ait seyir şartları (hız ve güzergah) Şekil 2.14, Şekil 2.15, ve Şekil 2.17 'de görülebilmektedir.

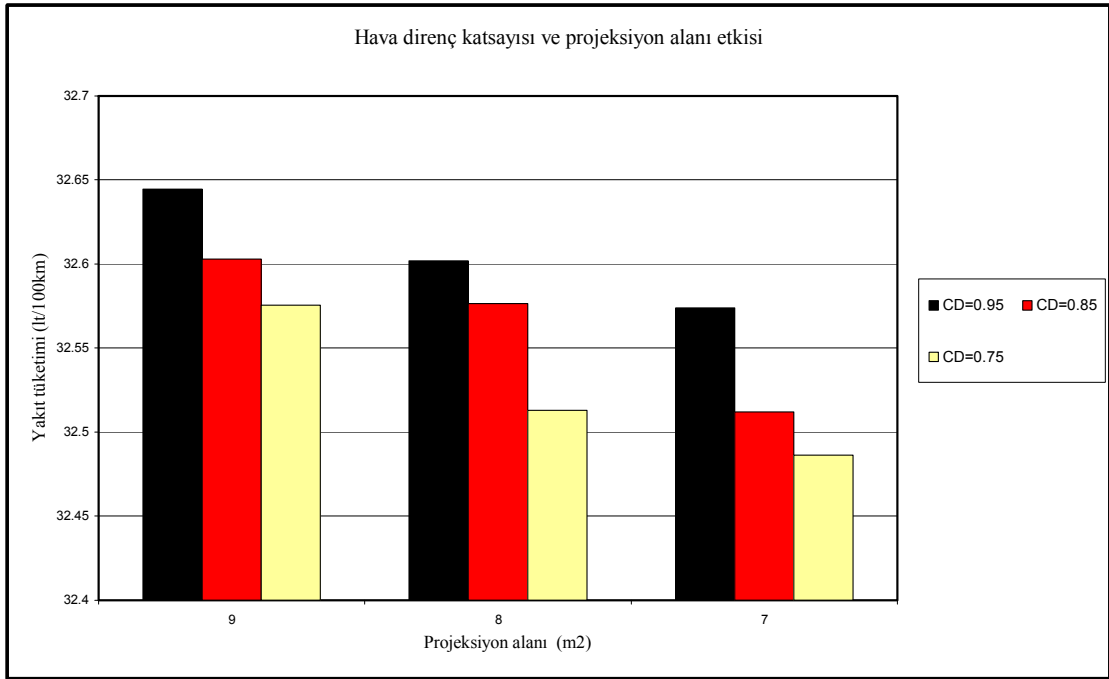
Elde edilebilir minimum yakıt tüketimleri ile seferlerden elde edilen gerçek yakıtlar arasında %24,41 ile %45,09 arasında fark olduğu ve yakıt tüketiminin bu sınırlar kadar azaltılabileceği tespit edilmiştir.

Toplam araç ağırlığı arttıkça sefer başına aracın motoru tarafından tüketilen yakıtın artacağı bir gerçektir. Aracın boş ağırlığı olan 19850 kg toplam ağırlıkta örnek bir seyir çevrimi için elde edilebilir minimum yakıt tüketimi 30,05 lt/100 km iken 40000 kg azami ağırlıkta ise 36,04 lt/100 km minimum yakıt tüketimi elde edilebildiği görülmektedir.

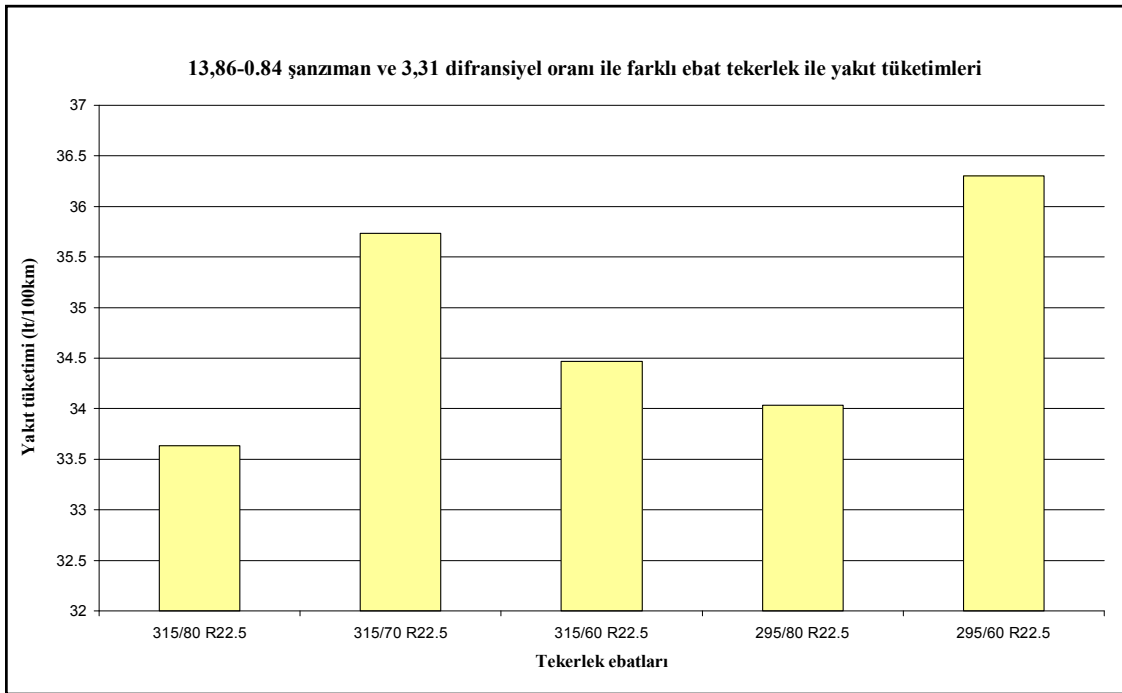


Şekil 3.2 Toplam ağırlığın yakıt tüketimi üzerine etkisi

Hava direnç kuvveti araç hızı, araç projeksiyon alanı ve direnç katsayısına bağlı olarak değişmektedir. Programda simülasyon değişkenleri olarak farklı değerlerde girdi yapılan katsayı ve alan ile seyir hızları değişmeksizin uyarlanan simülasyon senaryolarında yakıt tüketim değerlerinin değişimi Şekil 3.3’ de görülmektedir.



Şekil 3.3 Hava direnç değişkenlerine göre yakıt tüketim değişimi



Şekil 3.4 Farklı tekerlekler ile yakıt tüketim değişimi

Aynı şanzıman ve diferansiyel kullanılarak farklı tekerlek ebatları ile yakıt tüketimi senaryosu üretilmiş olup yakıt tüketim değişimleri Şekil 3.4' de görülebilmektedir.

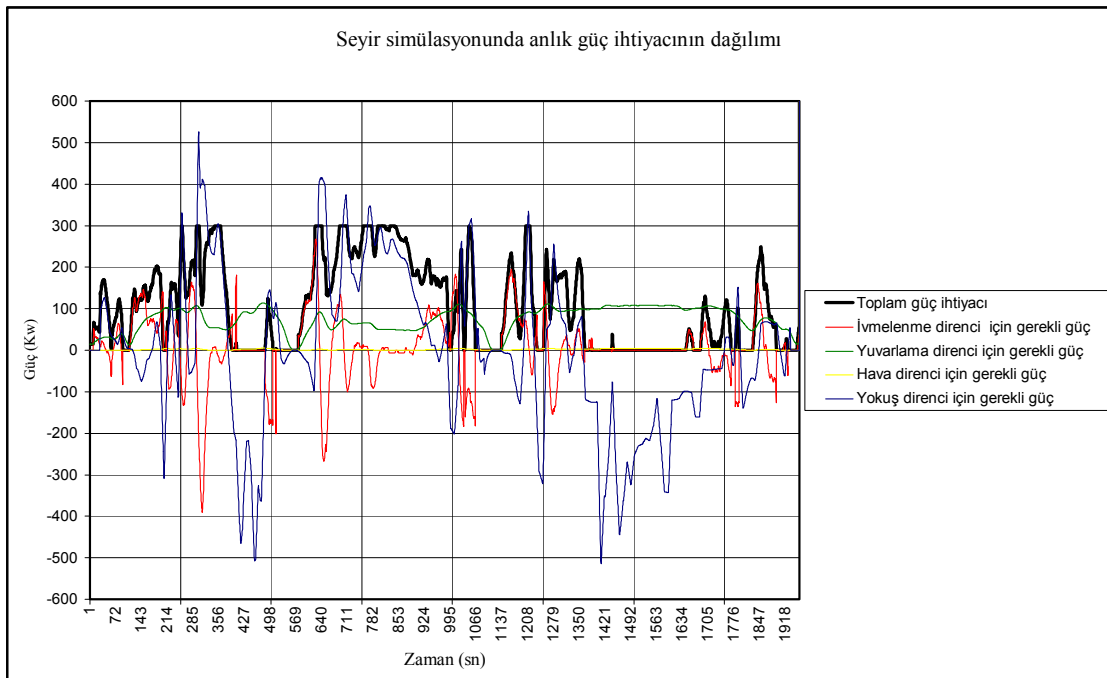
3.2 Sürüş dirençleri

Programın doğrulama değerlerine örnek çıktıları Ek-A' da simülasyonlarından elde edilen yakıt tüketim değerleri ve tavsiye edilen vites kademelerini gösterir çıktılar ise Ek-B'de bulunmaktadır.

Şekil 3.5'de örnek bir seferde anlık toplam güç ihtiyacının sürüş dirençlerine haracanan güçler bazında dağılımı görülmektedir. Örnek seferdeki simülasyon parametreleri ve araç teknik özellikleri Çizelge 3.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.1 Örnek sefere ait araç özellikleri ve simülasyon parametreleri

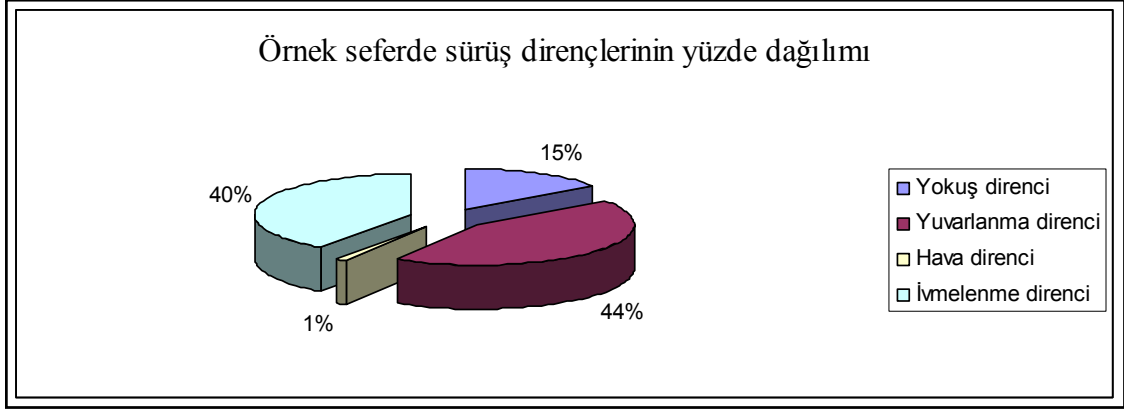
Motor	MX300
Şanzıman	ZF16S2520 13.86-0.84
Diferansiyel çevrim oranı	3.31
Teker ölçüleri	315/80R22.5
Toplam araç kütlesi	40000(kg)
Yuvarlanma direnç katsayısı	0.012
Hava yoğunluğu	1.293 kg/m ³
Hava direnç katsayısı	0.95
Proj. alan	8.9 m ²
Mekanik verim	0.9



Şekil 3.5 Seyir simülasyonunda anlık güç ihtiyacının dağılımı

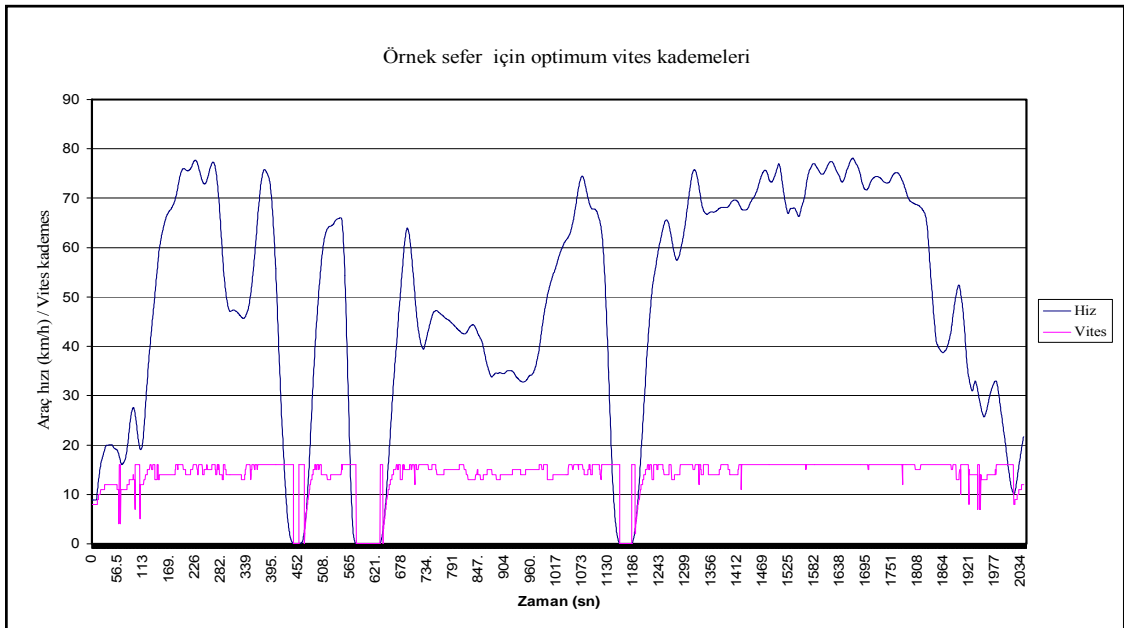
Çizelge 3.1'de araç özellikleri ve simülasyon değerleri görülen seferin anlık toplam güç ihtiyacının dirençler bazında yüzde dağılımı ise Şekil 3.6'da görülmektedir. Bu sevir sırasında %44 oranla en büyük direnç kaynağının yuvarlanma direnci olduğu

görülmektedir. Bu direnç kütle ve yuvarlanma direnç katsayısı ile doğru orantılıdır. Sonraki en büyük idrenç ise %40 ile ivmelenme direnci olup yine aracın kutlesi ve aktarma organları ataleti ile doğru orantılıdır.



Şekil 3.6 Seyir simülasyonunda anlık güç ihtiyacının yüzde dağılımı

Program, ayrıca simülasyon çıktısı olarak, minimum yakıt tüketiminin elde edilmesi için anlık en uygun vitesi önermektedir. Şekil 3.7 'de yine Çizelge 3.1'de araç teknik özellikleri ve similasyon parametreleri görülen sefer için hesaplanan minimum yakıt tüketiminin elde edilebileceği vites kademeleri sürücülere, kullanım önerisi olarak sunuldu.



Şekil 3.7 Örnek bir sefer için hızdeğişimleri optimum vites kademeleri

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Rekabetçi kamyon satış piyasasında, araçların yakıt tüketimi önemli bir satış argümanıdır. Birçok üretici firma araçların yakıt tüketimlerini satış ve üretim öncesi tahmin etmek amacıyla bir simülasyon programı kullanmakta ve araçların konfigürasyonlarını bu yöntemle belirlemekte ve simülasyonları yol testleri ile doğrulamaktadır. Burada temel amaç, aracın kullanım amacına yönelik optimum aktarma organları konfigürasyonunun oluşturulmasıdır.

Modellemede, aracın motoru ve aktarma organları modüler olarak modellenmiş ve aynı araç için farklı şanzıman tipleri farklı, diferansiyel çevrim oranları ve farklı lastik ebatları açta simüle edilebilmiştir. Validasyon kısmında ise modelin tutarlılığını belirlemek amacıyla motor ve aktarma organlarının performansı yeterli olan ve hurda nakliyesinde çalışan damper test aracı, kendi çalışma güzergahı üzerinde ve kendi çalışma şartlarında test edilmiş ve validasyon amaçlı veriler araçtan toplanmıştır. Çoğu direnç katsayısı için kabuller yapılmasına karşın validasyon sonuçları olarak 0.9104 ile 0.9793 arasında yüksek korelasyon sonuçlarına ulaşılması modelin tutarlılığının bir göstergesi olmuştur.

Farklı yük, farklı araç özellikleri kullanılarak yakıt tüketiminin değişimi grafikler ile gösterildi. Yol testleri sırasında yapılan ölçümlerde araç anlık hızlarının farklılık göstermesi farklı yakıt tüketim değerleri elde etmeye ve simülasyon değerleri elde etmeye olanak verdi.

Hem simülasyon hem de doğrulama çalışmalarında yakıt tüketimleri hem anlık hem de kümülatif olarak karşılaştırıldı ve hesaplandı. Elde edilebilecek minimum yakıt tüketimleri ile seferlerden elde edilen gerçek yakıtlar arasında %24.41 ile %45.09

arasında fark olduğu ve yakıt tüketiminin bu sapmalar kadar azaltılabileceği tespit edilmiştir.

Ağır nakliyede kullanılan araçların, üretim ve satış aşamasında kullanıma uygun araç konfigürasyonu sunmak, satış sonrasında kullanıcı için büyük önem taşımakta gerek işletme maliyetlerini düşürmek gerekse araç ömrünün uzun olabilmesi için yüksek önem arz etmektedir. Sonuç olarak modellenmenin doğrulaması yapılmış araç özellikleri ve yük durumunun yakıt tüketimine etkisi ve uygun sürüş stilleri ile yakıt tüketiminin ne kadar düşürülebileceği tespit edildi.

KAYNAKLAR

-
- [1] Symmons, M., Rose, G. ve Van Doorn, G. (2008), “Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference”, Adelaide, South Australia.
 - [2] Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 - [3] Coyle, M., (2007), “Effects Of Payload On The Fuel Consumption Of Trucks” Huddersfield, U.K.
 - [4] Erkkilä, K., (2005) “Heavy-Duty Truck Emissions and Fuel Consumption Simulating Real-World Driving in Laboratory Condition” VTT Technical Research Centre of Finland.
 - [5] Sarı, F.M., Hafif ticari taşıtlarda taşıt ön formunu etkileyen hava direncinin aerodinamik analizi ve yakıt sarfiyatına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir 2007, 22.s.
 - [6] Siamak, A., Ardekani, D.ve Palinee Sumitsawan, E., (2010) “Effect of Pavement Type on Fuel Consumption and Emissions in City Driving”, The University of Texas at Arlington
 - [7] Delorme, A., Karbowski, D., Sharer, P., (2009), “Evaluation of Fuel Consumption Potential of Medium and Heavy Duty Vehicles through Modeling and Simulation”,
 - [8] Liao, G. ve Allen, M., (2009), Experiment and Simulation of Medium-Duty Tactical Truck for Fuel Economy Improvement, Wayne State University, Detroit, USA.
 - [9] Stenvall, H., (2010),“Driving resistance analysis of long haulage trucks at Volvo” Department of Applied Mechanics Division of Vehicle engineering & autonomous systems Chalmers University Of Technology, Göteborg, Sweden
 - [10] Stenvall, H., (2010),“Driving resistance analysis of long haulage trucks at Volvo” Department of Applied Mechanics Division of Vehicle engineering & autonomous systems Chalmers University Of Technology, Göteborg, Sweden
 - [11] Türkcen, A., (2006) Bir Diesel Motorun Performans Parametrelerinin Deneysel Tespiti Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
 - [12] Wahlberg, A. E., (2002), “Fuel Efficient Driving Training - State of the Art and Quantification of Effects”, Uppsala University, Sweden.

- [13] Göktepe, F., (2009), “Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırmalarda İstatiksel Analiz” 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye
- [14] Anscombe, Francis J. (1973) Graphs in statistical analysis. American Statistician, C.27 say. 17-21.
- [15] Boriboonsomsin, K., Scora, C., Barth, M., (2010), “Analysis of Heavy-Duty Diesel Truck Activity and Fuel Economy based on Electronic Control Module Data” University of California at Riverside Washington DC.
- [16] Lechner, G., (1999), “Automotive Transmissions Fundamentals, Selection, Design and Application” University of Stuttgart, Germany
- [17] Cooper, C., Kamakaté, F., Reinhart, T., Kromer, M., Wilson, R., (2009), “Reducing Heavy-Duty Long Haul Combination Truck Fuel Consumption and CO2 Emissions”, Washington DC.
- [18] Clark, N., Thompson, G., Delgado, O., “Modeling Heavy Duty Vehicle Fuel Economy Based On Cycle Properties” , West Virginia University. U.S.A.
- [19] Giannelli, R., Nam, E., (2008) “Medium Heavy Duty Diesel Vehicle Modeling Using a Fuel Consumption Methodology”,

ÖRNEK DOĞRULAMA TÜKETİM DEĞERLERİ

Zaman (s)	Konum (m)	Gerçek Anlık Yakıt (lt)	Hesaplanan Anlık Yakıt (lt)	Hata	Kümülatif Gerçek Yakıt (lt)	Kümülatif Hesaplanan Yakıt (lt)
0	0	0.00026389	0.000392383	0.000128	0.000263889	0.000392383
0.5	0	0.00036458	0.000390705	2.61E-05	0.000628472	0.000783088
1	0	0.00044444	0.000391762	-5.3E-05	0.001072917	0.00117485
1.5	0	0.00048264	0.000391819	-9.1E-05	0.001555556	0.001566669
2	5	0.00054722	0.00039172	-0.00016	0.002102778	0.00195839
2.5	5	0.00064931	0.000392911	-0.00026	0.002752083	0.002351301
3	5	0.00070337	0.00039522	-0.00031	0.003455456	0.00274652
3.5	5	0.00062847	0.000397964	-0.00023	0.004083929	0.003144484
4	5	0.00058642	0.000397989	-0.00019	0.004670348	0.003542473
4.5	5	0.00054722	0.00039759	-0.00015	0.005217571	0.003940063
5	5	0.00052904	0.000396839	-0.00013	0.005746611	0.004336902
5.5	10	0.00059317	0.000397055	-0.0002	0.006339782	0.004733956
6	10	0.0006453	0.000397545	-0.00025	0.006985081	0.005131501
6.5	10	0.00069196	0.000397934	-0.00029	0.007677046	0.005529435
7	10	0.00074028	0.000398259	-0.00034	0.008417323	0.005927694
7.5	10	0.00077517	0.000398801	-0.00038	0.009192497	0.006326495
8	10	0.00079779	0.00039956	-0.0004	0.009990291	0.006726055
8.5	15	0.00081597	0.000400468	-0.00042	0.010806263	0.007126523
9	15	0.00081944	0.000414792	-0.0004	0.011625708	0.007541315
9.5	20	0.00081979	0.000437949	-0.00038	0.0124455	0.007979265
10	20	0.00065684	0.000720721	6.39E-05	0.013102342	0.008699986
10.5	25	0.00065515	0.000722138	6.7E-05	0.013757491	0.009422124
11	25	0.00064922	0.00071877	6.95E-05	0.014406712	0.010140894
11.5	25	0.00063601	0.000709728	7.37E-05	0.015042722	0.010850622
12	25	0.00062144	0.000700167	7.87E-05	0.015664165	0.011550788
12.5	30	0.00060467	0.000690622	8.59E-05	0.01626884	0.012241411
13	30	0.00058926	0.000680894	9.16E-05	0.016858101	0.012922304
13.5	35	0.00058028	0.000670916	9.06E-05	0.017438386	0.013593221
14	35	0.00058435	0.000660741	7.64E-05	0.018022735	0.014253962
14.5	40	0.0006001	0.00065103	5.09E-05	0.018622837	0.014904992
15	40	0.0006167	0.00064142	2.47E-05	0.019239537	0.015546412
15.5	45	0.00062805	0.000631924	3.88E-06	0.019867586	0.016178336
16	45	0.00061111	0.000622182	1.11E-05	0.020478697	0.016800518

16.5	45	0.00058841	0.000612342	2.39E-05	0.021067112	0.01741286
17	45	0.00056081	0.000602513	4.17E-05	0.021627918	0.018015373
17.5	50	0.00052625	0.000592688	6.64E-05	0.022154172	0.018608062
18	50	0.00049458	0.000582763	8.82E-05	0.022648752	0.019190825
18.5	55	0.00046816	0.000572722	0.000105	0.023116909	0.019763547
19	55	0.00044529	0.000562578	0.000117	0.0235622	0.020326125
19.5	60	0.00042852	0.000546172	0.000118	0.023990723	0.020872297
20	60	0.00041413	0.000524759	0.000111	0.024404849	0.021397056
20.5	65	0.00040091	0.000498637	9.77E-05	0.024805764	0.021895693
21	65	0.00038753	0.000468361	8.08E-05	0.025193298	0.022364054
21.5	70	0.00037534	0.000438282	6.29E-05	0.025568636	0.022802336
22	70	0.00036518	0.000408424	4.32E-05	0.025933813	0.02321076
22.5	70	0.00035908	0.000379513	2.04E-05	0.026292891	0.023590273
23	70	0.0003523	0.000351402	-9E-07	0.026645195	0.023941675
23.5	70	0.00034892	0.000324203	-2.5E-05	0.026994111	0.024265878
24	75	0.00034502	0.000298029	-4.7E-05	0.027339131	0.024563907
24.5	75	0.00034079	0.000272159	-6.9E-05	0.027679917	0.024836066
25	75	0.00033554	0.000248613	-8.7E-05	0.028015452	0.025084679
25.5	75	0.0003396	0.000227209	-0.00011	0.028355052	0.025311888
26	75	0.00034299	0.000207822	-0.00014	0.02869804	0.025519711
26.5	75	0.00035484	0.000190562	-0.00016	0.029052884	0.025710273
27	90	0.00037229	0.000177298	-0.00019	0.029425174	0.025887571
27.5	90	0.00038313	0.000167232	-0.00022	0.029808304	0.026054803
28	90	0.0003916	0.000161006	-0.00023	0.030199903	0.026215809
28.5	90	0.00039685	0.000158873	-0.00024	0.030596753	0.026374682
29	95	0.00040498	0.000159402	-0.00025	0.031001733	0.026534085
29.5	95	0.00040701	0.000163367	-0.00024	0.031408745	0.026697451
30	100	0.00040413	0.000165804	-0.00024	0.031812878	0.026863255
30.5	100	0.00040481	0.000170966	-0.00023	0.032217688	0.027034221
31	105	0.00040464	0.000180719	-0.00022	0.032622329	0.02721494
31.5	105	0.00041768	0.000201207	-0.00022	0.033040012	0.027416147
32	105	0.00044512	0.000227359	-0.00022	0.033485134	0.027643507
32.5	105	0.00047595	0.000256888	-0.00022	0.033961082	0.027900394
33	105	0.00050051	0.000289875	-0.00021	0.03446159	0.028190269
33.5	105	0.00052049	0.000326166	-0.00019	0.034982085	0.028516434
34	105	0.00055674	0.000366388	-0.00019	0.035538826	0.028882823
34.5	105	0.00061247	0.000410894	-0.0002	0.036151292	0.029293717
35	105	0.00067751	0.000460768	-0.00022	0.036828799	0.029754485
35.5	105	0.00074356	0.000516119	-0.00023	0.037572363	0.030270604
36	105	0.00081098	0.000577124	-0.00023	0.038383338	0.030847727
36.5	105	0.00087923	0.000642	-0.00024	0.039262573	0.031489728
37	105	0.00094851	0.000710654	-0.00024	0.040211082	0.032200381
37.5	105	0.000969	0.00077968	-0.00019	0.041180086	0.032980062
38	110	0.000969	0.00083603	-0.00013	0.04214909	0.033816092
38.5	110	0.000969	0.00088533	-8.4E-05	0.043118094	0.034701422
39	110	0.00096968	0.000930672	-3.9E-05	0.044087776	0.035632094
39.5	110	0.00097934	0.000980053	7.17E-07	0.045067112	0.036612147
40	110	0.00099322	0.001030004	3.68E-05	0.046060337	0.037642151
40.5	110	0.00101135	0.001080644	6.93E-05	0.047071685	0.038722796
41	110	0.00104675	0.001131372	8.46E-05	0.048118433	0.039854167
41.5	115	0.00108181	0.00118225	0.0001	0.049200242	0.041036418

42	115	0.00112077	0.001232025	0.000111	0.050321008	0.042268442
42.5	115	0.00115837	0.001282703	0.000124	0.051479375	0.043551146
43	115	0.00118648	0.001330559	0.000144	0.052665859	0.044881705
43.5	115	0.00121816	0.00137672	0.000159	0.053884016	0.046258424
44	115	0.00124881	0.001418696	0.00017	0.05513283	0.04767712
44.5	120	0.00128133	0.001457503	0.000176	0.056414165	0.049134623
45	120	0.00130928	0.001491643	0.000182	0.057723447	0.050626266
45.5	125	0.00133655	0.001521712	0.000185	0.059059998	0.052147978
46	125	0.00135738	0.001546437	0.000189	0.060417383	0.053694415
46.5	130	0.00137568	0.001566305	0.000191	0.06179306	0.05526072
47	130	0.00138093	0.001581695	0.000201	0.063173989	0.056842415
47.5	135	0.00137432	0.001592809	0.000218	0.064548311	0.058435224
48	135	0.00136958	0.001601912	0.000232	0.065917891	0.060037136
48.5	145	0.00135603	0.001612781	0.000257	0.067273921	0.061649917
49	145	0.0013335	0.001622448	0.000289	0.068607424	0.063272364
49.5	150	0.00131114	0.001632987	0.000322	0.069918569	0.064905351
50	150	0.00130047	0.001642134	0.000342	0.071219043	0.066547485
50.5	155	0.00129929	0.001655448	0.000356	0.072518331	0.068202934
51	155	0.00129556	0.001668445	0.000373	0.073813894	0.069871379
51.5	160	0.00129099	0.001679458	0.000388	0.075104883	0.071550838
52	160	0.00127253	0.00168283	0.00041	0.07637741	0.073233668
52.5	170	0.00124356	0.001685687	0.000442	0.077620974	0.074919355
53	170	0.00121274	0.001684269	0.000472	0.078833711	0.076603624
53.5	175	0.0011853	0.001678424	0.000493	0.080019009	0.078282048
54	175	0.00115244	0.001668067	0.000516	0.081171448	0.079950114

Doğrulama değerleri

Korelasyon	R ²	Ortalama Mutlak Hata
0.979385649	0.9592	0.00022124

Simülasyon Parametreleri

Motor	MX300	
Şanzıman	ZF16S2520 13.86-0.84	
Diferansiyel çevrim oranı	3.31	
Teker ölçüleri	315/80R22.5	
Toplam araç kütlesi	19850	
Yuvarlanma direnç katsayısı	0.012	
Hava yoğunluğu	1.293	
Hava direnç katsayısı	0.95	
Proj. alan	8.9	
Mekanik verim	0.9	

ÖRNEK SİMÜLASYON TÜKETİM ÇIKTILARI

Süre (s)	Konum (m)	Hiz (km/h)	Devir (rpm)	Vites	Anlık Yakıt (lt)	Kümülatif Yakıt (lt)
0	0	8.794872	600	8	0.000721017	0.000721017
0.5	0	8.794872	600	8	0.000721017	0.001442034
1	0	8.794872	600	8	0.000721017	0.002163051
1.5	0	8.794872	600	8	0.000721017	0.002884068
2	0	8.794872	600	8	0.000721017	0.003605085
2.5	0.138888889	8.794872	600	8	0.000721017	0.004326102
3	0.555555556	8.794872	600	8	0.000721017	0.005047119
3.5	1.111111111	8.794872	600	8	0.000721017	0.005768136
4	1.805555556	8.794872	600	8	0.000721017	0.006489153
4.5	2.638888889	8.794872	600	8	0.000721017	0.00721017
5	3.611111111	8.794872	600	8	0.000721017	0.007931187
5.5	4.722222222	8.794872	600	8	0.000721017	0.008652204
6	5.833333333	8.794872	600	8	0.000721017	0.009373221
6.5	6.944444444	8.794872	600	8	0.000721017	0.010094238
7	7.916666667	8.794872	600	8	0.000721017	0.010815255
7.5	9.027777778	8.794872	600	8	0.000721017	0.011536272
8	10.13888889	8.794872	600	8	0.000721017	0.012257289
8.5	11.38888889	8.794872	600	8	0.000721017	0.012978306
9	12.5	8.794872	600	8	0.000991404	0.01396971
9.5	13.88888889	8.794872	600	8	0.001214702	0.015184412
10	15.13888889	9.205128	600	8	0.001453298	0.01663771
10.5	16.38888889	9.615385	600	8	0.001714838	0.018352548
11	17.77777778	10.02564	600	8	0.001753234	0.020105782
11.5	19.30555556	10.4359	600	8	0.001776872	0.021882654
12	20.83333333	10.84615	600	9	0.001767646	0.0236503
12.5	22.5	11.23077	600	9	0.001737975	0.025388275
13	24.16666667	11.5641	600	9	0.001685406	0.027073681
13.5	25.97222222	11.87179	600	9	0.001629385	0.028703066
14	27.77777778	12.15385	600	9	0.001586602	0.030289668
14.5	29.58333333	12.41026	600	9	0.001540884	0.031830552
15	31.52777778	12.64103	600	9	0.001508773	0.033339326
15.5	33.47222222	12.84615	600	9	0.001490516	0.034829842
16	35.55555556	13.05128	600	9	0.001504836	0.036334677

16.5	37.5	13.25641	600	10	0.001519267	0.037853945
17	39.58333333	13.48718	600	10	0.001535638	0.039389583
17.5	41.52777778	13.69231	600	10	0.001532917	0.0409225
18	43.47222222	13.89744	600	10	0.00152988	0.04245238
18.5	45.55555556	14.07692	600	10	0.001507174	0.043959554
19	47.63888889	14.28205	600	10	0.001503356	0.04546291
19.5	49.86111111	14.4359	600	10	0.001513665	0.046976575
20	52.08333333	14.61538	600	10	0.001507694	0.048484269
20.5	54.30555556	14.79487	600	10	0.001519624	0.050003893
21	56.52777778	14.97436	600	10	0.001513203	0.051517096
21.5	58.75	15.12821	600	10	0.00148643	0.053003526
22	60.97222222	15.28205	600	10	0.001459332	0.054462859
22.5	63.19444444	15.41026	600	10	0.00143037	0.055893229
23	65.41666667	15.53846	600	10	0.001401141	0.05729437
23.5	67.63888889	15.64103	600	10	0.001388574	0.058682944
24	69.86111111	15.74359	600	11	0.001357403	0.060040347
24.5	72.08333333	15.84615	600	11	0.00134445	0.061384798
25	74.30555556	15.92308	600	11	0.001311415	0.062696212
25.5	76.52777778	16	600	11	0.001296741	0.063992953
26	78.75	16.05128	600	11	0.001280638	0.065273591
26.5	80.97222222	16.12821	600	11	0.001284479	0.06655807
27	83.19444444	16.17949	600	11	0.00130585	0.06786392
27.5	85.41666667	16.25641	600	11	0.00129088	0.0691548
28	87.63888889	16.33333	600	11	0.00129472	0.070449521
28.5	89.86111111	16.38462	600	11	0.001278275	0.071727795
29	92.08333333	16.4359	600	11	0.001261708	0.072989504
29.5	94.30555556	16.48718	600	11	0.001264186	0.07425369
30	96.52777778	16.53846	600	11	0.001600737	0.075854427
30.5	98.88888889	16.58974	600	11	0.002407955	0.078262381
31	101.25	16.64103	600	11	0.003346012	0.081608393
31.5	103.6111111	16.69231	600	11	0.00374543	0.085353823
32	105.9722222	16.74359	600	11	0.003741765	0.089095588
32.5	108.3333333	16.79487	600	11	0.003760481	0.092856069
33	110.6944444	16.84615	600	11	0.003791416	0.096647485
33.5	113.0555556	16.89744	600	11	0.003815291	0.100462776
34	115.4166667	16.94872	600	11	0.00383894	0.104301716
34.5	117.7777778	17	600	11	0.00386891	0.108170626
35	120.1388889	17.05128	600	11	0.003893503	0.112064129
35.5	122.5	17.10256	600	11	0.003928588	0.115992717
36	124.8611111	17.15385	600	11	0.003956754	0.119949471
36.5	127.2222222	17.20513	600	11	0.003984424	0.123933895
37	129.5833333	17.25641	600	11	0.00402029	0.127954185
37.5	131.9444444	17.30769	600	11	0.004046692	0.132000877
38	134.3055556	17.35897	600	11	0.004072507	0.136073384
38.5	136.6666667	17.41026	600	11	0.004105744	0.140179128
39	139.1666667	17.46154	600	11	0.004127423	0.144306551
39.5	141.6666667	17.51282	600	11	0.004148396	0.148454947
40	144.1666667	17.5641	600	11	0.004161388	0.152616335
40.5	146.6666667	17.61538	600	11	0.004176491	0.156792826
41	149.1666667	17.66667	600	11	0.004188989	0.160981815
41.5	151.6666667	17.71795	600	11	0.004186262	0.165168077

42	154.1666667	17.76923	600	11	0.004163211	0.169331288
42.5	156.6666667	17.79487	600	11	0.004137532	0.17346882
43	159.1666667	17.79487	600	11	0.00410397	0.17757279
43.5	161.6666667	17.79487	600	11	0.004091953	0.181664742
44	164.1666667	17.79487	600	11	0.004077078	0.185741821
44.5	166.6666667	17.79487	600	11	0.004064684	0.189806505
45	169.1666667	17.76923	600	11	0.004042571	0.193849076
45.5	171.6666667	17.74359	600	11	0.004004123	0.197853199
46	174.1666667	17.71795	600	11	0.003979046	0.201832245
46.5	176.6666667	17.69231	600	11	0.003939248	0.205771493
47	179.1666667	17.66667	600	11	0.003907582	0.209679075
47.5	181.6666667	17.64103	600	11	0.003853967	0.213533042
48	184.1666667	17.61538	600	11	0.003786556	0.217319599
48.5	186.6666667	17.58974	600	11	0.003697086	0.221016684
49	189.1666667	17.53846	600	11	0.003619694	0.224636379
49.5	191.6666667	17.48718	600	11	0.00351957	0.228155949
50	194.3055556	17.4359	600	11	0.003466674	0.231622623
50.5	196.9444444	17.38462	600	11	0.003391851	0.235014473
51	199.5833333	17.33333	600	11	0.003316295	0.238330769
51.5	202.2222222	17.28205	600	11	0.003233216	0.241563985
52	204.7222222	17.23077	600	11	0.003127623	0.244691607
52.5	207.0833333	17.15385	600	11	0.003068042	0.24775965
53	209.4444444	17.07692	600	11	0.003008691	0.25076834
53.5	211.8055556	17.02564	600	11	0.002961743	0.253730084
54	214.1666667	16.97436	600	11	0.002936961	0.256667045
54.5	216.3888889	16.92308	600	11	0.002883366	0.259550411
55	218.6111111	16.87179	600	11	0.002808211	0.262358622

Simülasyon Parametreleri		
Motor	MX300	
Şanzıman	ZF16S2520	13.86-0.84
Diferansiyel çevrim oranı	3.31	
Teker ölçüleri	315/80R22.5	
Toplam araç kütlesi	38000	
Yuvarlanma direnç katsayısı	0.015	
Hava yoğunluğu	1.293	
Hava direnç katsayısı	0.95	
Proj. alan	8.9	
Mekanik verim	0.9	

ARAÇTAN TOPLANAN VERİ FORMATI

No	T(sn)	Araç hızı	Gaz pedal %	Anlık tork %	Motor rpm	Çalışma saati	Kadraj (m)	Anlık yakıt	Anlık yakıt2
1	0.00	0	0	9	545	5844	194326165	29	0
2	0.50	0	0	10	550	5844	194326165	36	0
3	1.00	0	0	27	518	5844	194326165	75	126
4	1.50	0	0	29	578	5844	194326165	108	87
5	2.00	0	0	30	546	5844	194326165	102	69
6	2.50	1	0	31	548	5844	194326165	105	193
7	3.00	2	0	33	546	5844	194326165	111	236
8	3.50	2	0	37	542	5844	194326165	121	296
9	4.00	3	1	36	585	5844	194326165	127	338
10	4.50	4	15	37	730	5844	194326165	173	317
11	5.00	4	25	35	803	5844	194326165	202	284
12	5.50	5	34	32	926	5844	194326165	209	320
13	6.00	6	37	47	1033	5844	194326165	256	298
14	6.50	6	49	71	1230	5844	194326165	462	191
15	7.00	8	0	0	1050	5844	194326165	0	65279
16	7.50	9	0	0	815	5844	194326165	0	65279
17	8.00	8	10	28	625	5844	194326165	39	2477
18	8.50	9	39	60	676	5844	194326165	263	440
19	9.00	8	58	82	787	5844	194326165	405	295
20	9.50	10	60	75	868	5844	194326165	461	277
21	10.00	11	68	82	941	5844	194326165	566	238
22	10.50	12	56	62	940	5844	194326165	462	321
23	11.00	12	62	79	1022	5844	194326165	562	296
24	11.50	14	58	73	1068	5844	194326165	540	314
25	12.00	14	58	71	1079	5844	194326165	537	323
26	12.50	14	58	70	1094	5844	194326185	546	324
27	13.00	14	58	69	1107	5844	194326185	552	327
28	13.50	14	62	76	1130	5844	194326190	579	314
29	14.00	15	62	73	1151	5844	194326190	640	289
30	14.50	15	62	71	1195	5844	194326195	661	289
31	15.00	15	54	57	1203	5844	194326195	581	329
32	15.50	15	0	0	999	5844	194326200	0	65279
33	16.00	14	0	0	770	5844	194326200	0	65279

34	16.50	13	24	25	807	5844	194326200	126	1452
35	17.00	13	70	90	841	5844	194326200	548	325
36	17.50	13	93	94	852	5844	194326205	607	270
37	18.00	14	98	100	869	5844	194326205	665	253
38	18.50	14	98	100	894	5844	194326210	718	246
39	19.00	14	97	99	950	5844	194326210	824	222
40	19.50	15	91	100	1011	5844	194326215	874	217
41	20.00	16	95	99	1075	5844	194326215	1038	191
42	20.50	17	69	65	1071	5844	194326220	682	303
43	21.00	18	70	70	1126	5844	194326220	735	296
44	21.50	18	70	72	1148	5844	194326225	751	293
45	22.00	18	72	74	1166	5844	194326225	776	288
46	22.50	19	74	75	1190	5844	194326230	819	277
47	23.00	19	74	73	1221	5844	194326230	844	273
48	23.50	19	74	71	1238	5844	194326235	848	277
49	24.00	20	73	69	1260	5844	194326235	859	279
50	24.50	20	62	55	1268	5844	194326240	753	328
51	25.00	20	47	41	1267	5844	194326240	447	535
52	25.50	20	57	60	1272	5844	194326245	581	412
53	26.00	20	58	62	1245	5844	194326245	608	385
54	26.50	19	62	67	1247	5844	194326250	656	359
55	27.00	19	67	71	1226	5844	194326250	777	309
56	27.50	19	66	68	1239	5844	194326255	752	321
57	28.00	20	71	73	1269	5844	194326255	827	292
58	28.50	20	66	64	1258	5844	194326260	750	315
59	29.00	20	66	64	1271	5844	194326260	753	322
60	29.50	20	64	62	1271	5844	194326270	729	334
61	30.00	20	63	60	1281	5844	194326270	702	347
62	30.50	20	62	61	1289	5844	194326275	703	352
63	31.00	20	62	62	1293	5844	194326275	708	346
64	31.50	20	63	63	1295	5844	194326275	719	342
65	32.00	20	64	63	1289	5844	194326280	727	344
66	32.50	20	66	65	1295	5844	194326280	760	329
67	33.00	21	66	65	1305	5844	194326285	781	320
68	33.50	21	66	63	1313	5844	194326285	773	328
69	34.00	21	62	59	1331	5844	194326290	726	349
70	34.50	21	58	55	1327	5844	194326290	654	389
71	35.00	21	54	51	1313	5844	194326295	583	437
72	35.50	20	54	53	1302	5844	194326295	581	432
73	36.00	20	55	56	1288	5844	194326295	590	423
74	36.50	20	58	60	1284	5844	194326295	635	395
75	37.00	20	58	60	1291	5844	194326295	632	393
76	37.50	20	57	59	1292	5844	194326295	623	393
77	38.00	20	56	58	1276	5844	194326295	607	402
78	38.50	20	56	58	1266	5844	194326295	592	411
79	39.00	20	55	56	1248	5844	194326295	561	430
80	39.50	20	56	58	1246	5844	194326295	583	414
81	40.00	20	54	55	1240	5844	194326325	549	438
82	40.50	20	58	61	1235	5844	194326325	605	391
83	41.00	20	61	64	1228	5844	194326330	648	369
84	41.50	20	62	64	1226	5844	194326330	669	359

85	42.00	19	62	63	1239	5844	194326335	677	358
86	42.50	19	63	64	1262	5844	194326335	692	344
87	43.00	20	63	64	1264	5844	194326340	705	340
88	43.50	20	61	60	1261	5844	194326340	689	347
89	44.00	20	61	60	1270	5844	194326350	678	361
90	44.50	20	61	61	1271	5844	194326350	694	351
91	45.00	20	62	63	1284	5844	194326355	698	351
92	45.50	20	57	56	1269	5844	194326355	615	402
93	46.00	20	57	56	1278	5844	194326360	610	400
94	46.50	20	55	56	1271	5844	194326360	579	415
95	47.00	20	57	59	1256	5844	194326365	603	402
96	47.50	20	59	62	1258	5844	194326365	639	376
97	48.00	20	60	63	1254	5844	194326370	649	374
98	48.50	20	61	64	1262	5844	194326370	654	366
99	49.00	20	61	63	1257	5844	194326375	662	365
100	49.50	20	62	63	1259	5844	194326375	685	354
101	50.00	20	63	64	1270	5844	194326380	717	340
102	50.50	20	62	61	1285	5844	194326380	698	351
103	51.00	20	62	61	1285	5844	194326385	690	353
104	51.50	20	60	59	1280	5844	194326385	669	368
105	52.00	20	56	55	1287	5844	194326395	591	415
106	52.50	20	47	44	1242	5844	194326395	450	541
107	53.00	20	46	46	1236	5844	194326400	429	562
108	53.50	19	45	47	1226	5844	194326400	406	580
109	54.00	19	36	36	1194	5844	194326405	388	601
110	54.50	18	26	28	1155	5844	194326405	214	1064
111	55.00	17	17	18	1097	5844	194326410	153	1445
112	55.50	17	39	45	1092	5844	194326410	256	845
113	56.00	17	50	65	1083	5844	194326415	384	547
114	56.50	17	55	72	1111	5844	194326415	510	407
115	57.00	17	58	74	1124	5844	194326420	556	385
116	57.50	18	53	62	1129	5844	194326420	486	449
117	58.00	18	54	64	1157	5844	194326425	512	432
118	58.50	18	52	60	1178	5844	194326425	488	457
119	59.00	19	46	50	1200	5844	194326430	432	526
120	59.50	19	40	40	1203	5844	194326430	352	662
121	60.00	19	31	34	1211	5844	194326430	250	926
122	60.50	19	28	32	1209	5844	194326435	227	1017
123	61.00	19	28	33	1209	5844	194326440	224	1033
124	61.50	19	26	30	1199	5844	194326440	204	1118
125	62.00	19	21	25	1205	5844	194326445	168	1364
126	62.50	19	20	24	1198	5844	194326445	162	1421
127	63.00	19	6	7	1149	5844	194326450	47	4774
128	63.50	18	4	4	1150	5844	194326450	28	7838
129	64.00	18	0	0	1113	5844	194326450	0	65279
130	64.50	17	0	0	1084	5844	194326455	0	65279
131	65.00	17	0	0	1070	5844	194326455	0	65279
132	65.50	17	0	0	1039	5844	194326460	0	65279
133	66.00	16	0	0	999	5844	194326460	0	65279
134	66.50	15	0	0	960	5844	194326465	0	65279
135	67.00	15	0	0	910	5844	194326465	0	65279

136	67.50	14	0	0	876	5844	194326465	0	65279
137	68.00	13	0	0	833	5844	194326465	0	65279
138	68.50	13	0	0	813	5844	194326465	0	65279
139	69.00	12	0	0	784	5844	194326465	0	65279
140	69.50	12	12	14	817	5844	194326465	84	1775
141	70.00	12	20	26	777	5844	194326465	134	1047
142	70.50	12	20	28	715	5844	194326465	92	1657
143	71.00	13	34	45	780	5844	194326465	227	684
144	71.50	13	43	49	843	5844	194326465	297	530
145	72.00	13	50	58	882	5844	194326465	372	440
146	72.50	14	49	54	905	5844	194326465	361	467
147	73.00	14	49	51	939	5844	194326465	360	482
148	73.50	15	55	71	974	5844	194326465	418	423
149	74.00	15	56	72	995	5844	194326465	467	399
150	74.50	15	61	79	1040	5844	194326465	554	351
151	75.00	16	63	81	1097	5844	194326465	595	349
152	75.50	18	68	85	1157	5844	194326465	719	309
153	76.00	19	65	77	1232	5844	194326465	721	323
154	76.50	20	58	61	1292	5844	194326505	640	387

GÜZERGAH YÜKSELTİLERİ

GÜZERGAH1		GÜZERGAH2		GÜZERGAH1		GÜZERGAH2	
mesafe (m)	rakım (m)	mesafe (m)	rakım (m)	mesafe (m)	rakım (m)	mesafe (m)	rakım (m)
0	8.4	0	20.5	6120	11.3	7775	172.1
0	8.8	15	20.3	6310	10	7975	177.5
0	9.7	95	19.6	6470	12.3	8160	179.3
5	9.6	105	20.2	6615	14.9	8310	178.5
40	10	135	19.8	6780	16.2	8535	181.1
80	11.4	205	19.5	6920	19	8725	181
125	13.9	135	19.8	7035	19.1	8900	178.9
160	16.3	260	19.4	7055	18.8	9125	181
220	18.4	320	21.4	7105	18.5	9330	182.3
270	20.7	380	22.1	7195	17.7	9535	182.4
320	20.3	430	22.2	7425	15.9	9745	180.8
365	19.8	455	21.6	7515	14.1	10165	176.8
440	21.3	525	21	7605	12.7	10580	171.3
510	22.2	735	17.6	7720	18.2	10785	175.4
555	23.2	830	17.9	7830	24.4	10980	183.1
590	22.6	915	19.6	7930	29.7	11170	187.2
665	22.1	980	16	8020	35.7	11370	185.1
890	18.8	1040	15.8	8105	41.6	11580	177.5
1035	18.2	1065	17.1	8205	44.1	11980	177.9
1190	17.8	1155	18	8320	46	12290	179.2
1350	18.1	1290	19.1	8450	47.7	12530	182.7
1520	19.9	1450	20	8580	52.8	13010	173.5
1695	19.9	1635	20.3	8695	60.2	13370	164.1
1885	12.5	1825	21.3	8780	65.1	13620	160.2
2080	12.6	2025	23.3	8865	68.1	13815	166.4
2245	15.8	2225	27	8945	70.9	13980	172.2
2445	16.2	2425	31.1	9040	74.2	14180	172.4
2635	13.4	2625	33.9	9125	76.3	14355	170.5
2815	21	2825	35.8	9205	78.2	14530	170.3
2970	24.4	3005	38.7	9275	81.5	14890	169.8
3135	23.1	3205	43.1	9345	84.4	15245	164.2
3315	22	3425	44.5	9415	87.3	15430	156.9
3505	21.4	3635	46.5	9485	91.6	15620	146.2

3675	32.5	3840	54.2	9560	97.4	15805	135.5
3790	36.5	4045	62.2	9630	100.8	15995	124
3885	44.3	4205	70.6	9715	105.2	16185	110.7
3980	49.6	4445	74.4	9785	110.1	16380	94.4
4060	55.2	4655	78.4	9850	115.3	16575	84.7
4180	60.1	4870	83.4	9895	118.4	16740	77.6
4275	66.4	5085	88.1	9945	121.1	16950	70.9
4350	72	5300	94	9980	122.3	17125	64.2
4450	77.4	5510	99.2	10030	125.2	17305	55.1
4540	78.9	5720	104	10095	129.4	17470	47.2
4605	78.8	5930	110.9	10165	134	17660	44.8
4880	68.2	6115	118.4	10245	139	17830	39.7
5005	59.1	6330	125.7	10355	144.9	18000	30.8
5165	50.8	6520	135	10445	150	18150	19.6
5310	46.7	6695	140.8	10540	155.1	18390	13.9
5455	42.5	6875	145	10620	158.8	18570	14.2
5590	36.4	7060	144.9	10730	162.3	18735	13.6
5735	25.8	7245	149.1	10835	165.3	18805	14.2
5850	21.8	7425	156.3	10940	166.5	18930	14.5
5980	16.7	7605	163.3	11090	168.7	19035	15.1
11415	169.3	19250	13.8	21400	75.6		
11600	168.5	19445	12.8	21610	72.9		
11785	168.9	19625	11.4	21820	67.6		
11965	170.5	19860	18.3	22245	51.4		
12355	161.2	20060	25.4	22860	43.2		
12570	159.2	20230	33.9	23495	35.4		
12730	164.8	20385	41.6	23915	27.4		
12945	166.3	20535	46	25150	20.8		
13135	173.6	20685	49.4	25505	22.2		
13270	179.9	20845	57.8	25755	21		
13405	182.6	21000	66.1	25935	25.6		
13525	181.1	21150	73.7	26170	19.7		
13530	182.2	21305	79.1	26465	14.7		
13530	183.2	21460	77.4	27205	22.5		
13530	183.7	21635	67.6	27290	23.8		
13530	183.5	21805	57.7	27515	20.5		
13560	182.5	22015	46.1	27545	21.5		
13630	181.1	22195	37.8	27555	22.3		
13730	180.1	22390	26.2	27585	22.8		
13860	180.3	22600	26.4	27630	23.2		
13990	179.1	22800	27.8	27660	23.2		
14135	176.8	22990	28.3				
14300	173.6	23170	21.4				
14490	174.6	23545	19.2				
14645	182.5	23730	18				
14815	185.7	23915	15.3				
14990	184.9	24090	14.8				
15180	177.8	24295	20.5				
15390	169.9	24855	20.9				
15610	171.1	25010	19.8				
15815	172.5	25160	18.7				

16010	178.4	25230	17.4				
16210	182.1	25325	11.6				
16410	184.1	25425	5.3				
16615	185.7	25430	6.7				
16780	184.4	25430	8				
17025	184	25440	8				
17230	185.5						
17430	187.5						
17635	184.5						
18235	175.4						
18410	164.1						
18660	154.2						
18865	148.4						
19075	146.6						
19275	140.3						
19490	129.5						
19705	120.8						
19915	114.5						
20125	106.9						
20340	100.9						
20550	95.5						
20760	90.2						
20975	85.1						
21185	80						

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Akın ATAY
Doğum Tarihi ve Yeri : 14.05.80 İSTANBUL
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : akin_atay@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Makine	Yıldız Teknik Üni.	2011
Lisans	Makine	Yıldız Teknik Üni.	2002
Lise	Fen	Şenesenevler Lisesi	1997

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2006-Devam	DAF-Tırsan Otomotiv San. Tic. A.Ş	Servis Müdürü
2004-2005	Lineer Mühendislik Ltd. Şti.	Proje Mühendisi