İÇTEN YANMALI MOTORLARIN YANMA, EMİSYON VE MOTOR PERFORMANS DEĞERLERİNİ HESAPLAYABİLEN YAZILIM PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OZAN YAZAR

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

MERSİN
TEMMUZ- 2020

İÇTEN YANMALI MOTORLARIN YANMA, EMİSYON VE MOTOR PERFORMANS DEĞERLERİNİ HESAPLAYABİLEN YAZILIM PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OZAN YAZAR

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Doç. Dr. Bünyamin DEMİR

MERSİN
TEMMUZ- 2020

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

ETHICAL DECLERATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

30/07/ 2020

Ozan YAZAR

ÖZET

İÇTEN YANMALI MOTORLARIN YANMA, EMİSYON VE MOTOR PERFORMANS DEĞERLERİNİ HESAPLAYABİLEN YAZILIM PROGRAMININ GELİŞTİRİLMESİ

İçten yanmalı motorlarda egzoz emisyonunu, yakıt tüketimini, motor verimini ve performansını etkileyen birçok parametre vardır. Bu parametrelerin bazılarını içten yanmalı motorun çalışma prensibi, motorun zamanı, silindir sayısı, boyutu, yakıt türü, silindir hacmi, sıkıştırma oranı, hava-yakıt oranı, supap zamanları, ateşleme zamanı, püskürtme zamanı, püskürtme basıncı oluşturmaktadır. Bu çalışmada, içten yanmalı motorlar için değişken parametrelere bağlı olarak yanma, emisyon ve motor performans değerlerini matematik modelleme ile hesaplayabilen bir bilgisayar yazılım programı geliştirilmiştir. Bu yazılım programı Java programa dili ile oluşturulmuştur. Yazılım programı kullanımı kolaylaştırmak için grafiksel kullanıcı ara yüzü (GUI) aracıyla kullanılabilecek şekilde hazırlanmıştır. Yazılım programı hem kıvılcım ile ateşlemeli motorlar hem de sıkıştırma ile ateşlemeli motorlarda krank açısına bağlı olarak silindir içi basınç, sıcaklık ve yanma sonucu oluşan gaz miktarları, farklı motor devirlerinde güç, moment, özgül yakıt tüketimi gibi birçok değeri hesaplayabilmektedir. Bu programın en önemli avantajı sonuçları hem sayısal hemde grafiksel olarak sunmasıdır. Hesaplamalar 0.25˚ aralıklarla her krank mili açısında elde edilmiştir. Farklı hava fazlalık katsayılarında analizler yapılmış ve silindir içi basınç, sıcaklık, gaz bileşenlerinin kütlesel oranları ve motor performans değerlerine etkisi karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İçten yanmalı motor, Performans, Emisyon, Yazılım, Java, Grafiksel kullanıcı ara yüzü (GUI).

Danışman: Doç. Dr. Bünyamin DEMİR, Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE PROGRAM THAT CAN ACCOUNT THE COMBUSTION, EMISSION AND ENGINE PERFORMANCE VALUES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

There are many parameters that affect exhaust emission, fuel consumption, engine efficiency and performance of the internal combustion engines. Some of these parameters are the working principle of the internal combustion engine, engine's time, number of cylinders, size, fuel type, cylinder volume, compression ratio, air-fuel ratio, valve times, firing time, spraying time, spraying pressure. In this study, a computer software program has been developed for internal combustion engines that can calculate combustion, emission and engine performance values by mathematical modeling depending on variable parameters. This software program was created with the Java program language. The software program is prepared to be used with the Graphical User Interface (GUI) tool to make it easier to use. This software program calculates many values such as temperature and combustion in the cylinder, the amount of gas produced as a result of combustion, power, torque, specific fuel consumption at for both spark ignition engines and compression ignition engines. The most important advantage is to obtain the results in both numerically and graphically. The calculations are obtained at every crankshaft angle at 0.25 ˚ intervals. This program, analyzes are made on different air surplus levels, and the effect of cylinder pressure and temperature, mass ratios of gas components and their effects on engine performance values are compared.

Keywords: Internal combustion engine, performance, emission, software, Java, Graphical User İnterface (GUI).

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Bünyamin DEMİR, Department of Mechanical Engineering, University of Mersin, Mersin.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, devamlı teşvik ederek hiçbir zaman emeğini esirgemeyen, onunla birlikte çalışmaktan onur duyduğum, değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Bünyamin Demir'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
A	Alan (m^2)
Ar_2	Argon
A_s	Sitokiometrik hava-yakıt oranı
B_e	Özgül yakıt tüketimi (kg/kW.h)
C	Karbon
CH_4	Metan
C_3H_8	Propan
C_4H_{10}	Bütan
C_8H_{18}	Oktan
$C_{12}H_{26}$	Dodekan
C_m	Piston hızı (m/s)
CO	Karbon monoksit
CO_2	Karbon dioksit
C_p	Sabit basınçta özgül ısı (kJ/kg K)
C_v	Sabit hacimde özgül ısı (kJ/kg K)
D	Silindir çapı (m)
dx	Yer değiştirme (m)
Eş	Eşitlik
F	Kuvvet (N)
GUI	Grafiksel Kullanıcı Ara Yüzü
H	Hidrojen
HFK	Hava fazlalık Katsayısı
H_2	Hidrojen gazı
H_2O	Su
H_u	Alt ısıl değer (Kj/kg)
h_g	Gazların ısı taşınım katsayısı (kW/m^2 K)
h_c	Soğutma suyunun ısı taşınım katsayısı (kW/m^2 K)
i	Silindir sayısı
k	Özgül ısıların oranı
k_s	Silindir duvarının ısı taşınım katsayısı (kW/m^2 K)
L	Biyel uzunluğu (m)
m	Kütle (kg)
M_e	Moment (N.m)
m_f	Birim zamanda tüketilen yakıt miktarı(kg/h)
n	Politropik üs
N	Devir
N_e	Efektif güç (kW)
N_i	İndike güç (kW)
N_2	Azot
O	Oksijen
O_2	Oksijen gazı
OH	Hidroksit
P	Basınç (kPa)
P_{atm}	Atmosfer basıncı (kPa)
P_{me}	İndike Basınç (kPa)
Q	Isı (kJ)

Kısaltma/Simge	Tanım
Q_w	Isı transferi (W)
r	Sıkıştırma oranı
R	Gaz sabiti (Kj/kgK)
S	Strok uzunluğu (m)
S	Kükürt
T	Sıcaklık (K)
U	İç enerji
V	Hacim (m^3)
w	Açısal hız (rad/s)
W	İş (kW)
x	Konum (m)
X	Silindir duvarının kalınlığı (m)
θ	Krank açısı ($^\circ$)
$\emptyset$	Eküvalans oranı
$\sim$	Yaklaşık değer

1. GİRİŞ

Günümüzde otomobil kullanımı giderek artmaktadır. Bu artışın sebep olduğu birçok sorun da ortaya çıkmaktadır. Bun sorunların en önemlisini egzoz gazlarından kaynaklanan çevre kirliliği oluşturmaktadır. Bir diğer önemli sorun ise yakıt rezervlerinin azalmasıdır. Bu sorunlardan dolayı taşıtlarda bulunan içten yanmalı motorlarda birçok iyileştirme çalışmaları yapılmakta ve alternatif yakıt aranmaktadır. İçten yanmalı motorların performansını arttırma, yakıt tüketimini ve en önemlisi egzoz emisyonunu azaltma, bu çalışmaların temel amacını oluşturmuştur.

İçten yanmalı motorların tasarım aşamasında motorun egzoz emisyonunu, yakıt tüketimini, motor verimini ve performansını etkileyen parametreleri deneysel olarak ön görmek mümkün değildir. İçten yanmalı motor tasarımını etkileyen bu faktörleri hesaplamak karışık ve kompleks denklemlerden dolayı oldukça zor ve zaman alıcıdır.

İçten yanmalı motorlarda iyileştirme çalışmaları gelişen teknoloji ile birlikte hız kazanmıştır. Yazılım mühendisliğinin ve bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile birlikte simülasyon programları kullanılmaya başlanmış, simülasyon programları sayesinde analiz sonuçları gerçeğe çok daha yakın sonuçlar vererek, deneysel yapılan analizlerin yerini almıştır.

Bu çalışmada, içten yanmalı motorların değişken parametrelere bağlı olarak yanma, performans ve emisyon değerlerini hesaplayabilen bir yazılım programı geliştirilmiştir. Simülasyon programı Java programlama dili ile hazırlanmış ve kullanımı kolaylaştırmak için grafiksel kullanıcı ara yüzü (GUI) kullanılarak oluşturulmuştur.

Simülasyon programı oluşturulurken ilk olarak içten yanmalı motorların termodinamik modeli oluşturulmuş, termodinamik modelleme gerçek çevrime göre yapılmıştır. Termodinamik modellemede oluşturulan matematiksek denklemler Java programa diline dönüştürülmüştür.

Yazılım programı kullanıcı ara yüzünde istenilen parametreler ve değerlere göre hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Bu istenilen parametreler ve değerler; motor türü, motor boyutları, sıkıştırma oranı, motor devri, yakıt, hava fazlalık katsayısı, emilen havanın basıncı ve sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, krank açı zamanları ve diğer çevrimden kalan egzoz gazlarının oranları ve sıcaklığı olarak belirlenmiştir.

İçten yanmalı motorlarda yakıt olarak genellikle sıvı hidrokarbonlar kullanıldığı için simülasyon programı, istenilen yakıtın atom sayılarına bağlı olarak hesaplamaları yapabilecek şekilde oluşturulmuştur.

Termodinamik hesaplamalar krank milinin 0.25 derecelik açı aralığında ve her açı için gerçekleştirilecek şekilde oluşturulmuştur. Her krank açısında silindir içerisindeki yakıtın ve gazların kütleleri ve bu gazların sıcaklığa bağlı olarak özgül ısıları, açığa çıkan ısı, soğutma suyuna geçen ısı miktarı anlık olarak hesaplanmıştır.

Motor geometrisinden dolayı egzoz zamanı sonunda silindir içerisinde yanma odası hacmi kadar egzoz gazları kaldığından hesaplamalara bu bir önceki çevrimden kalan egzoz gazları da dahil edilmiştir.

Hesaplamalar sonucunda her krank açısı için silindir hacmi ve alanı, silindir içi basınç ve sıcaklık değerleri, silindir içerisine emilen ve yanma sonu oluşan N_2, O_2, CO_2, CO, NO, H_2O, H_2 gazlarının kütleleri ve toplam kütleye oranları, efektif güç, moment ve özgül yakıt tüketimi değerleri sayısal ve grafiksel olarak yorumlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Günümüze kadar içten yanmalı motorların termodinamik ve matematiksel modellemesi üzerine birçok çalışmalar yapılmıştır. İçten yanmalı motorların teorik hesaplamaları oldukça karmaşık yapıda olup bu hesaplamaları yapabilmek amacıyla bilgisayar programları geliştirilmiştir.

Wiebe tarafından 1962 yılında yapılan çalışmada, içten yanmalı motorlar için yanma modeli oluşturulmuştur. Bu model sayesinde yanma özelliklerini ve yanma sonucu açığa çıkan ısı değerleri hesaplanabilmektedir [1].

Woschni ve arkadaşları tarafından 1979 yılında yapılan çalışmada, içten yanmalı motorlar üzerinde deneyler yapılarak bir ısı transferi modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu model sayesinde silindir duvarından soğutma suyuna geçen ısı miktarı, krank açısına bağlı olarak anlık elde edilebilmektedir [2].

Balcı tarafından 1986 yılında yapılan çalışmada, dört zamanlı, direkt püskürtmeli dizel motorun termodinamik modeli bir yazılım programı ile oluşturulmuştur. Oluşturulan program GW Basic dilinde yazılmıştır. Hesaplamalar farklı sıkıştırma ve hava-yakıt oranlarında ve farklı ateşleme avansı ile yapılarak motor performans değerleri incelenmiş, gerçek motor verileri ile karşılaştırılmıştır [3].

Akay tarafından 1996 yılında yapılan çalışmada, altı silindirli, direkt püskürtmeli motorun teorik termodinamik modeli oluşturulmuştur. Çalışmada silindir içi basınç değerlerini etkileyen parametrelere bağlı olarak farklı motor devirlerinde sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre motor performans diyagramı oluşturulmuştur[4].

Nişi tarafından 1982 yılında yapılan çalışmada, buji ateşlemeli motorlar için termodinamik model ile bir bilgisayar yazılım programı oluşturulmuştur. Oluşturulan program ile farklı devirlerde buji ateşlemeli motorların performans değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamaların sonucu grafikler haline dönüştürülerek deneysel verilerle karşılaştırılmıştır [5].

Sekmen ve arkadaşları tarafından 2004 yılında yapılan çalışmada, yakıt olarak metan (CH_4) kullanılmış, farklı sıkıştırma oranlarında buji ateşlemeli motorlar için bir matematiksel model geliştirilmiştir. Bu model Fortran programlama dilinde oluşturulmuştur. Değişken sıkıştırma oranları ile motor devirlerinde hesaplamalar yapılarak silindir içi basınç ve sıcaklık değerleri ile motor performans parametreleri incelenmiştir [6].

Polat tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada, dört zamanlı, tek silindirli, dizel motorlarda termodinamiksel hesaplamalar yapabilmek için bir yazılım programı oluşturulmuştur. Yazılım programı Matlab programlama dili ile oluşturulmuştur. Hesaplamalar birer derecelik krank açısı aralığında yapılmıştır. Farklı motor parametrelerine bağlı olarak

hesaplamalar yapılmış, yakıt olarak n-dodekan ($C_{12}H_{26}$) kullanılmış ve sonuçlar grafikler ile yorumlanmıştır. [7].

Igdiri ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada, buji ateşlemeli motorlar için tek bölgeli termodinamik model ile kullanıcı ara yüzü (GUI) kullanılarak yazılım programı oluşturulmuştur. Matlab programlama dili kullanılarak oluşturulan program sayesinde bazı parametrelere bağlı olarak silindir içi basınç hesaplanmıştır. Farklı sıkıştırma oranlarında silindir içi basınç ve iş değerleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır [8].

Esin tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada, emisyon tahmini için yanma modellenmesi ile grafik kullanıcı ara yüzü (GUI) kullanılarak yazılım programı oluşturulmuştur. Bu yazılım programı ile farklı parametrelere bağlı olarak yanma ürünlerinin özellikleri hesaplanabilmiştir. Oluşturulan programın yanma modelinde denge katsayısı yöntemi ile yanma ürünlerinin termodinamiksel özellikleri, basınca ve sıcaklığa bağlı değişimleri hesaplanmıştır [9].

Jalil tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada, buji ateşlemeli motorlarda termodinamik model ile grafik kullanıcı ara yüzü (GUI) kullanılarak yazılım programı oluşturulmuştur. Programda Matlab programlama dili kullanılmıştır. Oluşturulan yazılım programı ile benzin ve LPG olmak üzere iki yakıt türü için 1000, 1500, 2000, 2500 ve 3000 (dev/dak) motor devirlerinde 8, 9 ve 10 sıkıştırma oranlarında hesaplamalar yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır [10].

Büyük tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada, içten yanmalı dizel motorlarda matematik modelleme kullanılarak bir yazılım programı oluşturulmuştur. Yazılım programı Python programlama dili ile oluşturulmuştur. Yazılım programı ile iki ve dört zamanlı dizel motorun silindir içi basınç ve sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar 0.1 krank mili açısı aralığında oluşturulmuştur [11].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. İçten Yanmalı Motorlar

İçten yanmalı motorlar yakıtın kimyasal enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. İçten yanmalı motorlarda silindir içerisinde yakıtın yakılması sonucu yüksek sıcaklık ve basınç oluşur. Oluşan yüksek basınç piston yüzeyinde itme kuvveti oluşturarak pistonu hareket ettirir. Bu hareket doğrusal bir harekettir. Doğrusal hareket biyel yardımı ile krank miline aktarılır. Krank mili doğrusal hareketi dairesel harekete dönüştürür [12].

İçten yanmalı motorlar ateşleme tipi bakımından buji ateşlemeli motorlar ve sıkıştırma ateşlemeli motorlar olmak üzere ikiye ayrılır. Buji ateşlemeli motorlarda yakıt silindir içerisine havayla karıştırılarak alınır. Hava yakıt karışımı sıkıştırılır ve sıkıştırma sonunda elektrik enerjisi ile ateşleme sağlanır. Buji ateşlemeli motorlar benzinli motorlar olarak da adlandırılır. Sıkıştırma ateşlemeli motorlarda ise yakıt sıkıştırılmış havaya yüksek basınçta enjektör yardımı ile püskürtülerek yanma gerçekleşir. Sıkıştırma ateşlemeli motorlar dizel motorlar olarak da adlandırılır [12].

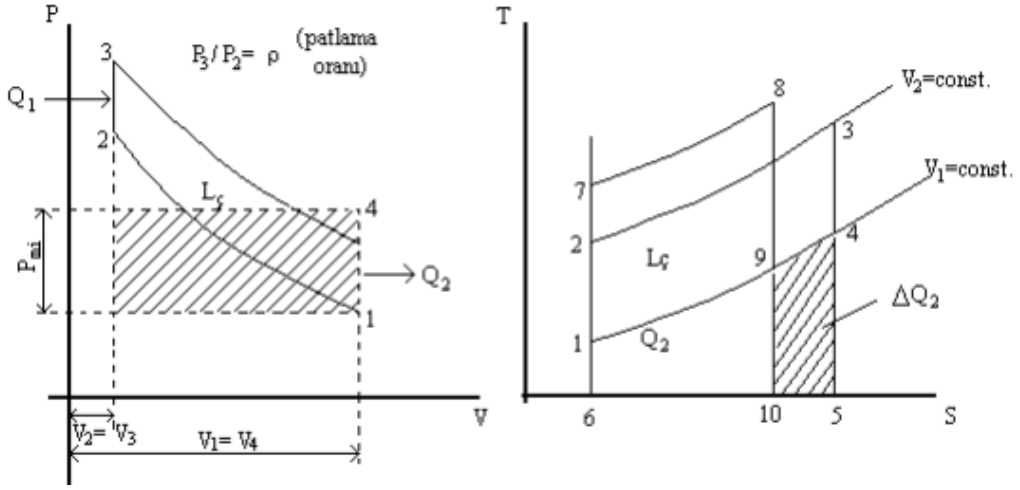
3.2. İçten Yanmalı Motorların Termodinamik Çevrimleri

İçten yanmalı motorların çalışma prensibi, termodinamik yasalara ve prensiplere dayanır. Belirli varsayımlarla ve bilinen verilerle içten yanmalı motorların termodinamik prensiplere dayanarak çevrim analizleri gerçekleştirilir. Bu çevrimler teorik ve gerçek çevrimler olmak üzere ikiye ayrılır.

3.2.1. Teorik Çevrimler

Teorik çevrimlerde kullanılan hava ideal gaz olarak kabul edilir. Çevrim boyunca havanın kütlesi sabittir. Çevrimdeki sıkıştırma ve genişleme işlemleri izantropiktir. Yani sıkıştırma ve genişleme sırasında sistem ile çevre arasında ısı alışverişi olmaz. Yanma işleminde sisteme ısı girişi, egzoz işleminde sistemden ısı çıkışı oluşur. Sürtünme ve basınç kayıpları dikkate alınmaz. Çevrimdeki hal değişimleri içten tersinirdir [13].

3.2.1.1. Teorik Otto Çevrim



Şekil 3.1. 4 zamanlı Otto motorun P-V ve T-S diyagramı [14].

Teorik otto çevrim 4 zamanlı buji ateşlemeli motorlarda kullanılan ideal bir çevrimdir. Şekil 3.1'de ideal koşullarda elde edilen teorik otto çevriminin basınç-hacim (P-V) ve sıcaklık - entropi (T-S) diyagramları görülmektedir.

Diyagramdaki;

V_2, V_3: Yanma odası hacmi (m^3)

V_h: Kurs hacmi (m^3)

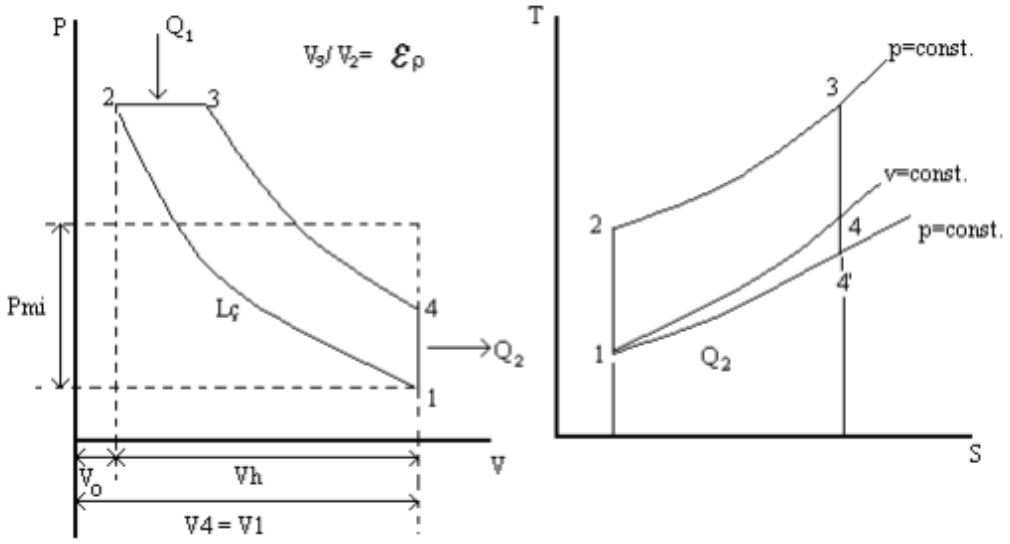
V_1, V_4: Toplam silindir hacmi (m^3)

Q_1: Sabit hacimde sisteme giren ısı (kJ)

Q_2: Sabit hacimde sistemden çıkan ısıdır (kJ).

Teorik otto çevrimde Şekil 3.1' de görüldüğü gibi 1-2 arasında izantropik sıkıştırma işlemi gerçekleşir. 1-2 arasında piston alt ölü noktadan üst ölü noktasına hareket ederek silindir hacmi azalır ve hava yakıt karışımı sıkıştırılır. Basınç ve sıcaklık artar. 2-3 arasında sabit hacimde sisteme ısı girişi işlemi gerçekleşir. 2 noktasında ateşleme başlar ve 2-3 arasında yanma işlemi oluşur. Yanma sırasında silindir içi sıcaklık ve basınç artar. 3-4 arasında izantropik genişleme işlemi gerçekleşir. Piston üst ölü noktasından alt ölü noktasına hareket ederek silindir hacmi artar ve iş elde edilir. Sıcaklık ve basınç düşer. 4-1 arası sabit hacimde sistemden ısı çıkışı işlemi gerçekleşir ve çevrim tamamlanır [15].

3.2.1.2. Teorik Diesel Çevrim



Şekil 3.2. 4 zamanlı diesel motorun P-V ve T-S diyagramı [14].

Teorik Diesel çevrim sıkıştırmalı ateşlemeli motorlarda kullanılan ideal bir çevrimdir. Diesel çevrim Otto çevrimden ateşleme bakımından farklıdır. Diesel çevrimde sıkıştırılan havaya enjektörler ile yüksek basınçta yakıt püskürtülerek ateşleme gerçekleşir. Şekil 3.2'de ideal koşullarda elde edilen Diesel çevriminin basınç-hacim (P-V) ve sıcaklık-entropi (T-S) diyagramları görülmektedir.

Diyagramdaki;

V_o: Yanma odası hacmi (m^3)

V_h: Kurs hacmi (m^3)

V_1, V_4: Toplam silindir hacmi (m^3)

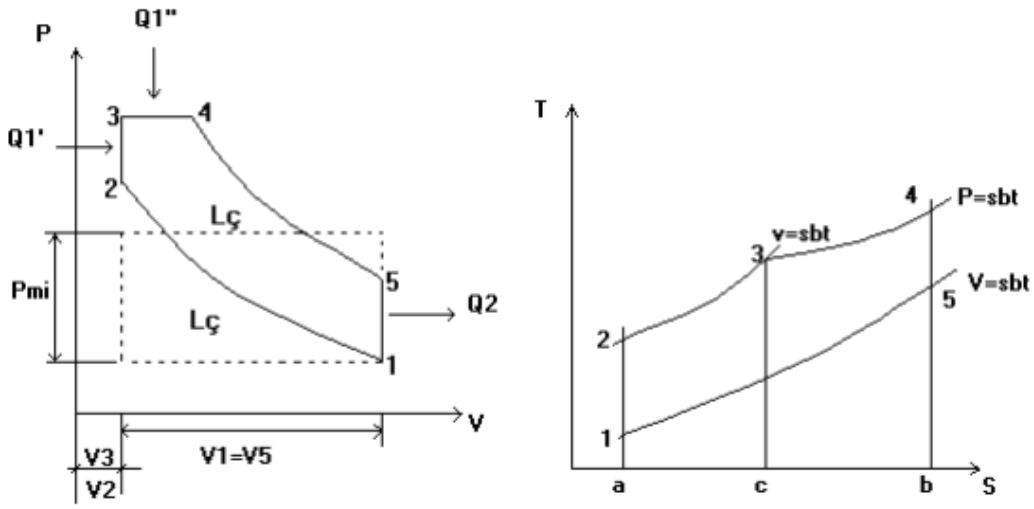
Q_1: Sabit basınçta sisteme giren ısı (kJ)

Q_2: Sabit hacimde sistemden çıkan ısıdır (kJ).

Teorik Diesel çevrimde Şekil 3.2' de görüldüğü gibi 1-2 arasında izantropik sıkıştırma işlemi gerçekleşir. 1-2 arasında piston alt ölü noktadan üst ölü noktasına hareket ederek silindir hacmi azalır ve hava sıkıştırılır. Basınç ve sıcaklık artar. 2-3 arasında sabit basınçta sisteme ısı girişi işlemi gerçekleşir. 2 noktasında yakıt püskürtülmeye başlar ve 2-3 arasında yanma işlemi oluşur. Yanma sırasında silindir içi sıcaklık ve basınç artar. 3-4 arasında izantropik genişleme işlemi gerçekleşir. Piston üst ölü noktasından alt ölü noktasına hareket ederek silindir hacmi

artar ve iş elde edilir. Sıcaklık ve basınç düşer. 4-1 arası sabit hacimde sistemden ısı çıkışı işlemi gerçekleşir ve çevrim tamamlanır [15].

3.2.1.3 Teorik Karma Çevrim



Şekil 3.3. Karma çevrimin P-V ve T-S diyagramı [14].

Karma çevrim Otto ve Diesel çevrimlerin birleştirilmesi sonucu oluşturulan bir çevrimdir.

Diyagramdaki;

V_2, V_3: Yanma odası hacmi (m^3)

V_h: Kurs hacmi (m^3)

V_1, V_5: Toplam silindir hacmi (m^3)

Q_1': Sabit hacimde sisteme giren ısı (kJ)

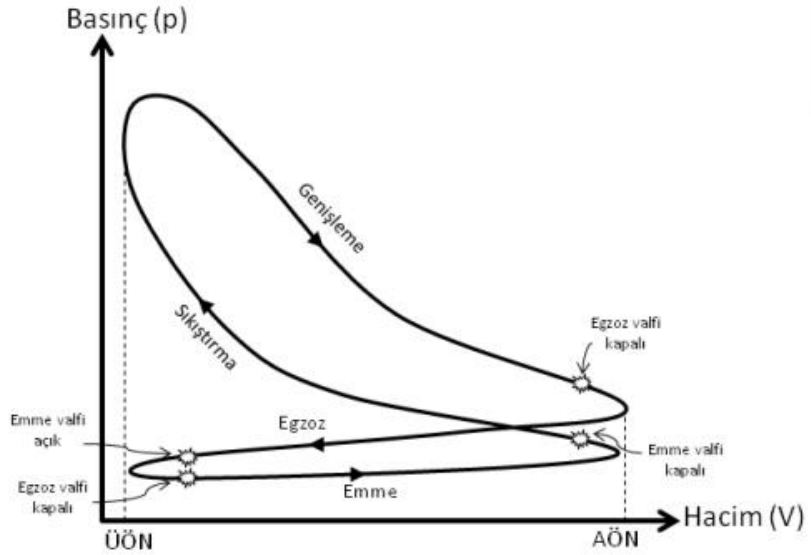
Q_1": Sabit basınçta sisteme giren ısı (kJ)

Q_2: Sabit hacimde sistemden çıkan ısıdır (kJ).

Teorik karma çevrimde Şekil 3.3' de görüldüğü gibi 1-2 arasında izantropik sıkıştırma işlemi gerçekleşir. 1-2 arasında piston alt ölü noktadan üst ölü noktasına hareket ederek silindir hacmi azalır ve hava sıkıştırılır. Basınç ve sıcaklık artar. 2-3 arasında sabit hacimde sisteme ısı girişi işlemi gerçekleşir. 2 noktasında yakıt püskürtülmeye başlar ve 2-3 arasında yanma işlemi oluşur. Yanma sırasında silindir içi sıcaklık ve basınç artar. 3-4 arasında sabit basınçta ısı girişi işlemi gerçekleşir. Basınç sabittir ama sıcaklık artar. Bu aralıkta bir miktar iş elde edilir. 4-5 arasında izantropik genişleme işlemi gerçekleşir. Piston üst ölü noktasından alt ölü noktasına

hareket ederek silindir hacmi artar ve iş elde edilir. Sıcaklık ve basınç düşer. 5-1 arasında sabit hacimde sistemden ısı çıkışı işlemi gerçekleşir ve çevrim tamamlanır [15].

3.2.2 Gerçek Çevrim



Şekil 3.4. Gerçek motor çevrimin P-V diyagramı [16].

Gerçek motor çevrimi sırasıyla emme, sıkıştırma, genişleme ve egzoz süreçlerinden oluşmaktadır. Bu süreçler;

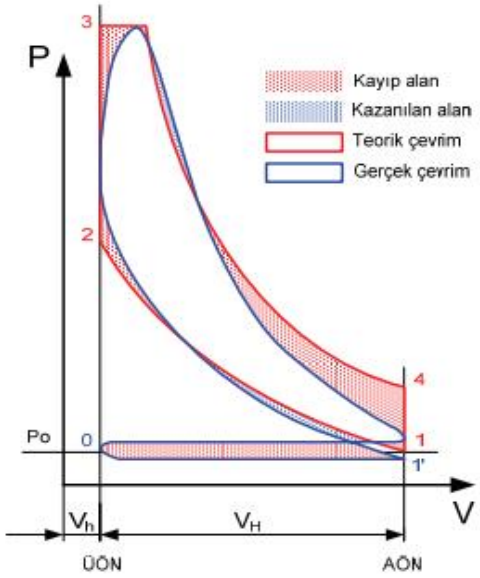
-Emme zamanı; bu süreç emme supabının açılmasıyla başlar. Piston üst ölü noktadan alt ölü noktaya doğru hareket eder. Bu hareket ile silindir içeresindeki basınç düşer ve vakum oluşur. Oluşan vakum etkisiyle emme supabından silindir içerisine taze hava-yakıt karışımı ya da hava alınır. Emme supabının kapanmasıyla emme zamanı sonlanır [12].

-Sıkıştırma zamanı; bu süreçte emme ve egzoz supapları kapalıdır. Piston alt ölü noktadan üst ölü noktaya doğru hareket eder. Bu hareket ile silindir içi hacim azalarak hava veya hava-yakıt karışımı sıkıştırılır. Sıkıştırma sürecinde silindir içi basınç ve sıcaklık artar. Bu süreçte yanma başlayabilir [12].

-Genişleme zamanı; bu süreçte emme ve egzoz supapları kapalıdır. Yanma bu süreçte devam edebilir. Yanma sonucunda oluşan yüksek basınç bu süreçte işe dönüşür. Piston üst ölü noktadan alt ölü noktaya doğru hareket ederek basınç ve sıcaklığı düşer [12].

Egzoz zamanı; bu süreçte egzoz supapları açıktır. Piston alt ölü noktadan üst ölü noktaya doğru hareket eder. Bu hareket sayesinde silindir içerisindeki yanma sonucunda oluşan artık gazlar dışarı atılır. Egzoz supabının kapanmasıyla egzoz zamanı sonlanır ve çevrim tamamlanır [12].

Teorik çevrimde sisteme sabit hacimde ve basınçta ısı girişi gerçekleşir. Gerçek çevrimde ise sisteme ısı girişi olmaz. Isı artışı yanma sonucu oluşur. Teorik çevrim ile gerçek çevrimin farkı Şekil 3.5' de verilmiştir.

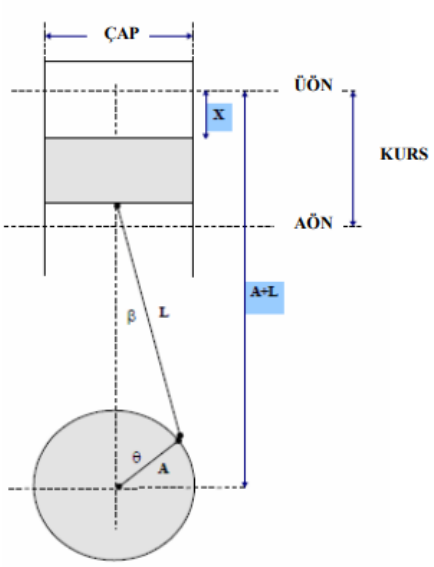


Şekil 3.5. Teorik ve Gerçek motor çevrimi arasındaki farkın P-V diyagramı [14].

3.2. Termodinamik ve Matematiksel Modelleme

3.2.1. Motor Geometrisi ve Hesaplamaları

Termodinamik hesaplamalar yapabilmek için bazı motor parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu parametrelerin bazılarını silindir hacmi, yanma odası hacmi, silindir yüzey alanı, piston hızı oluşturmaktadır.



Şekil 3.6. Motor geometrisi.

Şekil 3.6' da silindir, piston, krank-biyel mekanizmasının geometrisi verilmiştir. Silindir hacmi ve alanı hesaplayabilmek için pistonun üst ölü nokta ile arasındaki mesafenin (x) bilinmesi gerekmektedir. x Değeri krank açısı değerine göre değişmektedir.

x' in krank mili açısına bağlı değeri Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$x(\theta) = A + L - \sqrt{L^2 - A^2.sin^2(\theta)} - A.\cos(\theta) \quad (1)$$

Burada;

$x(\theta)$: Pistonun krank açısına konumu

θ : Krank mili açısı (°)

A: Krank yarı çapı (m)

L : Biyel uzunluğudur (m).

Yanma odası hacmi Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$V_c = \frac{\frac{\pi.D^2}{4}}{(r-1)}.S \quad (2)$$

Burada;

V_C: Yanma odası hacmi (m^3)

D : Silindir çapı (m)

S : Strok uzunluğu (m)

r : Sıkıştırma oranıdır.

Krank açısına bağlı anlık silindir hacmi Eşitlik (3) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$V(\theta) = Vc + \frac{\pi.D^2}{4}.x(\theta) \quad (3)$$

Krank açısına bağlı anlık silindir yüzey alanı Eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A(\theta) = \frac{\pi.D^2}{2} + \pi.D.x(\theta) \quad (4)$$

Krank açısına bağlı anlık piston hızlı Eşitlik (5) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$V(\theta) = \frac{\pi}{2}.\sin(\theta) + \left(1 + \frac{\cos(\theta)}{\sqrt{(R^2 - \sin(\theta)^2)}}\right).\frac{2.N.S}{60} \quad (5)$$

Burada;

$V(\theta)$: Anlık piston hızı (m/s)

N : Devir (dev/dak)

S : Strok uzunluğudur (m).

3.2.2. Yanma ve Termodinamiğin 1. Kanunu

Yanma uygun şartlarda yakıt ile oksijenin reaksiyona girmesi olayıdır. Yanma kimyasal bir işlemdir ve oksidasyon olarak da adlandırılır. Yanma reaksiyonu sisteme ısı enerjisi verir. Enerji yanma reaksiyonu sırasında yakıtın içerisindeki moleküllerin arasındaki kimyasal bağların parçalanması sonucunda oluşur. Yanma reaksiyonu oluşması için yakıtın tutuşma sıcaklığına gelmesi gerekir. Yoksa yanma reaksiyonu gerçekleşmez. Her yakıtın kimyasal özelliklerinden dolayı kendine özgü tutuşma sıcaklığı vardır. Ayrıca yakıt miktarına bağlı yeterli miktarda oksijen olması gerekmektedir [9].

İçten yanmalı motorlarda yakıt olarak genellikle hidrokarbonlar kullanılır. Hidrokarbonların genel formülü (C_aH_b) şeklinde gösterilir. İçten yanmalı motorlarda genellikle sıvı hidrokarbon olarak benzin ve mazot, gaz hidrokarbon olarak da doğalgaz ve metan kullanılır. Hidrokarbonların yanması karbon ve hidrojen atomunun oksijenle reaksiyona girmesi ile oluşur. Eşitlik (6) ve Eşitlik (7)'de karbon ve hidrojenin oksijen ile yanma denklemleri verilmiştir [9].

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad (6)$$

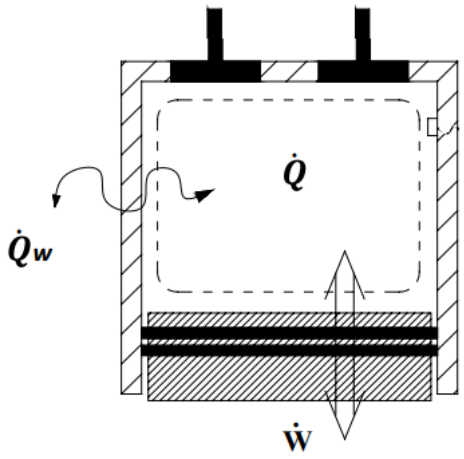
$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \quad (7)$$

İçten yanmalı motorlarda silindir içerisindeki yanma için havadaki oksijen kullanılır. Hava atmosferde çeşitli gazların karışımından oluşur. Bu gazların hacimsel oranları aşağıda verilmiştir [17].

- Azot (N_2): %78,08
- Oksijen (O_2): %20,95
- Argon (Ar_2): %0,93
- Karbondioksit (CO_2): %0,03
- Diğer gazlar: %0,01

Çoğu yanma hesaplamalarında oksijen ve azot hesaba katılır. Diğer gazların hacimsel oranları düşük olduğundan, hesaplamalarda ciddi değişikliklere neden olmaz. Diğer gazlar azot olarak kabul edilir. Dolayısıyla hesaplamalarda genellikle havada %20,95 oranında oksijen ve %79,05 oranında nitrojen olduğu kabul edilir [16].

Termodinamiğin birinci kanunu enerji korunum kanunudur. Bu kanuna göre enerji yok olmaz. Fakat enerji başka şekle dönüşebilir. İçten yanmalı motorlarda da termodinamiğin birinci kanunu geçerlidir. Silindir içerisinde yanan yakıtın enerjisi basınca dönüşerek piston hareket eder. Başka bir deyişle yakıt enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. İçten yanmalı motorların termodinamik hesaplamaları termodinamiğin birinci kanununa göre oluşturulur. Silindir içi termodinamik sistemin modeli Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Silindir içi termodinamik sistemin modeli.

Termodinamiğin birinci kanuna göre;

$$\Delta E = \Delta U = U_{son} - U_{ilk} \tag{8}$$

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W \tag{9}$$

Burada;

ΔU : Sistemin iç enerji değişimi

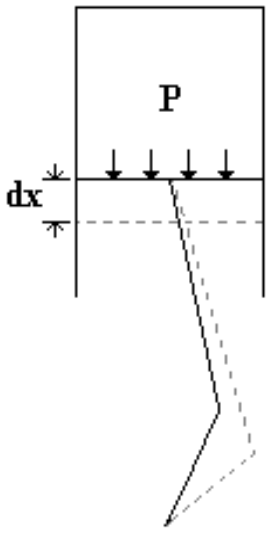
ΔQ : Sistemdeki net ısı

ΔW : Sistemdeki net iştir.

Sistemin ısı değişiminde (ΔQ) giren ısı ile çıkan ısı farkıdır. Isı değişimi Eşitlik (10) kullanılarak hesaplanmıştır. Giren ısı yakıtın yakılması sonucu açığa çıkan ısıdır. Çıkan ısı ise soğutma suyuna geçen ısı transferidir.

$$\Delta Q = Q_{giren} - Q_{çıkan} \tag{10}$$

Sistemdeki üretilen iş piston üzerindeki yanma sonucu gazların basıncından kaynaklanır. Piston üzerindeki basınç Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Piston üzerindeki basınç

Sistemdeki iş Eşitlik (11) ve Eşitlik (12) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P = P_{gaz} - P_{krank} \tag{11}$$

$$dW = F \,.\, dx \tag{12}$$

$$F = P.A$$

Buradaki F kuvvettir. Kuvvet eşitliği Eşitlik (12)'de yerine yazılarak Eşitlik (13) elde edilmiştir.

$$dW = P.A.dx \tag{13}$$

Eşitlik (13)'deki dx yer değiştirmedir. Yer değiştirme ile alanın çarpımı hacmi verir. Son olarak iş denklemini toparlarsak Eşitlik (14) elde edilir.

$$W = \int_2^1 p\, dV \tag{14}$$

3.2.2.1. Stokiyometrik Hava-Yakıt Oranı

Stokiyometrik oran yakıtın tam yanabilmesi için gerekli hava miktarının yakıt miktarına oranıdır. Yanma denklemi oluşturulurken yakıtın stokyiometrik oranının bilinmesi gerekmektedir. Stokiyometrik hava yakıt oranı yakıtın tam yanma denkleminin denge katsayıları ile hesaplanmaktadır. Bir yakıtın tam yanma denklemi Eşitlik (15)'deki gibi oluşturulmaktadır [18].

$$C_aH_bO_cN_d + a_s(O_2 + 3{,}76N_2) \rightarrow n_1CO_2 + n_2H_2O + n_3N_2 \tag{15}$$

Denklemdeki oksijen ve azot katsayısı a_s Eşitlik (16) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$a_s = a + \frac{b}{4} - \frac{c}{2} \tag{16}$$

Burada n_1, n_2, n_3 değerleri; Eşitlik (17), Eşitlik (18) ve Eşitlik (19) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$n_1 = a \tag{17}$$

$$n_2 = \frac{b}{2} \tag{18}$$

$$n_3 = \frac{d}{2} + 3{,}76\ a_s \tag{19}$$

Sitokiyometrik hava-yakıt oranı A_s ise Eşitlik (20) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A_s = \frac{28{,}84(4.76\ a_s)}{(12{,}01\ a + 1{,}008\ b + 16{,}00\ c + 14{,}01\ d)} \tag{20}$$

Yakıta stokiyometrik orandan daha az hava verilirse yakıtın tamamı yanmaz. Bu sebepten dolayı yanma verimi bakımından yakıta stokiyometrik oranına eşit ya da daha fazla hava verilmelidir. Tablo 3.1'de bazı yakıtların stokiyometrik karışımın hava yakıt oranı verilmiştir.

Tablo 3.1. Bazı yakıtların stokiyometrik karışımın hava yakıt oranı.

Yakıt	Hidrojen	Metan	Propan	Bütan	Oktan	Dizel
Formülü	H_2	CH_4	C_3H_8	C_4H_{10}	C_8H_{18}	$C_{12}H_{26}$
Stokiyometrik karışımın hava yakıt oranı (A_s)	34,25	17,21	15,67	15,46	14,70	14,48

3.2.2.2. Hava Yakıt Miktarının Belirlenmesi

Hava yakıt oranını belirlerken en önemli faktör hava fazlalık katsayısıdır. Hava fazlalık katsayısı gerçek hava yakıt oranının stokiyometrik hava yakıt oranına bölünmesi ile elde edilir ve (λ) simgesi ile gösterilir. Hava fazlalık katsayısı Eşitlik (21) kullanılarak hesaplanmıştır [4].

$$\lambda = \frac{(\frac{m_{hava}}{m_{yakıt}})_{gerçek}}{(\frac{m_{hava}}{m_{yakıt}})_{stoki.}} \tag{21}$$

Hava yakıt karışımı yakıt miktarı bakımından fakir ve zengin karışım olarak adlandırılır. Fakir yanma; yakıtın stokiyometrik hava miktarından daha fazla hava ile yanma reaksiyonlarına girmesi durumundaki yanma olayıdır. Zengin yanma, yakıtın stokiyometrik hava miktarından daha az hava ile yanma reaksiyonlarına girmesi durumundaki yanma olayıdır. Karışımın fakir veya zengin karışım olup olmadığı ekivalans oranı ile belirlenmektedir. Ekivalans oranı (Ø) simgesi ile gösterilir. Ekivalans oranı gerçek yakıt hava oranın stokiyometrik yakıt hava oranına bölünmesiyle elde edilir. Ekivalans oranı hava fazlalık katsayısının tersidir.

Ekivalans oranı Eşitlik (22) ve Eşitlik (23) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\emptyset = \frac{(\frac{m_{yakıt}}{m_{hava}})_{gerçek}}{(\frac{m_{yakıt}}{m_{hava}})_{stoki.}} \quad (22)$$

$$\emptyset = \frac{1}{\lambda} \quad (23)$$

Burada;

$m_{yakıt}$: Karışımın yakıt kütlesi (kg)

m_{hava}: Karışımın hava kütlesidir (kg).

Hava yakıt karışımının fakir ya da zengin karışım durumu aşağıdaki eşitliklerle belirlenmektedir.

- Stokiyometrik karışım: $\emptyset = 1$ veya λ=1
- Fakir karışım: $\emptyset$ <1 veya λ>1
- Zengin karışım $\emptyset$ >1 veya λ<1

Silindir içerisine alınan hava ve yakıt miktarlarını hesaplamak için hava fazlalık katsayısının bilinmesi gerekmektedir. Silindir içerisine alınan hava miktarı ideal gaz denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P.V = N.R_{mol.}T \quad (24)$$

Silindir içerisine alınan hava miktarı Eşitlik (25), Eşitlik (26) ve Eşitlik (27) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$m_{N_2} = \frac{P_{hava}.V(\theta)}{R_{N_2}.T_{hava}}.\%N_2 \quad (25)$$

$$m_{O_2} = \frac{P_{hava}.V(\theta)}{R_{O_2}.T_{hava}}\%O_2 \quad (26)$$

$$m_{hava} = m_{N_2} + m_{O_2} \quad (27)$$

Kullanılan (gerçek) yakıt miktarı Eşitlik (28) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$m_{yakıt} = \frac{m_{hava}}{\lambda \,.\, A_s} \tag{28}$$

Burada;

m_{N_2}: Havadaki N_2'nin kütlesi (kg)

m_{O_2}: Havadaki O_2'nin kütlesi (kg)

m_{hava}: Gerçek hava kütlesi (kg)

P_{hava}: Hava basıncı (kPa)

T_{hava} : Hava sıcaklığı (K)

$V(\theta)$: Hacim (m^3)

R_{N_2}, R_{O_2}: Gaz sabiti (Kj/kgK)

$\%N_2, \%O_2$: Bileşenlerin hava içerisindeki yüzdeleri

λ: Hava fazlalık katsayısı

A_s: Stokiyometrik orandır.

3.2.2.3. Silindir İçerisinde Kalan Egzoz Gazları

Motor geometrisinden dolayı silindir içerisinde bir önceki çevrimden yanma odası hacmi kadar egzoz gazları kalmaktadır. Silindir içerisinde kalan bu egzoz gazları emme zamanında emilen taze hava veya hava yakıt ile karışmaktadır. Egzoz gazlarının sıcaklığı yüksek olduğu için karışımın sıcaklığı artar. Silindir içinde kalan egzoz gazlarının sıcaklığı Eşitlik (29) ve Eşitlik (30) kullanılarak hesaplanmıştır [19].

$$T_{eg} = T_{ega} . \left(\frac{P_{atm}}{P_{ega}}\right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)} \tag{29}$$

$$T_{egk} = T_{eg} . \left(\frac{P_{atm}}{P_{eg}}\right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)} \tag{30}$$

Burada;

T_{eg} : Egzoz supabının açıldığı andaki sıcaklık (K)

T_{ega}: Egzoz supabının açılma sıcaklığı (K)

T_{egk}: Egzoz supabının kapandığı andaki sıcaklıktır (K).

P_{atm}: Atmosfer basıncı (kPa)

P_{ega}: Egzoz karşı basıncı (kPa)

n: Politropik üsdür.

Egzoz gazlarının kütlesi Eşitlik (31), Eşitlik (32), Eşitlik (33), Eşitlik (34) ve Eşitlik (35) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$m_{CO_2 egzoz} = \frac{P_{eg}.V(\theta)}{R_{CO_2}.T_{eg}}.\%CO_2 \quad (31)$$

$$m_{O_2 egzoz} = \frac{P_{eg}.V(\theta)}{R_{O_2}.T_{eg}}.\%O_2 \quad (32)$$

$$m_{N_2 egzoz} = \frac{P_{eg}.V(\theta)}{R_{N_2}.T_{eg}}.\%N_2 \quad (33)$$

$$m_{H_2O egzoz} = \frac{P_{eg}.V(\theta)}{R_{H_2O}.T_{eg}}.\%N_2 \quad (34)$$

$$m_{egzoz_{(toplam)}} = m_{CO_2 egzoz} + m_{O_2 egzoz} + m_{N_2 egzoz} + m_{H_2O egzoz} \quad (35)$$

Burada;

$m_{CO_2 egzoz}$, $m_{O_2 egzoz}$, $m_{N_2 egzoz}$, $m_{H_2O egzoz}$: Bileşenlerin kütlesi (kg)

$R_{N_2}, R_{O_2}, R_{CO_2}, R_{H_2O}$: Gaz sabitleri (Kj/kgK)

$\%N_2, \%O_2, \%CO_2, \%H_2O$: Bileşenlerin hava içerisindeki yüzdeleridir.

Sıkıştırma başlangıcında silindir içerisindeki karışımın kütlesi ve sıcaklığı Eşitlik (36) ve Eşitlik (37) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$m_{kar} = m_{yakıt} + m_{hava} + m_{eg} \quad (36)$$

$$T_{kar} = T_{hava} + \left(\frac{m_{egzoz}.(T_{eg} - T_{hava})}{m_{egzoz} + m_{hava}}\right) \quad (37)$$

Burada;

m_{kar}: Sıkıştırma başlangıcındaki karışımın kütlesi (kg)

T_{kar}: Sıkıştırma başlangıcındaki karışımın sıcaklığıdır (K).

3.2.2.4. Yakıtın Alt Isıl Değeri

Isıl değer yakıtın yakılması sonucu açığa çıkan enerji miktarıdır. Isıl değer yanma ürünleri arasındaki suyun fazına göre alt ısıl değer ve üst ısıl değer olmak üzere ikiye ayrılır. Üst ısıl değer bir yakıt yakılması sonucu elde edilebilecek en yüksek ısıl değerdir. Alt ısıl değer ise yakıtın en kötü koşullarda yanmasıyla elde edilebilecek en düşük ısıl değerdir. Alt ısıl değer H_u ile üst ısıl değer H_0 ile gösterilir. İçten yanmalı motorlarda egzoz gazlarındaki su buhar halde olduğu için yakıtın alt ısıl değeri alınmaktadır [20,21].

Hidrokarbon yakıtlarda yakıtın alt ısıl değeri Eşitlik (38)'deki Mendeleyev eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır [22].

$$H_u = [3{,}4013C + 125{,}6H - 10{,}89(O - S) - 2{,}512(9H + W)].1000 \quad (38)$$

Burada;

H_u: Alt ısıl değer (kJ/kg)

C : Karbonun ağırlığının toplam moleküler ağırlığına oranı

H : Hidrojenin ağırlığının toplam moleküler ağırlığına oranı

O: Oksijenin ağırlığının toplam moleküler ağırlığına oranı

S: Kükürttün ağırlığının toplam moleküler ağırlığına oranı

W: Suyun ağırlığının toplam moleküler ağırlığına oranıdır.

$$C = \frac{C_a.12{,}0011}{(C_a.12{,}0011 + H_a.1{,}008 + O_a.15{,}999 + N_a.14{,}007)} \quad (39)$$

$$H = \frac{H_a.12{,}0011}{(C_a.12{,}0011 + H_a.1{,}008 + O_a.15{,}999 + N_a.14{,}007)} \quad (40)$$

$$O = \frac{O_a.12{,}0011}{(C_a.12{,}0011 + H_a.1{,}008 + O_a.15{,}999 + N_a.14{,}007)} \quad (41)$$

Burada;

C_a : 1 mol yakıttaki karbonun atom sayısı

H_a : 1 mol yakıttaki hidrojenin atom sayısı

O_a : 1 mol yakıttaki oksijenin atom sayısı

N_a : 1 mol yakıttaki nitrojenin atom sayısıdır.

İçten yanmalı motorlarda kullanılan yakıtlarda kükürt ve su bulunmadığından S,W değerleri sıfır kabul edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 3.2'de bazı yakıtların molekül ağırlıkları ve alt ısıl değerleri verilmiştir.

Tablo 3.2. Bazı yakıtların molekül ağırlıkları ve alt ısıl değerleri.

Yakıt	Hidrojen	Metan	Propan	Bütan	Benzin	Dizel
Formülü	H_2	CH_4	C_3H_8	C_4H_{10}	C_8H_{18}	$C_{12}H_{26}$
Moleküler ağırlığı (g/mol)	2,02	16,04	44,08	58,10	114,23	170,00
Alt ısıl değeri (kJ/kgK)	119930	50800	46500	45460	43500	42830

3.2.2.5. Özgül Isılar

Özgül ısı maddenin birim kütlesini bir derece arttırmak için gerekli olan ısı miktarıdır. Özgül ısı sabit hacimde özgül ısı ve sabit basınçta özgül ısı olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit hacimde özgül ısı maddenin birim kütlesini sabit hacimde bir derece arıttırmak için gerekli ısı miktarıdır. Sabit hacimde özgül ısı (c_v) ile gösterilir. Sabit basınçta özgül ısı ise maddenin birim kütlesini sabit basınçta bir derece arıttırmak için gerekli ısı miktarıdır. Sabit basınçta özgül ısı (c_p) ile gösterilir. Özgül ısılar maddenin sıcaklığına bağlı değişkendir [13].

Özgül ısıların hesaplamaları yapılırken Janaf tablolarından faydalanılmıştır. Janaf tablaları maddelerin ve bileşenlerin termodinamik özelliklerinin bulunduğu tablolardır. Özgül ısıları hesaplayabilmek için Janaf tablolarından elde edilmiş verilerine göre oluşturulmuş eşitlikler aşağıda verilmiştir [23].

$$c_{p_{N_2}} = 39{,}060 - 512{,}790.\theta^{-1{,}5} + 1072{,}78.\theta^{-2} - 820{,}40.\theta^{-3} \quad (42)$$

$$c_{p_{O_2}} = 37{,}432 + 0{,}02010.\theta^{1{,}5} - 178{,}57.\theta^{-1{,}5} + 236{,}88.\theta^{-3} \quad (43)$$

$$c_{p_{H_2}} = 56{,}505 - 702{,}74.\theta^{-0{,}75} + 1165{,}0.\theta^{-1} - 560{,}70.\theta^{-1.5} \quad (44)$$

$$c_{p_{CO}} = 69{,}145 - 0{,}70463.\theta^{0{,}75} - 200{,}770.\theta^{-0{,}5} + 176{,}76.\theta^{-0.75} \quad (45)$$

$$c_{p_{NO}} = 59{,}283 - 1{,}7096.\theta^{0{,}5} - 70{,}613.\theta^{-0{,}5} + 74{,}889.\theta^{-1.5} \quad (46)$$

$$c_{p_{H_2O}} = 143{,}05 - 183{,}540.\theta^{0{,}25} + 82{,}751.\theta^{0{,}5} - 3{,}6989.\theta \quad (47)$$

$$c_{p_{CO_2}} = -3{,}7357 + 30{,}529.\theta^{0,5} - 4{,}1034.\theta + 0{,}024198.\theta^2 \quad (48)$$

Burada;

$$\theta = \frac{T}{100} \quad (49)$$

T: Sıcaklık (K)

$c_{p_{N_2}}, c_{p_{O_2}}, c_{p_{H_2}}, c_{p_{CO}}, c_{p_{NO}}, c_{p_{H_2O}}, c_{p_{CO_2}}$: Gazların sabit basınçta özgül ısılarıdır (kJ/kmol K).

Yukarıda verilen gazların sabit basınçtaki özgül ısı eşitlikleri 300-3500 Kelvin aralığındaki değer için oluşturulmuştur. İçten yanmalı motorların silindir içi maksimum ve minimum sıcaklık değerleri bu aralıkta olduğu için bu eşitliklerin kullanılması uygundur [23].

Sabit hacimde özgül ısı (c_v) değerleri Eşitlik (50) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$R = c_p - c_v \quad (50)$$

Yukarıda verilen eşitliğe göre sabit hacimde özgül ısılar (c_v); Eşitlik (51), Eşitlik (52), Eşitlik (53), Eşitlik (54), Eşitlik (55), Eşitlik (56) ve Eşitlik (57) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$c_{v_{N_2}} = c_{p_{N_2}} - R_{N_2} \quad (51)$$

$$c_{v_{O_2}} = c_{p_{O_2}} - R_{O_2} \quad (52)$$

$$c_{v_{H_2}} = c_{p_{H_2}} - R_{H_2} \quad (53)$$

$$c_{p_{CO}} = c_{p_{CO}} - R_{CO} \quad (54)$$

$$c_{v_{NO}} = c_{p_{NO}} - R_{NO} \quad (55)$$

$$c_{v_{H_2O}} = c_{p_{H_2O}} - R_{H_2O} \quad (56)$$

$$c_{v_{CO_2}} = c_{p_{CO_2}} - R_{CO_2} \quad (57)$$

Burada:

$c_{v_{N_2}}, c_{v_{O_2}}, c_{v_{H_2}}, c_{v_{CO}}, c_{v_{NO}}, c_{v_{H_2O}}, c_{v_{CO_2}}$: Bileşenlerin sabit hacimde özgül ısıları (kJ/kmol K)

$R_{N_2}, R_{O_2}, R_{H_2}, R_{CO}, R_{NO}, R_{H_2O}, R_{CO_2}$: Bileşenlerin gaz sabitleridir (Kj/kgK).

Yukarıdaki eşitliklerde her bileşenin ayrı ayrı (c_p) ve (c_v) değerleri hesaplanmaktadır. Karışımın (c_p) ve (c_v) değerleri bileşenlerin mol yüzdesi değerlerine göre aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sum c_{p_{kar}} = \frac{1}{N_{kar}} . \left[c_{p_{N_2}} . N_{N_2} + c_{p_{O_2}} . N_{O_2} + c_{p_{H_2}} . N_{H_2} + c_{p_{CO}} . N_{CO} + c_{p_{NO}} . R_{NO} + c_{p_{H_2O}} . N_{H_2O} + c_{p_{CO_2}} . N_{CO_2} \right] \quad (58)$$

$$\sum c_{v_{kar}} = \frac{1}{N_{kar}} . \left[c_{v_{N_2}} . N_{N_2} + c_{v_{O_2}} . N_{O_2} + c_{v_{H_2}} . N_{H_2} + c_{v_{CO}} . N_{CO} + c_{v_{NO}} . R_{NO} + c_{v_{H_2O}} . N_{H_2O} + c_{v_{CO_2}} . N_{CO_2} \right] \quad (59)$$

Burada:

$c_{p_{kar}}$: Karışımın toplam sabit basınçta özgül ısıları (kJ/kmol K)

$c_{v_{kar}}$: Karışımın toplam sabit hacimde özgül ısıları (kJ/kmol K)

$N_{N_2}, N_{O_2}, N_{H_2}, N_{CO}, N_{NO}, N_{H_2O}, N_{CO_2}$: Bileşenlerin karışım içerisindeki mol miktarlarıdır.

Termodinamik hesaplamalarda genellikle özgül ısıların oranları kullanılmaktadır. Özgül ısıların oranı Eşitlik (60)'daki gibi (k) ile gösterilmektedir.

$$k = \frac{c_p}{c_v} \quad (60)$$

3.2.2.6. Yanan Yakıtın Yüzdesi

Termodinamik modellemede hesaplama yapabilmek için anlık yanan yakıtın miktarının bilinmesi gerekmektedir. Yanan yakıt miktarının krank mili açısına bağlı yüzdesini hesaplamak için Wiebe fonksiyonundan yararlanılmıştır. Wiebe fonksiyonunda tutuşma gecikmesi, ani ve kontrollü yanma süreçleri düşünülerek oluşturulmuştur. Wiebe fonksiyonu Eşitlik (61)' de verilmiştir [24].

$$X_y = 1 - exp\left[-a\left(\frac{\theta_x - \theta_0}{\Delta\theta}\right)^{m+1}\right] \quad (61)$$

Burada;

X_y: Anlık yanan yakıtın yüzdesi

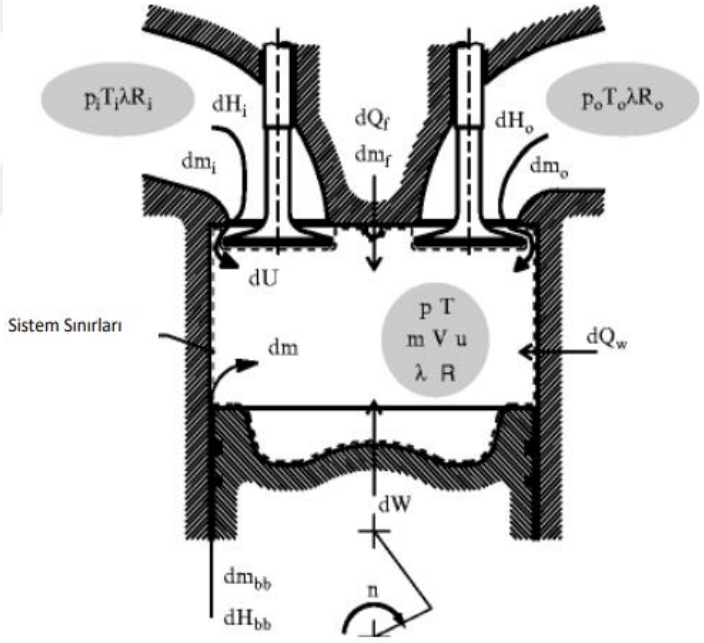
θ_x: Anlık krank açısı

θ_0: Yanmanın başladığı krank açısıdır.

Heywood'a göre a=6.908, m=2'dir [12].

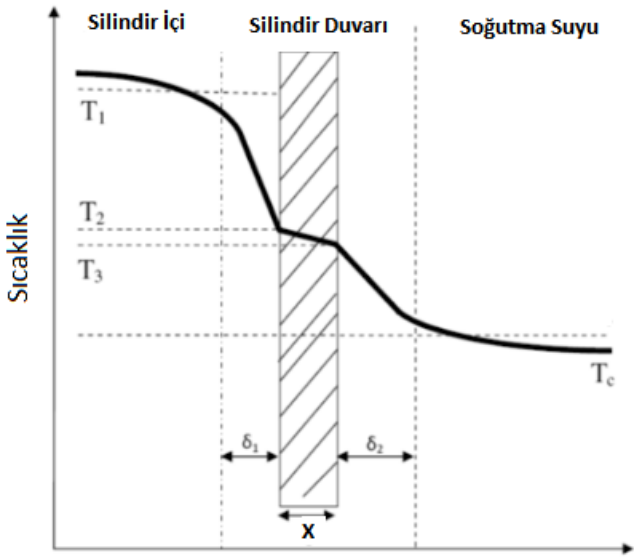
3.2.2.6. Isı Transferi

İçten yanmalı motorlarda hareketli parçaların sürtünmesi sonucu ve yanma sonucunda motor parçalarının sıcaklığı artmaktadır. Yüksek sıcaklık motor parçalarının malzeme özelliklerini bozabileceğinden, içten yanmalı motorlarda soğutma sistemi bulunmaktadır. Yanma sonucu oluşan ısının bir miktarı soğutma suyuna geçmektedir.



Şekil 3.9. Isı transferi modeli [25].

İçten yanmalı motorlarda yanma sonucu oluşan ısının yaklaşık %10-35'i soğutma sistemine geçmektedir. Isı transferi sıcaklığa bağlı değişken olduğu için her krank açısı için hesaplanmıştır. Soğutma sistemine geçen ısı miktarı hesaplanırken Woschni tarafından oluşturulan model kullanılmıştır [26].



Şekil 3.10. Silindir duvarından geçen ısı transferi.

Soğutma suyuna geçen ısı miktarı (Q_w) Eşitlik (62) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Q_w = \frac{A(\theta).(T_I - T_w)}{\left[\left(\frac{1}{h_g}\right)+\left(\frac{X}{k_s}\right)+\left(\frac{1}{h_c}\right)\right]} \quad (62)$$

Burada;

Q_w: Isı transferi (W)

$A(\theta)$: Krank açısına bağlı anlık silindir yüzey alanı (m^2)

T_I: Silindir içi sıcaklık (K)

T_w: Silindir yüzey sıcaklığı (K)

h_g: Gazların ısı taşınım katsayısı (kW/m^2 K)

X: Silindir duvarının kalınlığı (m)

k_s: Silindir duvarının ısı taşınım katsayısı (kW/m^2 K)

h_c: Soğutma suyunun ısı taşınım katsayısıdır (kW/m^2 K).

Isı taşınım katsayısı (h_g) Eşitlik (63) kullanılarak hesaplanmıştır [2].

$$h_g = 0{,}820.D^{-0{,}2}.P^{0{,}8}.W^{0{,}8}.T^{-0{,}53} \quad (63)$$

Burada;

D: Silindir çapı (m)

P: Silindir içi basınç (kPa)

T: Silindir içi sıcaklık (K)

W : Gazların ortalama hızıdır (m/s).

Gazların ortalama hızı (W) Eşitlik (64) kullanılarak hesaplanmıştır [2].

$$W = \left[C_1 . C_m + C_2 . \frac{V_d . T_1}{P_1 + V_1} . (P - P_0)\right] \quad (64)$$

Burada;

C_m: Piston hızı (m/s)

C_1, C_2 değerleri;

Egzoz zamanı için C_1=6,18 C_2=0

Sıkıştırma zamanı için C_1=2,28 C_2=0

Yanma ve genişleme zamanı için C_1=2,28 C_2=3,24. 10^{-3}'dür.

3.2.2.7. Yanmanın Modellenmesi

Silindir içi parametreleri hesaplayabilmek için anlık gazların miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. Silindir içerisine giren hava yakıt karışımı yanma reaksiyonu sonucu farklı yanma ürünlerine dönüşmekte, yanma sıcaklığına bağlı olarak yanma ürünlerinin türü ve miktarı değişmektedir. Hesaplamalar krank açısına bağlı anlık sıcaklık ve bileşenlerin kütle miktarlarına göre modellenmiştir.

Düşük sıcaklıkta (T <1000 K) hidrokarbonların hava ile yanması sonucunda yanma ürünleri karbondioksit (CO_2), su buharı (H_2O), azot (N_2), oksijen (O_2), karbon monoksit (CO) ve hidrojen (H_2) oluşmaktadır. Bu oluşan yanma ürünlerinin miktarları hava yakıt oranına bağlı olarak değişmektedir. Burada en önemli faktörlerden biri yakıtın stokiyometrik hava yakıt oranıdır. Yakıt stokiyometrik hava yakıt oranından daha az hava ile tepkimeye girerse oksijen (O_2) yetersizliğinden dolayı yakıt tam olarak yanmaz ve yanma ürünleri arasında karbon monoksit (CO) oluşur.

Düşük sıcaklıkta yanma reaksiyonunun denklemi ve bileşenlerin katsayıları Eşitlik (65)' de görülmektedir. Denklem bir mol yakıt için oluşturulmuştur [27].

$$C_a H_b O_c N_d + \frac{a_s}{\emptyset}(O_2 + 3.76\, N_2) \rightarrow v_1 CO_2 + v_2 H_2 O + v_3 N_2 + v_4 O_2 + v_5 CO + v_6 H_2 \quad (65)$$

Burada;

∅: Ekivalans oranı (Eşitlik (22) ve Eşitlik (23)'deki bağıntılarla hesaplanır)

$$a_s = a + \frac{b}{4} - \frac{c}{2} \tag{66}$$

Denklemdeki bileşenlerin katsayıları (v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 ve v_6) karışımın fakir ($\emptyset \leq 1$) ya da zengin ($\emptyset > 1$) olma durumuna göre Tablo 3.3' deki eşitliklere göre hesaplanmaktadır.

Tablo 3.3. Düşük sıcaklıktaki (T <1000 K) yanma ürünleri [27].

Yanma Ürünleri	v_i	$\emptyset \leq 1$	$\emptyset > 1$
CO_2	v_1	a	$a - n_5$
H_2O	v_2	$b/2$	$b/2 - 2a_s(1 - 1/\emptyset) + v_5$
N_2	v_3	$d/2 + 3{,}76\ (a_s/\emptyset)$	$d/2 + 3{,}76\ (a_s/\emptyset)$
O_2	v_4	$a_s(1/\emptyset - 1)$	0
CO	v_5	0	v_5
H_2	v_6	0	$2a_s(1 - 1/\emptyset) - v_5$

Tablo3.3' deki v_5 değeri aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$v_5 = \frac{-b_1 + \sqrt{{b_1}^2 - 4a_1.c_1}}{2.a_1} \tag{67}$$

$$a_1 = 1 - K \tag{68}$$

$$b_1 = \frac{b}{2} + K.a - d_1.(1 - K) \tag{69}$$

$$c_1 = -a.d_1.K \tag{70}$$

$$d_1 = 2.a_s\left(1 - \frac{1}{\emptyset}\right) \tag{71}$$

Eşitliklerdeki denge katsayısı (K) Fergusan tarafından 400K-3200K aralığında oluşturulmuş ve Eşitlik (72) ve Eşitlik (73) kullanılarak hesaplanmıştır [28].

$$\ln K = 2{,}743 - \frac{1{,}761}{t} - \frac{1{,}611}{t^2} + \frac{0{,}2803}{t^3} \tag{72}$$

$$t = \frac{T}{1000} \tag{73}$$

Yukarıda denge katsayısıyla oluşturulan denklemler düşük sıcaklıklar (T <1000 K) için kullanılmaktadır. Ancak içten yanmalı motorlarda yanma sonucu silindir içi sıcaklık 1000 Kelvin'den yüksektir. Yüksek sıcaklıkta hidrokarbonların hava ile yanması sonucunda oluşan yanma ürünleri CO_2, H2O, N_2, O_2, CO, H_2, O, OH, NO, H'dir.

Denge katsayısı (K) reaksiyonun davranışını tarif eder ve çift yönlü oluşturulabilir. Denge katsayısı (K) reaksiyona girenlerin ve ürünlerin ideal gaz denklemi ile kısmi basınçlarından elde edilmektedir.

Denge katsayısı (K) kısmi basınç türünden genel reaksiyon için yazılırsa; Eşitlik (74) ve Eşitlik (75) elde edilir.

$$v_a A + v_b B \leftrightarrow v_c C + v_d D \tag{74}$$

$$K = \frac{P_C^{v_c} . P_D^{v_d}}{P_A^{v_a} . P_B^{v_b}} \tag{75}$$

Yüksek sıcaklıkta yanma reaksiyonunun denklemi ve bileşenlerin katsayıları Eşitlik (76)' da görülmektedir. Denklem bir mol yakıt için oluşturulmuştur [28].

$$C_a H_b O_c N_d + \frac{a_s}{\emptyset}(O_2 + 3.76\, N_2) \rightarrow v_1 CO_2 + v_2 H_2 O + v_3 N_2 + v_4 O_2 + v_5 CO + v_6 H_2 + v_7 H + v_8 O + v_9 OH + v_{10} NO \tag{76}$$

$$x_i = \frac{v_i}{N} \tag{77}$$

$$\sum_{i=1}^{10} x_i = 1 \tag{78}$$

Burada;

y_i: Mol oranları

N: Toplam mol sayısıdır.

Karbon dengesi;

$$a = (x_1 + x_5).N \tag{79}$$

Hidrojen dengesi;

$$b = (2x_2 + 2x_6 + x_7 + x_9).N \quad (80)$$

Oksijen dengesi;

$$c + \frac{2a_s}{\emptyset} = (2x_1 + x_2 + 2x_4 + x_5 + x_8 + x_9 + x_{10}).N \quad (81)$$

Nitrojen dengesi;

$$d + \frac{2a_s(3{,}773)}{\emptyset} = (2x_3 + x_{10}).N \quad (82)$$

Kısmi basınç türünden yanma ürünlerinin denge katsayıları;

$$\frac{1}{2}H_2 \leftrightarrow H \qquad K_1 = \frac{x_7 P^{1/2}}{x_8{}^{1/2}} \quad (83)$$

$$\frac{1}{2}O_2 \leftrightarrow O \qquad K_2 = \frac{x_8 P^{1/2}}{x_4{}^{1/2}} \quad (84)$$

$$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}O_2 \leftrightarrow OH \qquad K_3 = \frac{x_9}{x_4{}^{1/2}\, x_6{}^{1/2}} \quad (85)$$

$$\frac{1}{2}O_2 + \frac{1}{2}N_2 \leftrightarrow NO \qquad K_4 = \frac{x_{10}}{x_3{}^{1/2}\, x_4{}^{1/2}} \quad (86)$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \leftrightarrow H_2O \qquad K_5 = \frac{x_2}{x_4{}^{1/2}\, x_6{}^{1/2}} \quad (87)$$

$$CO + \frac{1}{2}O_2 \leftrightarrow CO_2 \qquad K_6 = \frac{x_1}{x_4{}^{1/2}\, x_5{}^{1/2}} \quad (88)$$

Eşitliklerdeki basınç (P) atmosfer basıncıdır. $K_1,\ K_2,\ K_2,\ K_3,\ K_4,\ K_5$ ve K_6 değerleri Olikara ve Borman tarafında oluşturulan Eşitlik (89) kullanılarak elde edilmiştir. Bu denklem eğri uydurma yöntemi ile 600K-4000K aralığında Janaf tablolarından elde edilmiştir [27].

$$\log K_i = A_i \ln\left(\frac{T}{1000}\right) + \frac{B_i}{T} + C_i + D_i T + E_i T^2 \quad (89)$$

Eşitlikteki $A_i,\ B_i,\ C_i, D_i,$ ve E_i değerleri Tablo 3.4' de verilmiştir.

Tablo 3.4. Denge sabitleri için eğri katsayıları [27].

i	A_i	B_i	C_i	D_i	E_i
1	0,432168	$-0{,}112464.10^5$	$0{,}267269\times10^1$	$-0{,}745744\times10^{-4}$	$0{,}242484\times10^{-8}$
2	0,310805	$-0{,}129540\times10^5$	$0{,}321779\times10^1$	$-0{,}738336\times10^{-4}$	$0{,}344645\times10^{-8}$
3	−0,141784	$-0{,}213308\times10^4$	0,853461	$0{,}355015\times10^{-4}$	$-0{,}310227\times10^{-8}$
4	$0{,}150879\times10^{-1}$	$-0{,}470959\times10^4$	0,646096	$0{,}272805\times10^{-5}$	$-0{,}154444\times10^{-8}$
5	−0,752364	$0{,}124210\times10^5$	$-0{,}260286\times10^1$	$0{,}259556\times10^{-3}$	$-0{,}162687\times10^{-7}$
6	$-0{,}415302\times10^{-2}$	$0{,}148627\times10^5$	$-0{,}475746\times10^1$	$0{,}124699\times10^{-3}$	$-0{,}900227\times10^{-8}$

3.3. Motor Performans Hesaplamaları

Motor performans değerleri, silindir içerisinde yanma sonucunda oluşan basınç değerine bağlıdır. Motor performans değerleri indike ve efektif olarak iki şekilde incelenir. İndike parametreler silindir içerisinde elde edilen değerler ile hesaplanan motor parametreleridir. Efektif parametreler ise volandan veya krank milinden ölçülen değerlerdir [29].

3.3.1. İndike ve Efektif Güç

Güç, birim zamanda yapılan iştir. İndike güç silindir içi basınç değerinden elde edilir. İndike güç, silindir içerisinde yama sonucunda oluşan basıncın etkisiyle piston üzerinde meydana gelen itme gücüdür. Efektif güç ise motordaki sürtünme gibi kayıpların indike güçten çıkarılması ile elde edilen güçtür. Efektif güç motorun gerçek gücüdür [30].

İndike güç Eşitlik (90) kullanılarak elde edilmektedir [30].

$$N_i = \frac{P_i.V.w.i}{\pi.T} \tag{90}$$

Burada;

N_i: İndike güç (kW)

P_{me}: İndike Basınç (Ortalama basınç) (kPa)

V : Kurs hacmi (m^3)

w: Krank milinin açısal hızı (rad/s)

i: Silindir sayısı

T: Bir çevrimdeki strok sayısıdır (4 zamanlı motorlar için 2).

Eşitlikteki açısal hız (w) devir türünden yazılırsa; Eşitlik (91) ve Eşitlik (92) elde edilir.

$$w = \frac{\pi.n}{30} \tag{91}$$

$$N_i = \frac{P_i.V.n.i}{30.T} \tag{92}$$

Burada;

n: Krank mili devridir (dev/dak).

Efektif güç Eşitlik (93) kullanılarak elde edilmektedir [29].

$$N_e = \frac{P_e.V.n.i}{30.T} \tag{93}$$

$$P_e = P_i.\eta_m \tag{94}$$

Burada;

N_e: Efektif güç (kW)

P_{me}: Efektif Basınç (kPa)

η_m: Mekanik verimdir.

3.3.2. Moment

Moment döndürme kuvvetidir. Silindir içerisinde yanma sonucu oluşan basınç kuvveti pistonu hareket ettirir. Biyel bu doğrusal hareketi krank miline aktarır ve krank milinde moment etkisi yaratır [30].

Moment değeri Eşitlik (95) kullanılarak elde edilmektedir [30].

$$M_e = 9549.\frac{N_e}{n} \tag{95}$$

Burada;

$M_e =$ Moment (N.m)

N_e: Efektif güç (kW)

n : Devir'dir (dev/dak).

3.3.3. Özgül Yakıt Tüketimi

Özgül yakıt tüketimi birim güç için birim zamanda harcanan yakıt miktarıdır. Özgül yakıt tüketimi tüketilen yakıt miktarının efektif güce oranıdır [29].

$$B_e = \frac{m_f}{N_e} \tag{96}$$

Burada;

B_e : Özgül yakıt tüketimi (kg/kW.h veya gr/kW.h)

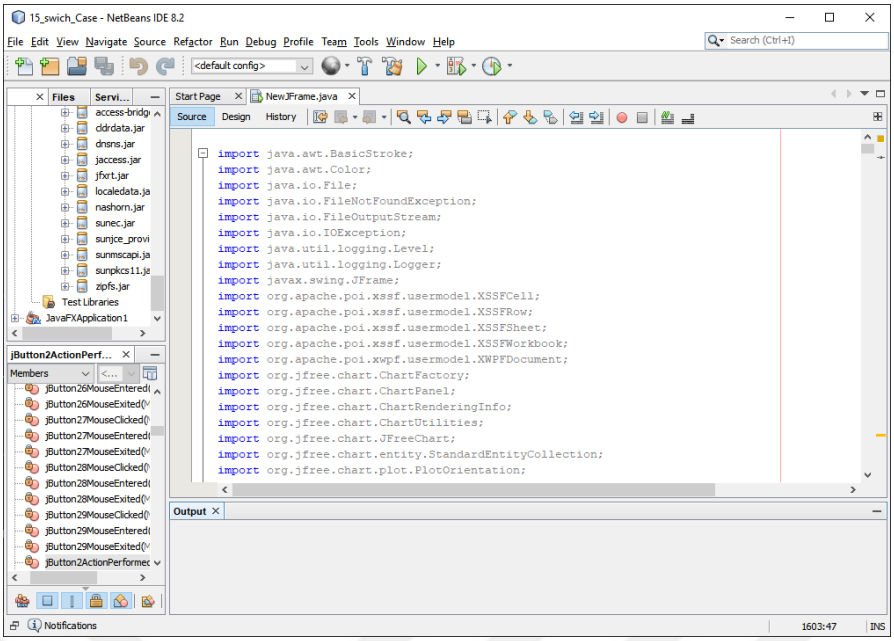
m_f: Birim zamanda tüketilen yakıt miktarı(kg/h)

N_e: Efektif güçtür(kW).

3.4.Matematiksel Modelin Yazılım Diline Çevrilmesi

Termodinamiksel formüller ile oluşturulan matematiksel modelleme Java programlama dili ile yazılım programı haline getirilmiştir. Java, 1995 yılında Sun Microystems şirketi tarafından piyasaya sürülmüştür. Java hem programlama dili hem de bir platformdur. Java nesne tabanlı bir programlama dilidir. Java tekrar düzenleme yapılmadan tüm işletim sistemlerinde çalışabilen bir programlama dilidir. Java bağımsız bir platformdur ve java ile oluşturulan yazılım programı bir kez yazılır ve her yerde çalışır ilkesi ile oluşturulmuştur [31, 32, 33].

Yazılım programı oluşturulurken NetBeans platformu kullanılmıştır. NetBeans, Oracle tarafından geliştirilen Java geliştirme platformudur. NetBeans yazma, derleme, hata ayıklama gibi olanakları sunan kod geliştirme ortamıdır [34].



Şekil 3.11. Kodların oluşturulduğu NetBeans penceresi.

Oluşturulan yazılım programının kolay kullanılabilmesi için grafiksel kullanıcı ara yüzü (GUI- Graphical User Interface) oluşturulmuştur. Yazılım programlarının çalışabilmesi için komutlar gerekmektedir. GUI kullanıcıya görsel bir ekran sunarak komutların girilmesine olanak sağlar. Bir başka deyişle kullanıcı ile program arasında bağlantı kurarak komutları yazılım diline çevirir. GUI oluşturulurken Java'nın Swing kütüphanesi kullanılmıştır. Swing kütüphanesi GUI için gerekli panel, buton, tablo, menü gibi bileşenleri geliştirmeye yarayan kütüphanedir [34].

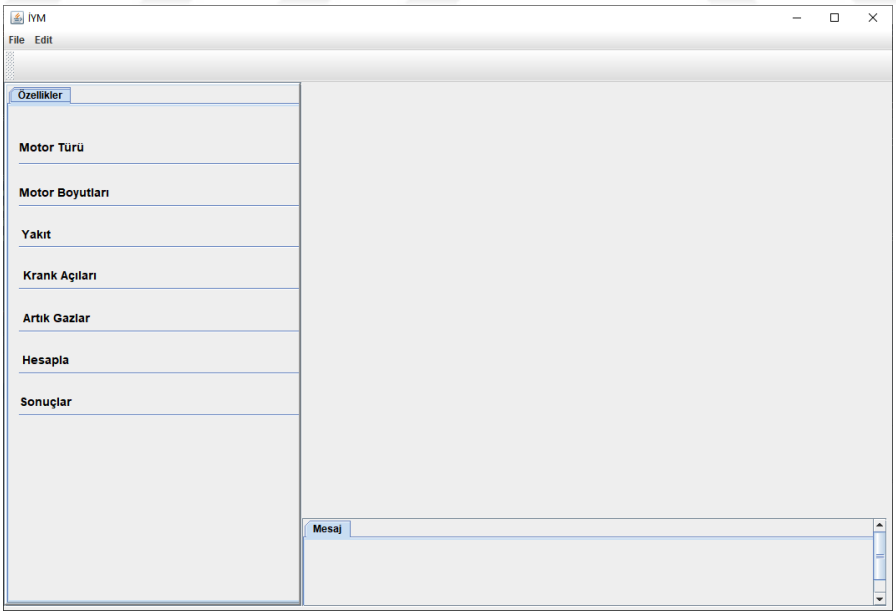
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde oluşturulan simülasyon programı tanıtılarak belirli motor parametrelerinde analizler yapılmıştır. Bu analizler gerçek motor verileriyle karşılaştırılarak oluşturulan programın doğruluğu ortaya konmuştur.

Oluşturulan yazılım yaklaşık 3520 satır kod içermektedir. Kodlar 0.25° aralıklarla her krank mili açısında değerler hesaplanacak şekilde oluşturulmuştur. Hesaplamalar, tekrarlayan bir döngü (for döngüsü metodu) içerisinde diziler(array) oluşturularak elde edilmiştir. Silindir içi parametrelerin hesaplamaları, emme supabının kapanması ile egzoz supabının açılması aralığındaki krank açı değerleri ile yapılacak şekilde ayarlanmıştır. Motor performans parametreleri 900-5500(dev/dak) devir aralığında elde edilmiştir.

4.1. Oluşturulan Programın Grafiksel Kullanıcı Ara Yüzü (GUI)

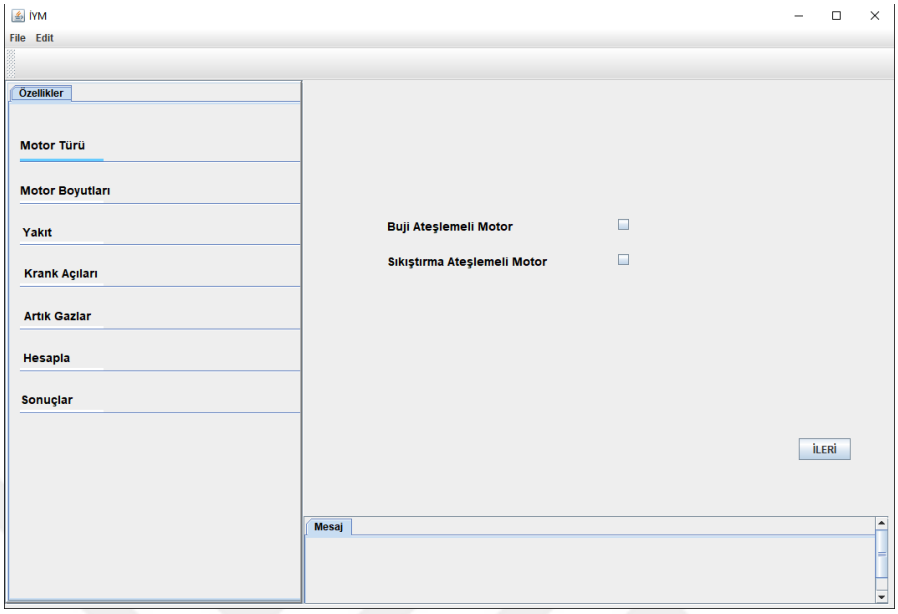
Oluşturulan GUI içten yanmalı motorların hesaplamaları için gerekli olan parametrelerin girildiği ekrandır. Bu ekran 3 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler motor parametrelerinin gruplandırıldığı menülerin bulunduğu bölüm, motor parametrelerin girildiği bölüm ve mesaj bölümüdür. Program açıldığında kullanıcının karşılaşacağı ana ekran Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Oluşturulan ara yüzün ana ekranı.

Oluşturulan ara yüzün özellikler menüsü; motor parametrelerinin girebilmesi, hesaplamaların yapılabilmesi ve sonuçların görülebilmesi için 7 menü butonundan oluşmaktadır.

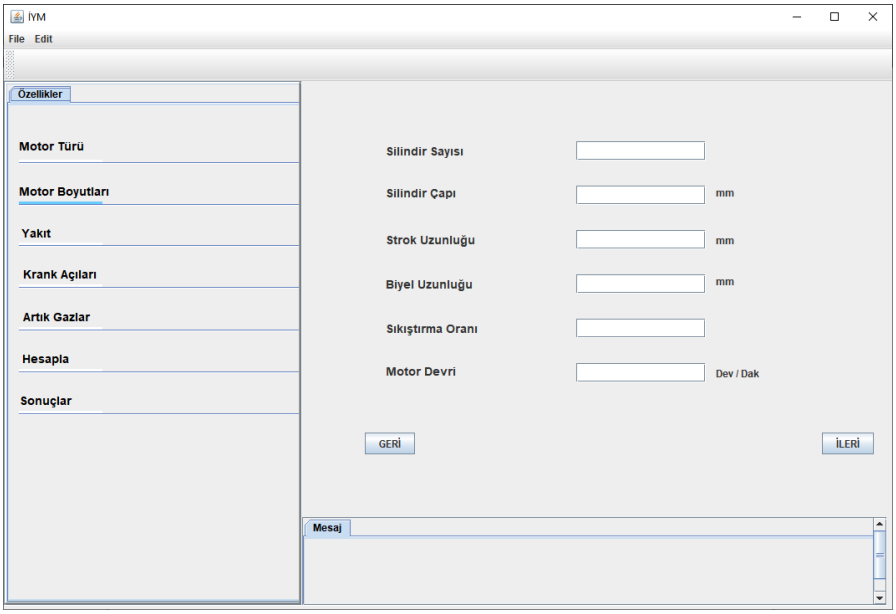
Motor türü butonu, buji ateşlemeli motor ya da sıkıştırma ateşlemeli motor türünün girildiği bölümdür. Motor türünün girildiği ekran Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Motor türünün girildiği ekran.

Motor türüne göre yazılımdaki hesaplamalar değiştiğinden bu değişiklik yazılımda if-else operatörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

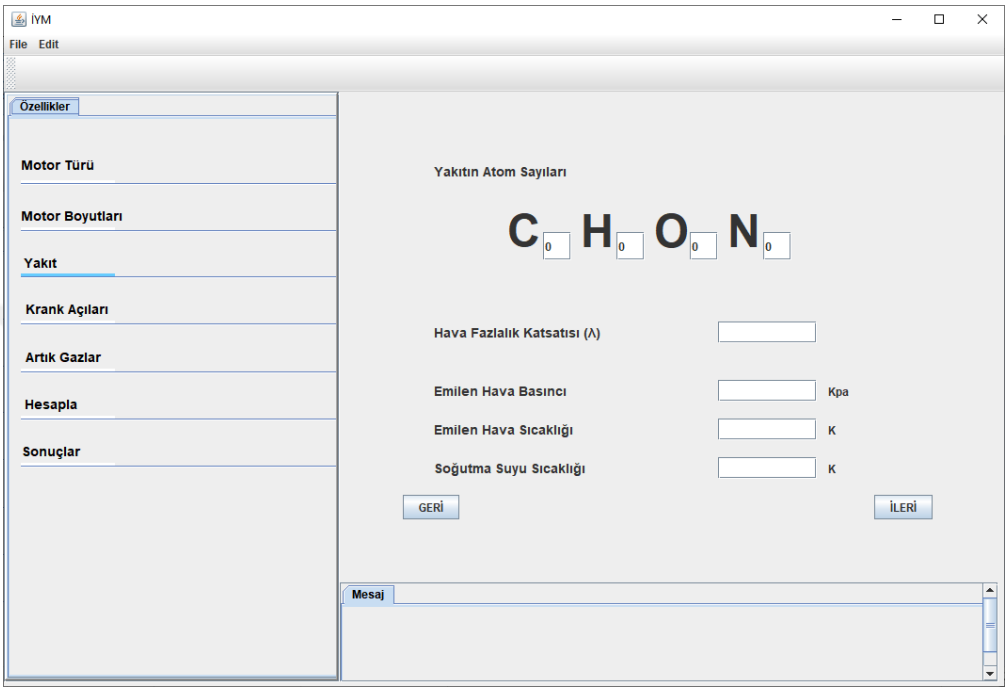
Motor boyutları butonu, silindir sayısı, silindir çapı, strok uzunluğu, biyel uzunluğu, sıkıştırma oranı ve motor devrinin girildiği bölümdür. Motor boyutlarının girildiği ekran Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Motor boyutlarının girildiği ekran.

Motor boyutları ile krank açısına bağlı olarak anlık silindir hacmi ve silindir yüzey alanı hesaplanmaktadır.

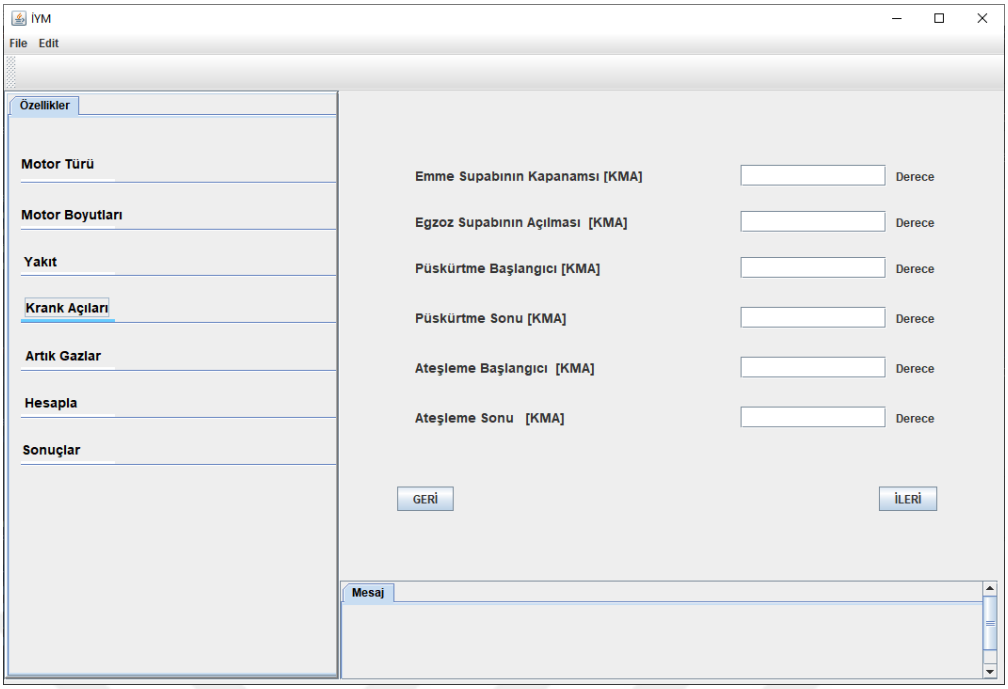
Yakıt butonu, yakıtın atom sayıları, hava fazlalık katsayısı, emilen havanın basıcı, emilen havanın sıcaklığı ve soğutma suyunun sıcaklığının girildiği bölümdür. Yakıt, hava ve soğutma suyunun özelliklerinin girildiği ekran Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Yakıt, hava ve soğutma suyunun özelliklerinin girildiği ekran.

Bu ekranda termodinamik modellemede kullanılan yakıtın özelliklerini belirlemek için yakıtın atom sayıları istenmektedir. Böylelikle istenilen yakıt türü için analizlerin gerçekleştirilebileceği şekilde oluşturulmuştur. Bu ekrana girilen verilerle yakıt ve havanın miktarları hesaplanmaktadır. Emilen havanın sıcaklığı ve basıncı motorun turbo veya atmosferik olma durumuna göre değişebilmektedir. Bu nedenle direk hava miktarı yerine bu değerler istenerek hava miktarı ideal gaz denklemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Yakıt miktarı ise hava miktarına bağlı olarak yakıtın stokiyometrik oranı ve hava fazlalık katsayısı ile hesaplanmaktadır.

Krank açıları butonu, emme supabının kapanması, egzoz supabının açılması, buji ateşlemeli motorlar için ateşleme başlangıcı ve sonu, sıkıştırma ateşlemeli motorlar için püskürme başlangıcı ve sonunun krank açısı değeri olarak girildiği bölümdür. Krank açılarının girildiği ekran Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

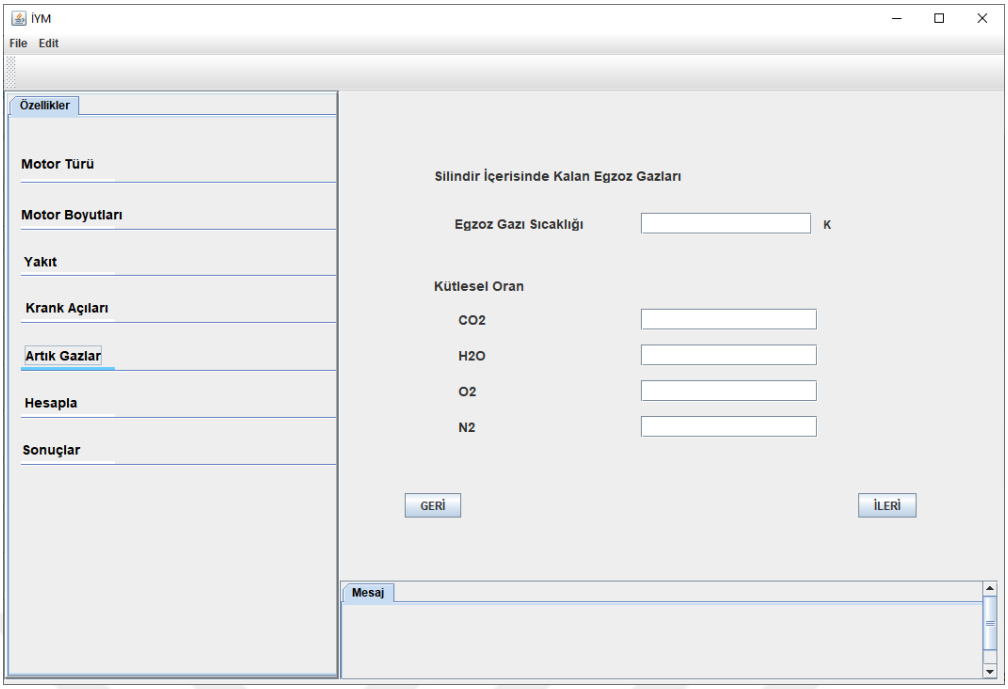


Şekil 4.5. Krank açılarının girildiği ekran.

Hesaplamalarda kullanılan krank açıları derece cinsindendir. İçten yanmalı motorlarda bir çevrim krank milinin 2 tur dönmesiyle oluşmaktadır. Dolayısıyla çevrim modellenirken hesaplamalar 0-720 derece arasında olacak şekilde oluşturulduğundan ekranda istenilen krank açıları 0-720 derece arasında girilmelidir.

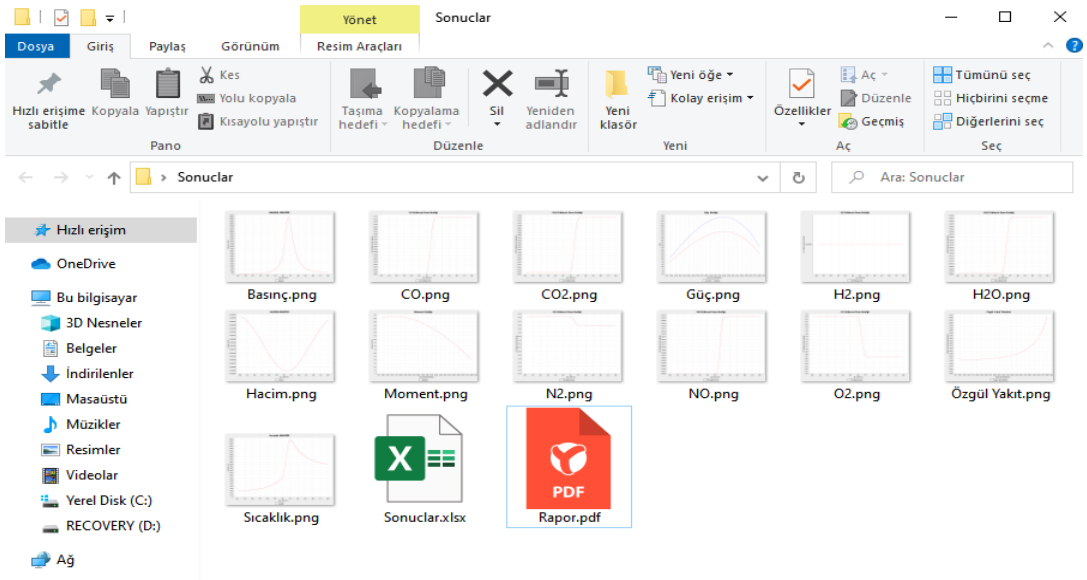
Emme supabının kapandığı andaki krank açısında emme zamanı biter ve sıkıştırma zamanı başlar. Egzoz supabının açıldığı andaki krank açısında ise genişleme işlemi biter ve egzoz zamanı başlar. Krank açısına bağlı hesaplamalar bu aralıkta incelenir.

Artık gazlar butonu, motor geometrisinden dolayı bir önceki çevrimden kalan egzoz gazlarının sıcaklığı ve bileşenlerin kütlesel oranlarının girildiği bölümdür. Hesaplamalarda, silindir içeresinde kalan egzoz gazlarında bulunan CO_2, H_2O, O_2, N_2 bileşenleri dikkate alınmıştır. Egzoz gazlarında bulunan diğer bileşenlerin kütlesel oranları düşük olduğundan hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. Egzoz gazlarının özelliklerinin girildiği ekran Şekil 4.6' da gösterilmiştir.



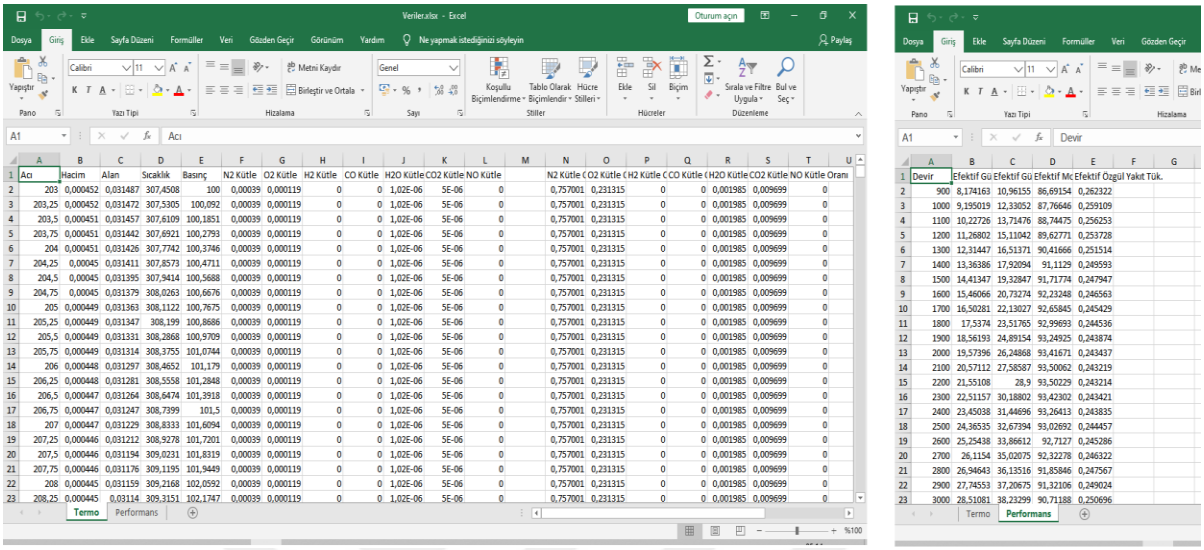
Şekil 4.6. Artık gazların özelliklerinin girildiği ekran.

Hesaplama menüsünde bir buton bulunmaktadır. Bu buton, tıklandığında girilen tüm verilerin yazılıma aktarılarak hesaplamanın yapılmasını sağlar. Hesaplamalar yapıldıktan sonra program otomatik olarak masa üstünde ''Sonuçlar'' adında bir klasör oluşturur. Bu klasörde, hesaplanan değerlerin bulunduğu ve sonuçların kayıt altına alındığı bir Excel dosyası, girilen motor parametreleri ve sonuçların rapor halinde bulunduğu bir PDF dosyası ve png uzantısı halinde oluşturulan grafikler bulunmaktadır. Programın oluşturduğu klasör Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Programın oluşturduğu klasör.

Klasörde buluna Excel dosyasında, her krank açısı için elde edilen termodinamik hesaplamalar ve motor devrine bağlı motor performans değerlerinin yer aldığı iki sayfa bulunmaktadır. Programın oluşturduğu Excel dosyası Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Programın oluşturduğu Excel dosyası.

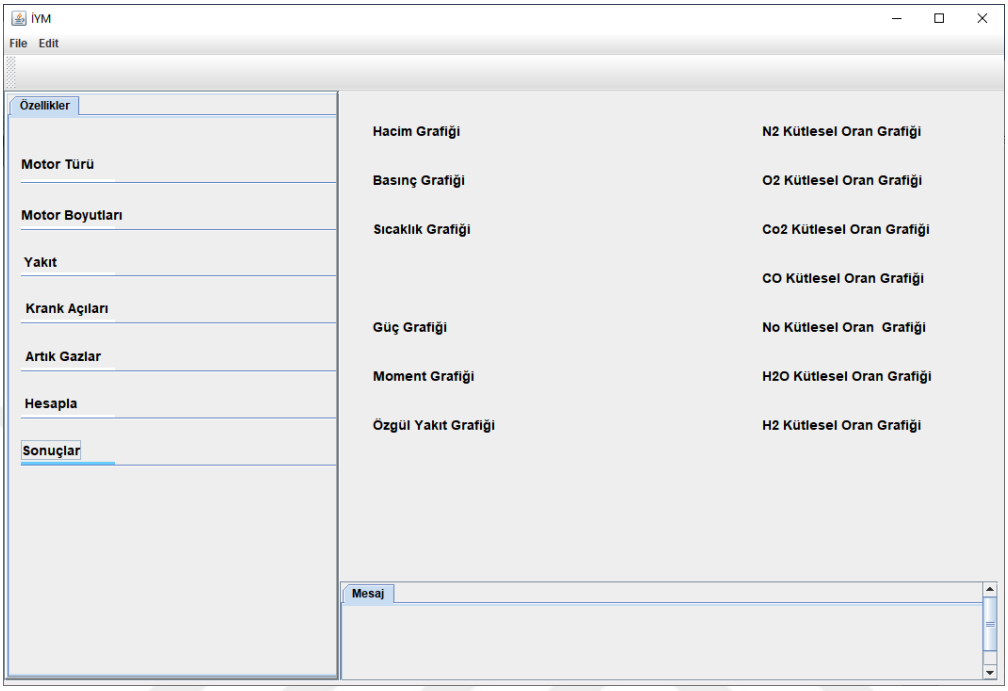
Klasörde bulunan PDF dosyasında, hesaplamalar için girilen motor parametreleri ve hesaplanan değerlerin yer aldığı bir rapor tablosu bulunmaktadır. Programın oluşturduğu PDF dosyası Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

RAPOR

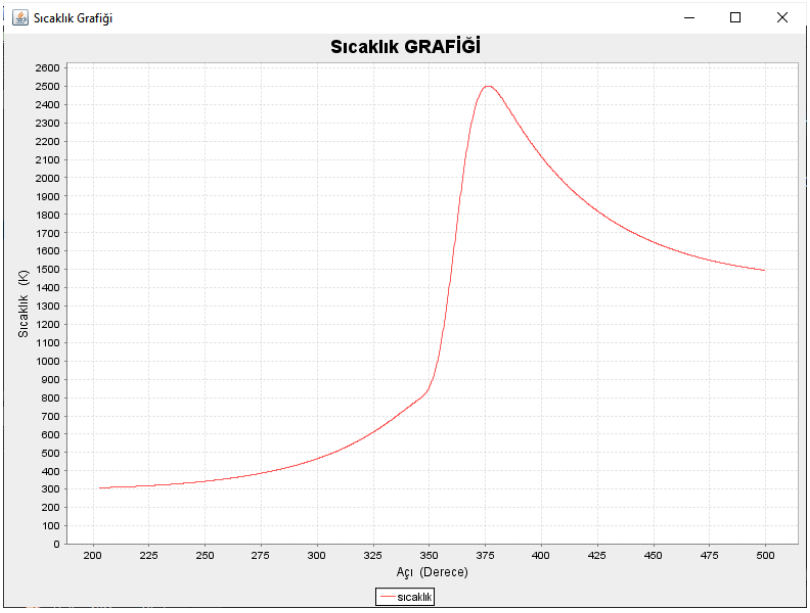
Motor Türü	Sıkıştırma ateşlemeli
Silindir Sayısı	4.0
Silindir Çapı	0.08 m
Strok Uzunluğu	0.08 m
Biyel Uzunluğu	0.19 m
Krank Yarı Çapı	0.04 m
Sıkıştırma Oranı	20.0
Devir	2000.0
Pistonun Ortalama Hızı	5.333333333333333 m/s
Yanma Odası Hacmi	2.1164413666289133E-5 m3
Strok Hacmi	4.0212385965949365E-4 m3
Toplam Hacim	4.2328827332578276E-4 m3
Emme Supanının Kapanması (KMA)	203 Derece
Egzoz Supanının Açılması (KMA)	500 Derece
Püskürkme Başlangıcı (KMA)	345 Derece
Püskürkme Sonu (KMA)	360 Derece
Yakıt	C8.0 H18.0 O0.0 N0.0
Hava Fazlalık Katsayısı	1.4
Emilen Hava Basıncı	100.0 kPa
Emilen Hava Sıcaklığı	300.0 K
Soğutma Suyu Sıcaklığı	340.0 K
Hava Miktarı	4.5038457696549433E-4 kg
Yakıt Miktarı	2.1400790775711123E-5 kg
Hava Yakıt Oranı	21.045230603191513
Yakıtın Stokiyometrik Oranı	15.032307573708225
Maksimum Basınç	14047.73422532513 kPa
Maksimum Basınç Açısı (KMA)	499.0 Derece
Maksimum Sıcaklık	2662.7571892588353 kPa
Maksimum Sıcaklık Açısı (KMA)	499.0 Derece
Maksimum Güç	56.082513091945394 kW

Şekil 4.9. Programın oluşturduğu PDF dosyası.

Ayrıca hesaplamalar sonucu oluşturulan grafikler, özellikler menüsünde yer alan sonuçlar butonu kullanılarak da görülebilmektedir. Sonuçlar bölümündeki grafiklerin yer aldığı ekran Şekil 4.10'da, her bir parametre için oluşturulan grafik görünümü ise Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Sonuçlar ekranı.



Şekil 4.11. Grafiklerin görünümü.

4.2. Simülasyon Sonuçları

Bu bölümde oluşturulan simülasyon programında benzinli motorlar için farklı HFK ile analizler yapılarak silindir içi basınç, sıcaklık, gazların kütlesel oranları ve motor performans değerleri karşılaştırılmıştır. Analizlerde HFK için 0,9-1-1,1-1,2 değerleri kullanılmıştır. Simülasyon programına girilen değerler gerçek motor parametrelerine göre oluşturulmuştur. Simülasyon programı analiz sonucunda elde edilen silindir içi basınç, sıcaklık, gazların kütlesel oranları ve motor performans değerleri literatürde yapılmış deneysel analiz değerleri ve motor katalog değerleri ile kıyaslanmıştır. Simülasyon programında, literatürde üzerine birçok deneysel araştırma yapılan Honda firmasının buji ateşlemeli motoru L13A4 i-DSI kullanılmıştır. Bu motora ait teknik bilgiler Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Honda L13A4 i-DSI motorunun teknik bilgileri.

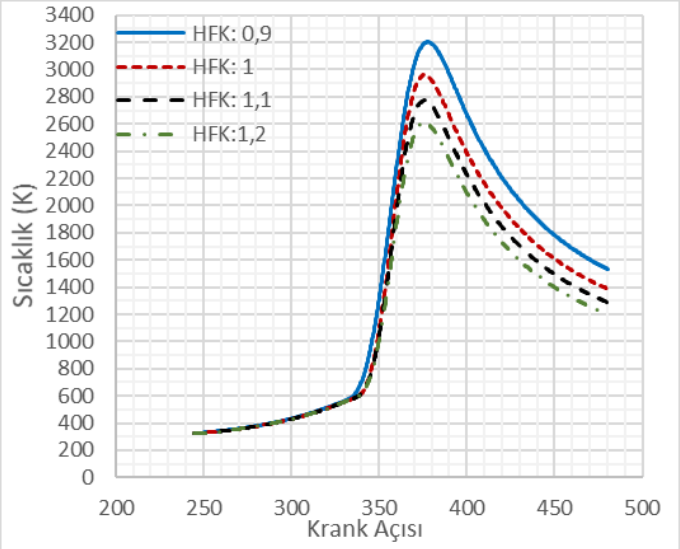
Parametreler	**Özellik**
Yakıt türü	Benzin
Silindir sayısı	4
Hacim	1.,339 L
Silindir çapı	73 mm
Strok uzunluğu	80 mm
Biyel uzunluğu	149 mm
Sıkıştırma oranı	10,8
Maksimum Güç	63 kW (5700 dev/dak)
Maksimum Moment	119 Nm (2800 dev/dak)

Honda L13A4 i-DSI motorunun teknik özelliklerine göre simülasyon programına girilen değerler Tablo 4.2'de verilmiştir. Bazı değişkenlik gösteren parametreler için ortalama değerleri alınmıştır.

Tablo 4.2. Simülasyon programına girilen değerler.

Parametreler	**Özellik**
Motor türü	Buji ateşlemeli
Silindir sayısı	4
Silindir çapı	73 mm
Strok uzunluğu	80 mm
Biyel uzunluğu	149mm
Sıkıştırma oranı	10,8
Motor devri	3000(Dev/Dak)
Yakıt	Benzin(C_8H_{18})
Hava fazlalık katsayısı	0,9-1-1,1-1,2
Emilen havanın basıncı	100 kPa
Emilen havanın sıcaklığı	300 K
Ateşleme zamanı	351-368
Soğutma suyu sıcaklığı	340 K
Egzoz gazı sıcaklığı	850K
Artık gazdaki N_2 oranı	0,7
Artık gazdaki O_2 oranı	0
Artık gazdaki CO_2 oranı	0,17
Artık gazdaki H_2O oranı	0,13

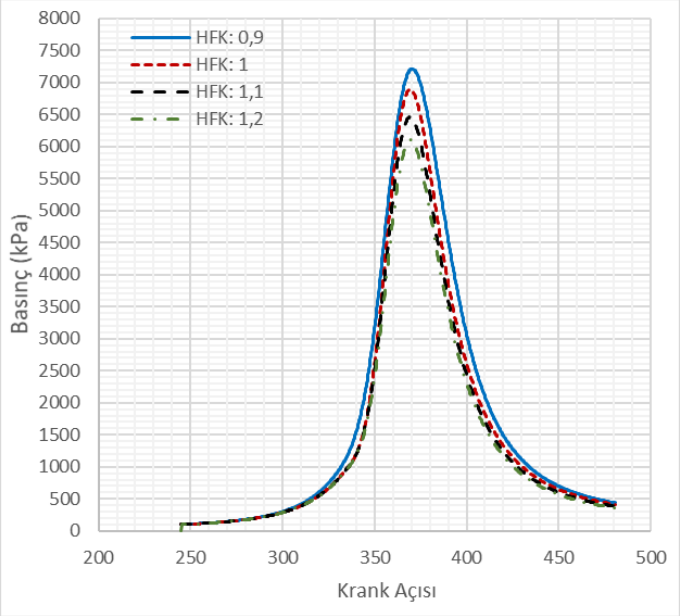
Simülasyon programındaki hesaplamalar soncunda elde edilen değerlerden oluşturulan silindir içi sıcaklığın krank açısına bağlı değişim grafiği Şekil 4.12'de, silindir içi basıncın krank açısına bağlı değişimi ise 4.13' de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Farklı HFK' larında silindir içi sıcaklığın krank açısına bağlı değişimi.

Krank açısına bağlı silindir içi sıcaklık grafiği incelendiğinde, 0,9-1-1,1-1,2 HFK değerleri için sırasıyla maksimum sıcaklık değerleri; 377 krank açısında 3203 K, 375 krank açısında 2960 K, 375 krank açısında 2772 K, 375 krank açısında 2612 K olarak elde edilmiştir. Bu değerlere göre HFK arttıkça sıcaklık değerleri azalmaktadır. Bunun sebebi HFK arttıkça hava yakıt karışımı

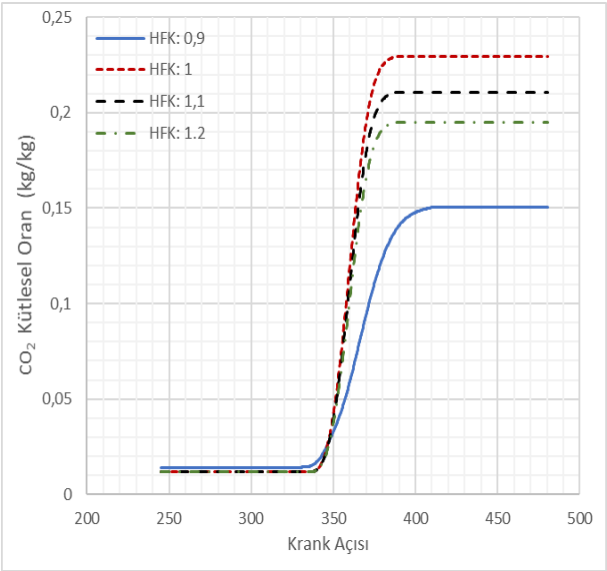
fakirleşir yani yakıt miktarı azalır. Dolayısıyla yakıt miktarına bağlı olarak yanma sonucu oluşan ısı miktarı azalmaktadır.



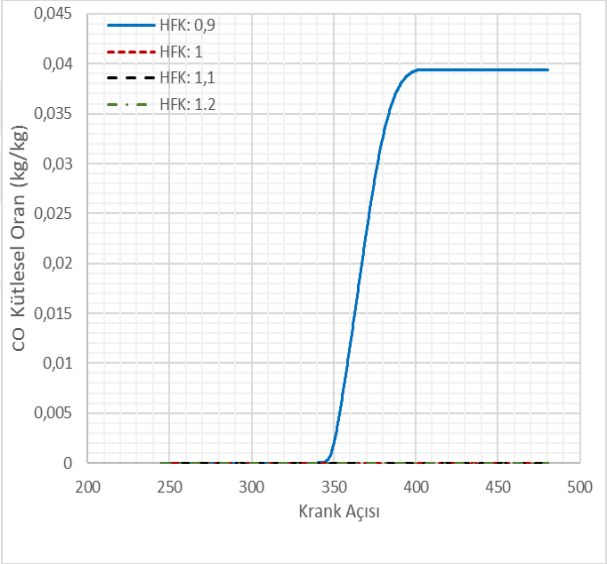
Şekil 4.13. Farklı HFK' larında silindir içi basıncın krank açısına bağlı değişimi.

Krank açısına bağlı silindir içi basınç grafiği incelendiğinde, 0,9-1-1,1-1,2 HFK değerleri için sırasıyla maksimum basınç değerleri; 370 krank açısında 7213 kPa, 369 krank açısında 6892 kPa, 369 krank açısında 6892 kPa, 369 krank açısında 6099 kPa olarak elde edilmiştir. Bu değerler incelendiğinde HFK arttıkça sıcaklık değerlerinde olduğu gibi basınç değerleri de azalmaktadır.

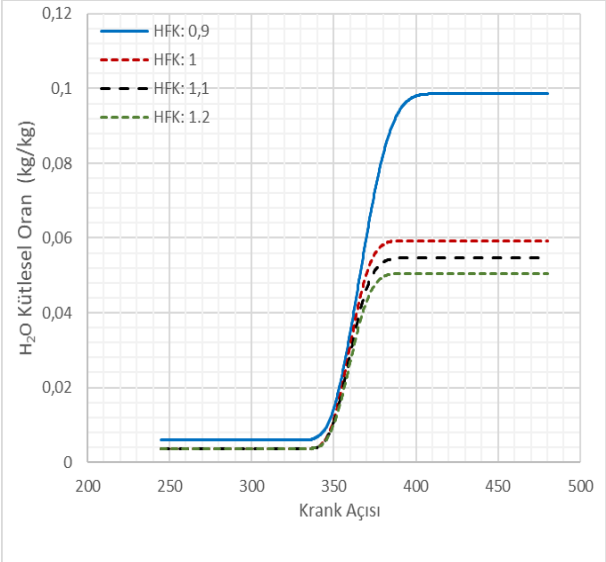
Krank açısına bağlı silindir içerisindeki gaz bileşenlerinin kütlesel oranlarının değişim grafikleri, CO_2 için Şekil 4.14'de, CO için Şekil 4.15'de, H_2O için Şekil 4.16'da, NO için ise Şekil 4.17'de gösterilmiştir.



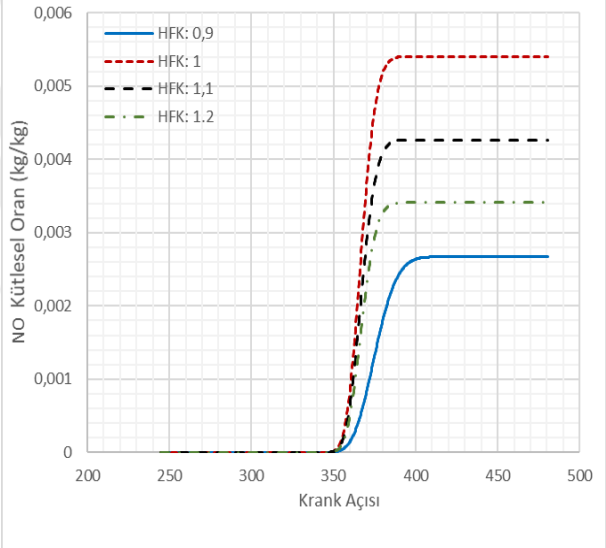
Şekil 4.14. Farklı HFK' larında CO_2 kütlesel oranının krank açısına bağlı değişimi.



Şekil 4.15. Farklı HFK' larında CO kütlesel oranının krank açısına bağlı değişimi.



Şekil 4.16. Farklı HFK' larında H_2O kütlesel oranının krank açısına bağlı değişimi.



Şekil 4.17. Farklı HFK' larında NO kütlesel oranının krank açısına bağlı değişimi.

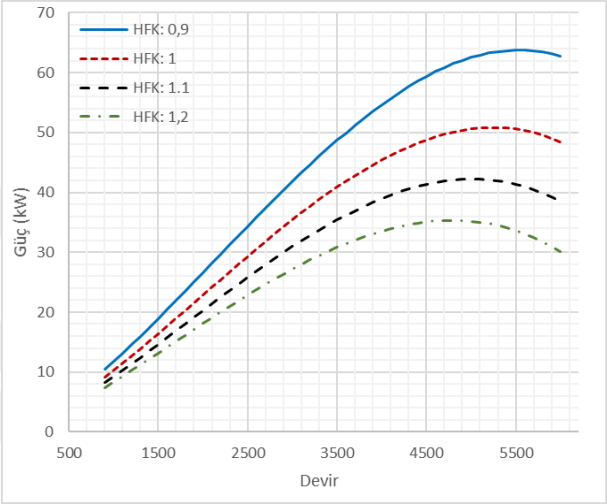
CO_2 için; krank açısına bağlı silindir içerisindeki kütlesel oranları incelendiğinde, HFK değerinin 1'den büyük olma durumunda CO_2 kütlesel oranı, HFK arttıkça azalmaktadır. Fakat 0,9 HFK değerinde kütlesel oran minimum değerdedir. Bunun nedeni ise HFK değerinin 1'den küçük olması durumunda hava yakıt karışımında, yakıtın stokiyometrik hava oranından daha az hava bulunmasıdır. Dolayısıyla da hava yakıt karışımında yakıtın tamamının yanabilmesi için yeterli O_2 bulunmamaktadır.

CO için; krank açısına bağlı silindir içerisindeki kütlesel oranları incelendiğinde, sadece HFK 0,9 değeri için CO kütlesel oranı grafiği elde edilmiştir. Diğer HFK 'da değerler sıfırdır. Çünkü HFK değerinin 1'den büyük olması durumunda, yanma sonucunda oluşan CO miktarı oldukça düşük olduğundan simülasyon programındaki hesaplamalara dahil edilmemiştir.

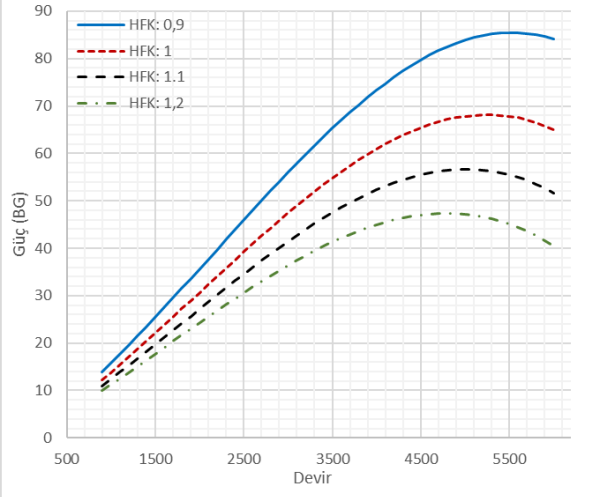
H_2O için; krank açısına bağlı silindir içerisindeki kütlesel oranları incelendiğinde, H_2O kütlesel oranı HFK değeri arttıkça azalmıştır.

NO için; krank açısına bağlı silindir içerisindeki kütlesel oranları incelendiğinde, NO kütlesel oranı da CO_2'de olduğu gibi HFK değeri arttıkça azalmış, 0,9 HFK değerinde minimum olarak belirlenmiştir.

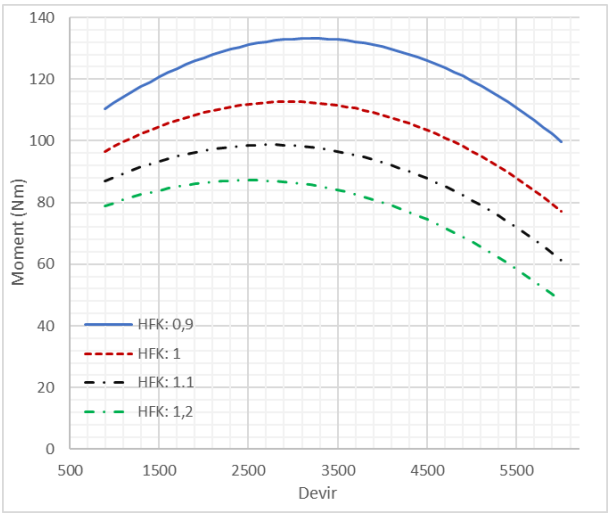
Devire bağlı efektif motor performans değerlerine ait gücün (kW) cinsinden değişimi Şekil 4.18'de, gücün (BG) cinsinden değişimi Şekil 4.19'da, momentin değişimi Şekil 4.20'de, özgül yakıt tüketiminin değişimi ise Şekil 4.21'de gösterilmiştir.



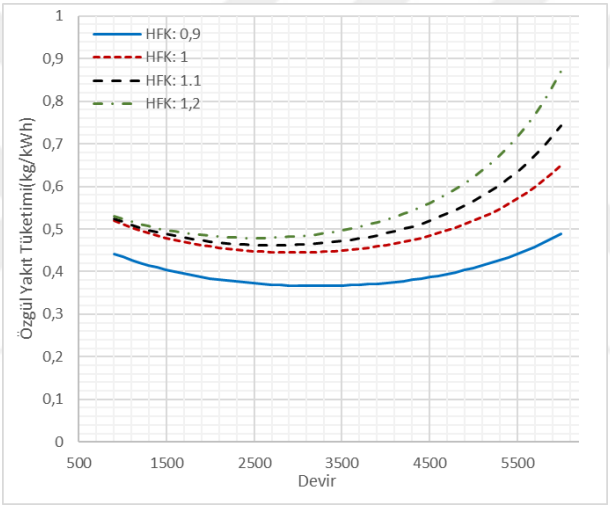
Şekil 4.18. Farklı HFK' larında efektif gücün (kW) krank açısına bağlı değişimi.



Şekil 4.19. Farklı HFK' larında efektif gücün (BG) krank açısına bağlı değişimi.



Şekil 4.20. Farklı HFK' larında momentin krank açısına bağlı değişimi.



Şekil 4.21. Farklı HFK' larında özgül yakıt tüketiminin krank açısına bağlı değişimi.

Devire bağlı efektif güç ve moment grafikleri incelendiğinde maksimum güç; 0,9 HFK 'da 5600 devirde 63,74 kw-85,50 BG, maksimum moment; 0,9 HFK 'da 3200 devirde 133,21 Nm olarak elde edilmiştir. Motor performans değerleri hesaplanırken en önemli faktör silindir içi basınç değeridir. HFK değeri arttıkça silindir içi basınç değeri azalmaktadır (Şekil 4.13.). Dolayısıyla HFK değeri arttıkça güç ve moment değerleri de azalmaktadır.

Özgül yakıt tüketimi grafiği incelendiğinde, HFK değeri arttıkça özgül yakıt tüketiminin arttığı görülmektedir. Aslında HFK değeri arttıkça hava yakıt karışımındaki yakıt miktarı azalmaktadır. Fakat özgül yakıt tüketimi güç ile ters orantılı olduğundan HFK arttıkça özgül yakıt tüketimi artmaktadır.

Farklı HFK değerleri için elde edilen sonuçlar Tablo 4.3' de verilmiştir.

Tablo 4.3. Farklı HFK için elde edilen veriler.

Parametreler	**HFK: 0,9**	**HFK: 1**	**HFK: 1,1**	**HFK: 1,2**
Max. Sıcaklık (K)	3203 (376KMA)	2960 (375 KMA)	2772 (375 KMA)	2612 (375 KMA)
Max. Basınç (kPa)	7213 (370KMA)	6892 (369KMA)	6463 (369KMA)	6099 (369KMA)
Max. CO_2 Kütlesel oranı (kg/kg)	0,15043	0,22934	0,21075	0,19509
Max. CO Kütlesel oranı (kg/kg)	0,03934	0	0	0
Max. H_2O Kütlesel oranı (kg/kg)	0,09853	0,05932	0,05457	0,05056
Max. NO Kütlesel oranı (kg/kg)	0,00267	0,00539	0,00426	0,00341
Max. Güç (kW)	63,74 5500(dev/dak)	50,58 5300(dev/dak)	41,95 5300(dev/dak)	35,34 5500(dev/dak)
Max. Güç (BG)	85,5 5500(dev/dak)	68,15 5300(dev/dak)	75,60 5300(dev/dak)	45,97 5500(dev/dak)
Moment (Nm)	133,21 3200(dev/dak)	112,65 3100(dev/dak)	97,92 3200(dev/dak)	87,21 3200(dev/dak)

Oluşturulan simülasyon programından elde edilen veriler motorun katalog değerleri ve Yontar (2016) tarafından Honda L13A4 i-DSI motoru kullanılarak buji ateşlemeli motorlar için faklı yakıt türlerinde yapılan deneysel, 1 boyutlu ve 3 boyutlu analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır (Tablo 4.4).

Karşılaştırma motorun tam yükte yani HFK 0,9 'daki değerleri ile yapılmış olup, simülasyon programından elde edilen gazların kütlesel oranları, karşılaştırma için hacimsel % oranlarına çevrilmiştir.

Tablo 4.4. Elde edilen verilerin karşılaştırılması.

		Yontar (2016)			**Simülasyon**
Parametre	**Katalog**	**Deneysel**	**1B model**	**3B model**	**programı**
Güç (kW)	63	~70	-	41,7	63,7
Tork (Nm)	119	115,7	127,3	136,1(indike)	133,2
Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) 3000(dev/dak)		~310	~300	290(indike)	366
Sıcaklık (K)	-	-	-	3116	3203
Basınç(kPA)	-	-	-	7224	7213
CO_2 (hacimsel %) 3000(dev/dak)	-	~10,65	~9,5	-	12,3
CO (hacimsel %) 3000(dev/dak)	-	~5,5	~4,4	-	5,72
NO (ppm) 3000(dev/dak)	-	~2200	~2000	-	2153

Simülasyon programlarında en önemli amaç gerçeğe en yakın değerler elde etmektir. Geliştirilen yazılım programında Honda L13A4 i-DSI buji ateşlemeli motor için elde edilen sonuçların, motorun katalog değerleri ve Yontar (2016) tarafından yapılan çalışma verileri ile karşılaştırıldığında, uyumlu olduğu görülmektedir. Oluşan farklılıklara ise girilen veya seçilen motor parametreleri, ihmaller ve hesaplama sapmaları neden olarak gösterilebilir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada içten yanmalı motorlar için değişken parametrelere bağlı olarak yanma, emisyon ve motor performans değerlerini matematiksel modelleme ile hesaplayabilen bir simülasyon programı geliştirilmiştir. Simülasyon programı Java programlama dili kullanılarak oluşturulmuştur. Program silindir içi parametreler için krank açısına bağlı, motor performans parametreleri için ise devire bağlı hesaplamalar yapabilecek şekilde oluşturulmuştur.

Termodinamiksel modellemede silindir içerisinde bulunan yakıtın ve gazların termodinamiksel özellikleri 0.25˚ aralığında her krank açısı için ayarı ayrı hesaplanmıştır.

Simülasyon programı, istenilen yakıtın atom sayılarına bağlı olarak hesaplamaları yapabilecek şekilde oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu simülasyon programı ile farklı hava fazlalık katsayılarında analizler gerçekleştirilerek silindir içi basınç, silindir içi sıcaklık, silindir içindeki gaz bileşenlerinin kütlesel oranları, güç, moment ve özgül yakıt tüketimi değerleri karşılaştırılmıştır.

Hava fazlalık katsayısı (HFK) için yapılan analiz sonuçları incelendiğinde HFK arttıkça silindir içi basınç ve sıcaklık değerleri azalmıştır. Basıncın azalmasından dolayı güç ve moment değerleri de HFK arttıkça azalmıştır. Silindir içerisindeki gaz bileşenlerinin HFK ile değişimi, HFK' nın 1'den küçük ya da 1'den büyük olması durumuna göre değişiklik göstermiştir. Yanma sonrası HFK değerinin 1'den büyük olması durumunda CO_2 kütlesel oranı, HFK arttıkça azalmıştır. Buna karşın 0,9 HFK değerinde kütlesel oranın minimum değeri elde edilmiştir. NO kütlesel oranı da CO_2'de olduğu gibi HFK arttıkça azalmış, 0,9 HFK değerinde minimum olarak belirlenmiştir. H_2O kütlesel oranı ise HFK değeri arttıkça azalmıştır. Öte yandan özgül yakıt tüketimi ise HFK arttıkça artış göstermiştir.

Öneriler;

- Oluşturulan termodinamik modellemede yakıtın krank açısına bağlı tutuşma gecikmesi, ani yanma ve kontrolü yanma miktarı Wiebe fonksiyonu ile hesaplanmıştır. Wiebe fonksiyonu yerine tutuşma gecikmesi, ani yanma ve kontrolü yanma miktarını ayrı ayrı hesaplayabilen daha detaylı bir yanma modeli oluşturulabilir.
- Daha iyi sonuçlar elde edilebilmesi için yanma modelinde, yanmış bölge ve yanmamış bölge olmak üzere iki bölgeli yanma modeli oluşturulabilir.
- Tek analizde birden fazla motorun değişken parametreleri girilerek tek grafik üzerinde karşılaştırma yapılabilen GUI geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

[1]. Wiebe, I., I., Progress in engine cycle analysis: Combustion rate and cycle processes Mashgiz. *Ural-Siberia Branch* **1962**, 271.
[2]. Woschni, G., Sihling, K., Exprimental Investigation of the instantaneous heat transfer in the cylinder of a high speed diesel engine. *OffHighway Vehicle Meeting and Exposition* **1979**, 10-13.
[3] Balcı, M., Dört zamanlı türbo şarjlı direk püskürtmeli bir dizel motorunun bilgisayar ile simülasyonu, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1986.
[4]. Akay, M. E., İçten yanmalı motorlarda bilgisayar destekli performans analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.
[5]. Nişli. S., Development of a digital computer program for the power cycle and pollutant formation in spark ignited engines, MSc Thesis, Metu Graduate School of Natural And Applied Sciences, Ankara, 1982.
[6]. Sekmen, P., Sekmen, Y., Çınar, C., Yakıt olarak CH_4 kullanan değişken sıkıştırma oranlı buji ile ateşlemeli bir motorun ideal hava-yakıt çevrim analizi ile teorik simülasyonu. *Teknoloji* **2004** Cilt 7, Sayı 2, 211-218.
[7]. Polat, S., Dört zamanlı, tek silindirli, değişken sıkıştırma oranlı bir dizel motorunun bilgisayar yardımı ile teorik simülasyonu ve performans analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
[8]. Igdiri. S. A., Subası. A., Ceviz. M., A., *Buji ateşlemeli motorlarda silindir içi basınç değişiminin Matlab GUI kullanılarak modellenmes*i. ULIBTK'11 18. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 07-10Eylül 2011, Zonguldak.
[9]. Esin. E., Yanmanın modellenmesi ve bir grafik ara yüz kullanımı ile emisyon tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2014.
[10]. Jalil. K., Buji ateşlemeli içten yanmalı bir motorda Matlab programı ile yanmanın modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2017.
[11]. Büyük, C., İçten yanmalı dizel motorlar için yanma ve performans parametrelerini hesaplayan bilgisayar yazılımının geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
[12]. Heywood J. B., *Internal Combustion Engine Fundamentals*.; McGraw-Hill Book Company: New York, 1988.
[13]. Çengel, Y.A., Boles, M.A., 2011. *Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Gözden Geçirilmiş 5. Baskı*.; İzmir Güven Kitapevi: İzmir, 2011.
[14] Deniz, O. İçten Yanmalı Motorlar Ders Notları, İstanbul, Türkiye,2008.
[15]. Blair, G. P., Design And Simulation Four-Stroke Engines, *Society of Automotive Engineers, Warrendale* 1999, pp. 110-118.
[16]. Safgönül, B., Ergeneman, M., Arslan, H. E., Sorusbay, C., *İçten Yanmalı Motorlar*; Birsen Yayınevi: İstanbul, 2008; 38-41, 196-205.
[17]. Moran, M. J., Shapiro, H. N., *Fundamentals Of Engineering Thermodynamics*. John Wiley & Sons: New York, 2008.
[18]. Kiencke, U., Nielsen, L., *Automotive Control Systems*. Springer: Berlin, 2005.
[19]. Erduranlı, P., Buji ile ateşlemeli tek silindirli değişken sıkıştırma oranlı bir motorun teorik simülasyonu, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
[20]. Moran, M. J., *Engineering Thermodynamics*. CRC Press: Ohio, pp. 1999,62-68 .
[21]. Kolchin, A. ve Demidov, V., *Design of automotive engines*. 1th edt.; MIR Publishers: Moscow, 1984.
[22]. Çetinkaya, S., Dört zamanlı buji ile ateşlemeli bir motor performansının bilgisayar yardımıyla simülasyonu, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1987.
[23]. G. J. Van Wylen and R. E. Sonntag, *Fundamentals of Classical Thermodynamics*.; Wiley: New York, 1976.

[24]. Yeliana, C., Cooney, J., Worm, D. ve Michalek, J., Wiebe function parameter determination for mass fraction burn calculation in An ethanol gasoline fuelled si engine, *Journal of KONES Powertrain and Transport* **2007**, 15, 567-574.
[25]. Romero, C. A., Contribución al conocimiento del comportamiento térmico y la gestión térmica de los motores de combustión interna alternativos, PhD thesis, Universitat Politècnica de València, 2009.
[26]. Borman, G., Nishiwaki, K., Internal combustion engine heat transfer**,** *Energy and Combustion Science* **1987**, 13, 1-46.
[27]. Olikara C, Borman G. L., A computer program for calculating properties of equilibrium combustion products with some applications to I.C. engines. *Warrendale, Pa.: Society of Automotive Engineers* **1975**.
[28]. Ferguson, C. R., *Internal Combustion Engines, Applied Thermosciences*. John Wiley and Sons: New York,1992: pp. 118-121.
[29]. Artamonov M.D., Ilarionov V. A., *Morin M. M., Motor Vehicles, Fundamentals and Design*. Mir Publishers:Moscow, 1976.
[30]. Ülger, P., [ve öte.], *Termik Motorlar*. Hiperlink Yayınları ,2011, pp. 78-94.
[31]. Jaworski, J., *Java 1.1 Developers Guide*. Sams Publishing, California,1997.
[32]. Karaçay, T., *Java ile Programlama*. Seçkin Yayınları: Ankara,2016.
[33]. Horstman, C. C., Cornell. G., *Core java1.1-fundamentals, Vol.1 of java series*. Sun Microysystems Press: California,1997.
[34]. Güneyepe, A. K., *Java Siwing Başlangıçtan İleri Düzeye, Her Yönüyle GUI Geliştirme Klavuzu*. Şeckin Yayınları: Ankara,2017.
[35]. Yontar, A. A., Buji ateşlemeli motorda saf ve karışımlı alternatif yakıtların motor performansına ve emisyonlarına etkilerinin sayısal ve deneysel incelemesi, Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2016.

EKLER

```
import com.itextpdf.text.BaseColor;
import com.itextpdf.text.pdf.PdfPTable;
import com.itextpdf.text.pdf.PdfWriter;
import java.awt.BasicStroke;
import java.awt.Color;
import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.IOException;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;
import javax.swing.JFrame;
import com.itextpdf.text.Document;
import com.itextpdf.text.DocumentException;
import com.itextpdf.text.Font;
import com.itextpdf.text.Paragraph;
import com.itextpdf.text.pdf.BaseFont;
import com.itextpdf.text.pdf.PdfPCell;
import org.apache.poi.xssf.usermodel.XSSFCell;
import org.apache.poi.xssf.usermodel.XSSFRow;
import org.apache.poi.xssf.usermodel.XSSFSheet;
import org.apache.poi.xssf.usermodel.XSSFWorkbook;
import org.jfree.chart.ChartFactory;
import org.jfree.chart.ChartPanel;
import org.jfree.chart.ChartRenderingInfo;
import org.jfree.chart.ChartUtilities;
import org.jfree.chart.JFreeChart;
import org.jfree.chart.entity.StandardEntityCollection;
import org.jfree.chart.plot.PlotOrientation;
import org.jfree.chart.plot.XYPlot;
import org.jfree.chart.renderer.xy.XYLineAndShapeRenderer;
import org.jfree.data.xy.XYSeries;
import org.jfree.data.xy.XYSeriesCollection;
public class NewJFrame extends javax.swing.JFrame {
```

```
JFrame hacimf=new JFrame("Hacim Grafiği");
JFrame basınçf=new JFrame("Basınç Grafiği");
JFrame sıcaklıkf=new JFrame("Sıcaklık Grafiği");
JFrame n2f=new JFrame("N2 Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame o2f=new JFrame("O2 Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame co2f=new JFrame("CO2 Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame cof=new JFrame("CO Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame nof=new JFrame("NO Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame h2of=new JFrame("H2O Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame h2f=new JFrame("H2 Kütlesel Oran Grafiği");
JFrame gucf=new JFrame("Güç Grafiği");
JFrame momentf=new JFrame("Moment Grafiği");
JFrame öytf=new JFrame("Özgül Yakıt Tüketimi Grafiği
public NewJFrame() {
   initComponents();
   setAlwaysOnTop(true);
  // setExtendedState(JFrame.MAXIMIZED_BOT
}
@SuppressWarnings("unchecked")
// <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
private void initComponents() {
   jTextField24 = new javax.swing.JTextField();
   jToolBar1 = new javax.swing.JToolBar();
   jPanel1 = new javax.swing.JPanel();
   Ozellik = new javax.swing.JScrollPane();
   jPanel2 = new javax.swing.JPanel();
   jTabbedPane1 = new javax.swing.JTabbedPane();
   jPanel5 = new javax.swing.JPanel();
   jButton1 = new javax.swing.JButton();
   jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
   jSeparator1 = new javax.swing.JSeparator();
   jButton3 = new javax.swing.JButton();
   jSeparator2 = new javax.swing.JSeparator();
   jLabel5 = new javax.swing.JLabel();
   jButton6 = new javax.swing.JButton();
   jSeparator3 = new javax.swing.JSeparator();
```

```
jLabel14 = new javax.swing.JLabel();
jButton7 = new javax.swing.JButton();
jLabel15 = new javax.swing.JLabel();
jSeparator4 = new javax.swing.JSeparator();
jButton12 = new javax.swing.JButton();
jSeparator5 = new javax.swing.JSeparator();
jLabel35 = new javax.swing.JLabel();
jButton13 = new javax.swing.JButton();
jSeparator6 = new javax.swing.JSeparator();
jLabel56 = new javax.swing.JLabel();
jSeparator7 = new javax.swing.JSeparator();
jButton18 = new javax.swing.JButton();
jLabel57 = new javax.swing.JLabel();
Mesaj = new javax.swing.JScrollPane();
jTabbedPane2 = new javax.swing.JTabbedPane();
jPanel6 = new javax.swing.JPanel();
Orta = new javax.swing.JPanel();
giris = new javax.swing.JPanel();
Motorturu = new javax.swing.JPanel();
jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
jCheckBox1 = new javax.swing.JCheckBox();
jLabel2 = new javax.swing.JLabel();
jCheckBox2 = new javax.swing.JCheckBox();
jButton2 = new javax.swing.JButton();
Motorboyutu = new javax.swing.JPanel();
jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
jButton4 = new javax.swing.JButton();
jButton5 = new javax.swing.JButton();
jTextField1 = new javax.swing.JTextField();
jLabel6 = new javax.swing.JLabel();
jTextField2 = new javax.swing.JTextField();
jLabel7 = new javax.swing.JLabel();
jLabel8 = new javax.swing.JLabel();
jTextField3 = new javax.swing.JTextField();
jLabel9 = new javax.swing.JLabel();
jLabel10 = new javax.swing.JLabel();
```

```
jTextField4 = new javax.swing.JTextField();
jLabel11 = new javax.swing.JLabel();
jTextField5 = new javax.swing.JTextField();
jLabel13 = new javax.swing.JLabel();
jLabel16 = new javax.swing.JLabel();
jTextField6 = new javax.swing.JTextField();
jLabel17 = new javax.swing.JLabel();
yakıt = new javax.swing.JPanel();
jLabel18 = new javax.swing.JLabel();
jTextField7 = new javax.swing.JTextField();
jLabel19 = new javax.swing.JLabel();
jTextField8 = new javax.swing.JTextField();
jLabel20 = new javax.swing.JLabel();
jTextField9 = new javax.swing.JTextField();
jLabel21 = new javax.swing.JLabel();
jTextField10 = new javax.swing.JTextField();
jLabel22 = new javax.swing.JLabel();
jTextField11 = new javax.swing.JTextField();
jLabel23 = new javax.swing.JLabel();
jTextField12 = new javax.swing.JTextField();
jLabel25 = new javax.swing.JLabel();
jLabel24 = new javax.swing.JLabel();
jTextField13 = new javax.swing.JTextField();
jLabel26 = new javax.swing.JLabel();
jLabel27 = new javax.swing.JLabel();
jButton8 = new javax.swing.JButton();
jButton9 = new javax.swing.JButton();
jLabel45 = new javax.swing.JLabel();
jTextField26 = new javax.swing.JTextField();
jLabel51 = new javax.swing.JLabel();
Krankacı = new javax.swing.JPanel();
jLabel28 = new javax.swing.JLabel();
jLabel29 = new javax.swing.JLabel();
jTextField15 = new javax.swing.JTextField();
jLabel30 = new javax.swing.JLabel();
jTextField16 = new javax.swing.JTextField();
```

```
jLabel31 = new javax.swing.JLabel();
jTextField17 = new javax.swing.JTextField();
jLabel32 = new javax.swing.JLabel();
jTextField18 = new javax.swing.JTextField();
jButton10 = new javax.swing.JButton();
jButton11 = new javax.swing.JButton();
jLabel33 = new javax.swing.JLabel();
jLabel34 = new javax.swing.JLabel();
jTextField19 = new javax.swing.JTextField();
jTextField20 = new javax.swing.JTextField();
jLabel36 = new javax.swing.JLabel();
jLabel37 = new javax.swing.JLabel();
jLabel38 = new javax.swing.JLabel();
jLabel39 = new javax.swing.JLabel();
jLabel40 = new javax.swing.JLabel();
jLabel41 = new javax.swing.JLabel();
Artıkgaz = new javax.swing.JPanel();
jLabel42 = new javax.swing.JLabel();
jTextField14 = new javax.swing.JTextField();
jLabel43 = new javax.swing.JLabel();
jLabel44 = new javax.swing.JLabel();
jTextField21 = new javax.swing.JTextField();
jLabel46 = new javax.swing.JLabel();
jLabel47 = new javax.swing.JLabel();
jLabel48 = new javax.swing.JLabel();
jLabel49 = new javax.swing.JLabel();
jLabel50 = new javax.swing.JLabel();
jTextField22 = new javax.swing.JTextField();
jTextField23 = new javax.swing.JTextField();
jTextField25 = new javax.swing.JTextField();
jButton15 = new javax.swing.JButton();
jButton16 = new javax.swing.JButton();
Hesapla = new javax.swing.JPanel();
jButton14 = new javax.swing.JButton();
sonuc = new javax.swing.JPanel();
jButton19 = new javax.swing.JButton();
```

```
        jButton20 = new javax.swing.JButton();
        jButton21 = new javax.swing.JButton();
        jButton22 = new javax.swing.JButton();
        jButton23 = new javax.swing.JButton();
        jButton24 = new javax.swing.JButton();
        jButton25 = new javax.swing.JButton();
        jButton26 = new javax.swing.JButton();
        jButton27 = new javax.swing.JButton();
        jButton28 = new javax.swing.JButton();
        jButton29 = new javax.swing.JButton();
        jButton30 = new javax.swing.JButton();
        jButton31 = new javax.swing.JButton();
        jMenuBar1 = new javax.swing.JMenuBar();
        jMenu1 = new javax.swing.JMenu();
        jMenu2 = new javax.swing.JMenu();
        jTextField24.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
        setTitle("İYM");
        jToolBar1.setRollover(true);

Ozellik.setHorizontalScrollBarPolicy(javax.swing.ScrollPaneConstants.HORIZONTAL_SCROLLBA
R_NEVER);
Ozellik.setViewportBorder(javax.swing.BorderFactory.createBevelBorder(javax.swing.border.B
evelBorder.RAISED));
        jTabbedPane1.setBackground(new java.awt.Color(153, 153, 153));
        jTabbedPane1.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createTitledBorder(""));
        jTabbedPane1.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
        jPanel5.setForeground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
        jButton1.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
        jButton1.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jButton1.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
        jButton1.setText("Motor Türü ");
        jButton1.setBorder(null);
        jButton1.setContentAreaFilled(false);
        jButton1.setFocusable(false);
        jButton1.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton1MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton1MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton1MouseExited(evt);
    }
  });
  jLabel4.setOpaque(true);
  jButton3.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
  jButton3.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton3.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton3.setText("Motor Boyutları\n");
  jButton3.setBorder(null);
  jButton3.setContentAreaFilled(false);
  jButton3.setFocusable(false);
  jButton3.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton3MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton3MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton3MouseExited(evt);
    }
  });
  jLabel5.setOpaque(true);
  jButton6.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
  jButton6.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton6.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton6.setText("Krank Açıları");
  jButton6.setBorder(null);
  jButton6.setContentAreaFilled(false);
```

```
jButton6.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
   public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton6MouseClicked(evt);
   }
   public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton6MouseEntered(evt);
   }
   public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton6MouseExited(evt);
   }
});
jLabel14.setOpaque(true);
jButton7.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
jButton7.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jButton7.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
jButton7.setText("Yakıt ");
jButton7.setBorder(null);
jButton7.setContentAreaFilled(false);
jButton7.setFocusable(false);
jButton7.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
   public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton7MouseClicked(evt);
   }
   public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton7MouseEntered(evt);
   }
   public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton7MouseExited(evt);
   }
});
jLabel15.setOpaque(true);
jButton12.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
jButton12.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jButton12.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
jButton12.setText("Artık Gazlar");
jButton12.setBorder(null);
```

```
jButton12.setContentAreaFilled(false);
jButton12.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
   public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton12MouseClicked(evt);
   }
   public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton12MouseEntered(evt);
   }
   public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton12MouseExited(evt);
   }
});

jLabel35.setOpaque(true);
jButton13.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
jButton13.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jButton13.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
jButton13.setText("Hesapla");
jButton13.setBorder(null);
jButton13.setContentAreaFilled(false);
jButton13.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
   public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton13MouseClicked(evt);
   }
   public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton13MouseEntered(evt);
   }
   public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton13MouseExited(evt);
   }
});

jLabel56.setAlignmentX(100.0F);
jLabel56.setOpaque(true);
jButton18.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
jButton18.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
```

```
        jButton18.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
        jButton18.setText("Sonuçlar");
        jButton18.setBorder(null);
        jButton18.setContentAreaFilled(false);
        jButton18.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton18MouseClicked(evt);
            }
            public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton18MouseEntered(evt);
            }
            public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton18MouseExited(evt);
            }
        });
        jLabel57.setAlignmentX(100.0F);
        jLabel57.setOpaque(true);
        javax.swing.GroupLayout jPanel5Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel5);
        jPanel5.setLayout(jPanel5Layout);
        jPanel5Layout.setHorizontalGroup(
            jPanel5Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(jPanel5Layout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap()

.addGroup(jPanel5Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addComponent(jSeparator6)
                    .addComponent(jSeparator7)
                    .addGroup(jPanel5Layout.createSequentialGroup()

.addGroup(jPanel5Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                            .addComponent(jLabel56, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addGroup(jPanel5Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING,
false)
                                .addComponent(jLabel5, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```
                    .addComponent(jLabel4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jButton1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 82,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jSeparator1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 336,
Short.MAX_VALUE)
                    .addComponent(jLabel14, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel15, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jSeparator4, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 336,
Short.MAX_VALUE)
                    .addComponent(jButton6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 99,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jButton7, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 45,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jButton3)
                    .addComponent(jSeparator2)
                    .addComponent(jSeparator3)
                    .addComponent(jSeparator5)
                    .addComponent(jButton12, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 90,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                .addComponent(jLabel35, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel57, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addContainerGap(19, Short.MAX_VALUE))
        .addGroup(jPanel5Layout.createSequentialGroup()

.addGroup(jPanel5Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(jButton13, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 64,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jButton18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 64,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE))))
    );
```

```
    jPanel5Layout.setVerticalGroup(
        jPanel5Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(jPanel5Layout.createSequentialGroup()
            .addGap(31, 31, 31)
            .addComponent(jButton1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 9,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
            .addComponent(jButton3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel5, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 10,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(12, 12, 12)
            .addComponent(jButton7, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 24,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel15, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 9,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
            .addComponent(jButton6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel14, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 10,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(12, 12, 12)
            .addComponent(jButton12, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel35, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator5, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 9,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(12, 12, 12)
            .addComponent(jButton13, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel56, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 9,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(12, 12, 12)
            .addComponent(jButton18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jLabel57, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jSeparator7, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 9,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addContainerGap())
        );
        jTabbedPane1.addTab("Özellikler", jPanel5);
        javax.swing.GroupLayout jPanel2Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel2);
        jPanel2.setLayout(jPanel2Layout);
        jPanel2Layout.setHorizontalGroup(
```

```
        jPanel2Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addComponent(jTabbedPane1)
    );
    jPanel2Layout.setVerticalGroup(
        jPanel2Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addComponent(jTabbedPane1)
    );
    Ozellik.setViewportView(jPanel2);

Mesaj.setHorizontalScrollBarPolicy(javax.swing.ScrollPaneConstants.HORIZONTAL_SCROLLBA
R_NEVER);
    jTabbedPane2.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
    javax.swing.GroupLayout jPanel6Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel6);
    jPanel6.setLayout(jPanel6Layout);
    jPanel6Layout.setHorizontalGroup(
        jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGap(0, 682, Short.MAX_VALUE)
    );
    jPanel6Layout.setVerticalGroup(
        jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGap(0, 100, Short.MAX_VALUE)
    );
    jTabbedPane2.addTab("Mesaj", jPanel6);
    Mesaj.setViewportView(jTabbedPane2);
    Orta.setLayout(new java.awt.CardLayout());
    javax.swing.GroupLayout girisLayout = new javax.swing.GroupLayout(giris);
    giris.setLayout(girisLayout);
    girisLayout.setHorizontalGroup(
        girisLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGap(0, 696, Short.MAX_VALUE)
    );
    girisLayout.setVerticalGroup(
        girisLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGap(0, 521, Short.MAX_VALUE)
    );
    Orta.add(giris, "card3");
```

```
    Motorturu.setFocusable(false);
    jLabel1.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel1.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
    jLabel1.setText("Buji Ateşlemeli Motor ");
    jCheckBox1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
      public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jCheckBox1ActionPerformed(evt);
      }
    });
    jLabel2.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel2.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
    jLabel2.setText("Sıkıştırma Ateşlemeli Motor ");
    jCheckBox2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
      public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jCheckBox2ActionPerformed(evt);
      }
    });
    jButton2.setText("İLERİ");
    jButton2.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
      public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton2MouseClicked(evt);
      }
    });
    javax.swing.GroupLayout MotorturuLayout = new javax.swing.GroupLayout(Motorturu);
    Motorturu.setLayout(MotorturuLayout);
    MotorturuLayout.setHorizontalGroup(
      MotorturuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
      .addGroup(MotorturuLayout.createSequentialGroup()
        .addGap(100, 100, 100)
.addGroup(MotorturuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILIN
G, false)
          .addGroup(MotorturuLayout.createSequentialGroup()
            .addComponent(jLabel2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 210,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
```

```
                .addComponent(jCheckBox2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 33,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGroup(MotorturuLayout.createSequentialGroup()
                .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 183,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(89, 89, 89)
                .addComponent(jCheckBox1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 33,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
        .addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))
      .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
MotorturuLayout.createSequentialGroup()
        .addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(jButton2)
        .addGap(42, 42, 42))
    );
    MotorturuLayout.setVerticalGroup(
      MotorturuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
      .addGroup(MotorturuLayout.createSequentialGroup()
        .addGap(162, 162, 162)
.addGroup(MotorturuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADIN
G)
            .addComponent(jCheckBox1)
            .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 24,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(MotorturuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADIN
G)
            .addComponent(jCheckBox2)
            .addComponent(jLabel2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 24,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 194,
Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(jButton2)
        .addGap(67, 67, 67))
    );
```

```
Orta.add(Motorturu, "card4");
jLabel3.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel3.setText("Silindir Sayısı");
jButton4.setText("İLERİ");
jButton4.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
   public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton4MouseClicked(evt);
   }
});
jButton5.setText("GERİ");
jButton5.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
   public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton5MouseClicked(evt);
   }
});

jTextField1.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jTextField1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
   public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
      jTextField1ActionPerformed(evt);
   }
});
jLabel6.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel6.setText("Silindir Çapı");
jTextField2.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jTextField2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
   public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
      jTextField2ActionPerformed(evt);
   }
});
jLabel7.setText("mm");
jLabel8.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel8.setText("Strok Uzunluğu");
jTextField3.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jTextField3.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
   public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```

```
            jTextField3ActionPerformed(evt);
        }
    });
    jLabel9.setText("mm");
    jLabel10.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel10.setText("Biyel Uzunluğu");
    jTextField4.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jTextField4.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            jTextField4ActionPerformed(evt);
        }
    });
    jLabel11.setText("mm");
    jTextField5.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel13.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel13.setText("Sıkıştırma Oranı");
    jLabel16.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel16.setText("Motor Devri");
    jTextField6.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jLabel17.setText("Dev / Dak");
    javax.swing.GroupLayout MotorboyutuLayout = new
javax.swing.GroupLayout(Motorboyutu);
    Motorboyutu.setLayout(MotorboyutuLayout);
    MotorboyutuLayout.setHorizontalGroup(
        MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(MotorboyutuLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(75, 75, 75)
            .addComponent(jButton5)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(jButton4)
            .addContainerGap())
        .addGroup(MotorboyutuLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(100, 100, 100)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG)
```

```
            .addComponent(jLabel3)
            .addComponent(jLabel6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 115,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(jLabel8, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 138,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(jLabel10)
            .addComponent(jLabel13)
            .addComponent(jLabel16))
          .addGap(90, 90, 90)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG)
            .addGroup(MotorboyutuLayout.createSequentialGroup()
              .addComponent(jTextField6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 155,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
              .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
              .addComponent(jLabel17, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGroup(MotorboyutuLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG, false)
                .addComponent(jTextField4)
                .addComponent(jTextField5, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 155,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
              .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
              .addComponent(jLabel11, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGroup(MotorboyutuLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG, false)
                .addComponent(jTextField1)
                .addComponent(jTextField2, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 155,
Short.MAX_VALUE)
                .addComponent(jTextField3))
              .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG)
```

```
                .addComponent(jLabel7, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel9, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))))
            .addContainerGap(151, Short.MAX_VALUE))
        );
        MotorboyutuLayout.setVerticalGroup(
            MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(MotorboyutuLayout.createSequentialGroup()
                .addGap(72, 72, 72)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASE
LINE)
                    .addComponent(jLabel3)
                    .addComponent(jTextField1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG)
                    .addComponent(jTextField2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 16,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel7))
                .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASE
LINE)
                    .addComponent(jLabel8)
                    .addComponent(jTextField3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel9))
                .addGap(30, 30, 30)

.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASE
LINE)
```

```
                .addComponent(jTextField4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel10))
            .addComponent(jLabel11))
        .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASE
LINE)
            .addComponent(jTextField5, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(jLabel13))
        .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADI
NG)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASE
LINE)
                .addComponent(jTextField6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel17))
            .addComponent(jLabel16))
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 30,
Short.MAX_VALUE)
.addGroup(MotorboyutuLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASE
LINE)
            .addComponent(jButton4)
            .addComponent(jButton5))
        .addGap(75, 75, 75))
    );
    Orta.add(Motorboyutu, "card4");
    yakıt.setAlignmentX(0.0F);
    yakıt.setAlignmentY(0.0F);
    jLabel18.setFont(new java.awt.Font("Arial", 1, 48)); // NOI18N
    jLabel18.setText("C");
    jTextField7.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 12)); // NOI18N
    jTextField7.setText("0");
    jTextField7.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
      public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```

```
        jTextField7ActionPerformed(evt);
    }
});
jLabel19.setFont(new java.awt.Font("Arial", 1, 48)); // NOI18N
jLabel19.setText("H");
jTextField8.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 12)); // NOI18N
jTextField8.setText("0");
jTextField8.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jTextField8ActionPerformed(evt);
    }
});
jLabel20.setFont(new java.awt.Font("Arial", 1, 48)); // NOI18N
jLabel20.setText("O");
jTextField9.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 12)); // NOI18N
jTextField9.setText("0");
jTextField9.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jTextField9ActionPerformed(evt);
    }
});
jLabel21.setFont(new java.awt.Font("Arial", 1, 48)); // NOI18N
jLabel21.setText("N");
jTextField10.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 12)); // NOI18N
jTextField10.setText("0");
jLabel22.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel22.setText("Hava Fazlalık Katsatısı (λ)");
jTextField11.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel23.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel23.setText("Emilen Hava Basıncı");
jTextField12.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel25.setText("Kpa");
jLabel24.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel24.setText("Emilen Hava Sıcaklığı");
jTextField13.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel26.setText("K");
```

```
        jLabel27.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel27.setText("Yakıtın Atom Sayıları");
        jButton8.setText("GERİ");
        jButton8.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton8MouseClicked(evt);
            }
        });
        jButton9.setText("İLERİ");
        jButton9.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton9MouseClicked(evt);
            }
        });
        jButton9.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
            public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
                jButton9ActionPerformed(evt);
            }
        });
        jLabel45.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel45.setText("Soğutma Suyu Sıcaklığı");
        jTextField26.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel51.setText("K");
        javax.swing.GroupLayout yakıtLayout = new javax.swing.GroupLayout(yakıt);
        yakıt.setLayout(yakıtLayout);
        yakıtLayout.setHorizontalGroup(
            yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()

.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
                        .addGap(100, 100, 100)
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                            .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                                    .addComponent(jLabel22)
```

```
                    .addComponent(jLabel23)
                    .addComponent(jLabel24)
                    .addComponent(jLabel27))
                .addGap(125, 125, 125)
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addComponent(jTextField11, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
105, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
                      .addComponent(jTextField12, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
105, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
                      .addComponent(jLabel25, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                    .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
                        .addComponent(jTextField13,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 105, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                        .addComponent(jTextField26,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 105, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                        .addComponent(jLabel51, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
56, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                        .addComponent(jLabel26, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
56, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))))
                  .addComponent(jLabel45)))
            .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
              .addGap(178, 178, 178)
              .addComponent(jLabel18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 38,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
              .addGap(0, 0, 0)
              .addComponent(jTextField7, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
              .addGap(10, 10, 10)
```

```
                .addComponent(jLabel19, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 38,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(0, 0, 0)
                .addComponent(jTextField8, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(10, 10, 10)
                .addComponent(jLabel20, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 38,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(0, 0, 0)
                .addComponent(jTextField9, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(10, 10, 10)
                .addComponent(jLabel21, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 38,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(0, 0, 0)
                .addComponent(jTextField10, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
            .addContainerGap(127, Short.MAX_VALUE))
        .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(67, 67, 67)
            .addComponent(jButton8)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(jButton9)
            .addGap(66, 66, 66))
    );
    yakıtLayout.setVerticalGroup(
        yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(75, 75, 75)
            .addComponent(jLabel27)
            .addGap(29, 29, 29)

.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(jLabel19, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 50,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```
            .addComponent(jLabel18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 50,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addGroup(yakıtLayout.createSequentialGroup()
                  .addGap(26, 26, 26)
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(jTextField9, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jTextField10, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
30, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
                .addComponent(jLabel21, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 50,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel20, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 50,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jTextField7, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jTextField8, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))))
            .addGap(65, 65, 65)

.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
              .addComponent(jLabel22)
              .addComponent(jTextField11, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 17,
Short.MAX_VALUE)

.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
              .addComponent(jLabel23)
              .addComponent(jTextField12, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
              .addComponent(jLabel25))
            .addGap(18, 18, 18)
```

```
.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel24)
                .addComponent(jTextField13, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel26))
            .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel45)
                .addComponent(jTextField26, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel51))
            .addGap(17, 17, 17)

.addGroup(yakıtLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jButton8)
                .addComponent(jButton9))
            .addGap(67, 67, 67))
        );
        jLabel22.getAccessibleContext().setAccessibleName("Hava Fazlalık Katsatısı (&#923; )");
        Orta.add(yakıt, "card5");
        jLabel28.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel29.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel29.setText("Emme Supabının Kapanaması [KMA]");
        jTextField15.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jTextField15.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
            public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
                jTextField15ActionPerformed(evt);
            }
        });
        jLabel30.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel30.setText("Egzoz Supabının Açılması  [KMA]");
        jTextField16.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jTextField16.addFocusListener(new java.awt.event.FocusAdapter() {
            public void focusLost(java.awt.event.FocusEvent evt) {
```

```
        jTextField16FocusLost(evt);
    }
});
jTextField16.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jTextField16ActionPerformed(evt);
    }
});
jLabel31.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel31.setText("Püskürtme Sonu [KMA]");
jTextField17.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jTextField17.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jTextField17ActionPerformed(evt);
    }
});
jLabel32.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel32.setText("Ateşleme Başlangıcı  [KMA]");
jTextField18.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jButton10.setText("GERİ");
jButton10.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton10MouseClicked(evt);
    }
});
jButton11.setText("İLERİ");
jButton11.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton11MouseClicked(evt);
    }
});
jLabel33.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel33.setText("Püskürtme Başlangıcı [KMA]");
jLabel34.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
jLabel34.setText("Ateşleme Sonu   [KMA]");
jTextField19.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
```

```
        jTextField20.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel36.setText("Derece");
        jLabel37.setText("Derece");
        jLabel38.setText("Derece");
        jLabel39.setText("Derece");
        jLabel40.setText("Derece");
        jLabel41.setText("Derece");
        javax.swing.GroupLayout KrankacıLayout = new javax.swing.GroupLayout(Krankacı);
        Krankacı.setLayout(KrankacıLayout);
        KrankacıLayout.setHorizontalGroup(
            KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(KrankacıLayout.createSequentialGroup()
              .addGap(61, 61, 61)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addGroup(KrankacıLayout.createSequentialGroup()
                  .addGap(19, 19, 19)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING,
false)
                    .addGroup(KrankacıLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING,
false)
                        .addComponent(jLabel28)
                        .addComponent(jLabel31)
                        .addComponent(jLabel32)
                        .addComponent(jLabel29, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
                        .addComponent(jLabel30, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))
                      .addComponent(jLabel33))
                    .addGap(104, 104, 104)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING
)
                        .addComponent(jTextField16, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
155, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```
                    .addComponent(jTextField15, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
155, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jTextField17, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
155, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jTextField18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
155, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jTextField19, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
155, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
                .addGroup(KrankacıLayout.createSequentialGroup()
                  .addComponent(jLabel34)
                  .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
                  .addComponent(jTextField20, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 155,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
              .addGap(10, 10, 10)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(jLabel36, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel39, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel40, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel38, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel37, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel41, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
              .addContainerGap(49, Short.MAX_VALUE))
            .addGroup(KrankacıLayout.createSequentialGroup()
              .addComponent(jButton10)
              .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
              .addComponent(jButton11)
              .addGap(61, 61, 61))))
    );
```

```
    KrankacıLayout.setVerticalGroup(
        KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(KrankacıLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(73, 73, 73)
            .addComponent(jLabel28)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jLabel29, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 16,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jTextField15, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel36))
            .addGap(26, 26, 26)

.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jLabel30)
                .addComponent(jTextField19, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel41))
            .addGap(26, 26, 26)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jTextField16, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel33)
                .addComponent(jLabel37))
            .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jTextField17, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel31)
                .addComponent(jLabel38))
            .addGap(30, 30, 30)
```

```
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jTextField18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel32)
                .addComponent(jLabel40))
            .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jLabel34)
                .addComponent(jTextField20, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel39))
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 32,
Short.MAX_VALUE)
.addGroup(KrankacıLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE
)
                .addComponent(jButton11)
                .addComponent(jButton10))
            .addGap(74, 74, 74))
        );
        Orta.add(Krankacı, "card6");
        jLabel42.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel42.setText("Egzoz Gazı Sıcaklığı");
        jTextField14.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jTextField14.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
            public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
                jTextField14ActionPerformed(evt);
            }
        });
        jLabel43.setText("K");
        jLabel44.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel44.setText("Kütlesel Oran");
        jTextField21.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel46.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel46.setText("Silindir İçerisinde Kalan Egzoz Gazları");
```

```
        jLabel47.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel47.setText("O2");
        jLabel48.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel48.setText("CO2");
        jLabel49.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel49.setText("N2");
        jLabel50.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jLabel50.setText("H2O");
        jTextField22.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jTextField23.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jTextField25.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jButton15.setText("İLERİ");
        jButton15.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton15MouseClicked(evt);
            }
        });
        jButton16.setText("GERİ");
        jButton16.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton16MouseClicked(evt);
            }
        });
        javax.swing.GroupLayout ArtıkgazLayout = new javax.swing.GroupLayout(Artıkgaz);
        Artıkgaz.setLayout(ArtıkgazLayout);
        ArtıkgazLayout.setHorizontalGroup(
            ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
                .addGap(100, 100, 100)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
                        .addComponent(jLabel46, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 298,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                        .addContainerGap())
```

```
            .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(jLabel44)
                .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
                  .addGap(22, 22, 22)
                  .addComponent(jLabel42, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 154,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
                  .addGap(26, 26, 26)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addComponent(jLabel50, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 139,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel48, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 139,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel47, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 139,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel49, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 139,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))))
              .addGap(44, 44, 44)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
                  .addComponent(jTextField14, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 188,
Short.MAX_VALUE)
                  .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
                  .addComponent(jLabel43, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 56,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                  .addGap(126, 126, 126))
                .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
                    .addComponent(jTextField23, javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addComponent(jTextField21))
                  .addGap(188, 188, 188))
                .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
```

```
                        .addComponent(jTextField25, javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                        .addComponent(jTextField22))
                    .addGap(188, 188, 188))))))
        .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(69, 69, 69)
            .addComponent(jButton16)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(jButton15)
            .addGap(83, 83, 83))
    );
    ArtıkgazLayout.setVerticalGroup(
      ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
      .addGroup(ArtıkgazLayout.createSequentialGroup()
        .addGap(82, 82, 82)
        .addComponent(jLabel46, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 16,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addGap(32, 32, 32)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
          .addComponent(jLabel42, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 16,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
          .addComponent(jTextField14, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
          .addComponent(jLabel43))
        .addGap(45, 45, 45)
        .addComponent(jLabel44)
        .addGap(15, 15, 15)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
          .addComponent(jTextField21, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
          .addComponent(jLabel48))
        .addGap(15, 15, 15)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
          .addComponent(jLabel50)
```

```
            .addComponent(jTextField23, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(15, 15, 15)
.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
            .addComponent(jLabel47)
            .addComponent(jTextField22, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(15, 15, 15)

.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
            .addComponent(jLabel49)
            .addComponent(jTextField25, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 33,
Short.MAX_VALUE)

.addGroup(ArtıkgazLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
            .addComponent(jButton15)
            .addComponent(jButton16))
        .addGap(67, 67, 67))
    );
    Orta.add(Artıkgaz, "card7");
    jButton14.setText("HESAPLA");
    jButton14.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
      public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton14MouseClicked(evt);
      }
    });
    javax.swing.GroupLayout HesaplaLayout = new javax.swing.GroupLayout(Hesapla);
    Hesapla.setLayout(HesaplaLayout);
    HesaplaLayout.setHorizontalGroup(
      HesaplaLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
      .addGroup(HesaplaLayout.createSequentialGroup()
        .addContainerGap(486, Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(jButton14)
        .addGap(126, 126, 126))
```

```
        );
        HesaplaLayout.setVerticalGroup(
            HesaplaLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
HesaplaLayout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap(304, Short.MAX_VALUE)
                .addComponent(jButton14)
                .addGap(185, 185, 185))
        );
        Orta.add(Hesapla, "card8");
        jButton19.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
        jButton19.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jButton19.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
        jButton19.setText("Basınç Grafiği");
        jButton19.setBorder(null);
        jButton19.setContentAreaFilled(false);
        jButton19.setFocusable(false);
        jButton19.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton19MouseClicked(evt);
            }
            public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton19MouseEntered(evt);
            }
            public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton19MouseExited(evt);
            }
        });
        jButton20.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
        jButton20.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jButton20.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
        jButton20.setText("Sıcaklık Grafiği");
        jButton20.setBorder(null);
        jButton20.setContentAreaFilled(false);
        jButton20.setFocusable(false);
        jButton20.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
        public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            jButton20MouseClicked(evt);
        }
        public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            jButton20MouseEntered(evt);
        }
        public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            jButton20MouseExited(evt);
        }
    });
    jButton21.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
    jButton21.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jButton21.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
    jButton21.setText("Hacim Grafiği");
    jButton21.setBorder(null);
    jButton21.setContentAreaFilled(false);
    jButton21.setFocusable(false);
    jButton21.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
        public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            jButton21MouseClicked(evt);
        }
        public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            jButton21MouseEntered(evt);
        }
        public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
            jButton21MouseExited(evt);
        }
    });
    jButton22.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
    jButton22.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
    jButton22.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
    jButton22.setText("N2 Kütlesel Oran Grafiği");
    jButton22.setBorder(null);
    jButton22.setContentAreaFilled(false);
    jButton22.setFocusable(false);
    jButton22.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton22MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton22MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton22MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton23.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton23.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton23.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton23.setText("O2 Kütlesel Oran Grafiği");
  jButton23.setBorder(null);
  jButton23.setContentAreaFilled(false);
  jButton23.setFocusable(false);
  jButton23.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton23MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton23MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton23MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton24.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton24.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton24.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton24.setText("Co2 Kütlesel Oran Grafiği");
  jButton24.setBorder(null);
  jButton24.setContentAreaFilled(false);
  jButton24.setFocusable(false);
  jButton24.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton24MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton24MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton24MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton25.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton25.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton25.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton25.setText("No Kütlesel Oran  Grafiği");
  jButton25.setBorder(null);
  jButton25.setContentAreaFilled(false);
  jButton25.setFocusable(false);
  jButton25.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton25MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton25MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton25MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton26.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton26.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton26.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton26.setText("H2 Kütlesel Oran Grafiği");
  jButton26.setBorder(null);
  jButton26.setContentAreaFilled(false);
  jButton26.setFocusable(false);
  jButton26.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton26MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton26MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton26MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton27.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton27.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton27.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton27.setText("H2O Kütlesel Oran Grafiği");
  jButton27.setBorder(null);
  jButton27.setContentAreaFilled(false);
  jButton27.setFocusable(false);
  jButton27.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton27MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton27MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton27MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton28.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton28.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton28.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton28.setText("CO Kütlesel Oran Grafiği");
  jButton28.setBorder(null);
  jButton28.setContentAreaFilled(false);
  jButton28.setFocusable(false);
  jButton28.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
```

```
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton28MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton28MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton28MouseExited(evt);
    }
  });
  jButton29.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton29.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton29.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton29.setText("Güç Grafiği");
  jButton29.setBorder(null);
  jButton29.setContentAreaFilled(false);
  jButton29.setFocusable(false);
  jButton29.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton29MouseClicked(evt);
    }
    public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton29MouseEntered(evt);
    }
    public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      jButton29MouseExited(evt);
    }
  });

  jButton30.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
  jButton30.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
  jButton30.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
  jButton30.setText("Moment Grafiği");
  jButton30.setBorder(null);
  jButton30.setContentAreaFilled(false);
  jButton30.setFocusable(false);
```

```
        jButton30.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton30MouseClicked(evt);
            }
            public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton30MouseEntered(evt);
            }
            public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton30MouseExited(evt);
            }
        });
        jButton31.setBackground(new java.awt.Color(51, 0, 255));
        jButton31.setFont(new java.awt.Font("Dialog", 1, 14)); // NOI18N
        jButton31.setForeground(new java.awt.Color(0, 0, 0));
        jButton31.setText("Özgül Yakıt Grafiği");
        jButton31.setBorder(null);
        jButton31.setContentAreaFilled(false);
        jButton31.setFocusable(false);
        jButton31.addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
            public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton31MouseClicked(evt);
            }
            public void mouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton31MouseEntered(evt);
            }
            public void mouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                jButton31MouseExited(evt);
            }
        });
        javax.swing.GroupLayout sonucLayout = new javax.swing.GroupLayout(sonuc);
        sonuc.setLayout(sonucLayout);
        sonucLayout.setHorizontalGroup(
            sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
sonucLayout.createSequentialGroup()
                .addGap(35, 35, 35)
```

```
.addGroup(sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(jButton21)
                .addComponent(jButton19)
                .addComponent(jButton20)
                .addComponent(jButton29)
                .addComponent(jButton30)
                .addComponent(jButton31))
            .addGap(284, 284, 284)

.addGroup(sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(jButton22)
                .addComponent(jButton24)
                .addComponent(jButton23)
                .addComponent(jButton28)
                .addComponent(jButton25)
                .addComponent(jButton27)
                .addComponent(jButton26))
            .addContainerGap(9, Short.MAX_VALUE))
        );
        sonucLayout.setVerticalGroup(
            sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(sonucLayout.createSequentialGroup()
                .addGap(25, 25, 25)

.addGroup(sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jButton21, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jButton22, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jButton19, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```
            .addComponent(jButton23, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
            .addComponent(jButton20, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(jButton24, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18, 18, 18)
        .addComponent(jButton28, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(sonucLayout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(sonucLayout.createSequentialGroup()
                .addComponent(jButton25, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(18, 18, 18)
                .addComponent(jButton27, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(18, 18, 18)
                .addComponent(jButton26, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGroup(sonucLayout.createSequentialGroup()
                .addComponent(jButton29, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(18, 18, 18)
                .addComponent(jButton30, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(18, 18, 18)
                .addComponent(jButton31, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
        .addContainerGap(150, Short.MAX_VALUE))
    );
    Orta.add(sonuc, "card9");
```

```
        javax.swing.GroupLayout jPanel1Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel1);
        jPanel1.setLayout(jPanel1Layout);
        jPanel1Layout.setHorizontalGroup(
            jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()
                .addComponent(Ozellik, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 357,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addComponent(Mesaj, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 700,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(Orta, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 696,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
        );
        jPanel1Layout.setVerticalGroup(
            jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()
                .addComponent(Orta, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 521,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(0, 0, 0)
                .addComponent(Mesaj, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 106,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE))
            .addComponent(Ozellik, javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
        );
        jMenu1.setText("File");
        jMenuBar1.add(jMenu1);
        jMenu2.setText("Edit");
        jMenuBar1.add(jMenu2);
        setJMenuBar(jMenuBar1);
        javax.swing.GroupLayout layout = new javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
        getContentPane().setLayout(layout);
        layout.setHorizontalGroup(
            layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jToolBar1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
```

```
            .addComponent(jPanel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))
        );
        layout.setVerticalGroup(
          layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
          .addGroup(layout.createSequentialGroup()
            .addComponent(jToolBar1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 38,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGap(0, 0, 0)
            .addComponent(jPanel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        );
        getAccessibleContext().setAccessibleName("Motor");
        setSize(new java.awt.Dimension(1079, 731));
        setLocationRelativeTo(null);
    }// </editor-fold>
    private void jButton2MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton3MouseClicked(evt);
    }
    private void jButton5MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton1MouseClicked(evt);
    }
    private void jTextField4ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        // TODO add your handling code here:
    }
    private void jButton4MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
     jButton7MouseClicked(evt);
    }
    private void jTextField8ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        // TODO add your handling code here:
    }
    private void jTextField9ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        // TODO add your handling code here:
    }
    private void jButton8MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
    jButton3MouseClicked(evt);
  }
  private void jButton9MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton6MouseClicked(evt);
  }
  private void jButton9ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
  }
  private void jTextField7ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
  }
  private void jTextField15ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
  }
  private void jTextField17ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
  }
  private void jButton10MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton7MouseClicked(evt);
  }
  private void jButton11MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton12MouseClicked(evt);
  }
  private void jTextField3ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
  }
  private void jTextField16ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
  }
  private void jTextField16FocusLost(java.awt.event.FocusEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
  }
  private void jCheckBox2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    if (jCheckBox2.isSelected())
        jCheckBox1.setSelected(false);
        jTextField18.setVisible(false);
        jTextField20.setVisible(false);
```

```
        jTextField16.setVisible(true);
        jTextField17.setVisible(true);
    }
    private void jCheckBox1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        if (jCheckBox1.isSelected())
        jCheckBox2.setSelected(false);
        jTextField16.setVisible(false);
        jTextField17.setVisible(false);
        jTextField18.setVisible(true);
        jTextField20.setVisible(true);
    }
    private void jTextField14ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
      // TODO add your handling code here:
    }
    private void jTextField1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
      // TODO add your handling code here:
    }
    private void jButton14MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      try{
        // MOTOR GEOMETRİSİ ACI,HACİM,ALAN HESABI
        double D, //silindir capı
              Silindir,// silindir sayısı
              L, //biyel uzunlugu
              S, //strok uzunlugu
              r, // sıkıştırma oranı
              A,//krank yarı capı S/2
              N,//devir
              pi,//pi sayısı
              Vort;//ortalama hız
        int KMAsıkBas,
              KMAegBas;
        Silindir =Double.parseDouble(jTextField1.getText());
        D = (Double.parseDouble(jTextField2.getText()))/1000;
        L = (Double.parseDouble(jTextField4.getText()))/1000;
        S = (Double.parseDouble(jTextField3.getText()))/1000;
        r = Double.parseDouble(jTextField5.getText());
```

```
        N =Double.parseDouble(jTextField6.getText());
        A= S/2;
        pi= Math.PI;
        Vort=(S*N)/30;
        KMAsıkBas =(Integer.parseInt(jTextField15.getText()));
        KMAegBas=(Integer.parseInt(jTextField19.getText()));
        double  aci [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
        for (int i = 0; i <(KMAegBas-KMAsıkBas)*4; i++) {
           aci[i] = (double) KMAsıkBas+ (double) i/4;
        }
        double hacim []= new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
        for (int i = 0; i <(KMAegBas-KMAsıkBas)*4; i++) {
           hacim [i] =((((Math.PI*Math.pow(D, 2))/4)*S)/(r-1))+((Math.PI*Math.pow(D,
2))/4)*(A+L-(Math.sqrt((L*L-
A*A*Math.sin(Math.toRadians(aci[i]))*Math.sin(Math.toRadians(aci[i])))+A*Math.cos(Math.to
Radians(aci[i]))));
        }
        double alan []= new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
        for (int i = 0; i <(KMAegBas-KMAsıkBas)*4; i++) {
           alan [i]= ((Math.PI*D*D)/2)+(Math.PI*D)*(A+L-(Math.sqrt((L*L-
A*A*Math.sin(Math.toRadians(aci[i]))*Math.sin(Math.toRadians(aci[i])))+A*Math.cos(Math.to
Radians(aci[i]))));
        }
        double AnlıkHız []= new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
        for (int i = 0; i <(KMAegBas-KMAsıkBas)*4; i++) {
           AnlıkHız [i]=
((Math.PI/2)*Math.sin(Math.toRadians(aci[i])))*(1+(Math.cos(Math.toRadians(aci[i]))/(Math.p
ow((L/A)*(L/A)-Math.sin(Math.toRadians(aci[i]))*Math.sin(Math.toRadians(aci[i])), 1/2))));
        }
        //Silindir Et Kalınlığı(XD) =D*P_MAX/(2*EMNIYET_GERILMESI)
        //Emniyet gerimesi dökme demir için 30-60 N/mm2
        double EmGER,XD;
        XD=(D*8)/(2*45);
        // HAVA YAKIT ORANI STOKİOMETRİK OREN
        double HFS, //hava fazlalık katsayısı
             Q,  //1/hava fazlalık katsayısı
```

```
            YC,  // karbon atom sayısı
            YH,  // hidrojenin  atom sayısı
            YO,  // oksijenin atom sayısı
            YN, // Azotun atom sayısı
            as,  // N ve O Katsayı
            As,  // Stokiometril oran
            Myakıt, // gercek yakıt miktarı
            Mhava, //gercek hava miktarı
            MhavaN2,//havadaki N2 miktarı
            MhavaO2, //havadaki O2 miktarı
            Phava,   // emilen hava basınçı Kpa
            Thava,  // emilen hava sıcaklığı K
            Tw,    //Soğutma suyu sıcaklığı K
            HacimVc,// Yanma odası hacmi
            HacimTop, // Toplam hacim
            HacimKurs; //Kurs hacmi
        HFS = (Double.parseDouble(jTextField11.getText()));
        Q=1/HFS;
        YC = (Double.parseDouble(jTextField7.getText()));
        YH = (Double.parseDouble(jTextField8.getText()));
        YO = (Double.parseDouble(jTextField9.getText()));
        YN = (Double.parseDouble(jTextField10.getText()));
        Phava = (Double.parseDouble(jTextField12.getText()));
        Thava = (Double.parseDouble(jTextField13.getText()));
        Tw = (Double.parseDouble(jTextField26.getText()));
        HacimVc= ((((Math.PI*Math.pow(D, 2))/4)*S)/(r-1))+((Math.PI*Math.pow(D,
2))/4)*(A+L-(Math.sqrt((L*L-
A*A*Math.sin(Math.toRadians(0))*Math.sin(Math.toRadians(0))))+A*Math.cos(Math.toRadians(
0))));
        HacimTop=((((Math.PI*Math.pow(D, 2))/4)*S)/(r-1))+((Math.PI*Math.pow(D,
2))/4)*(A+L-(Math.sqrt((L*L-
A*A*Math.sin(Math.toRadians(180))*Math.sin(Math.toRadians(180))))+A*Math.cos(Math.toRa
dians(180))));
        HacimKurs=HacimTop-HacimVc;
        System.out.println(HacimTop);
        as = YC+(YH/4)-(YO/2);
```

```
As = (28.84*4.76*as)/(YC*12.0011+YH*1.008+YO*15.99+YN*14.007);
MhavaN2=((Phava*(hacim[0]-HacimVc))/(0.2968*Thava))*0.79;
MhavaO2=((Phava*(hacim[0]-HacimVc))/(0.2598*Thava))*0.21;
Mhava=MhavaN2+MhavaO2;
Myakıt=(Mhava)/(HFS*As);
System.out.println(Myakıt+"fdfsd");
//yakıtın atomağırlığı
double Yatom,
    Yk; //deklemkatsayısı
Yatom=YC*12.0011+YH*1.008+YO*15.999+YN*14.007;
Yk=Myakıt/Yatom;
//Yakıtın ısıl değeri
double Hu, //Yakıtın ısıl değeri
    MatomC, //c oranı
    MatomH,
    MatomO,
    MatomN;
MatomC=(YC*12.0011)/(YC*12.0011+YH*1.008+YO*15.99+YN*14.007);
MatomH=(YH*1.008)/(YC*12.0011+YH*1.008+YO*15.99+YN*14.007);
MatomO=(YO*15.999)/(YC*12.0011+YH*1.008+YO*15.99+YN*14.007);
MatomN=(YN*14.007)/(YC*12.0011+YH*1.008+YO*15.99+YN*14.007);
Hu=(34.013*MatomC+125.6*MatomH-10.89*MatomO-2.512*MatomH)*1000;
//Silindir İÇinde Kalan Egzoz Gazları
double TArtEg,  //artık egzoz gazı sıcaklığı K
    ArtCo2,  //artık Co2 oranı %
    ArtH2o,  //artık H2O oranı %
    ArtO2,  //artık O2 oranı  %
    ArtN2,  //artık N2 oranı  %
    MartEg, // toplam artık egzoz gazı kg
    MartEgCo2, //Co2 artık egzoz gazı kg
    MartEgH2o,//h2o artık egzoz gazı kg
    MartEgO2,//O2 artık egzoz gazı kg
    MartEgN2,//N2 artık egzoz gazı kg
    Patm; //kpa
TArtEg = (Double.parseDouble(jTextField14.getText()));
ArtCo2 = (Double.parseDouble(jTextField21.getText()));
```

```
ArtH2o = (Double.parseDouble(jTextField23.getText()));
ArtO2 = (Double.parseDouble(jTextField22.getText()));
ArtN2 = (Double.parseDouble(jTextField25.getText()));
Patm =101.325;
MartEgCo2 = ((Patm*HacimVc)/(0.1889*TArtEg))*ArtCo2;
MartEgH2o = ((Patm*HacimVc)/(0.4615*TArtEg))*ArtH2o;
MartEgO2 = ((Patm*HacimVc)/(0.2598*TArtEg))*ArtO2;
MartEgN2 = ((Patm*HacimVc)/(0.2968*TArtEg))*ArtN2;
MartEg=MartEgCo2+MartEgH2o+MartEgO2+MartEgN2;
//   Başlangıç  sıcaklığı ve basınçı  (sıkıştırma başlangıcı)
double MsıkBas,// sıkıştırma başlangıcı kütle
      TsıkBas; // sıkıştırma başlangıcı sıcaklok
if (jCheckBox1.isSelected()) {   //Buji Ateşlemeli Motor
   MsıkBas=MartEg+Mhava+Myakıt;
   TsıkBas=Thava+((MartEg*(TArtEg-Thava))/MsıkBas);
}
else  {   //sıkıştırma Ateşlemeli Motor
   MsıkBas=MartEg+Mhava;
   TsıkBas=Thava+((MartEg*(TArtEg-Thava))/MsıkBas);
}
//Basıç Sıcaklık
double Pilk,
      Tilk;
Pilk=Phava;
Tilk=TsıkBas;
int    Xb , //Yanma başlangıcı
      Xs; //Yanma sonu
if (jCheckBox1.isSelected()) {   //Buji Ateşlemeli Motor
   Xb=(Integer.parseInt(jTextField18.getText()));
   Xs=(Integer.parseInt(jTextField20.getText()));
}
else {   //sıkıştırma Ateşlemeli Motor
   Xb=(Integer.parseInt(jTextField16.getText()));
   Xs=(Integer.parseInt(jTextField17.getText()));
}
double  P [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
```

```
double  Px[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  T[] = new  double[((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)];
double  CpN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpH2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpCo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpH2o [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpCo2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpNo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvH2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvCo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvH2o [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvCo2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CvNo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  CpKar [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4]; //Karışımın Cp
double  CvKar [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];//Karışımın Cv
double  Kkar [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];//Karışımın Cv
// gazların kütleleri
double  MN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MH2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MCO [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MH2o [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MCo2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MNo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYakıt [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MToplam [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  Hg [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4]; //Gaz Isı iletim katsayısı
double  Qs[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];  //soğutma suyuna gecen ısı
double  Qw[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];  // Isı transferi
double  Qyakıt[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  Qnet[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4]; // net ısı
double  Qdel[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  W[]= new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];  //delta w iş
```

```
double  Xy [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4]; // Wiebe Fonksiyonu
double  Xl [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4]; // Wiebe Fonksiyonu
// yanma ürünleri kg
double  MYuN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYuO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYuH2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYuCO [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYuH2o [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYuCo2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYuNo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
// yanmaya giren
double  MYgN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  MYgO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
// yanma ürünleri mol sayısı
double  NCO2[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4]; //deklem katsayısı
double  NH2O [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  NN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  NO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  NCO [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  NH2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  NNo[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double kno[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double KQ[] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];  //denge katsayısı
double WortHız;
//Kütlesel oran Kg/kg
double  KOMN2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  KOMO2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  KOMH2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  KOMCO [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  KOMH2o [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  KOMCo2 [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
double  KOMNo [] = new double[(KMAegBas-KMAsıkBas)*4];
for (int i = 0; i <((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-1; i++) {
   P[0]=Pilk;
   T[0]=Tilk;
```

```
            Xy[0]=0;
            if (i<((Xb-KMAsıkBas)*4)) {
               MN2[i]=MhavaN2+MartEgN2;
               MO2[i]=MhavaO2+MartEgO2;
               MH2[i]=0;
               MCO[i]=0;
               MH2o[i]=MartEgH2o;
               MCo2[i]=MartEgCo2;
               MNo[i]=0;
               //MYakıt[i]
               if (jCheckBox1.isSelected()) {
                  MYakıt[i]=Myakıt;
               }
               else {
                  MYakıt[i]=0;
               }
               Qyakıt [i]=0;
            }
            else if(i <(((3*(Xs-Xb))+Xb-KMAsıkBas)*4)) {
               Xl[i]= (double)(aci[i]-aci[(Xb-KMAsıkBas)*4])/(40);
               Xy[i]=1-Math.exp(-6.908*(Math.pow(Xl[i], 3)));
               //yanma tepkimesi
               if(Q<=1){
                  NCO2[i]=YC;
                  NH2O[i]=YH/2;
                  //No
                  kno [i]=Math.pow(10, (((0.0150879*Math.log(T[i]/1000))-
(4709.59/T[i])+(0.646096)+(0.000272805*T[i])-(Math.pow(10, -8)*0.154444)*Math.pow(T[i],
2)) ));
                  NNo [i]= 2*((Math.pow(kno[i], 0.5))/(2+Math.pow(kno[i], 0.5)));
                  NN2[i]=(YN/2)+(3.76*(as/Q))-NNo[i];
                  NO2[i]=as*((1/Q)-1);
                  NCO[i]=0;
                  NH2[i]=0;
               }
               else{
```

```
            KQ[i]= Math.pow(10, (2.743-(1.761/(T[i]/1000))-(1.611/(Math.pow((T[i]/1000),
2)))+(0.2803/(Math.pow((T[i]/1000), 3)))));
            //No
            kno [i]=Math.pow(10, (((0.0150879*Math.log(T[i]/1000))-
(4709.59/T[i])+(0.646096)+(0.000272805*T[i])-(Math.pow(10, -8)*0.154444)*Math.pow(T[i],
2)) ));
            NNo [i]= (Math.pow(kno[i], 0.5))/(2+Math.pow(kno[i], 0.5));
            NCO2[i]=YC-((-((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-
KQ[i])))+Math.sqrt(Math.pow(((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-KQ[i])), 2)-4*(1-KQ[i])*(-
YC*2*as*(1-(1/Q))*KQ[i])))/(2*(1-KQ[i]))-NNo[i];
            NH2O[i]=(YH/2)-2*as*(1-(1/Q))+((-((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-
KQ[i])))+Math.sqrt(Math.pow(((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-KQ[i])), 2)-4*(1-KQ[i])*(-
YC*2*as*(1-(1/Q))*KQ[i])))/(2*(1-KQ[i]));
            NN2[i]=(YN/2)+(3.76*(as/Q))-NNo[i];
            NO2[i]=0;
            NCO[i]=((-((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-
KQ[i])))+Math.sqrt(Math.pow(((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-KQ[i])), 2)-4*(1-KQ[i])*(-
YC*2*as*(1-(1/Q))*KQ[i])))/(2*(1-KQ[i]));
            NH2[i]=2*as*(1-(1/Q))-((-((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-
KQ[i])))+Math.sqrt(Math.pow(((YH/2)+KQ[i]*YC-2*as*(1-(1/Q))*(1-KQ[i])), 2)-4*(1-KQ[i])*(-
YC*2*as*(1-(1/Q))*KQ[i])))/(2*(1-KQ[i]));
        }
        MYgN2[i]=(as/Q)*3.76*(Myakıt/Yatom)*28.04*(Xy[i]);
        MYgO2[i]=(as/Q)*(Myakıt/Yatom)*31.998*(Xy[i]);
        MYuNo[i]=NNo[i]*(Myakıt/Yatom)*30.006*(Xy[i]-Xy[i-1])+MYuNo[i-1];
        MYuCo2[i]=NCO2[i]*(Myakıt/Yatom)*43.9991*(Xy[i]);
        MYuH2o[i]=NH2O[i]*(Myakıt/Yatom)*18.015*(Xy[i]);
        MYuN2[i]=NN2[i]*(Myakıt/Yatom)*28.04*(Xy[i]);
        MYuO2[i]=NO2[i]*(Myakıt/Yatom)*31.998*(Xy[i]);
        MYuCO[i]=NCO[i]*(Myakıt/Yatom)*28.0001*(Xy[i]);
        MYuH2[i]=NH2[i]*(Myakıt/Yatom)*2.016*(Xy[i]);
        MNo[i]=MYuNo[i];
        MN2[i]=MhavaN2+MartEgN2-MNo[i];
        MO2[i]=MhavaO2+MartEgO2-MYgO2[i]+MYuO2[i];
        MH2[i]=MYuH2[i];
        MCO[i]=MYuCo2[i];
```

```
            MH2o[i]=MartEgH2o+MYuH2o[i];
            MCo2[i]=MartEgCo2+MYuCo2[i];
            Qyakıt[i]=Hu*(Xy[i]-Xy[i-1])*Myakıt;
        }
        else {
            MN2[i]=MN2[i-1];
            MO2[i]=MO2[i-1];
            MH2[i]=MH2[i-1];
            MCO[i]=MCO[i-1];
            MH2o[i]=MH2o[i-1];
            MCo2[i]=MCo2[i-1];
            MNo[i]=MNo[i-1];
            Xy[i]=0;
            Qyakıt[i]=0;
        }
        // Cp Cv K
        CpN2[i]=(39.060-512.790*(Math.pow(T[i]/100, -1.5))+1072.78*(Math.pow(T[i]/100, -
2))-820.4*(Math.pow(T[i]/100, -3)))/28.014;
        CpO2[i]=(37.432+0.020102*(Math.pow(T[i]/100, -1.5))-178.57*(Math.pow(T[i]/100, -
1.5))+236.88*(Math.pow(T[i]/100, -2)))/31.998;
        CpH2[i]=(56.505-702.74*(Math.pow(T[i]/100, -0.75))+1165.0*(Math.pow(T[i]/100, -
1))-560.70*(Math.pow(T[i]/100, -1.5)))/2.016;
        CpCo[i]=(69.145-0.70463*(Math.pow(T[i]/100, 0.75))- 200.77*(Math.pow(T[i]/100, -
0.5))+ 176.76*(Math.pow(T[i]/100, -0.75)))/28.0001;
        CpH2o[i]=(143.05- 183.54*(Math.pow(T[i]/100, 0.25))+ 82.751*(Math.pow(T[i]/100,
0.5))- 3.6989*(Math.pow(T[i]/100, 1)))/18.015;
        CpCo2[i]=(-3.7357+30.529*(Math.pow(T[i]/100, 0.5))-4.1034*(Math.pow(T[i]/100,
1))+0.024198*(Math.pow(T[i]/100, 2)))/43.9991;
        CpNo[i] =(59.283-1.7096*(Math.pow(T[i]/100, 0.5))-70.613*(Math.pow(T[i]/100, -
0.5))+74.889*(Math.pow(T[i]/100, -1.5)))/30.006;
        CvN2[i]=CpN2[i]-0.2968;
        CvO2[i]=CpO2[i]-0.2598;
        CvH2[i]=CpH2[i]-4.1240;
        CvCo[i]=CpCo[i]-0.2968;
        CvH2o[i]=CpH2o[i]-0.4615;
        CvCo2[i]=CpCo2[i]-0.1889;
```

```
        CvNo[i]=CpNo[i]-0.277091;
CpKar[i]=(CpN2[i]*MN2[i]+CpO2[i]*MO2[i]+CpH2[i]*MH2[i]+CpCo[i]*MCO[i]+CpH2o[i]*MH2o[
i]+CpCo2[i]*MCo2[i]+CpNo[i]*MNo[i]);//(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+
MNo[i]);
CvKar[i]=(CvN2[i]*MN2[i]+CvO2[i]*MO2[i]+CvH2[i]*MH2[i]+CvCo[i]*MCO[i]+CvH2o[i]*MH2o[i
]+CvCo2[i]*MCo2[i]+CvNo[i]*MNo[i]);//(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+M
No[i]);
        Kkar[i]=CpKar[i]/CvKar[i];
        //Isı transferi (sogutma)
        // Hg silindir içi ısı taşınım katsayısı
        WortHız=Vort*2.28;
        Hg[i]=3.26*(Math.pow(D, -0.2))*(Math.pow(P[i], 0.8))*(Math.pow(T[i], -
0.5))*(Math.pow(WortHız, 0.8));
        Qs [i] =(alan[i]*(T[i]-Tw))/((1/Hg[i])+(XD/50)+(1/30));  //Suyun  ısı taşınım katsayısı
30W/m2K //dökme demirin ısı taşınım katsayısı 50 W/m2K
        Qw [i] =(Qs[i]*60*2)/(1000*N*180);
        if (i<1) {
           Qnet[i]=Qyakıt[i];
        }
        else{Qnet[i]=Qyakıt[i]-(Qw[i]-Qw[i-1]);
        }
        W [i]=P[i]*(hacim[i+1]-hacim[i]);//*(Kkar[i]/(Kkar[i]-1));
        T [i+1]=((Qnet[i]-W[i])/CvKar[i])+T[i];//+(T[0]*(-
Math.pow((hacim[0]/hacim[i]),(Kkar[i]-1))+Math.pow((hacim[0]/hacim[i+1]),(Kkar[i]-1))));
        P [i+1] =P[i]+(Qnet[i]*((Kkar[i]-1)/hacim[i]))-(Kkar[i]*(P[i]/hacim[i])*(hacim[i+1]-
hacim[i]));
        //kütlesel oran (kütle / toplam kütle )grafikler içim
        KOMN2[i]=MN2[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
        KOMO2[i]=MO2[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
        KOMH2[i]=MH2[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
        KOMCO[i]=MCO[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
        KOMH2o[i]=MH2o[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
        KOMCo2[i]=MCo2[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
        KOMNo[i]=MNo[i]/(MN2[i]+MO2[i]+MH2[i]+MCO[i]+MH2o[i]+MCo2[i]+MNo[i]);
      }
      // Performans Hesabı
```

```
        double TopPmi = 0;  //Toplam basıç
        double TopWi = 0;  //Toplam basıç
        double Pmi [] = new double[52];//Ort basınç basıç
        double Nt ; //termik verim
        double Surt[]= new double[52];
        double PeKw[]= new double[52] ;  //efektif güç kW
        double PeBg[]= new double[52] ;  //efektif güç bg
        double Me[]= new double[52] ;  //efektif moment
        double Be[]= new double[52] ;  //efektif özgül yakıt tüketimi
        double dev[] = new double[52]; //değişken devir
        double Wp[] = new double[52];  //ortalma hız
        double Nmo[] = new double[52];
        double Nmek[] = new double[52];
        for (int i = 0; i <52; i++) {
          dev[i]=900+i*100;
          Wp[i]=S*dev[i]/30;
        }
        // indikeortalama basıç
        for (int i = 0; i <((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-1; i++) {
          TopPmi+=P[i];
          TopWi+=W[i];
        }
        Nt=((r-1)*15*HFS)/((0.01*Math.pow(r, 2)+1.5*r+5)*(0.09*(HFS-1)+10*HFS+5));
        for (int i = 0; i <52; i++) {
          Nmo[i]=1-((67.3*0.1523*Wp[i]*As)/(0.2342*Hu*1.9*0.85));
          Nmek[i]=1-((0.024*HFS*(r+8.5)*(1-Nmo[i]))/(Nt));
          if (jCheckBox1.isSelected()) {
            Pmi[i]=((TopPmi+100*4*KMAsıkBas+P[((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-5]*4*(720-
KMAegBas))/2880)*((-0.000002*Math.pow(dev[i], 2)+0.0213*dev[i]+41.504)/100);
          }
          else  {
            Pmi[i]=((TopPmi+100*4*KMAsıkBas+P[((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-5]*4*(720-
KMAegBas))/2880)*((-0.000003*Math.pow(dev[i], 2)+0.0225*dev[i]+51.341)/100);
          }
          Surt[i]=((19.7*(Math.pow(r, 0.5))*S*Math.PI*D*(Math.pow((dev[i]/100),
2)))/1000)*((2*120)/(dev[i]*HacimKurs));
```

```
    PeKw[i]=((((Pmi[i]-Surt[i])*Nmek[i])*HacimKurs*dev[i]*Silindir)/(2*30));
    PeBg[i]=PeKw[i]*1.341;
    Me[i]=(PeKw[i]*9549)/dev[i];
    Be[i]=(Silindir*Myakıt*dev[i]*30)/PeKw[i];
}
//maksimun Sıcaklık
double maxT= T[0];
 for (int i = 0; i <((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-1; i++) {
if(T[i]>maxT) maxT=T[i];
 }
 double maxTi = 0;
 double arananmaxTi= maxT;
 for (int i = 0; i <((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-1; i++) {
    if(arananmaxTi==T[i]);
    maxTi=(i/4)+KMAsıkBas;
 }
 //maksimun Basınc
double maxP= P[0];
 for (int i = 0; i <((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-1; i++) {
if(P[i]>maxP) maxP=P[i];
 }
 double maxPi = 0;
 double arananmaxPi= maxP;
 for (int i = 0; i <((KMAegBas-KMAsıkBas)*4)-1; i++) {
    if(arananmaxPi==P[i]);
    maxPi=(i/4)+KMAsıkBas;
 }
  //maksimun güç
double maxPekw= PeKw[0];
double maxPebg= PeBg[0];
 for (int i = 0; i <52; i++) {
if(PeKw[i]>maxPekw) maxPekw=PeKw[i];
if(PeBg[i]>maxPebg) maxPebg=PeBg[i];
 }
 double maxPei = 0;
 double arananmaxPei= maxPekw;
```

```
 for (int i = 0; i <52; i++) {
    if(arananmaxPei==PeKw[i]);
    maxPei=dev[i];
 }
//maksimun moment
double maxme= Me[0];
 for (int i = 0; i <52; i++) {
if(Me[i]>maxme) maxme=Me[i];
 }
 double maxmei = 0;
 double arananmaxmei= maxme;
 for (int i = 0; i <52; i++) {
    if(arananmaxmei==Me[i]);
    maxmei=dev[i];
 }
XSSFWorkbook asd =new XSSFWorkbook();
XSSFSheet   sheet = asd.createSheet("Termo");// alttaki bölümleri oluşturur
XSSFSheet   sheet2 = asd.createSheet("Performans");
XSSFRow row;
XSSFRow row2;
row= sheet.createRow(0);
row2= sheet2.createRow(0);
XSSFCell cellR10= row.createCell(0);
XSSFCell cellR11= row.createCell(1);
XSSFCell cellR12= row.createCell(2);
XSSFCell cellR13= row.createCell(3);
XSSFCell cellR14= row.createCell(4);
XSSFCell cellR15= row.createCell(5);
XSSFCell cellR16= row.createCell(6);
XSSFCell cellR17= row.createCell(7);
XSSFCell cellR18= row.createCell(8);
XSSFCell cellR19= row.createCell(9);
XSSFCell cellR110= row.createCell(10);
XSSFCell cellR111= row.createCell(11);
XSSFCell cellR113= row.createCell(13);
XSSFCell cellR114= row.createCell(14);
```

```
XSSFCell cellR115= row.createCell(15);
XSSFCell cellR116= row.createCell(16);
XSSFCell cellR117= row.createCell(17);
XSSFCell cellR118= row.createCell(18);
XSSFCell cellR119= row.createCell(19);
cellR10.setCellValue("Acı");
cellR11.setCellValue("Hacim");
cellR12.setCellValue("Alan");
cellR13.setCellValue("Sıcaklık");
cellR14.setCellValue("Basınç");
cellR15.setCellValue("N2 Kütle");
cellR16.setCellValue("O2 Kütle");
cellR17.setCellValue("H2 Kütle");
cellR18.setCellValue("CO Kütle");
cellR19.setCellValue("H2O Kütle");
cellR110.setCellValue("CO2 Kütle");
cellR111.setCellValue("NO Kütle");
cellR113.setCellValue("N2 Kütle Oranı");
cellR114.setCellValue("O2 Kütle Oranı");
cellR115.setCellValue("H2 Kütle Oranı");
cellR116.setCellValue("CO Kütle Oranı");
cellR117.setCellValue("H2O Kütle Oranı");
cellR118.setCellValue("CO2 Kütle Oranı");
cellR119.setCellValue("NO Kütle Oranı");
XSSFCell cellR20= row2.createCell(0);
XSSFCell cellR21= row2.createCell(1);
XSSFCell cellR22= row2.createCell(2);
XSSFCell cellR23= row2.createCell(3);
XSSFCell cellR24= row2.createCell(4);
cellR20.setCellValue("Devir");
cellR21.setCellValue("Efektif Güç KW");
cellR22.setCellValue("Efektif Güç BG");
cellR23.setCellValue("Efektif Moment");
cellR24.setCellValue("Efektif Özgül Yakıt Tük.");
XYSeries hacimm1= new XYSeries("HAcim");
for (int i = 0; i < aci.length; i++) {
```

```
            hacimm1.add(aci[i], hacim[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseeth1=new XYSeriesCollection();
        dataseeth1.addSeries(hacimm1);
        JFreeChart hacimj1 =ChartFactory.createXYLineChart("HACİM GRAFİĞİ", "Açı  (Derece)",
"Hacim (m^3)", dataseeth1, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        ChartPanel hacimp1 =new ChartPanel(hacimj1);
        for (int i = 0; i < aci.length; i++) {
          row= sheet.createRow(i+1);
          for (int j = 0; j <27 ; j++) {
            XSSFCell cell = row.createCell(j);
            if( cell.getColumnIndex()==0){
              cell.setCellValue(aci[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==1){
              cell.setCellValue(hacim[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==2){
              cell.setCellValue(alan[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==3){
              cell.setCellValue(T[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==4){
              cell.setCellValue(P[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==5){
              cell.setCellValue(MN2[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==6){
              cell.setCellValue(MO2[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==7){
              cell.setCellValue(MH2[i]);
            }
            else if( cell.getColumnIndex()==8){
```

```
            cell.setCellValue(MCO[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==9){
            cell.setCellValue(MH2o[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==10){
            cell.setCellValue(MCo2[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==11){
            cell.setCellValue(MNo[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==13){
            cell.setCellValue(KOMN2[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==14){
            cell.setCellValue(KOMO2[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==15){
            cell.setCellValue(KOMH2[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==16){
            cell.setCellValue(KOMCO[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==17){
            cell.setCellValue(KOMH2o[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==18){
            cell.setCellValue(KOMCo2[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==19){
            cell.setCellValue(KOMNo[i]);
        }
        else if( cell.getColumnIndex()==20){
            // cell.setcel
        }
    }
```

```
}
for (int i = 0; i < dev.length; i++) {
   row2= sheet2.createRow(i+1);
   for (int j = 0; j <27 ; j++) {
      XSSFCell cell = row2.createCell(j);
      if( cell.getColumnIndex()==0){
         cell.setCellValue(dev[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==1){
         cell.setCellValue(PeKw[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==2){
         cell.setCellValue(PeBg[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==3){
         cell.setCellValue(Me[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==4){
         cell.setCellValue(Be[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==5){
         cell.setCellValue(Me[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==6){
         cell.setCellValue(Be[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==7){
         cell.setCellValue(Pmi[i]);
      }
      if( cell.getColumnIndex()==8){
         cell.setCellValue(Surt[i]);
      }
   }
}
File klasör =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar");
klasör.mkdir();
```

```
        try{
            FileOutputStream out = new FileOutputStream(new File("C:\\Users\\ozan
yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Sonuclar.xlsx"));
            asd.write(out);
            out.close();
        } catch (FileNotFoundException ex) {
            Logger.getLogger(NewJFrame.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        } catch (IOException ex) {
            Logger.getLogger(NewJFrame.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        }
        //grafik
        //hacim
        XYSeries hacimm= new XYSeries("HAcim");
        for (int i = 0; i < aci.length; i++) {
            hacimm.add(aci[i], hacim[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseeth=new XYSeriesCollection();
        dataseeth.addSeries(hacimm);
        JFreeChart hacimj =ChartFactory.createXYLineChart("HACİM GRAFİĞİ", "Açı  (Derece)",
"Hacim (m^3)", dataseeth, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        XYPlot ploth=hacimj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer hacimr=new XYLineAndShapeRenderer();
        hacimr.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        hacimr.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel hacimp =new ChartPanel(hacimj);
        hacimf.setSize(800,600);
        hacimf.add(hacimp);
        //basınc
        XYSeries basınc= new XYSeries("Basınç");
        for (int i = 0; i < aci.length; i++) {
            basınc.add(aci[i], P[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseet=new XYSeriesCollection();
        dataseet.addSeries(basınc);
        JFreeChart basınç =ChartFactory.createXYLineChart("BASINÇ GRAFİĞİ", "Açı  (Derece)",
"Basınç  (Kpa)", dataseet, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
```

```
        XYPlot plot=basınç.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer basıncr=new XYLineAndShapeRenderer();
        basıncr.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        basıncr.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel basınçp=new ChartPanel(basınç);
        basınçf.setSize(800,600);
        //basınçf.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        basınçf.add(basınçp);
        //sıcaklık
        XYSeries sıcaklık= new XYSeries("sıcaklık");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
          sıcaklık.add(aci[i], T[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseets=new XYSeriesCollection();
        dataseets.addSeries(sıcaklık);
        JFreeChart sıcaklıkj =ChartFactory.createXYLineChart("Sıcaklık GRAFİĞİ", "Açı  (Derece)",
"Sıcaklık   (K)", dataseets, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);

        XYPlot plot1=sıcaklıkj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer sıcaklıkr=new XYLineAndShapeRenderer();
        sıcaklıkr.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        sıcaklıkr.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));

        ChartPanel sıcaklıkp =new ChartPanel(sıcaklıkj);

        sıcaklıkf.setSize(800,600);
        sıcaklıkf.add(sıcaklıkp);
        //N2 kütlesel oran
        XYSeries xyn2= new XYSeries("N2 Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
          xyn2.add(aci[i], KOMN2[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetn2=new XYSeriesCollection();
        dataseetn2.addSeries(xyn2);
        JFreeChart n2j =ChartFactory.createXYLineChart("N2 Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "N2 Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseetn2, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
```

```
        XYPlot plot2=n2j.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer n2r=new XYLineAndShapeRenderer();
        n2r.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        n2r.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel n2p =new ChartPanel(n2j);
        n2f.setSize(800,600);
        n2f.add(n2p);
        //O2 kütlesel oran
        XYSeries xyo2= new XYSeries("O2 Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
           xyo2.add(aci[i], KOMO2[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseeto2=new XYSeriesCollection();
        dataseeto2.addSeries(xyo2);
        JFreeChart o2j =ChartFactory.createXYLineChart("O2 Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "O2 Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseeto2, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        XYPlot plot3=o2j.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer o2r=new XYLineAndShapeRenderer();
        o2r.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        o2r.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel o2p =new ChartPanel(o2j);
        o2f.setSize(800,600);
        o2f.add(o2p);
        //CO2 kütlesel oran
        XYSeries xyco2= new XYSeries("CO2 Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
           xyco2.add(aci[i], KOMCo2[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetco2=new XYSeriesCollection();
        dataseetco2.addSeries(xyco2);
        JFreeChart co2j =ChartFactory.createXYLineChart("CO2 Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "CO2 Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseetco2, PlotOrientation.VERTICAL, true, true,
true);
        XYPlot plot4=co2j.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer co2r=new XYLineAndShapeRenderer();
        co2r.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
```

```
        co2r.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel co2p =new ChartPanel(co2j);
        co2f.setSize(800,600);
        co2f.add(co2p);
        //CO kütlesel oran
        XYSeries xyco= new XYSeries("CO Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
           xyco.add(aci[i], KOMCO[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetco=new XYSeriesCollection();
        dataseetco.addSeries(xyco);
        JFreeChart coj =ChartFactory.createXYLineChart("CO Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "CO Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseetco, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        XYPlot plot5=coj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer cor=new XYLineAndShapeRenderer();
        cor.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        cor.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel cop =new ChartPanel(coj);
        cof.setSize(800,600);
        cof.add(cop);
        //NO kütlesel oran
        XYSeries xyno= new XYSeries("NO Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
           xyno.add(aci[i], KOMNo[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetno=new XYSeriesCollection();
        dataseetno.addSeries(xyno);
        JFreeChart noj =ChartFactory.createXYLineChart("NO Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "NO Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseetno, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        XYPlot plot6=noj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer nor=new XYLineAndShapeRenderer();
        nor.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        nor.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel nop =new ChartPanel(noj);
        nof.setSize(800,600);
        nof.add(nop);
```

```
        //H2O kütlesel oran
        XYSeries xyho= new XYSeries("H2O Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
           xyho.add(aci[i], KOMH2o[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetho=new XYSeriesCollection();
        dataseetho.addSeries(xyho);
        JFreeChart hoj =ChartFactory.createXYLineChart("H2O Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "H2O Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseetho, PlotOrientation.VERTICAL, true, true,
true);
        XYPlot plot7=hoj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer hor=new XYLineAndShapeRenderer();
        hor.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        hor.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel hop =new ChartPanel(hoj);
        h2of.setSize(800,600);
        h2of.add(hop);
        //H2 kütlesel oran
        XYSeries xyh2= new XYSeries("H2 Kütlesel Oran");
        for (int i = 0; i < aci.length-1; i++) {
           xyh2.add(aci[i], KOMH2[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseeth2=new XYSeriesCollection();
        dataseeth2.addSeries(xyh2);
        JFreeChart h2j =ChartFactory.createXYLineChart("H2 Kütlesel Oran Grafiği", "Açı
(Derece)", "H2 Kütlesel Oran (Kg/Kg)", dataseeth2, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        XYPlot plot8=h2j.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer h2r=new XYLineAndShapeRenderer();
        h2r.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        h2r.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel h2p =new ChartPanel(h2j);
        h2f.setSize(800,600);
        h2f.add(h2p);
        //güç
        XYSeries xyguc= new XYSeries("Güç KW");
        for (int i = 0; i < dev.length; i++) {
```

```
            xyguc.add(dev[i], PeKw[i]);
        }
        XYSeries xygucbg= new XYSeries("Güç Bg");
        for (int i = 0; i < dev.length; i++) {
            xygucbg.add(dev[i], PeBg[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetguc=new XYSeriesCollection();
        dataseetguc.addSeries(xyguc);
        dataseetguc.addSeries(xygucbg);
        JFreeChart gucj =ChartFactory.createXYLineChart("Güç Grafiği", "Devir (Devir/Dakika)",
"Güç ", dataseetguc, PlotOrientation.VERTICAL, true, true, true);
        XYPlot plot9=gucj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer gucr=new XYLineAndShapeRenderer();
        gucr.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        gucr.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel gucp =new ChartPanel(gucj);
        gucf.setSize(800,600);
        gucf.add(gucp);
        // Moment
        XYSeries xymoment= new XYSeries("Moment");
        for (int i = 0; i <dev.length; i++) {
            xymoment.add(dev[i], Me[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetmoment=new XYSeriesCollection();
        dataseetmoment.addSeries(xymoment);
        JFreeChart momentj =ChartFactory.createXYLineChart("Moment Grafiği", "Devir
(Devir/Dakika)", "Moment (N.m)", dataseetmoment, PlotOrientation.VERTICAL, true, true,
true);
        XYPlot plot10=momentj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer momentr=new XYLineAndShapeRenderer();
        momentr.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        momentr.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel momentp =new ChartPanel(momentj);
        momentf.setSize(800,600);
        momentf.add(momentp);
        // Özgül Yakıt Tüketimi
```

```
        XYSeries xyöyt= new XYSeries("Özgül Yakıt Tüketimi");
        for (int i = 0; i <dev.length; i++) {
           xyöyt.add(dev[i], Be[i]);
        }
        XYSeriesCollection dataseetöyt=new XYSeriesCollection();
        dataseetöyt.addSeries(xyöyt);
        JFreeChart öytj =ChartFactory.createXYLineChart("Özgül Yakıt Tüketimi", "Devir
(Devir/Dakika)", "Özgül Yakıt Tüketimi(Kg/KW.h)", dataseetöyt ,PlotOrientation.VERTICAL,
true, true, true);
        XYPlot plot11=öytj.getXYPlot();
        XYLineAndShapeRenderer öytr=new XYLineAndShapeRenderer();
        öytr.setSeriesPaint(0, Color.BLUE);
        öytr.setSeriesStroke(0, new BasicStroke(4.0f));
        ChartPanel öytp =new ChartPanel(öytj);
        öytf.setSize(800,600);
        öytf.add(öytp);
        try {
           final ChartRenderingInfo info1= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
           final File file1 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Hacim.png");
           ChartUtilities.saveChartAsPNG(file1, hacimj, 800, 600, info1);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
           final ChartRenderingInfo info2= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
           final File file2 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Basınç.png");
           ChartUtilities.saveChartAsPNG(file2, basınç, 800, 600, info2);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
           final ChartRenderingInfo info3= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
           final File file3 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Sıcaklık.png");
```

```
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file3, sıcaklıkj, 800, 600, info3);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info4= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file4 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Güç.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file4, gucj, 800, 600, info4);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info5= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file5 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Moment.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file5, momentj, 800, 600, info5);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info6= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file6 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Özgül
Yakıt.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file6, öytj, 800, 600, info6);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info7= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file7 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\N2.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file7, n2j, 800, 600, info7);
        }
        catch (IOException e) {
```

```
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info8= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file8 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\O2.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file8, o2j, 800, 600, info8);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info9= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file9 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\CO2.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file9, co2j, 800, 600, info9);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info10= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file10 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\CO.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file10, coj, 800, 600, info10);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info11= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file11 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\NO.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file11, noj, 800, 600, info11);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info12= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
```

```
            final File file12 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\H2O.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file12, hoj, 800, 600, info12);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        try {
            final ChartRenderingInfo info13= new ChartRenderingInfo( new
StandardEntityCollection());
            final File file13 =new File("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\H2.png");
            ChartUtilities.saveChartAsPNG(file13, h2j, 800, 600, info13);
        }
        catch (IOException e) {
        }
        //Pdf
        Document pdf =new Document();
        PdfWriter.getInstance((com.itextpdf.text.Document) pdf, new
FileOutputStream("C:\\Users\\ozan yazar\\Desktop\\Sonuclar\\Sonuçlar.pdf"));
        pdf.open();
         BaseFont bf = BaseFont.createFont(BaseFont.TIMES_ROMAN, "Cp1254",
BaseFont.EMBEDDED);
         Font f1 = new Font(bf, 14, Font.BOLD, BaseColor.BLACK);
         Font f2 = new Font(bf, 14, Font.NORMAL, BaseColor.BLACK);
         Font f3 = new Font(bf, 16, Font.BOLD, BaseColor.BLUE);
         Paragraph başlık= new Paragraph("                                        RAPOR",f3);
         Paragraph boşluk= new Paragraph("");
          PdfPTable pdftable = new PdfPTable(2);
        //1.Satır
        PdfPCell  pdfc1 =new PdfPCell(new Paragraph("Motor Türü",f1));
        String a,a1,a2;
        if (jCheckBox1.isSelected()) {a="Buji ateşlemeli";
        a1="Ateşleme Başlangıcı";
        a2="Ateşleme Sonu";
        }
        else  { a="Sıkıştırma ateşlemeli";
        a1="Püskürkme Başlangıçı";
        a2="Püskürkme Sonu";
```

```
}
PdfPCell  pdfc2 =new PdfPCell(new Paragraph(a,f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//2. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Silindir Sayısı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Silindir),f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//3. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Silindir Çapı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(D)+"  m",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//4.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Strok Uzunluğu",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(S)+"  m",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//5.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Biyel Uzunluğu",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(L)+"  m",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//6.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Krank Yarı Çapı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(A)+"  m",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//7.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Sıkıştırma Oranı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(r),f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//8.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Devir",f1));
```

```
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(N),f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//9.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Pistonun Ortalama Hızı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Vort)+"  m/s",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//10.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Yanma Odası Hacmi",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(HacimVc)+"  m3",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//11.satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Strok Hacmi",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(HacimKurs)+"  m3",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//12. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Toplam Hacim",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(HacimTop)+"  m3",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//13. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Emme Supanının Kapanması (KMA) ",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(KMAsıkBas)+"  Derece",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
 //14. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Egzoz Supanının Açılması (KMA) ",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(KMAegBas)+"  Derece",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//15. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph(a1+" (KMA)",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Xb)+"  Derece",f2));
```

```
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //16. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph(a2+" (KMA)",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Xs)+"  Derece",f2));
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //17. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Yakıt",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf("C"+YC+"  H"+YH+"  O"+YO+"
N"+YN),f2));
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //18. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Hava Fazlalık Katsayısı",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(HFS),f2));
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //19. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Emilen Hava Basıncı",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Phava)+"  kPa",f2));
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //20. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Emilen Hava Sıcaklığı",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Thava)+"  K",f2));
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //21. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Soğutma Suyu Sıcaklığı",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Tw)+"  K",f2));
        pdftable.addCell(pdfc1);
        pdftable.addCell(pdfc2);
        //22. satır
        pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Hava Miktarı",f1));
        pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Mhava)+"  kg",f2));
```

```
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//23. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Yakıt Miktarı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Myakıt)+"  kg",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//24. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Hava Yakıt Oranı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(Mhava/Myakıt)+"  ",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
 //25. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Yakıtın Stokiyometrik Oranı",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(As),f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
 //26. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Basınç",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxP)+"  kPa",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//27. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Basınç Açısı (KMA)",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxPi)+"  Derece",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//28. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Sıcaklık",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxT)+"  kPa",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//29. satır
pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Sıcaklık Açısı (KMA)",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxTi)+"  Derece",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
```

```
pdftable.addCell(pdfc2);
//30.satır
 pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Güç",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxPekw)+"  kW",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//31. satır
 pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Güç",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxPebg)+"  BG",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//32. satır
 pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Güç Açısı (KMA)",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxPei)+"  Devir",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
 //31. satır
 pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Moment",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxme)+"  N.m",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);
//32. satır
 pdfc1=new PdfPCell(new Paragraph("Maksimum Moment Açısı (KMA)",f1));
pdfc2=new PdfPCell(new Paragraph( String.valueOf(maxmei)+"  Devir",f2));
pdftable.addCell(pdfc1);
pdftable.addCell(pdfc2);

pdf.add(başlık);
pdf.add(boşluk);
pdf.add(boşluk);
pdf.add(pdftable);
pdf.close();
} catch (DocumentException | FileNotFoundException ex) {
 Logger.getLogger(NewJFrame.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
} catch (IOException ex) {
 Logger.getLogger(NewJFrame.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
```

```
    }
    //grafik
        //grafik
}
private void jButton13MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton13.setForeground(Color.BLACK);
}
private void jButton13MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton13.setForeground(Color.BLUE);
}
private void jButton13MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(false);
    Motorboyutu.setVisible(false);
    yakıt.setVisible(false);
    Krankacı.setVisible(false);
    Artıkgaz.setVisible(false);
    Hesapla.setVisible(true);
    sonuc.setVisible(false);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
}
private void jButton12MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
    jButton12.setForeground(Color.BLACK);
}
private void jButton12MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
    jButton12.setForeground(Color.BLUE);
}
private void jButton12MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
    // TODO add your handling code here:
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(false);
    Motorboyutu.setVisible(false);
    yakıt.setVisible(false);
    Krankacı.setVisible(false);
    Artıkgaz.setVisible(true);
    Hesapla.setVisible(false);
    sonuc.setVisible(false);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
  }
  private void jButton7MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton7.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton7MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton7.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton7MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:jPanel7.setVisible(false);
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(false);
    Motorboyutu.setVisible(false);
    yakıt.setVisible(true);
    Krankacı.setVisible(false);
    Artıkgaz.setVisible(false);
    Hesapla.setVisible(false);
    sonuc.setVisible(false);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
```

```
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
  }
  private void jButton6MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton6.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton6MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton6.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton6MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(false);
    Motorboyutu.setVisible(false);
    yakıt.setVisible(false);
    Krankacı.setVisible(true);
    Artıkgaz.setVisible(false);
    Hesapla.setVisible(false);
    sonuc.setVisible(false);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
  }
  private void jButton3MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton3.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton3MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton3.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton3MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
    // TODO add your handling code here:jPanel7.setVisible(false);
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(false);
    Motorboyutu.setVisible(true);
    yakıt.setVisible(false);
    Krankacı.setVisible(false);
    Artıkgaz.setVisible(false);
    Hesapla.setVisible(false);
    sonuc.setVisible(false);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
  }
  private void jButton1MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
    jButton1.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton1MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton1.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton1MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(true);
    Motorboyutu.setVisible(false);
    yakıt.setVisible(false);
    Krankacı.setVisible(false);
    Artıkgaz.setVisible(false);
    Hesapla.setVisible(false);
    sonuc.setVisible(false);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
```

```
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
  }
  private void jButton15MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton13MouseClicked(evt);
  }
  private void jButton16MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton6MouseClicked(evt);
  }
  private void jButton19MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    basınçf.setVisible(true);
  }
  private void jButton19MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton19.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton18MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    giris.setVisible(false);
    Motorturu.setVisible(false);
    Motorboyutu.setVisible(false);
    yakıt.setVisible(false);
    Krankacı.setVisible(false);
    Artıkgaz.setVisible(false);
    Hesapla.setVisible(false);
    sonuc.setVisible(true);
    jLabel57.setBackground(new java.awt.Color(102, 204, 255));
    jLabel35.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel5.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel15.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel14.setBackground(new java.awt.Color(255,255,255));
    jLabel56.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
    jLabel4.setBackground(new java.awt.Color(255, 255, 255));
  }
  private void jButton18MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton18.setForeground(Color.BLUE);
```

```
    }
    private void jButton18MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton18.setForeground(Color.BLACK);
    }
    private void jButton19MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton19.setForeground(Color.BLUE);
    }
    private void jButton20MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      sıcaklıkf.setVisible(true);
    }

    private void jButton20MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton20.setForeground(Color.BLUE);
    }
    private void jButton20MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton20.setForeground(Color.BLACK);
    }
    private void jButton21MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        hacimf.setVisible(true);
    }
    private void jButton21MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton21.setForeground(Color.BLUE);
   }
    private void jButton21MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton21.setForeground(Color.BLACK);
    }
    private void jButton22MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
      n2f.setVisible(true);
    }
    private void jButton22MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton22.setForeground(Color.BLUE);
    }
    private void jButton22MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton22.setForeground(Color.BLACK);
    }
    private void jButton23MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
    o2f.setVisible(true);
}
private void jButton23MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton23.setForeground(Color.BLUE);
}
private void jButton23MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton23.setForeground(Color.BLACK);
}
private void jButton24MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   co2f.setVisible(true);
}
private void jButton24MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton24.setForeground(Color.BLUE);
}
private void jButton24MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton24.setForeground(Color.BLACK);
}
private void jButton25MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   nof.setVisible(true);
}
private void jButton25MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton25.setForeground(Color.BLUE);
}
private void jButton25MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton25.setForeground(Color.BLACK);
}
private void jButton26MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   h2f.setVisible(true);
}
private void jButton26MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton26.setForeground(Color.BLUE);
}
private void jButton26MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton26.setForeground(Color.BLACK);
}
private void jButton27MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
    h2of.setVisible(true);
  }
  private void jButton27MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton27.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton27MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton27.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton28MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    cof.setVisible(true);
  }
  private void jButton28MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton28.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton28MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton28.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton29MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
     gucf.setVisible(true);
  }
  private void jButton29MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton29.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton29MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    jButton29.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton30MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    momentf.setVisible(true);
  }
  private void jButton30MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton30.setForeground(Color.BLUE);
  }
  private void jButton30MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
   jButton30.setForeground(Color.BLACK);
  }
  private void jButton31MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
        öytf.setVisible(true);
    }
    private void jButton31MouseEntered(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton31.setForeground(Color.BLUE);
    }
    private void jButton31MouseExited(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        jButton31.setForeground(Color.BLACK);
    }
    private void jTextField2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        // TODO add your handling code here:
    }
    /**
     * @param args the command line arguments
     */
    public static void main(String args[]) {
        try {
            for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
                if ("Windos".equals(info.getName())) {
                    javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                    break;
                }
            }
        } catch (ClassNotFoundException | InstantiationException | IllegalAccessException |
javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {
java.util.logging.Logger.getLogger(NewJFrame.class.getName()).log(java.util.logging.Level.SEVE
RE, null, ex);
        }
        //</editor-fold>
        //</editor-fold>
        /* Create and display the form */
        java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                new NewJFrame().setVisible(true);
            }
        });
```

```
    }
    // Variables declaration - do not modify
    private javax.swing.JPanel Artıkgaz;
    private javax.swing.JPanel Hesapla;
    private javax.swing.JPanel Krankacı;
    private javax.swing.JScrollPane Mesaj;
    private javax.swing.JPanel Motorboyutu;
    private javax.swing.JPanel Motorturu;
    private javax.swing.JPanel Orta;
    private javax.swing.JScrollPane Ozellik;
    private javax.swing.JPanel giris;
    private javax.swing.JButton jButton1;
    private javax.swing.JButton jButton10;
    private javax.swing.JButton jButton11;
    private javax.swing.JButton jButton12;
    private javax.swing.JButton jButton13;
    private javax.swing.JButton jButton14;
    private javax.swing.JButton jButton15;
    private javax.swing.JButton jButton16;
    private javax.swing.JButton jButton18;
    private javax.swing.JButton jButton19;
    private javax.swing.JButton jButton2;
    private javax.swing.JButton jButton20;
    private javax.swing.JButton jButton21;
    private javax.swing.JButton jButton22;
    private javax.swing.JButton jButton23;
    private javax.swing.JButton jButton24;
    private javax.swing.JButton jButton25;
    private javax.swing.JButton jButton26;
    private javax.swing.JButton jButton27;
    private javax.swing.JButton jButton28;
    private javax.swing.JButton jButton29;
    private javax.swing.JButton jButton3;
    private javax.swing.JButton jButton30;
    private javax.swing.JButton jButton31;
    private javax.swing.JButton jButton4;
```

```
private javax.swing.JButton jButton5;
private javax.swing.JButton jButton6;
private javax.swing.JButton jButton7;
private javax.swing.JButton jButton8;
private javax.swing.JButton jButton9;
private javax.swing.JCheckBox jCheckBox1;
private javax.swing.JCheckBox jCheckBox2;
private javax.swing.JLabel jLabel1;
private javax.swing.JLabel jLabel10;
private javax.swing.JLabel jLabel11;
private javax.swing.JLabel jLabel13;
private javax.swing.JLabel jLabel14;
private javax.swing.JLabel jLabel15;
private javax.swing.JLabel jLabel16;
private javax.swing.JLabel jLabel17;
private javax.swing.JLabel jLabel18;
private javax.swing.JLabel jLabel19;
private javax.swing.JLabel jLabel2;
private javax.swing.JLabel jLabel20;
private javax.swing.JLabel jLabel21;
private javax.swing.JLabel jLabel22;
private javax.swing.JLabel jLabel23;
private javax.swing.JLabel jLabel24;
private javax.swing.JLabel jLabel25;
private javax.swing.JLabel jLabel26;
private javax.swing.JLabel jLabel27;
private javax.swing.JLabel jLabel28;
private javax.swing.JLabel jLabel29;
private javax.swing.JLabel jLabel3;
private javax.swing.JLabel jLabel30;
private javax.swing.JLabel jLabel31;
private javax.swing.JLabel jLabel32;
private javax.swing.JLabel jLabel33;
private javax.swing.JLabel jLabel34;
private javax.swing.JLabel jLabel35;
private javax.swing.JLabel jLabel36;
```

```
private javax.swing.JLabel jLabel37;
private javax.swing.JLabel jLabel38;
private javax.swing.JLabel jLabel39;
private javax.swing.JLabel jLabel4;
private javax.swing.JLabel jLabel40;
private javax.swing.JLabel jLabel41;
private javax.swing.JLabel jLabel42;
private javax.swing.JLabel jLabel43;
private javax.swing.JLabel jLabel44;
private javax.swing.JLabel jLabel45;
private javax.swing.JLabel jLabel46;
private javax.swing.JLabel jLabel47;
private javax.swing.JLabel jLabel48;
private javax.swing.JLabel jLabel49;
private javax.swing.JLabel jLabel5;
private javax.swing.JLabel jLabel50;
private javax.swing.JLabel jLabel51;
private javax.swing.JLabel jLabel56;
private javax.swing.JLabel jLabel57;
private javax.swing.JLabel jLabel6;
private javax.swing.JLabel jLabel7;
private javax.swing.JLabel jLabel8;
private javax.swing.JLabel jLabel9;
private javax.swing.JMenu jMenu1;
private javax.swing.JMenu jMenu2;
private javax.swing.JMenuBar jMenuBar1;
private javax.swing.JPanel jPanel1;
private javax.swing.JPanel jPanel2;
private javax.swing.JPanel jPanel5;
private javax.swing.JPanel jPanel6;
private javax.swing.JSeparator jSeparator1;
private javax.swing.JSeparator jSeparator2;
private javax.swing.JSeparator jSeparator3;
private javax.swing.JSeparator jSeparator4;
private javax.swing.JSeparator jSeparator5;
private javax.swing.JSeparator jSeparator6;
```

```
    private javax.swing.JSeparator jSeparator7;
    private javax.swing.JTabbedPane jTabbedPane1;
    private javax.swing.JTabbedPane jTabbedPane2;
    private javax.swing.JTextField jTextField1;
    private javax.swing.JTextField jTextField10;
    private javax.swing.JTextField jTextField11;
    private javax.swing.JTextField jTextField12;
    private javax.swing.JTextField jTextField13;
    private javax.swing.JTextField jTextField14;
    private javax.swing.JTextField jTextField15;
    private javax.swing.JTextField jTextField16;
    private javax.swing.JTextField jTextField17;
    private javax.swing.JTextField jTextField18;
    private javax.swing.JTextField jTextField19;
    private javax.swing.JTextField jTextField2;
    private javax.swing.JTextField jTextField20;
    private javax.swing.JTextField jTextField21;
    private javax.swing.JTextField jTextField22;
    private javax.swing.JTextField jTextField23;
    private javax.swing.JTextField jTextField24;
    private javax.swing.JTextField jTextField25;
    private javax.swing.JTextField jTextField26;
    private javax.swing.JTextField jTextField3;
    private javax.swing.JTextField jTextField4;
    private javax.swing.JTextField jTextField5;
    private javax.swing.JTextField jTextField6;
    private javax.swing.JTextField jTextField7;
    private javax.swing.JTextField jTextField8;
    private javax.swing.JTextField jTextField9;
    private javax.swing.JToolBar jToolBar1;
    private javax.swing.JPanel sonuc;
    private javax.swing.JPanel yakıt;
    // End of variables declaration
}
```

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı **:** Ozan YAZAR

Doğum Tarihi **:** 27.07.1994

E-mail **:** ozan199465@gmail.com

Öğrenim Durumu **:**

Derece	**Bölüm/Program**	**Üniversite**	**Yıl**
Lisans	Otomotiv Mühendisliği	Afyon Kocatepe Üniversitesi	2012-2017
Yüksek Lisans	Makine Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2018-2020