

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜÇÜK TIP BİYODİZEL YAKIT REAKTÖRLERİNİN
EKONOMİKLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Çağlar GÜNAL

Makine Mühendisliği Enerji Makineleri Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Muammer ÖZKAN

İstanbul, 2006

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	i
KISALTIMA LİSTESİ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Biodiesel Tanımı.....	1
1.2 Biodiesel Üretimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	1
1.3 Biodiesel Yakıt Özellikleri.....	2
1.4 Biodieselin Motor Performansına Olan Etkileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	4
1.5 Biodieselin Emisyon ve Hava Kalitesine Olan Etkileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2. BİODIESEL YAKITININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI.....	6
3. DÜNYADA ve AVRUPA BİRLİĞİNDE BİYOYAKIT.....	7
4. ÜLKEMİZDE BİYOYAKIT.....	7
5. TEZ KAPSAMINDA YAPILAN UYGULAMANIN KONUSU ve YAPILACAK ÇALIŞMALARIN TANIMLANMASI.....	8
5.1 Uygulamanın Amacı.....	8
5.2 Uygulama.....	8
5.3 Gerekli Bilgiler.....	8
6. BİRİM TARIM ALANI İÇİN ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ HESAPLAMASI.....	8
6.1 Tarım Makinalarında Güç Gereksinimi.....	9
6.2 Traktöre Etki Eden Kuvvetler.....	9
6.2.1 Statik Durumda Etkili Kuvvetler.....	9
6.2.2 Dinamik Durumda Etki Eden Kuvvetler.....	9
6.2.2.1 Traktörlerde Kuvvet ve Güç Analizi.....	9
6.2.2.1.1 Yuvarlanma Direnci.....	10
6.2.2.1.2 Çeki Direnci.....	11
6.2.2.1.3 Yokuş Direnci.....	11
6.2.2.1.4 Hava Direnci.....	12
6.2.2.2 Pulluk ve Diğer Tarım Aletlerinde Çeki Kuvveti ve Çeki Gücü Hesaplanması... ..	12
6.3 Birim Alan için Yakıt Tüketimi Hesaplama Programı.....	15
6.4 Yakıt Tüketimi Programı Mantık Akışı ve Yapılan İşlemlerin Detayları.....	16
6.5 Örnek Bir Traktör Modeli için Motor Haritası ve İdeal Yakıt Tüketimi Hesabı ..	19

7.	NORMAL DİESEL YAKITI ve BİODİESEL YAKITI MALİYETLERİ.....	21
7.1	Diesel Yakıtı Maliyetleri.....	21
7.2	Biodiesel Üretimi Yapan Bir Tesisten Yakıt Satın Alınması.....	21
7.3	Biodiesel Üretimi ve Birim Maliyet Hesabı.....	22
7.3.1	1000 ml Bitkisel Yağ için Üretim Parametreleri ve Akış Şeması.....	22
7.3.2	Hammadelerin Temini ve Maliyetleri.....	23
7.3.3	Birim Biodiesel Üretim Maliyeti.....	24
7.4	Biodiesel Tesisi Kurulması Halinde Tesis Maliyetleri.....	28
7.4.1	Kanuni Durum.....	28
7.4.2	Kompakt Biodiesel Tesisi Maliyeti.....	28
7.5	Mühendislik Ekonomisi Yatırım Maliyetleri Amortismanı.....	29
7.6	Örnek Biodiesel Üretim Tesisinin Üretim Maliyeti.....	29
7.6.1	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı.....	31
7.6.2	Reaktör.....	31
7.6.3	Metanol Tankı.....	32
7.6.4	Metaoksit Tankı.....	32
7.6.5	Dinlendirme ve Yıkama Tankı.....	32
7.6.6	Gliserin Depolama Tankı.....	33
7.6.7	Biodiesel Depolama Tankı.....	33
7.6.8	Pompalar ve Bağlantı Elemanları, Tesisin Çalıştırılması ve Maliyeti.....	33
8.	DİESEL, BİODİESEL, REAKTÖR SATIN ALINMASI ile REAKTÖRÜN İMALATI SONUCUNDA OLUŞACAK YAKIT MALİYETİ.....	41
8.1	Düzeltilme Katsayısı.....	42
8.2	Biodiesel Reaktörlerinde Kapasite Kullanımı.....	43
8.3	Litre Başına Ekonomi Değerlerinin Hesaplanması ve Amortisman Değerleri.....	45
9.	İHTİYAÇ DUYULAN YAKITIN ELDE EDİLMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BİODİESEL KAYNAĞI YAĞLI TOHURLARIN EFEKTİF EKİM ALANI HESABI.....	72
9.1	Optimizasyon Katsayısı (OK).....	73
	KAYNAKLAR.....	76
	EKLER.....	80
Ek 1	Bitki Çeşitlerinin Üretim Aşamalarındaki Birim Dekar İçin Harcanan Makina Saatleri (38).....	81
Ek 2	Tarım Makinaları Genel Bakış.....	84
Ek 3	ASAE' e Göre Belirli Marka Traktörlerin Ortalama “be” Değerleri.....	89
Ek 4	Marmara Bölgesinde Yetişen Tarım Ürünleri, Dekar Başına Alınan Ortalama Mahsul Miktarı ve Yağlı tohum % yağ oranları (38).....	93
Ek 5	Nebraska OECD Traktör Test Sonuçları – Massey Ferguson 8280 -.....	94
	ÖZGEÇMİŞ.....	97

SİMGE LİSTESİ

CO ₂	Karbondioksit
g/mol	Molekül Ağırlığı
MJ/kg	Kütlesel Isıl Değer
MJ/L	Hacimsel Isıl Değer
kg/L	Özgül Ağırlık
mm ² /s	Kinematik Viskozite
°C	Sıcaklık
nPAH	Nitrated PAH
t	Ton
kW	Kilo Watt
kN	Kilo Newton
km/h	Hız
kg	Ağırlık
N	Kuvvet
m ²	Alan
kp	Kuvvet
cm	Uzunluk
kp/cm	Özgül çeki direnci
kwh/t	Birim Enerji
mm	Milimetre
ρ_r	Lastik etkin yarıçapı (m)
P_R	Yuvarlanma Direnci Gücü (kW)
W_R	Traktörün yuvarlanma direnci (kN)
P_φ	Çeki gücü (kW)
F_φ	Çeki kuvveti (kN)
P^m	Eğim çıkma gücü (kW)
G	Traktör ağırlığı (kN)
α	Eğim açısı
μ	Sürtünme Katsayısı Sabiti
A	Taşıtın Projeksiyon Alanı (m ²)
Cd	Hava Direnci Katsayısı
V_T	Taşıt Hızı (km/h)
F	Çeki kuvveti (kp)
B	Aletin iş genişliği (cm)
P	Özgül çeki direnci (kp/cm)
a	Direnç katsayısı (kp/cm)
b	Toprağın işletme anındaki durumuna bağlı katsayı
c	İş derinliğine bağlı katsayıdır.
f	Yuvarlanma direnç katsayısı
t	Süre (s)
Gm	Mahsul Ağırlığı (kN)
be	Özgül yakıt tüketimi (l/kwh)
Be	Yakıt tüketimi(l/h)
N	Motor devir sayısı (d/d)
c_a	Sabit yıllık amortisman bedeli

KISALTMA LİSTESİ

DIN ISO	Deutsch Institut fur Norming E.V. EN International Standarts Organization
ARİP	Tarımsal Reform ve Uygulama Projesi
KİT	Kamu İdari İşletmeleri
DİE	Devlet İstatistik Enstütüsü
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
USD	Amerikan Doları
YTL	Yeni Türk Lirası
YKR	Yeni Türk Kuruşu
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
KDV	Katma Değer Vergisi
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi
PİGM	Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
AISI	American Iron and Steel Institute
M&O	Maintenance and Operating
KYOTO	United Nations Framework Convention On Climate Change
AFV	Alternative Fuel Vehicles
ASTM	American Society of Testing & Materials
BOCLE	Ball on Cylinder Lubricity Evaluator
CAA	Clean Air Act
CFPP	Cold Flow Plug Point
CMSA	Consolidated Metropolitan Statistical Area
CO	Karbon Monoxide
CO ₂	Karbon Dioxide
DEQ	Montana Department of Environmental Quality
ÜG	Üretim Girdileri
DOE	U.S. Department of Energy
EMA	Engine Manufacturers Association
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
EPAct	Energy Policy Act
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
FTP	Federal Test Procedure
GCVTC	Grand Canyon Visibility Transport Commission
ÇÜG	Çıkan Ürün Getirisi
HC	Hydrocarbons
HFRR	High-Frequency Reciprocating Rig
LDV	Light-Duty Vehicles
NO _x	Nitrogen Oxides
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PM	Particulate Matter
ppm	Parts per million
SIP	State Implementation Plan
SO ₂	Sulfur Dioxide
LBE	Litre Başına Ekonomi
OK	Optimizasyon Katsayısı
ÜM	Üretim Maliyeti

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 6.1 Massey Ferguson MF3095 d1 modeli motor performans ve yakıt tüketimi grafiği (63).....	20
Şekil 7.1 Üretim girdileri maliyetlerinin yağ tiplerine göre dağılımı.....	25
Şekil 7.2 Biodiesel üretimi kazanç değerleri (biodiesel satış fiyatı ile kıyaslandığında).....	26
Şekil 7.3 Biodiesel üretimi kazanç değerleri (dizel satış fiyatı ile kıyaslandığında).....	26
Şekil 7.4 Ham yağ tiplerine göre biodiesel üretim giderleri.....	27
Şekil 7.5 1 l. Ham yağ tiplerine göre biodiesel üretim maliyeti.....	27
Şekil 7.6 Örnek biodiesel üretim tesisi (45).....	28
Şekil 7.7 Biodiesel proses akış şeması (40).....	30
Şekil 8.1 Yakıt satın alma ve biodiesel üretim maliyetleri.....	41
Şekil 8.2 Reaktör satın alma ve üretim maliyetleri.....	42
Şekil 8.3 İmalatı yapılan biodiesel reaktörleri kapasite-maliyet artış oranı grafiği.....	44
Şekil 8.4 Satın alınan biodiesel reaktörleri kapasite-maliyet artış oranı grafiği.....	44
Şekil 8.5 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	46
Şekil 8.6 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	46
Şekil 8.7 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	47
Şekil 8.8 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	47
Şekil 8.9 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	48
Şekil 8.10 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	48

Şekil 8.11 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	49
Şekil 8.12 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	49
Şekil 8.13 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	50
Şekil 8.14 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	50
Şekil 8.15 – 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	51
Şekil 8.16 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	51
Şekil 8.17 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	52
Şekil 8.18 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	52
Şekil 8.19 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	53
Şekil 8.20 – 15 l/parti kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	53
Şekil 8.21 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	54
Şekil 8.22 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	54
Şekil 8.23 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	55
Şekil 8.24 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	55
Şekil 8.25 – 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	56

Şekil 8.26 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	56
Şekil 8.27 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	57
Şekil 8.28 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	57
Şekil 8.29 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	58
Şekil 8.30 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	59
Şekil 8.31 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	59
Şekil 8.32 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	60
Şekil 8.33 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	60
Şekil 8.34 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	61
Şekil 8.35 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	61
Şekil 8.36 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	62
Şekil 8.37 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	62
Şekil 8.38 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	63
Şekil 8.39 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	63
Şekil 8.40 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	64

Şekil 8.41 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	64
Şekil 8.42 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	65
Şekil 8.43 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	65
Şekil 8.44 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	66
Şekil 8.45 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	66
Şekil 8.46 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	67
Şekil 8.47 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	67
Şekil 8.48 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	68
Şekil 8.49 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	68
Şekil 8.50 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	69
Şekil 8.51 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	69
Şekil 8.52 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	70
Şekil 8.53 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	70
Şekil 8.54 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.....	71

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1	Biodiesel üretiminde kullanılan yağ kaynakları.....	1
Çizelge 1.2	ASTM Spesifikasyonları (D6751) B100 için.....	3
Çizelge 1.3	Diesel ve biodiesel yakıtlarının karşılaştırılması.....	3
Çizelge 1.4	B20 Soya Biodiesel'in No 2 diesel yakıtı ile emisyonlarının değişimi.....	5
Çizelge 1.5	Biodiesel emisyon P-değerleri.....	6
Çizelge 6.1	Yol cinsine bağlı statik sürtünme katsayısı.....	11
Çizelge 6.2	Çeşitli topraklarda direnç katsayısı (a) değerleri.....	13
Çizelge 6.3	Toprağın işleme anındaki durumuna göre (b) katsayı değerleri.....	13
Çizelge 6.4	İş derinliğine bağlı olarak "c" katsayı değerleri.....	14
Çizelge 6.5	Diğer tarım aletlerinin birim çeki güç değerleri.....	15
Çizelge 6.6	Örnek tarım ürünü "Buğday" için yakıt tüketimi hesaplama çizelgesi.....	18
Çizelge 6.7	Massey Ferguson 8280 model traktör için değişik çalışma devirlerinde Güç ve özgül yakıt tüketimi değerleri.....	19
Çizelge 7.1	2005 yılı akaryakıt satış fiyatları.....	21
Çizelge 7.2	Biodiesel üretim akış şeması.....	22
Çizelge 7.3	Birim maliyetlerin karşılaştırılması.....	25
Çizelge 7.4	Biodiesel reaktörlerinin üretilmesi durumunda maliyetleri.....	34
Çizelge 7.5	Biodiesel reaktörleri depo kapasiteleri.....	35
Çizelge 7.6	Biodiesel reaktörleri pompa kapasiteleri.....	35
Çizelge 7.7	Biodiesel reaktörleri ısıtıcı rezistans değerleri.....	35
Çizelge 7.8	Biodiesel reaktörleri depo cidar özellikleri.....	35
Çizelge 7.9	15 lt/parti Kapasiteli Rektörün Parça Maliyeti Fiyat Teklif Listesi.....	36
Çizelge 7.10	150 lt/parti Kapasiteli Rektörün Parça Maliyeti Fiyat Teklif Listesi.....	37

Çizelge 7.11	500 lt/parti Kapasiteli Rektörün Parça Maliyeti Fiyat Teklif Listesi.....	38
Çizelge 7.12	1500 lt/parti Kapasiteli Rektörün Parça Maliyeti Fiyat Teklif Listesi.....	39
Çizelge 7.13	15000 lt/parti Kapasiteli Rektörün Parça Maliyeti Fiyat Teklif Listesi.....	40
Çizelge 8.1	Yakıt satın alma ve biodiesel üretim maliyetleri.....	41
Çizelge 8.2	Reaktör satın alma ve üretim maliyetleri.....	42
Çizelge 8.3	Biodiesel reaktörleri imalatı durumunda biodiesel üretim kapasite değerleri ve maliyet artış oranları.....	43
Çizelge 8.4	Biodiesel reaktörleri satın alınması durumunda biodiesel üretim kapasite değerleri ve maliyet artış oranları.....	44
Çizelge 8.5	Litre başına ekonomi değerleri.....	45
Çizelge 9.1	Dekar başına yakıt tüketimi, aritmetik ortalama ve ortalama sapma değerleri..	73

ÖNSÖZ

Enerji, evrende varolan tüm cisimlerin iş yapabilme yeteneğidir. Enerji sürekli dönüşüm halindedir ve insanlar bu dönüşümleri kullanarak hayatı daha kolay hale getirebilmek ve ihtiyaçlarını daha kolay karşılayabilmek uğraşındadır.

Bu dönüşümlerde göze çarpan en büyük sorun enerjinin yenilenebilir olması ihtiyacının, yenilenemeyen enerji kaynaklarının azalma eğiliminde olması ile gittikçe artmasıdır. Özellikle halen tüketmiş olduğumuz enerjinin %90'ına yakınının fosil kaynaklardan elde edildiğini düşünürsek yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ön sıralara çıkmaktadır.

Diğer bir problem ise, fosil kaynaklı yakıtların uygun olmayan emisyon değerleri ile, küresel ısınmanın tehlikeli boyutlara ulaşması, yenilenebilir (güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal, biyokütle) enerji kaynaklarına olan yönelişi ve araştırmaları hızlandırmaktadır.

Yenilenebilir enerji ile fosil yakıtlarına yeterli oranda sahip olan ülkelerin dünya üzerinde daha rekabet edici ve rahat nefes alıcı bir konuma gelmeleri mümkündür.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle sınıfında bulunan biodiesel hem kolay üretilebilmesi hemde yüksek teknoloji ihtiyacı duyulmaması sebebi ile günümüzde odak noktası haline gelmekte olan bir enerji kaynağıdır.

Biodiesel sadece ürün olarak avantajlı olmayıp, ülkemizde tarım alanında da büyük bir hareketlenmeye sebep olacak bir olgudur. Tarım ve enerji sektörlerine inanılmaz bir ivme kazandırabilecek bir enerji kanyığıdır.

Bu tez çalışmasında Türkiye'de bulunan bir pilot bölgede, Biodiesel yakıtı kullanımı durumunda, kazanç/kayıp analizinin çıkarılması hedeflenmiştir.

Çalışmalarım boyunca yadımlarını esirgemeyen Tez Danışmanım Yrd. Doç. Dr. Muammer Özkan'a, Makasan Makina San. ve Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına, Elektrik Müh. Suat Özlav'a ve Gemi İnşaat Müh. Çağdaş Günal' a teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Biodiesel Reaktörlerinin ve Yakıtının Ekonomikliğinin Araştırılması tez çalışmasını iki ayrı bölümünde düşünüp çalışmalarımı bu iki bölüm üzerinden yürüttüm. Birinci olarak Biodiesel kullanımına en uygun bölge olarak düşündüğüm tarım sektöründe, birim alan için diesel yakıt sarfiyatını hesaplayarak, Biodiesel yakıt kullanılması durumunda ortaya çıkacak yakıt maliyetini hesaplanmasını sağlamaya çalıştım.

Birim tarım alanı için ortalama yakıt tüketimini hesaplarken, Tarım Makinalarında Güç Gereksinimi, Traktöre Etki Eden Kuvvetler, Traktörlerde Güç Analizi, Pulluk ve Diğer Tarım Aletlerinde Çeki Kuvveti ve Çeki Gücü Hesaplaması ve tüm bu verileri kullanarak ortam şartları ile ekimi yapılacak tarım ürünü gibi değişkenleri gözönüne alarak Birim Yakıt Maliyeti hesaplama programı oluşturdum.

İkinci aşamada ise dizel yakıtı ve biodiesel yakıtı maliyetlerini, direkt olarak biodiesel üretimi yapan bir tesisten yakıt satın alınması, biodiesel reaktörü satın alınıp işletmeye alınması maliyetleri, belirlenen bir tip biodiesel reaktörünün sıfırdan konstrüksiyonu durumunda reaktör maliyeti, yağ tohumundan biodiesel' e maliyet analizi, ham yağ maliyeti ve biodiesel maliyetine olan etkisi, biodiesel reaktörleri işletme maliyetleri ve çalışmamda tanımladığım reaktöre uygulanması hususlarını ele aldım.

Son olarak tüm bu maliyetlerin belirli ihtiyaç miktarlarına göre yıllara dağıtılmış maliyet hesaplanmıştır.

Bu tez çalışması il özellikle tarım sektörü için güncel olarak birim yakıt tüketimi, birim yakıt maliyetleri ve biodiesel reaktörleri maliyetlerini karşılaştırılmalı olarak inceleyip sonuçlarını irdelenmiş olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Biodiesel, Tarım, Traktör, Yakıt Tüketimi, Biodiesel Reaktörü.

ABSTRACT

The Research of Biodiesel Reactors Economy study has been analyzed and developed into sections. First step was to calculate the cost of Biodiesel fuel usage according to unit diesel fuel consumption in agriculture sector, which is more suitable for biodiesel fuel usage.

Power Requirement in Agriculture Machines, Applied Forces on Tractors, Power Analyze in Tractors, Plow and Other Agriculture Machines Pulling Force and Pulling Power were the main criterias to calculate Unit Fuel Consumption according to the environmental (land, plant ...) and were used to define a clear study to follow.

In the second step, diesel and biodiesel unit fuel cost values analyzed according to supplying directly diesel and biodiesel fuel from the market. Than with a commercially sold biodiesel reactors and prototype biodiesel reactors, unit fuel cost according to the cost effects of raw material (oil, methanol and other raw materials for biodiesel) on biodiesel fuel, biodiesel reactors M&O costs were all considered and analyzed.

Finally for specific fuel requirements overall cost from different biodiesel fuels were considered in a prescience of future.

This thesis study includes lastly updated unit fuel consumption and cost within biodiesel reactor investment costs.

Keywords: Biodiesel, Agriculture, Tractor, Unit Fuel Consumption, Biodiesel Reactor.

1. GİRİŞ

Biodiesel reaktörlerinin ekonomikliğinin araştırılması konusunu girmeden önce biodiesel nedir, kaynakları, temel özellikleri, kullanım alanları nerelerdir gibi tanımların yapılması gerekmektedir.

Bu giriş bölümünde bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar gözönüne alınarak, biodiesel yakıtının temel karakteristikleri ile biodiesel yakıtı kullanımı sonucu elde edilmiş olan deneyimlerin kısa bir özeti belirtilecektir.

1.1 Biodiesel Tanımı

1895 yılında, Rudolf Diesel isimli bir araştırmacı, içerisinde bitkisel yağlarında bulunduğu yakıtlar ile çalışabilen yeni bir motor geliştirmiştir. 1900 Paris Dünya Fuarında sergilediği bu yeni motoru, yer fıstığı yağı ile çalıştırmıştır. Sonraki yıllarda diesel motorunun yaygınlaşması ile daha ucuz olan petrol kaynaklı diesel yakıtı tercih edilmeye başlanmıştır(1).

Biodiesel yakıtının tanımlaması daha iyi ve doğru açıklamalara yaklaşan bir çalışmadır. 1900' lü yılların başlangıcından beri, biodiesel yakıtı, petrol kaynaklı diesel yakıtının alternatifi olan ve bitkisel veya hayvansal yağlar ile alkolden elde edilen bir yakıt olarak tanımlanmaktadır (2). Örneğin Amerika Birleşik Devletlerinde, yaklaşık bir asırdır biodiesel' in tanımı legal olarak tanımlanabilmiştir. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) tarafından biodiesel yakıtının Clean Air Act 211(b) bölümünde yakıt ve yakıt katkı maddesi olarak tescil edilmesi ile tanımlanması sağlanmıştır (3). Türkiye'de de 04.12.2003 tarihinde çıkartılan 5015 No'lu Petrol Piyasası Kanununda biodiesel ilk defa mevzuat anlamında yer almıştır (4). Amerikan Test ve Malzemeleri Derneği (ASTM) girişimleri ile Energy Policy Act (EPA) gibi alt kanunlarla biodiesel daha ileri seviyede tanımlanabilmiştir. 2001 Aralık ayında ASTM tarafından yapılan tanımlamalar ile, biodiesel ve biodiesel içeren petrol diesel yakıtlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri açıkça belirtilmiştir (5).

Biodiesel ve biodiesel karışımlarının arasındaki farkların ayırt edilmesi önemlidir. Biodiesel ve petrol dizeli karışımları biodiesel değildir ancak biodiesel karışımı olarak adlandırılır. Örneğin B100 olarak adlandırılan saf biodiesel yakıtının açılımı %100 biodiesel ve %0 petrol diesel' inden oluşan karışımdır (6).

1.2 Biodiesel Üretimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Biodiesel bitkisel ve hayvansal yağlar ile alkol gibi kaynaklardan elde edilmektedir (2,7). Yaygın olarak kullanılan yağ kaynakları Çizelge 1.1 de gösterilmektedir.

Çizelge 1.1 Biodiesel üretiminde kullanılan yağ kaynakları (6).

Bitkisel Yağlar	Hayvansal Yağlar	Diğer Kaynaklar
<ul style="list-style-type: none"> - Soya - Palmoil - Kanola - Ayçiçek - Sarı Hardal Tohumu 	<ul style="list-style-type: none"> - Don yağı - Kümes hayvan yağı 	<ul style="list-style-type: none"> - Atık Restaurant Yağlar

Biodiesel genelde transesterifikasyon olarak adlandırılan kimyasal proses ile üretilir. Bu proses hammadde yağ ile alkolün (metanol veya etanol) Sodyum hidroksit veya Potasyum hidroksit gibi katalizörlerinin de eklenerek karıştırıldığı bir süreçtir (6). Reaksiyon sonunda alkol olarak metanol kullanılmış ise metil ester, etanol kullanılmış ise etil ester (biodiesel yakıtı olarak kullanılırlar) ve gliserin elde edilir (8). Idaho Üniversitesinde yapılan çalışmalar sonucunda ekonomik sebeplerden dolayı genellikle alkol olarak metanol kullanıldığını göstermektedir (9).*

Avrupa'da biodiesel kullanımı Amerika Birleşik Devletlerine göre daha yaygındır. Daha çok kanola yağı kaynak olarak kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde soya yağı tercih edilmektedir (6).

Literatür tarihinde biodiesel üretimini (transesterifikasyon) inceleyek olursak;

Transesterifikasyonun çıkışı 1846 yılının başlarında Rochieder'in yapmış olduğu çalışmalarla başlar (Fcrmo, 1954) (9).

Diğer araştırmacılar balık yağı, soya yağı, kanola tohumu, pamuk yağı, ayçiçek yağı, fıstık yağı..vb ile etil ve metil ester üretmeyi denemişlerdir (Chancellor and Rauback, 1985; Clark et al., 1984; DuPlessis and DeVilliers, 1985; Feuge and Gros, 1949; Freedman and Pryde, 1982; Freedman et al., 1984; Harrington and D'Arcy-Evans, 1985; Kusy, 1982; Lago et al., 1985; Nye and Scuthwell, 1983; Peterson and Scarrah, 1984; Romano, 1982; Schwab et al., 1987; Stern et al., 1985; Stern et al., 1986) (9).

Ayrıca Atatürk döneminde, 1934'te "harp veya buna emsal olağanüstü bir durum karşısında yurtdışı bağımlılıktan kurtularak, ihtiyacın yerli kaynaklardan karşılanması" amacıyla biodiesel yakıt denemeleri yapılmıştır. Atatürk Orman Çiftliği'nde yapılan çalışmalarda, traktörlerde bitkisel yağın yakıt olarak tüketiminin motorine göre çok az fark ettiği ve motor silindir kafalarında koklaşma olduğu rapor edilmiştir (65).

1.3 Biodiesel Yakıt Özellikleri

Biodiesel ondört farklı tipte yağ asitlerinin transesterifikasyon işlemi ile yağ asidi metil esterlerine dönüştürülmesi ile oluşur. Her farklı metil ester tiplerinin farklı oranda yağ asidinden oluşmasına bağlı olarak biodiesel yakıt özelliklerine farklılıklar göstermektedir. Çizelge 1.2 de ASTM Spesifikasyonlarına göre B100 yakıt özellikleri ve Çizelge 1.3 de ASTM standartlarına göre tanımlanan Diesel ve Biodiesel yakıtlarının karşılaştırılması verilmektedir (10).**

* Yapılan çalışmalara göre, etil esterlerin bulutlanma ve akma noktası metil esterlere göre daha düşüktür. Bunun yanında etil esterler daha yüksek viskozite değerlerine aynı çalışma şartlarında daha düşük güç ve tork değerleri sağlamaktadır (9).

** ASTM PS121, ASTM D6751 ile detaylandırılmış bir spesifikasyondur.

Çizelge 1.2 ASTM Spesifikasyonları (D6751) B100 için (10).

Özellik	ASTM Metodu	Limit	Birim
Parlama Noktası	D93	130 min.	°C
Su & Tortu	D2709	0,050 max.	% Hacim
Kin. Vizkosite (40°C)	D445	1.9-6.0	mm ² /sn
Kül	D874	0,020 max.	% Kütle
Sulfür	D5453	0,05 max.	% Kütle
Bakır Korozyonu	D130	No.3 max.	
Setan Sayısı	D613	47 min.	
Bulutlanma Noktası	D2500	-	°C
Çözünmeyen Karbon	D4530"	0,050 max.	% Kütle
Asit Sayısı	D664	0,80 max.	Mg KOH/gm
Serbest Gliserin	D6584	0,020 max.	% Kütle
Toplam Gliserin	D6584	0,240 max.	% Kütle
Fosfor İçeriği	D4951	0,001 max.	% Kütle
Damıtılma Sıcaklığı	D1160	360 max.	°C
"Çözünmeyen Karbon %100 örnek üzerinden bakılmalıdır.			

K. Shaine H. tarafından 2001 yapılan araştırmalar sonucu Diesel ve Biodiesel yakıtı karşılaştırılması Çizelge 1.3 de verilmektedir (11).

Çizelge 1.3 Diesel ve biodiesel yakıtlarının karşılaştırılması (11).

Yakıt Özelliği	Diesel	Biodiesel
Yakıt Standartı	ASTM D975	ASTM PS 121
Yakıt Bileşimi	C10-C21 HC	C12-C22 Yağ Asit Met.Ester
Alt Isıl Değer, joule/l	132,35 x 10 ³	118,4 x 10 ³
Kin. Vizkosite @ 40°C	1.3-1.4	1.9-1.6
Özgül Ağırlık kg/l @ 60°F	0.85	0.88
Yoğunluk, kg/l @ 15°C	4,12	4,26
Su Miktarı ppm	161	0.05 %max.
Karbon, % Kütle	87	77
Hidrojen, % Kütle	13	12
Oksijen, % Kütle	0	11
Sülfür, % Kütle	0.05 max.	0.0 – 0.0024
Kaynama Noktası (°C)	188-343	182-338
Parlama Noktası (°C)	60-80	100-170
Bulutlanma Noktası (°C)	-15 ile 5	-3 ile 12
Akma Noktası (°C)	-35 ile -15	-15 ile 10
Setan Sayısı	40-55	48-65
Stok. Ha/Yakıt Oranı,Kütlece	15	13.8

Çizelge 1.3 te bulunan değerler yapılan çalışmalar sonucunda elde edilmiştir. (12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28)*

* Çizelge 1.3 de özet bir tablo kullanıldığı için belirtilen kaynakların detayları tez çalışmasına alınmamıştır. Detaylar için belirtilen numaralardaki kaynaklara başvurulabilir.

1.4 Biodieselin Motor Performansına Olan Etkileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

University of Idaho tarafından yapılan motor performans testlerinde 22 kısa süreli motor testi dünya genelinde 12 farklı lokasyonda sürdürülmüştür. (Peterson, 1986). Bu testlerde pik motor güçlerinde bitkisel yağ yakıtları diesel yakıtı ile karşılaştırılmış, 22 testin 16'sında bitkisel yağ yakıtı kullanılan motorların pik güç değerleri normal diesel kullanımındaki değerleri ile aynı olduğu raporlanmıştır. Termik verim sonuçlarında ise bitkisel yağ yakıtlarının diesel yakıtlarına göre çok önemli bir fark göstermediği belirtilmiştir.(9)

Einfait and Goering (1985) soya yağının metil esterini, Wagner (1984) üç farklı soya yağı esterini (metil, etil, bütil), Kaufman and Ziejewski (1984) ayçiçek yağı metil esterini ve Zhang (1988) kış mahsulü kanola yağı metil esterini 200 saat EMA testlerine tabi tutmuşlardır. Vardıkları ortak sonuç bitkisel yağ esterlerinin performansı diesel yakıt performansına göre çok büyük farklılıklar göstermediğidir. Frenleme gücü neredeyse diesel yakıtı ile aynı, ama aynı zamanda özgül yakıt tüketiminin fazla olduğu saptanmıştır. Neredeyse tüm araştırmacıların ortak görüşü bitkisel yağ yakıtlarının sıkıştırılmalı tip otorlarda kullanılmasının daha uygun olduğudur. Bazı karşıt sonuçlara varan araştırmacılar da olmuştur. Vinyard (1982) ayçiçeği ile yaptığı denemelerde 50 saat çalışma süresinden sonra istenmeyen yakıt yanmaları (yağ yanığı) saptamıştır. (%30 diesel karışımı –B70-kullanmasına rağmen) (9).

Sonuçlar birçok bitkisel yağ metil esterinin diesel yakıtı yerine kullanımının uygun olacağını ancak ticari olarak kullanılabilmesi için birtakım uzun süreli motor testlerinin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır (9).

University of Idaho 1000 saat Testlerinde, (Perkins, 1991) Kanola metil esteri kullanımının normal diesel direkt enjeksiyonlu kullanımına eşit davranışta bulunduğunu göstermiştir. Bu testlerde ilki %100 Kanola Metil Esteri, diğeri %50 Kanola metil esteri ve %50 2 Numaralı Diesel ve sonuncusu sadece %100 2 Numaralı Diesel kullanılan üç motor üzerinde 200 saat Engine Manufacturer's Association (EMA) (Zhang, 1988) test çemberini uygulanmıştır. Uzun süreli test koşulları göz önüne alındığında biodiesel yakıtının diesel yakıtı ile aynı davranışları sergilediği saptanmıştır. Bu testlerde gözönüne alınan faktörler, motor freni gücü ve tork, motor alarımına olan etkisi ve enjektör püskürtme karakteristikleridir. Dikkate alınabilecek en büyük farklılık ester yakıtının motor yağı vizkositesinde çok az bir düşüş göstermesidir (9).

1.5 Biodieselin Emisyon ve Hava Kalitesine Olan Etkileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu tez çalışmasında emisyon etkilerinin analizi 5 tip emisyon için incelenmektedir:

NO_x (Nitrojen Oksitleri), PM (Partikül Madde), HC (Hidrokarbonlar), CO (Karbonmonoksit) ve CO₂ (Karbondioksit). Karbondioksit zehirleyici gaz kategorisinde olmamasına rağmen, küresel ısınmaya olan etkileri sebebiyle incelenmektedir (6).

U.S. Enviromental Protection Agency (EPA) uzunyol ağır yük taşıt motorları üzerinde yürüttükleri çalışmada 2 Numaralı normal diesel ve B100 biodiesel veya değişik oranlarda biodiesel karışımı yakıtlarını karşılaştırmıştır (29).

Yapılan çalışmada emisyon değerleri biodiesel karışımının oranına göre değişen bir fonksiyon şeklinde incelenmiştir. Farklı biodiesel karışımı oranlarında ise soya, kanola ve hayvansal yağ karışımlarını değişken olarak kullanmışlardır. Yaklaşık 40' a yakın deneme sonucu biodiesel ve normal dizel emisyonlarının (NO_x, PM, HC ve CO) karşılaştırılabileceği kapsamlı bir resim ortaya çıkmıştır (29).

Çizelge 1.4, 2 Numaralı diesel ile B20 biodiesel yakıtının zehirli emisyonlarının değişimini özetlemektedir. Biodiesel kullanımı ile düşüş gösteren emisyon değerlerinin farklarını büyükten küçüğe sıralayacak olursak: HC, CO, PM şeklinde olacaktır. Bu sonuç biodiesel yakıtında yüksek oranda oksijen bulunması ve düşük sülfür oranına bağlıdır (24). Tam tersine NO_x emisyon değeri biodiesel yakıtında 2 Numaralı diesel yakıtına göre %2' lik bir artış göstermiştir (29)

Çizelge 1.4 B20 Soya biodiesel'in No 2 diesel yakıtı ile emisyonlarının değişimi (29)

Emisyon	% Emisyon Değişimi
NO _x	2.0%
PM	-10.1%
HC	-21.1%
CO	-11.0%

Çalışma raporunda aynı zamanda istatistiksel olarak biodiesel ve normal diesel arasında dikkati çeken emisyon oranı farklılıkları da saptanmıştır. Sonuçları p-değeri olarak belirtilmiştir. Bir p-değeri %95 kesin bir aralık içerisinde 0.05 den büyük olan ve istatistiksel olarak yok sayılabilecek bir fark olan değerdir. Çizelge 1.5' te verilen p-değerleri biodiesel ve normal diesel emisyon değerleri arasında önemli ölçüde fark olduğu görülmektedir (29).

EPA raporunda karbondioksit emisyonları için normal diesel ve biodiesel değerleri arasında çok az farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Fark, biodiesel'in çevrimde var olan karbondioksiti dönüştürüp, sera etkisini arttırmayıdır (29).

Çizelge 1.5 Biodiesel emisyon P-değerleri (29).

Değişim	NO _x		PM		HC		CO	
	Test	P-değeri	Test	P-değeri	Test	P-değeri	Test	P-değeri
% Biodiesel	Evet	0.0001	Evet	0.0001	Evet	0.0001	Evet	0.0003
Hayvansal X % Biodiesel	Evet	0.0001	Evet	0.0001	Hayır	0.5525	Evet	0.0001
Kanola X % Biodiesel	Evet	0,0311	Hayır	0.6316	Hayır	0.9162	Evet	0.0164
Soya X % Biodiesel	M/D*	M/D	M/D	M/D	M/D	M/D	M/D	M/D

*Mevcut Değil

KYOTO protokolüne göre, yıllık 402 milyon ton olan CO₂ emisyonu 2010 yılında yıllık 250 milyon düşürülmesi planlanmaktadır. Biodiesel bu plan içerisinde uygun seçeneklerden biridir (30). Biodiesel emisyon değerlerinin olumlu olması ile birlikte, “Tehlikeli Madde” olmama özelliğide çevre açısından oldukça önemlidir. Avrupa Birliği ilgili normlarında Biodiesel “Tehlikeli Madde” kapsamında değildir. Normal Diesel nakliyesinde riski azaltmak için belli oranda Biodiesel karıştırılması istenmektedir. Deniz taşımacılığında biodiesel kullanılması denizlerdeki canlı hayatın korunması açısından önem taşımaktadır (30). Ozon tabakasına olan olumsuz etkiler biodiesel kullanımında dizel yakıtı nazaran % 50 daha azdır. Asit yağmurlarına neden olan kükürt bileşenleri biodiesel yakıtlarda yok denecek kadar azdır.(30)

Ayrıca, biodiesel’ in sudaki canlılara karşı herhangi bir toksik etkisi yoktur. Buna karşılık 1litre ham petrol 1 milyon litre içme suyunun kirlenmesine neden olabilmektedir(31).

2. BİODIESEL YAKITININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Biodiesel’ i normal diesel yakıtı ile karşılaştıracak olursak avantajları;

- Zehirli olmayan ve biyolojik olarak ayrışabilen bir yakıttır. Genel olarak kütlece %95’i 21 günde doğada ayrışabilir (31).
- Biodiesel’ in yanması sonucu oluşan CO₂ , Biodiesel’ in elde edildiği bitkiler tarafından kullanılır, sera etkisine neden olmaz (31)
- Aromatik bileşikler ve kükürt hemen hemen hiç yoktur (31).
- Normal diesel’e göre daha yüksek parlama noktasına sahiptir. Taşıma ve kullanımı güvenlidir (31).
- Ulusal ekonominin dışa bağımlı olmadan üretebilmektedir (32).
- Tarımsal ürün ve atıklardan üretilebilir, sanayinin gelişmesine katkı sağlar (32).
- Geleneksel yakıtlar ile karıştırılır, karışımın çözülümünü hızlandırır (32).

Dezavantajları;

- Isıl değeri normal diesel’e göre düşüktür ve bu bir miktar güç düşüşüne yol açar (31).
- Soğuk iklim koşullarında kullanımı için çalışmalar devam etmektedir (31).
- Azot oksit emisyonları petrodiesel’ e göre bir miktar fazladır (31).

3. DÜNYADA ve AVRUPA BİRLİĞİNDE BİYOYAKIT

Biyoyakıt alanında ilk uygulama, biyoetanolla başlamıştır. Amerika Birleşik Devletlerinde mısırdan üretilen biyoetanolün benzine karışımı %10 dur ve 2004 yılı Biyoetanol üretimi 10.3 milyon ton olmuştur (32) . Biyoetanol kullanımının giderek yaygınlaştığı ABD’ de hava kirliliğini azaltmak için de yasal düzenlemeler zaruri hale getirilmiştir (33).

ABD’de yapılan planlamada gelecek beş yıl içerisinde mısır üretiminin %20’sinin biyoetanolda kullanılacağı tahmin edilmekte, böylece de yüz milyon ton mısırın bu amaçla kullanılacağı ortaya çıkmaktadır (33).

Avrupa Birliğinde, İspanya, Polonya, Fransa, İsveç, ve Almanya Biyoetanol uygulamalarında aktif ülkelerdir. Bu ülkelerde hammadde olarak genellikle buğday kullanılmaktadır (34).

Biyoyakıtlar içerisinde en yaygın olan ise biodieseldir. Avrupa Birliğinde 2003/30/CE sayılı ve 8 Mayıs 2003 tarihli direktifi ile karışım oranları mecbur hale getirilmiştir. Yine Avrupa Birliği ülkeleri 2003/96/EC direktifi ile biyoyakıtlara ve biyoyakıtların akaryakıtlara karıştırılmasından sonra “ÖTV” muafiyeti getirmektedir (34).

Bu uygulama ile ABD’de biodiesel galon satış fiyatı 2 \$ (33), Finlandiya’da 0.25 Euro/l, Fransa’da 0.3 Euro olup, bu fiyatın 2005 yılında 0,15 Euro değerine indirilmesi planlanmıştır (34).

4. ÜLKEMİZDE BİYOYAKIT

Yurt içi ve yurt dışı kaynaklardan temin edilen petrolün doğrudan veya işlenerek güvenli ve ekonomik olarak rekabet ortamı içerisinde kullanıcılara sunumuna ilişkin piyasa faaliyetlerinin düzenlenmesini sağlamak amacıyla 4.12.2003 tarihinde çıkartılan 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanununda biodiesel ilk defa yer almıştır (4).

Türkiye’nin yıllık benzin tüketimi 4.5 milyon m³ dür (32). %2 lik karışım oranında 90 000 m³ lük bir biyoetanol ihtiyacı vardır (32). Yıllık motorin tüketiminin yaklaşık 10 milyon ton olan ülkemizde % 2’lik karıştırma oranı için biodiesel ihtiyacı ise 200 000 m³’dür (32).

5. TEZ KAPSAMINDA YAPILAN UYGULAMANIN KONUSU ve YAPILACAK ÇALIŞMALARIN TANIMLANMASI

5.1 Uygulamanın Amacı

Biodiesel Reaktörlerinin ve Yakıtının Ekonomikliğinin Araştırılması.

5.2 Uygulama

Birim ekim alanı ve ürün için diesel yakıt sarfiyatı ve maliyeti ile, biodiesel yakıt kullanılması durumunda ortaya çıkacak yakıt tüketimi, maliyetinin hesaplanması, bu maliyetlerin karşılaştırılması ve ekim yapılacak alana ve ürüne bağlı olarak uygulanacak toplam alan için yıllara göre değerlendirilmesi.

5.3 Gerekli Bilgiler

Birim ekim alanı için ürüne, toprak yapısına, toprak durumuna bağlı olarak tüketilen yakıt miktarının biodiesel yakıt kullanılması ile oluşacak maliyeti.

Parametreler:

- Yakıtın satın alınması (diesel ve biodiesel) durumunda ortalama yakıt maliyeti.
- İstenilen yıllık miktarı karşılayacak Biodiesel Rekt. Kurulması durumunda yatırım maliyeti ve kullanılacak hammadde miktarı. Bu hammaddelerin, teminlerinde yaklaşık olarak birim maliyeri
- İhtiyaç duyulan biodiesel reaktörünün Türkiye’de tasarlanıp üretilmesi durumunda birim yakıt maliyeti analizi.
- Bu üç durumun birbirleriyle olan karşılaştırılması, en ekonomik yolun tayin edilmesi.

6. BİRİM TARIM ALANI İÇİN ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ HESAPLAMASI

Bu tez çalışması esnasında yapılacak tüm yakıt tüketimi hesapları kullanılan motor performans kriterlerinin iyileştirilmesi kapsamında olmayıp, yapılacak değerlendirmeler tamamiyle mevcut kullanılan tarım makinalarının yakıt tüketimleri ve benzer tip makinaların değişken ortam koşullarında (toprak cinsi, iklim,arazi eğimi vb..) saptanabilecek yakıt tüketimlerinin hesaplanması şeklindedir.

İçten yanmalı motor ile tahrik edilen taşıtlarda yakıt tüketimi, taşıta etki eden hareket dirençlerini yenmek için motor tarafından tüketilen yakıt miktarıdır. Bu nedenle yakıt tüketimi hesaplamasında, tarım makinaları ile kullanılan ek makinaların oluşturduğu i dirençlerin hesaplanması gerekmektedir.

Tarım Makinalarına etki eden dirençler sıradaki bölümlerde incelenecektir.

6.1 Tarım Makinalarında Güç Gereksinimi

Tarım alet ve makinalarının iş yapıcı organlarına çeşitli şekillerde hareket verilerek çalışmaları sağlanır. Örnek olarak pulluk tarlada çekilerek iş yapar, bir harman makinasının dövmeye üniteleri döndürülerek iş yaparlar (35).

Kendi yürür kobine makinalarda örneğin biçerdöver vb., motor seçimi, gereksinim duyulan güç göz önüne alınarak yapılır. Ancak traktörlerde güç hesabı, traktörlerle eş çalışacak makinalara bağlı olarak yapılır. Traktörle çalıştırılan makinalar, traktörün çeki kancası, kasnak düzeni veya kuyruk milinden aldıkları güç ile iş yaparlar. Bazı tarım makinaları ise hem traktörle çekilmekte hemde traktör kuyruk milinden hareket alarak iş yapmaktadırlar. Örneğin balya makinası, mısır hasat makinası vb... makinalar hem traktör tarafından çekilir, hemde traktör kuyruk milinden aldıkları güç ile makinanın işleyici organları çalıştırılarak beklenen işi gerçekleştirmektedirler (35).

Traktörle çekilerek, traktör kuyruk milinden hareketli ve traktör hidrolik sisteminden yararlanan tarım makinalarının güç gereksinimi herbir işlem için ayrı ayrı saptanır (36).

6.2 Traktöre Etki Eden Kuvvetler

Traktöre etki eden kuvvetler statik ve dinamik durumda olmak üzere ikiye ayrılır (36).

6.2.1 Statik Durumda Etkili Kuvvetler

Toplam kuvvetlerin sıfır olduğu duruma statik durum denir (36).

6.2.2 Dinamik Durumda Etki Eden Kuvvetler

Dinamik durum, traktörün hareket ettiği ve bir çeki kuvveti ihtiyacı olduğu durumdur. Motordan elde edilen moment transmisyon sistemi ile tahrik tekerine ulaştığında, tekerlek çevresinde bir çevre kuvveti (U) oluşur (36). Çevre kuvvetinin, topraktaki tepki kuvvetine tutunma kuvveti (tahrik kuvvet, işletici kuvvet) adı verilir. Tutunma kuvveti (T) traktörün hareketini sağlar. Arka aksa (güç aksına) gelen yük tekerleri toprağa bastırırken, sürtünme ile tekerlerin toprağa tutunması sonucunda oluşan tutunma kuvveti hem traktörün hareketinde hemde iş makinalarının çekilmesinde kullanılır (36).

6.2.2.1 Traktörlerde Kuvvet ve Güç Analizi

Traktörlerin iş yapabilme yeteneklerinin bilinmesi için motor gücünün dağılımı incelenmelidir. Motor gücünün ancak belirli bir bölümü kullanılabilir. Geri kalan güçler kayıp güçlerdir (36).

Güç analizinde kullanılan dirençler,

Yuvarlanma direnci (ω_r) (37),

Yokuş direnci (ω_s) (37),

Hava direnci (ω_L) (37)

ve normal taşıtlardan farklı olarak Çeki direncidir (36)

Seyir esnasında tüketilen yakıt miktarı, sabit seyir şartlarında şu ifadeyle belirlenir (37).

$$B_e = N_e \cdot t \cdot b_e \quad (6.1)$$

N_e = Gereksinim duyulan güç (kW)

t = Süre (h)

b_e = Özgül yakıt tüketimi (l/kWh; g/kWh)

$$\text{Toplam direnç} \quad \Sigma \omega = \omega_R + \omega_S + \omega_L + F_\zeta + \omega_b \quad (6.2)$$

$$\text{Yuvarlanma direnci} \quad \omega_R = fG \cos \alpha \quad (6.3)$$

$$\text{Yokuş direnci} \quad \omega_S = G \sin \alpha \quad (6.4)$$

$$\text{Hava direnci} \quad \omega_L = \frac{1}{2} \rho_h C_D A V^2 \quad (6.5)$$

F_ζ = Çeki direnci (kN)*

$$\text{İvme direnci} \quad \omega_b = \varphi m \frac{dV_T}{dt} \quad (6.6)$$

Bu dirençlerin oluşturduğu Güç Hesaplamaları aşağıda belirtilmiştir. İvme direnci traktörlerin güç gereksinim hesaplarında kullanılmamaktadır. İvme direnci hız değişimi miktarının süre değişim miktarına oranı ile doğru orantılı olduğundan, ekim alanlarında %95 sabit ivmeli hareket (sbt hız) yapan traktör ve tarım makinaları için yakıt tüketimine etkisi ihmal edilecek kadar az bir düzeydedir. (36).

6.2.2.1.1 Yuvarlanma Direnci

Yuvarlanma Direnci, lastiğin ve zeminin elastik deformasyon sonucu, lastik ile zeminin temas yüzeyinde oluşan basınç farklılaşması nedeniyle, teker düşey ekseninden hareket yönünde uzaklaşan teker tepki merkezi ile teker düşey eksenini arasındaki dik uzaklığın dingil yükü ile çarpımına eş büyüklükte ve teker hareketinin ters yönünde eksen momentinin teker ile zemin temas bölgesinde oluşturduğu direnç kuvvetidir. Taşıma işleminde mahsul ağırlığı da eklenir.(37).

$$P_R = \frac{\omega_R \times V}{3,6} = \frac{G \times f \times V}{3,6} \quad (\text{kW}) \quad (6.7)$$

* Çeki direnci ve gücü kullanılan tarım aletine göre farklılık göstermektedir ayrı ayrı incelenecektir.

Burada;

P_R = Yuvarlanma Direnci Gücü (kW)

ω_R = Traktörün yuvarlanma direnci (kN)

V = İlerleme hızı (km/h)

G = Boş Taşıtın ağırlığı

f = Yuvarlanma direnç katsayısı (37)

G_m = Mahsul ağırlıklar (kg)

$$f = f_o \left(1 + \frac{V^2}{1500} \right) \quad (6.8)$$

Çizelge 6.1 Yol cinsine bağlı statik sürtünme katsayısı (37).

Yol Cinsi	f_o
Asfalt, Beton	0,015
Stabilize (Kuru)	0,025
Stabilize (Islak)	0,025 ÷ 0,15
Toprak (Kuru)	0,05 ÷ 0,15
Kum	0,1 ÷ 0,3
Tarla	0,07 ÷ 0,1
Karlı yol	0,07 ÷ 0,1

6.2.2.1.2 Çeki Direnci

Traktörün çeki kancasında hareketin ters yönünde etki eden kuvvettir. Güç olarak ifade etmek istersek (36).

$$P_\zeta = \frac{V \times F_\zeta}{3,6} \text{ (kW)} \quad (6.9)$$

Burada;

P_ζ = Çeki gücü (kW)

F_ζ = Çeki kuvveti (kN)

V = Hız (km/h)

6.2.2.1.3 Yokuş Direnci

Eğimden dolayı oluşan direnç kuvvettir (36). Bu kuvveti yenmek için gerekli olan güç;

$$P_m = \frac{G \times \sin \alpha \times V}{3,6} \text{ (kW)} \quad (6.10)$$

Burada;

P_m = Eğim çıkma gücü (kW)

G = Traktör ağırlığı (kN)

V = İlerleme hızı (km/h)

α = Eğim açısı

Bu analiz sonucunda traktörün çalıştığı ortam (toprak ve hava şartları) ve traktör cinsine göre değişkenlik gösteren güçler çeki kuvveti ve yuvarlanma direncini temsil eden güçlerdir.

6.2.2.1.4 Hava Direnci

Hava Direnci, taşıtın ön ve arka yüzeyleri arasındaki basınç farkı ve taşıtın yan, alt ve üst yüzeyleri ile havanın sürtünmesi nedeniyle oluşan dirençtir. (37).

$$\omega_L = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot C_D \cdot V_T^2 \text{ (N)} \quad (6.11)$$

formülü ile 50 km/h üzeri hız ile seyir halinde olan araçlar için hesaplanır.

Tarım makinelerinde ve traktörlerde seyir hızı 50 km/h altında olduğu için hesaplamalarda kullanılmaz.

Burada;

ρ = Havanın Özgül Kütlesi (kg/m^3)

A = Taşıtın Projeksiyon Alanı (m^2)

C_D = Hava Direnci Katsayısı

V_T = Taşıt Hızı (m/s)

6.2.2.2 Pulluk ve Diğer Tarım Aletlerinde Çeki Kuvveti ve Çeki Gücü Hesaplanması

Toprağın durumu göz önüne alındığında toprak işleme aletlerinin gereksinim duydukları çeki kuvveti, özgül çeki direncine göre (özgül kesme direnci) yapılan hesaplamalardır. Buna göre tarım makinası çekmek için gerekli kuvvettir (36).

$$F = p \times B \text{ 'dir.} \quad (6.12)$$

Burada;

F = Çeki kuvveti (N)

B = Tarım Aleti iş genişliği (cm)

p = Özgül çeki direnci (N/cm)

p (özgül çeki direnci) şu şekilde değişkenlere bağlı olarak yazılabilir.

$$P = a \times b \times c \quad (6.13)$$

Burada;

a = Direnç katsayısı

b = Toprağın işletme anındaki durumuna bağlı katsayı

c = İş derinliğine bağlı katsayıdır.

$$\text{Römork için } Fç = G_{\text{mahsul}} \times f \quad (6.14)$$

Çizelge 6.2 Çeşitli topraklarda direnç katsayısı (a) değerleri (36).

Toprak Tipi	"a" Katsayısı
Podzol	2,5
Kumlu hafif	3,5
Kumlu orta	4,25
Kumlu ağır	5
Tınlı hafif	5
Tınlı orta	5,75
Tınlı ağır	6,5
Çernozyen hafif	5,25
Çernozyen orta	6,75
Çernozyen ağır	8,25
Killi hafif	7
Killi orta	7,75
Killi ağır	9,3
Killi çok ağır	11,5

Çizelge 6.3 Toprağın işleme anındaki durumuna göre (b) katsayı değerleri (36).

Toprağın İşleme Durumu	"b" Katsayısı
Çok bastırılmış toprak (mera vb.)	1,225
Yıllarca sürülmemiş toprak	1,15
2-3 yıllık yonca anızı	1,05
Normal oturmuş toprak (nadas)	1
Çapa bitkileri hasadından sonra	0,975
Anızı bozulmuş tarla	0,925
Derin sürülmüş tarla	0,85
Tırmık ve külvatörle işlenmiş tarla	0,775

Çizelge 6.4 İş derinliğine bağlı olarak "c" katsayısı değerleri (36).

İş Derinliği (cm)	"c" Katsayısı
3	0,15
4	0,2
5	0,25
6	0,3
7	0,35
8	0,4
9	0,45
10	0,52
11	0,6
12	0,68
13	0,76
14	0,84
15	0,9
16	1,08
17	1,15
18	1,25
19	1,4
20	1,5
25	2,3
30	3,2

Çizelge 6.5 Diğer tarım aletlerinin birim çeki güç değerleri (36).

Tarım Aleti*	Değer	Birim
Kulaklı ve diskli pulluk	0,005	N/cm ²
Lister pulluğu	2,5	kN/her gövde
One-Way diskli pulluk	4	kN/m
Tandem Diskli tırmık	2	kN/m
Tırmık	4,5	kN/m
Subsoilder	0,2	kN/her cm derinlik
Çizer pulluk	0,45	kN/her cm derinlik
Kültüvatör	3	kN/m
Tarla Frezesi	0,02	kN/cm ²
Yaylı tırmık	2	kN/m
Diskli tırmık	0,5	kN/m
Çubuklu tırmık	1,5	kN/m
Dönel çapa-	1	kN/m
Ekim Makinası	1	kN/m
Balya Makinası	1,5	kW.h/t
Silaj makinası	1,5	kW.h/t
Biçerdöğür	4	kW.h/t
Hasat Makinası	10	kW
Kombine Mibzer	3,4	kN/m
Pülverizatör	2,5	kN/m
* Ek 2' de tarım aletleri detayları bulunmaktadır		

6.3 Birim Alan için Yakıt Tüketimi Hesaplama Programı

Bu tez çalışmasında pilot bölgede yapılan tarım işlemlerine göre etki eden çeki, yuvarlanma ve eğim güçleri traktör ve traktör dışı bağımsız makinalar için hesaplanabileceği bir hesaplama programı hazırlanmıştır. Tarımda kullanılan bir taşıtın maruz kaldığı dirençleri yukarıdaki gruplandırma uyarınca inceleyebiliriz.

Amaç, uygulama bölgesindeki reel yakıt tüketiminin belirlenmesini takiben, mevcut kullanılan makinaların yukarıda belirtilen faktörlerden hangilerine maruz kaldığı ve bu etkenlerin değişmesi durumunda yakıt tüketiminin ne olacağı, ayrıca bu yakıt tüketimlerini karşılayan petrol diesel ve biodiesel yakıt kaynaklarının maliyetlerinin karşılaştırılmasıdır.

Ek -1' de bu programda kullanılan bitki çeşitlerinin üretim aşamalarındaki birim dönüm için harcanan işçilik ve makina saatleri verilmektedir (38).

Ek -2' de birim çeki gücü değerleri verilen tarım makinalarının detayları gösterilmektedir.

Ek -4' de ASAE' e göre belirli marka traktörlerin ortalama "be" değerleri verilmiştir (39).

6.4 Yakıt Tüketimi Programı Mantık Akışı ve Yapılan İşlemlerin Detayları

Hazırlanan yakıt tüketimi hesaplama programı akış şeması ve programda yapılan işlemlerin detayı aşağıda verilmiştir.

1. Tarım Ürünü' nü seç. Ek 5' te bulunan çizelgeden seçilen tarım ürününe eşit olan tarım ürünü için mahsul miktarını (kg/da) göster ve geçici hafızada sakla.
↓
2. "Toprak Ürün Bilgilerini Giriniz" tablosunu göster ve geçici hafızada sakla.
↓
3. Tanımlı Listedden Seçilen "Toprak Cinsi" ne göre Çizelge 6.2' den eşit olan toprak cinsini bul, karşılığı olan "a" katsayısını "Katsayılar Tablosu" nda göster ve geçici hafızada sakla.
↓
4. Tanımlı listeden Seçilen "Toprak İşleme Anındaki Durumu" na göre Çizelge 6.3' ten eşit toprak durumunu bul, karşılığı olan "b" katsayısını "Katsayılar Tablosu" nda göster ve geçici hafızada sakla.
↓
5. Klavye ile girilen "Arazi Eğimi" ve Seçilen "Yuvarlanma Direnç Katsayısı" ni göster geçici hafızada sakla.
↓
6. Seçilen "İş Derinliği" değerine göre Çizelge 6.4' ten eşit olan iş derinliği değerini bul, karşılığı olan "c" katsayısını "Katsayılar Tablosu" nda göster ve geçici hafızada sakla.
↓
7. "Traktör Verilerini Giriniz" Tablosunu göster ve geçici hafızada sakla.
↓
8. Klavye ile girilen "Traktör Ağırlığı" değerini göster ve geçici hafızada sakla.
↓
9. Klavye ile girilen "Çalışma Hızı" değerini göster ve geçici hafızada sakla.
↓
10. Klavye ile girilen "Pulluk İş Genişliği" değerini göster ve geçici hafızada sakla.
↓
11. Tanımlı Listedden seçilen "Traktör Markası" nı göster ve geçici hafızada sakla.
↓
12. Tanımlı Listedden seçilen "Traktör Modeli" ni göster ve geçici hafızada sakla. Ek 3' te seçilen modelin eşitini bul ve karşılığı olan "be" değerini "Traktör Verilerini Giriniz" tablosunda göster ve geçici hafızada sakla.
↓
13. "Pulluk için Gereksinim Duyulan Güç" Tablosunu göster ve geçici hafızada sakla.
↓
14. Yuvarlanma Direnci Gücü, Formül 6.7' de, girilen parametrelere göre gösterdiğin Traktör Ağırlığı, f katsayısı ve Çalışma Hızı değerlerini al, matematiksel işlemi yap, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.
↓
15. Çeki Gücü, Formül 6.9 ve 6.13' te, girilen parametrelere göre gösterdiğin a, b, c, Pulluk iş genişliği, Çalışma Hızı ve 0,098 (kp değerini kN' a çevirir) katsayısını değerlerini al, matematiksel işlemi yap, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.
↓

16. Yokuş Direnci Gücü, Formül 6.10' da, girilen parametrelere göre gösterdiğin Traktör Ağırlığı, Çalışma Hızı, Arazi Eğimi değerlerini al, matematiksel işlemi yap, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



17. 14 -15 -16 adımlarındaki sakladığın sonuçları topla, göster ve geçici hafızada sakla.



18. “Taşıma İçin Gereksinim Duyulan Güç” Tablosunu göster ve geçici hafızada sakla.



19. Yuvarlanma Direnci Gücü, Formül 6.7' de, girilen parametrelere göre gösterdiğin Traktör Ağırlığı, Mahsul Ağırlığı, f katsayısı ve Çalışma Hızı değerlerini al, matematiksel işlemi yap, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



20. Çeki Gücü, Formül 6.9 ve 6.14' te, girilen parametrelere göre gösterdiğin Fç (mahsul ağırlığı x f katsayısı), Çalışma Hızı değerlerini al, matematiksel işlemi yap, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



21. Yokuş Direnci Gücü, Formül 6.10' da, girilen parametrelere göre gösterdiğin Traktör Ağırlığı, Mahsul ağırlığı, Çalışma Hızı, Arazi Eğimi değerlerini al, matematiksel işlemi yap, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



22. 19 – 20 – 21 adımlarındaki sonuçları topla, göster ve geçici hafızada sakla.



23. Tanımlı Listedeki seçilen tarım ürününe Göre “Seçilen Tarım Ürünü” Ekimi için Yakıt Tüketimi Hesaplama Değerleri (Dekar Başına) Tablosunu göster.



24. Tanımlı Listedeki seçilen tarım ürününe bağlı olarak kullanılan “Tarım Makinalarını” ve bunlara karşılık olan “Makine İşgücü Saatleri” ni Ek 2' de bulunan tabloda bul, değerleri göster ve geçici hafızada sakla.



25. 24. basamakta göstermiş olduğun Diğer Kullanılan Tarım Makinaları için Çizelge 6.5' ten eşit olanları bul, karşılığı olan güç değerlerini al, kW tanımlandığı gibi çevir, 17. Basamak, 22. Basamak ile sonuçlarını göster ve geçici hafızada sakla.



26. 12. basamaktaki “be” değeri ile 24. ve 25. basamaktaki değerleri “Tarım Makine” lerine göre karşılığı olanlar ile çarp, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



27. 28. basamaktaki gösterdiğin sonuçları topla, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



28. Klavye ile girilen “Toplam Arazi Alanı” değerini göster ve geçici hafızada sakla.



29. 27. ve 28. basamaktaki sonuçları çarp, sonucu göster ve geçici hafızada sakla.



30. Home tıklanırsa 1. Basamağa dön.



Son

Çizelge 6.6 Örnek tarım ürünü “Buğday” için yakıt tüketimi hesaplama çizelgesi.

Program Basamağı	İşlem	Formül / Tanım	Değer
1	Ürün	-	Buğday
1	Mahsul Ağırlığı (kg/da)	Gm	400
3	Toprak Cinsi Katsayısı "a"	Kumlu Haifif	3,5
4	Toprak İşleme Anındaki Durumu "b"	Normal oturmuş toprak (nadas)	1
5	“Arazi eğimi”	α	1°
5	“Yuvarlanma Direnç Katsayısı”	F	0,1
6	İş Derinliği (cm) - c Katsayısı	"c"	4 - 0,2
8	Traktör Ağırlığı (kN)	G	30
9	Çalışma Hızı (km/h)	V	5
10	Pulluk İş Genişliği (cm)	-	200
11	“Traktör Markası”	-	New Holland
12	“Traktör Modeli” - "be" (l/kWh)	NH TM 125	0,22
13	Pulluk İçin Toplam Güç Tablosu	-	-
14	“Yuvarlanma Direnci Gücü” (kW)	$G \times f \times V$	4,2
15	"Çeki Gücü" (kW)	$(a \times b \times c \times \text{Pulluk İş Genişliği} \times V \times 0,098) / 3,6$	19,1
16	"Yokuş Direnci Gücü" (kW)	$G \times V \times \sin \alpha$	2,6
17	Toplam Pulluk Direnci Gücü (kW)	Bas.15 + Bas. 16 + Bas. 17	25,9
18	Taşıma İçin Toplam Güç Tablosu	-	-
19	“Yuvarlanma Direnci Gücü” (kW)	$(G+Gm) \times f \times V$	4,7
20	"Çeki Gücü" (kW)	$F \times (Gm \times f) \times V$	0,6
21	"Yokuş Direnci Gücü" (kW)	$(G+Gm) \times V \times \sin \alpha$	30,3
22	Toplam Taşıma Direnci Gücü (kW)	Bas. 19 + Bas. 20 + Bas. 21	35,6
23	Buğday Ekimi için Yakıt Tüketimi Hesaplama Değerleri (da) Tablosu	-	-
24/a	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	Derin Sürüm - Pulluk	0,32
24/b	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	ikileme - Tırmık	0,13
24/c	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	Üçleme - Tırmık	0,11
24/d	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	Ekim/Gübrelem - Kombine Mibzer	0,15
24/e	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	İlaçlama - Pülverizatör	0,07
24/f	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	Hasat - Biçerdöğür	0,1
24/g	Kullanılan Makine Çalışma Süresi (h/da)	Taşıma - Traktör/Römork	0,08
25/a	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Pulluk – 17. Basamak	25,84
25/b	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Tırmık - Çizelge 6.5	1,25
25/c	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Tırmık - Çizelge 6.5	1,25
25/d	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Kombine Mibzer - Çizelge 6.5	0,94
25/e	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Pülverizatör - Çizelge 6.5	0,69
25/f	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Biçerdöğür - Çizelge 6.5	1,11
25/g	Kullanılan Makine Toplam Güç (kW)	Traktör-Römork - 22. Basamak	35,63
26/a	Derin Sürüm - Pulluk Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.12 x Bas. 24/a x Bas. 25/a	1,84
26/b	İkileme - Tırmık Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.12 x Bas. 24/b x Bas. 25/b	0,04
26/c	Üçleme - Tırmık Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.12 x Bas. 24/c x Bas. 25/c	0,03
26/d	Ekim/Gübrelem - Kombine Mibzer Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.12 x Bas. 24/d x Bas. 25/d	0,03
26/e	İlaçlama - Pülverizatör Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.12 x Bas. 24/e x Bas. 25/e	0,01
26/f	Hasat - Biçerdöğür Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas. 12 x Bas. 24/f x Bas. 25/f	0,02
26/g	Taşıma - Traktör/Römork Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.12 x Bas. 24/g x Bas. 25/g	0,63
27	Birim Alan Toplam Yakıt Tüketimi (l/da)	Bas.26/a-b-c-d-e-f-g Toplamı	2,6
28	Toplam Arazi	da	1
29	Proseste Toplam Harcanan Yakıt Miktarı (l)	Toplam Arazi x Birim Alan Yakıt Tüketimi	2,6
30	Son	-	-

6.5 Örnek Bir Traktör Modeli için Motor Haritası ve İdeal Yakıt Tüketimi Hesabı

İçten yanmalı motorlarda, farklı devir sayılarında aynı sabit gücü üretebilme özelliği, tüketilen yakıt miktarı değerlerinin değişmesine sebep olmaktadır. Örneğin Sbt. Bir “x” kW şartında özgül yakıt tüketimleri; “a” d/d için “b” g/kWh, “c” d/d için “d” g/kWh olmaktadır. Bu durumlarda aynı güç şartlarını veren daha düşük yakıt tüketimi olan çalışma devri seçilip araç bu seçilen hızda çalıştırılmalıdır (63).*

Aşağıdaki çizelgede University of Nebraska tarafından oecd testine alınmış, 1869 rapor numaralı Massey Ferguson marka 8280 model bir traktör motorunun değişik güç ve devir sayılarında özgül yakıt tüketimi değerleri verilmiştir (63).

Verilen çizelgede birbirine yakın motor gücü değerlerini farklı devir sayısı değerlerinde ulaşılabilindiği, ve bu devir sayılarındaki özgül yakıt tüketiminin farklılıklar gösterdiği gözükmemektedir. Örneğin 107 kW güç değerine bu modelde hem 2000 d/d hem de 2268 d/d değerlerinde ulaşılmaktadır. Düşükyakıt tüketimi 2000 d/d olan çalışma şartında 0,317 kg/kWh’ dir. Ekonomiklik için bu değerler dikkate alınmalıdır.

Bir taşıtın gerçek yakıt tüketimi aşağıdaki çizelge benzerlerinden oluşturulan motor haritası yardımı ile bulunur (63).

Çizelge 6.7 Massey Ferguson 8280 model traktör için değişik çalışma devirlerinde güç ve özgül yakıt tüketimi değerleri (63).**

n (d/d)	Güç (kW)	be (kg/kWh)
1906	179	0,24
2087	173	0,257
2200	169	0,268
2246	147	0,28
1903	146	0,299
1905	145	0,3
1903	145	0,301
1905	144	0,303
1903	142	0,306
1900	142	0,307
1907	141	0,308
2002	140	0,319
2202	137	0,34
2162	133	0,347
2292	112	0,301
2000	107	0,317
2268	107	0,358
2330	76	0,342
2045	73	0,357
2313	73	0,412
2363	39	0,489

* x, a, b, c, d birbirlerinden farklı pozitif Reel Sayıları temsil etmektedir.

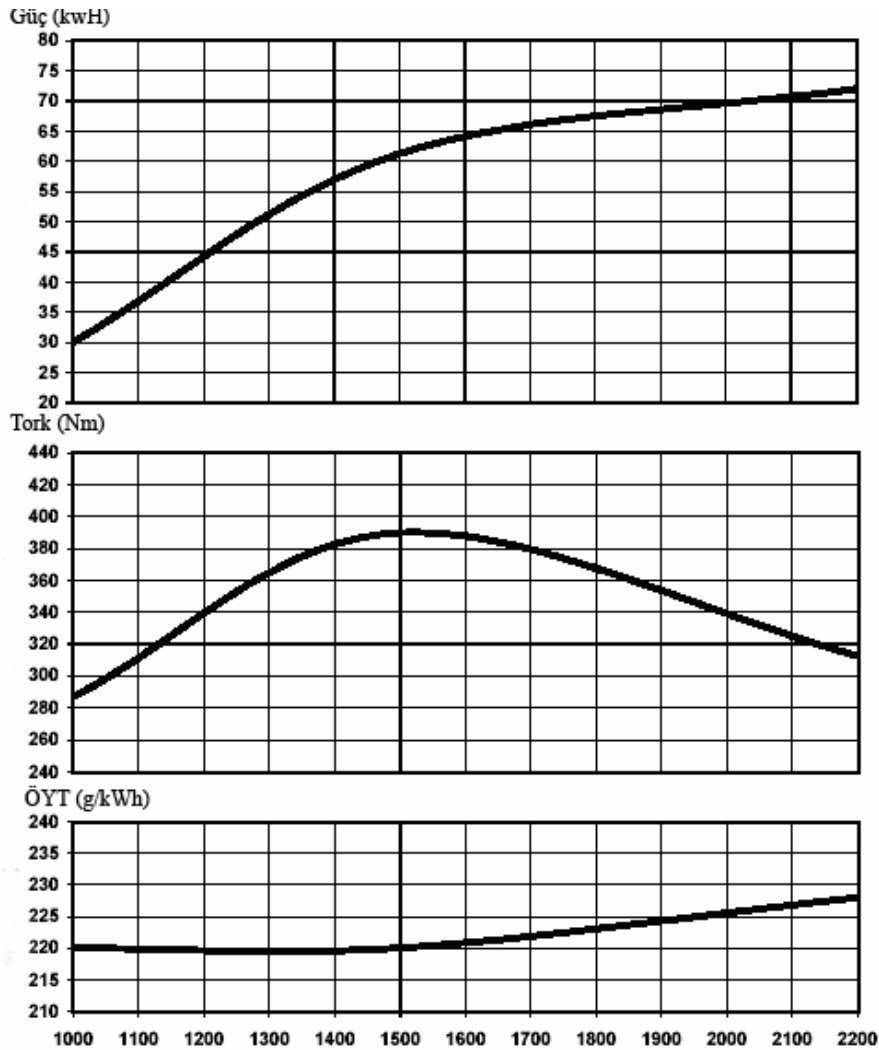
** Ek 5’ te orjinal test raporu bulunmaktadır.

Taşıt motorunun devir sayısı biliniyorsa tahrik tekerinin devir sayısı da diferansiyel ve min. redüksiyon sağlanan vites oranları kullanılarak tahrik tekerinin devri ; tahrik tekerinin çevresi ve tekerlek devir sayısından da taşıtın hızı bulunur (37).

$$V = \frac{2 \cdot \Pi \cdot \rho_r \cdot n}{60 \cdot i_o \cdot i_n} \quad (\text{m/s}) \quad (6.15)$$

- i_o Diferansiyel oranı
 i_n Vites çevrim oranları
 n Motor devir sayısı (d/d)
 ρ_r Lastik etkin yarıçapı (m)
 V Taşıt Hızı (m/s)

6.15 formülündeki verileri kullanarak, Motor haritası grafiği yardımıyla seçilen bir çalışma devir sayısı ve vites kademesi tekerlek hızı dolayısı ile taşıt hızı ve bu seçilen kullanım şartlarındaki özgül yakıt tüketimi belirlenebilir. İhtiyaç duyulan güç gereksinimine göre uygun vites, buna bağlı olarak motor çalışma devrine uyan yakıt tüketim değeri Şekil 6.1 deki gösterilen grafik yardımıyla seçilir.



Şekil 6.1 Massey Ferguson MF3095 D1 modeli motor performans ve yakıt tüketimi grafiği (63).

7. NORMAL DIESEL YAKITI ve BIODIESEL YAKITI MALİYETLERİ

7.1 Diesel Yakıtı Maliyetleri

Akaryakıt ürünlerine uygulanan ÖTV (Özel Tüketim Vergisi) belirlenmesi için Maliye Bakanlığınca Maliye web sitesinden alınan son güncel ve resmi akaryakıt fiyatları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 7.1 2005 yılı akaryakıt satış fiyatları. *

Güncelleme 12.05.2006			
Ürün	ÖTV (YTL)	Par.** Satış Fiyatı (YTL)	ÖTV Oranı
K.Benzin	1,363	2,8	49,01%
S. Benzin	1,377	2,8	50,05%
Motorin	0,935	2,2	39,74%
**Perakende Satış Fiyatlarında, İstanbul Avrupa Yakası ortalama değerleridir.			

7.2 Biodiesel Üretimi Yapan Bir Tesisten Yakıt Satın Alınması.

Biodiesel satışı yapan yurtiçi firmaları ile yapılan görüşmeler sonucunda Türkiye’de Aralık 2005 itibarı ile Biodiesel yakıtı ortalama perakende satış fiyatı **1,75 YTL** artı nakliye masraflarıdır. (KDV Dahil).

Görüşülen ve fiyat alınan firmalar.

- AYT Çevre Teknolojileri Tesisi, Bursa, Kapasite 36.000 ton/yıl
- CİHAN Alternatif Enerji Tesisi Adana, Kapasite 10.000 ton/yıl
- ALICI Alternatif Yakıtlar Tesisi Tarsus, Kapasite 10.000 ton/yıl

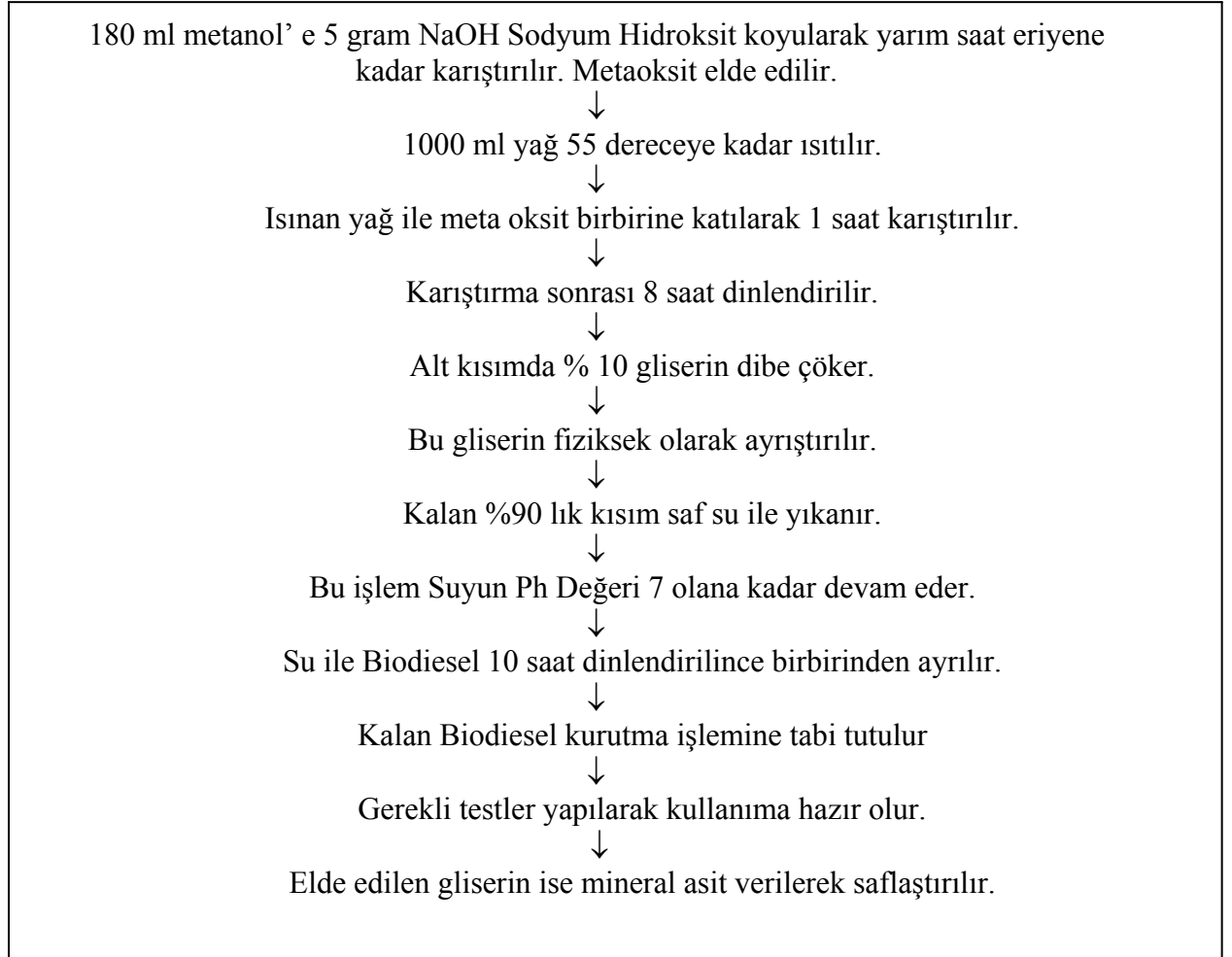
* T.C. Maliye Bakanlığı web sitesinden alınmıştır 04.06.2006

7.3 Biodiesel Üretimi ve Birim Maliyet Hesabı

7.3.1 1000 ml Bitkisel Yağ için Üretim Parametreleri ve Akış Şeması

Üretim Tesislerinde gerçekleşen işlemlerim birim hammadde üzerinden detayları aşağıda belirtilmiştir. Tüm reaktörlerde benzer işlemler hacimsel olarak değişikliğe uğrayarak yapılmaktadır (40).

Çizelge 7.2 Biodiesel üretim akış şeması (40).



7.3.2 Hammadelerin Temini ve Maliyetleri

Çiftçi veya tüketici kendi dizel yakıt ihtiyacını 100 litre/parti kapasiteli bir biodiesel üretim tesisinden karşılamak isterse 10-15 litre/saat kapasitesinde olan bir adet mini yağ çıkarma makinası satın almalıdır. Biodiesel üretim miktarına bağlı olarak çeşitli kapasitelerde mini yağ çıkarma makinaları piyasadan temin edilebilir. Yağlı tohum bitkisinden yağ eldesi sırasında yan ürün olarak elde edilen küspe için özel depolama ünitesine gerek yoktur. Bu kapasitede bir yağ çıkarma makinası ortalama fiyatı 800 – 2000 YTL arasındadır (41).

Yağ çıkarma makinası yanı sıra yağ çıkarma işlemi piyasadaki fabrikalardan da hammadde karşılığında veya para ile yaptırılabilir.

Tüm bu işlemlerin özeti olarak bugün dünya üzerinde ve Türkiye’de Biodiesel üretilecek bitkisel yağlar ve ortalama satış fiyatları (42,43)*

Kanola yağı.....	695	USD/ton
Soya yağı.....	594	USD/ton
Palmoil.....	486	USD/ton
Pamuk	594	USD/ton
Bitkisel atık yağ..	324	USD/ton
Ayçiçek yağı.....	860	USD/ton
Fındık.....	1164	USD/ton
Zeytin.....	2144	USD/ton

Diğer kullanılan hammaddeler ;

Metanol.....	1-1,3	YTL/l
Sodyum hidroksit.....	3-3,5	YTL/kg
Diğerleri.....	20-30	Ykrş/l**

* Satış fiyatlarına Kdv dahildir.

** Potasyum hidroksit , Sodyum metaoksilat, Fosforik asit, Asetik asit, Su, Tuz.

7.3.3 Birim Biodiesel Üretim Maliyeti

Biodiesel üretiminde en yaygın biçimde kullanılan Kanola yağı ham yağ olarak seçilmiştir. Ham yağ maliyetinin % 20'si işletme giderleri olarak kabul edilmektedir (40).

Biodieselde maliyetin % 90' ını yağ oluşturmaktadır. Kullanılan yağ nötr olmalı eğer nötr değilse yağ reaksiyona girmeden önce nötürleştirilmeli veya buna uygun nötr seçilmelidir. Tesisin kalite ve sistemine bağlı olarak % 99 verimlilikte sistemler vardır (40).

Ortalama olarak 1 l. Yağdan 0,95 l. Biodiesel üretilmektedir (40).

Üretim Girdileri (ÜG);

$$\text{ÜG} = 1 \text{ l. Yağ} + 0,2 \text{ l Alkol} + \text{İşletme Giderleri (YTL)} \quad (7.1)$$

Çıkış Ürün Getirisi (ÇÜG);

$$\text{ÇÜG} = \%10 \text{ Gliserin} + \text{Alkol Geri Kazanımı (YTL)} \quad (7.2)$$

Üreticiye Maliyeti (ÜM);

$$\text{ÜM} = \text{ÜG} - \text{ÇÜG (YTL)} \quad (7.3)$$

1 l. Biodiesel' in Üreticiye Maliyeti (ÜM_{Biyodizel});

$$\text{ÜM}_{\text{Biyodizel}} = \frac{\text{ÜM}}{0,95} \text{ (YTL/l)} \quad (7.4)$$

Biodieselin satın alınması yerine üretilmesi durumunda kazanç (R_{Biyodizel});

$$\text{R}_{\text{Biyodizel}} = \text{Biodiesel Satış Fiyatı} - \text{ÜM}_{\text{Biyodizel}} \text{ (YTL/l)} \quad (7.5)$$

Diesel satın alınması yerine biodiesel üretilmesi durumunda kazanç (R_{Diesel});

$$\text{R}_{\text{Diesel}} = \text{Diesel Satış Fiyatı} - \text{ÜM}_{\text{Biyodizel}} \text{ (YTL/l)} \quad (7.6)$$

Yapılacak hesaplamalarda kullanılacak parametrelerin güncel değerleri.

- 1 USD = 1,3473 YTL *
- 1000 gr Gliserin = 0,53 YTL ** (44)
- 1 l. Metanol = 1,2 YTL (44)
- 1 l. Biodiesel = 1,75 YTL (Bkz. Bölüm 7.2)
- 1 l. Yağ Fiyatı = Bkz. Bölüm 7.3.2
- 1 l. Diesel Fiyatı = 2,26 YTL ***

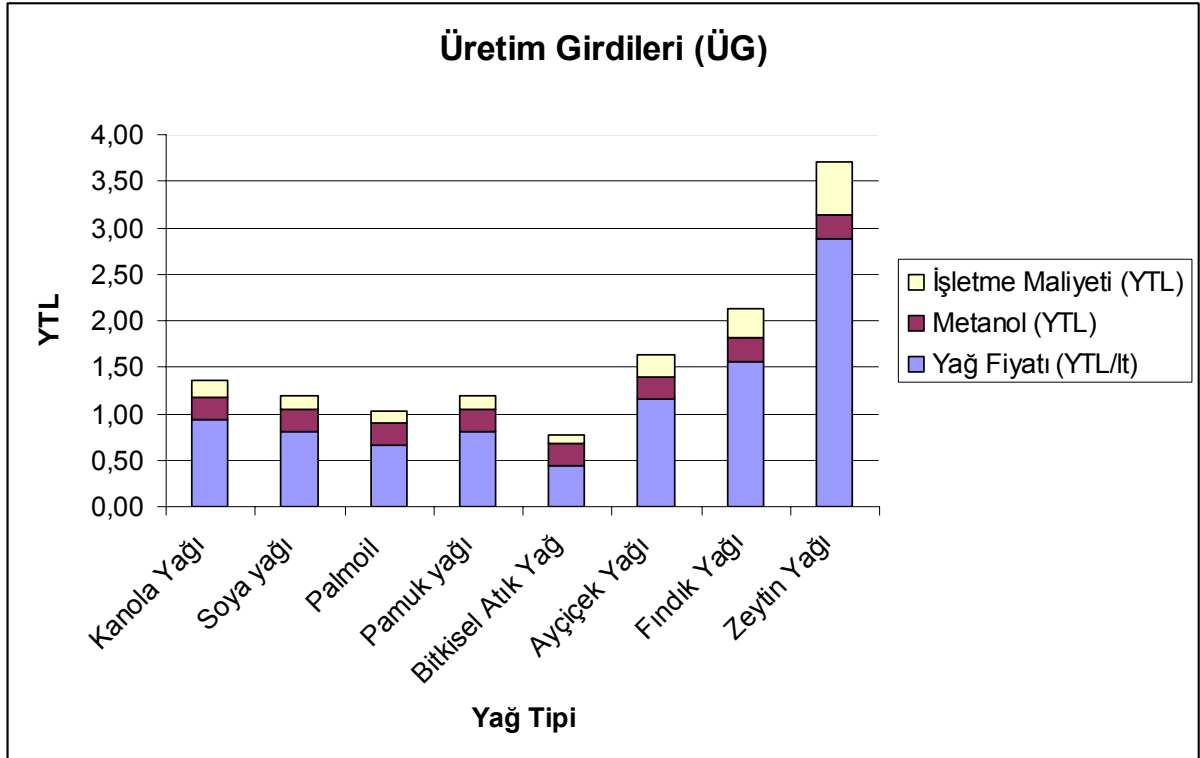
* <http://www.tcmb.gov.tr/> web sayfasından 25/03/06 tarihinde alınmıştır.

** Mart 2006

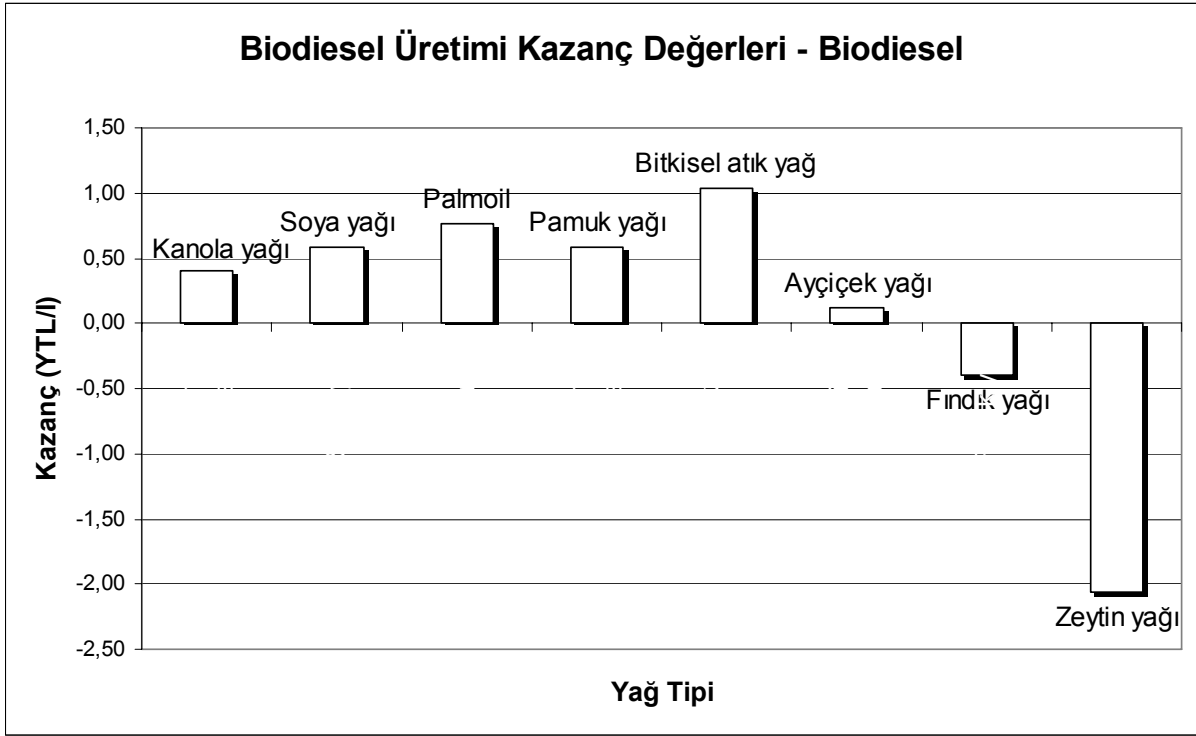
*** Petrol Ofisi Şubat 2006 ortalama satış fiyatı.

Çizelge 7.3 Birim maliyetlerin karşılaştırılması.

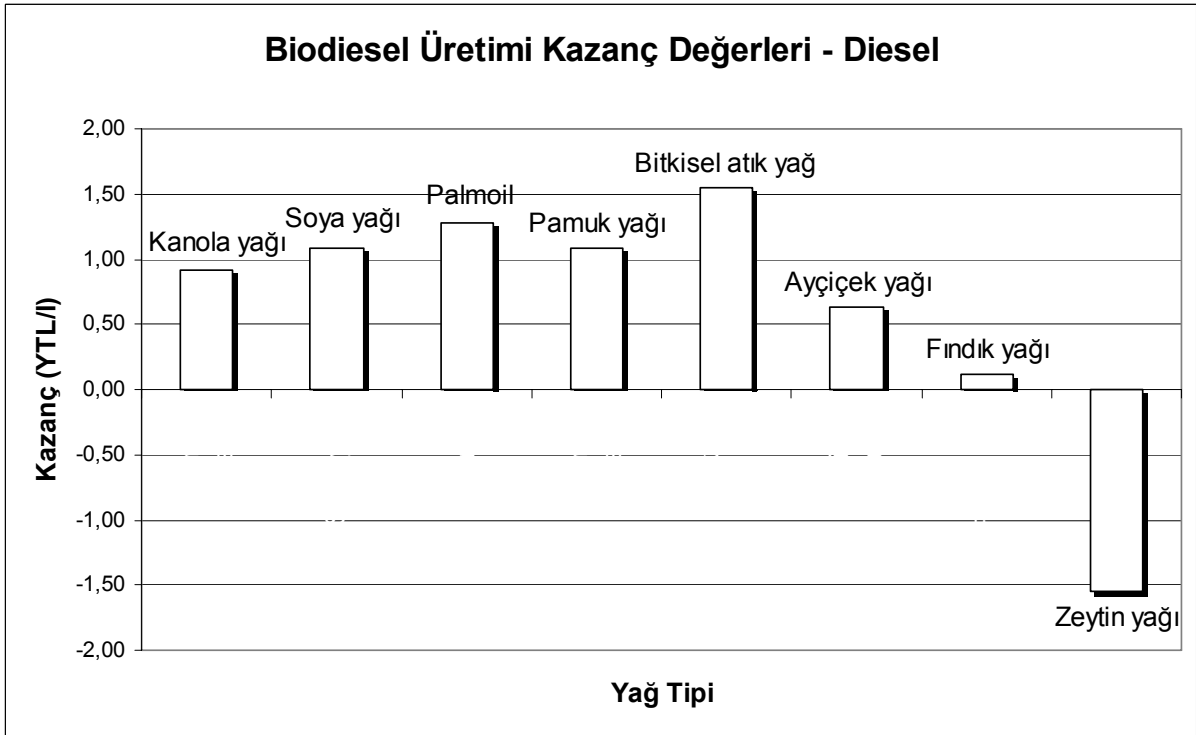
Yağ Tipi	Yağ Fiyatı (YTL/l)	Metanol (YTL)	İşletme Maliyeti (YTL)	ÜG (YTL)	ÇÜG (YTL)	ÜM (YTL)	ÜM <i>Biyodizel</i> (YTL/l)	R <i>Biyodizel</i> (YTL/l)	R <i>Diesel</i> (YTL/l)
Kanola Yağı	0,94	0,24	0,19	1,36	0,087	1,28	1,34	0,41	0,92
Soya Yağı	0,80	0,24	0,16	1,20	0,087	1,11	1,17	0,58	1,09
Palmoil	0,65	0,24	0,13	1,03	0,087	0,94	0,99	0,76	1,27
Pamuk Yağı	0,80	0,24	0,16	1,20	0,087	1,11	1,17	0,58	1,09
Bitkisel Atık Yağ	0,44	0,24	0,09	0,76	0,087	0,68	0,71	1,04	1,55
Ayçiçek Yağı	1,16	0,24	0,23	1,63	0,087	1,54	1,62	0,13	0,64
Fındık Yağı	1,57	0,24	0,31	2,12	0,087	2,03	2,14	-0,39	0,12
Zeytin Yağı	2,89	0,24	0,58	3,71	0,087	3,62	3,81	-2,06	-1,55



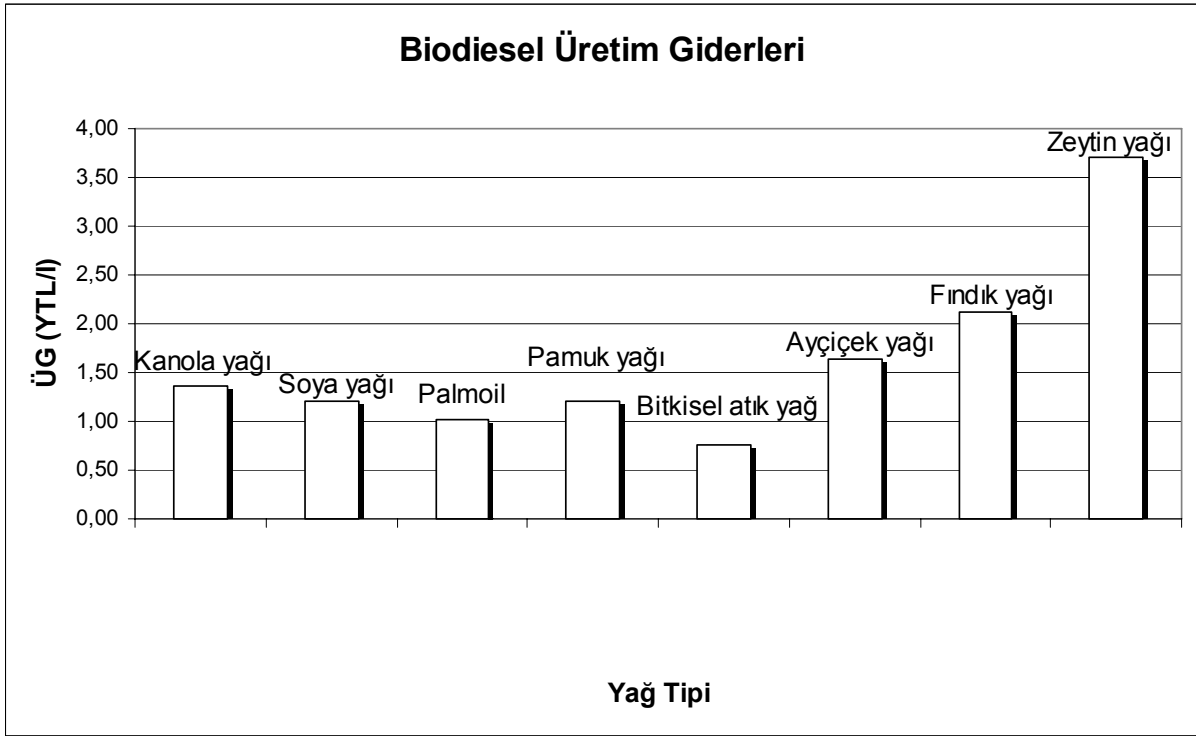
Şekil 7.1 Üretim girdileri maliyetlerinin yağ tiplerine göre dağılımı.



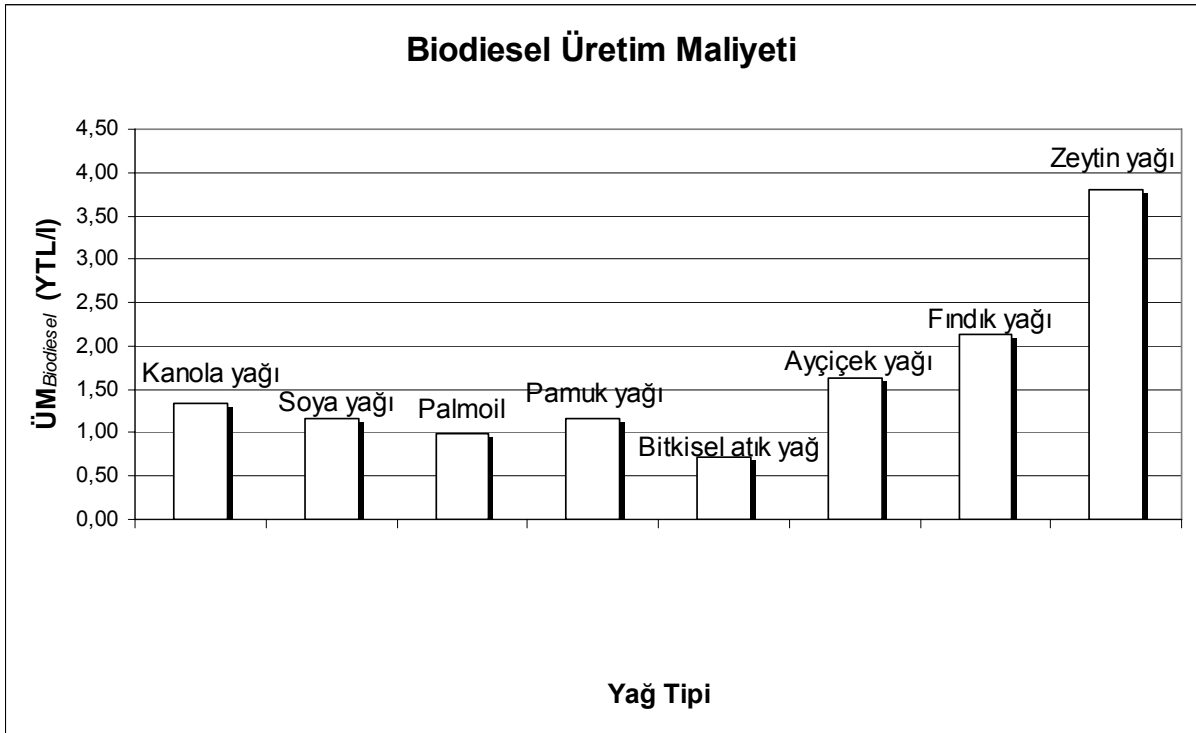
Şekil 7.2 Biodiesel üretimi kazanç değerleri (biodiesel satış fiyatı ile kıyaslandığında).



Şekil 7.3 Biodiesel üretimi kazanç değerleri (dizel satış fiyatı ile kıyaslandığında).



Şekil 7.4 Ham yağ tiplerine göre biodiesel üretim giderleri.



Şekil 7.5 1 l. Ham yağ tiplerine göre biodiesel üretim maliyeti.

7.4 Biodiesel Tesisi Kurulması Halinde Tesis Maliyetleri

7.4.1 Kanuni Durum

Ülkemizde Sözleşmeli Tarım Modeli Uygulaması ve kanola ekiminin arttırılması çalışmaları, Sanayi ve Ticaret Bakanlığında da “Yağlı Tohum Bitkilerinin Alternatif Alanlarda Değerlendirilmesi” çalışmaları da sürdürülmüştür. Yasal çalışmalar PİGM koordinasyonundaki bir kurul bünyesinde geliştirilerek 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanunu kapsamında tanımlanmıştır (4).

Bu kanun, 20 Aralık 2003 tarihli 25322 Sayılı T.C. Resmi Gazetesinde yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Biyomotorin kanunda Madde 27de tanımlanmaktadır. Bu madde Akaryakıtla Harmanlanan Ürünler: Metil tersiyer bütül eter (MTBE), Etanol v.b. (yerli tarım ürünlerinden denatüre üretilenler ile biodiesel hariç) akaryakıt ile eşdeğer vergiye tabi olan ve olacak ürünleri ifade etmektedir. Böylelikle Biodiesel akaryakıt ile eşdeğer vergiye tabi olmaksızın tanımlanmakta, yerli kaynaklardan biodiesel üretimi teşvik edilmektedir (4).

Bu kanuna göre “Biodiesel Harmanlama” işi Ana dağıtıcı lisansı almış firmalara verilmiştir. Ana dağıtıcı lisansı almak için EPDK’ ya Başvurmak ve 60.000/ton yıl malı satmayı taahhüt ederek gerekli yasal işlemleri yerine getirilmesi gerekmektedir. Biodiesel’ i saf olarak satılabilineceğine dair bir görüşte vardır. Bu görüşe göre harmanlama işi anadağıtıcılar yapar. %100 Biodiesel üretilenler faturalı olarak satabilir görüşüdür (4).

Biodiesel tesisi kurmak ve işletmek için bir üretici lisans zorunluluğu yoktur. TSE Standardı oluşmadığı için TSE almak henüz mümkün değildir. Bu sıkıntılar önümüzdeki günlerde çözülecektir. Bilinmesi gerekli bir durumda Biodiesel amaçlı bitkisel yağ ithal edilmesinde gümrük indirimi uygulanmaktadır. Biodiesel den ÖTV alınmaz, yerli üretilen Biodiesel alınmaz ibaresi ile bazıları Türkiye’de üretilmesi gerekir, bazıları ise hamyağ getirebilir (4).

7.4.2 Kompakt Biodiesel Tesisi Maliyeti

Bu tez çalışmasına yönelik satın alınacağı düşünülen tesis İzmir’de kurulu olan Ege Biyoteknoloji A.Ş. tarafından üretilen günlük 15l ,150 l, 500 l, 1500 l, 15000 l biodiesel üretim kapasiteli Kompakt Biodiesel Tesisi’dir (45).

Reaktörlerin fiyatı kurulum dahil;

15 l/parti	6.000 YTL
150 l/parti	10.000 YTL
500 l/parti	25.000 YTL
1500 l/parti	40.000 YTL
15000 l/parti	80.000 YTL



Şekil 7.6 Örnek biodiesel üretim tesisi (45).

7.5 Mühendislik Ekonomisi Yatırım Maliyetleri Amortismanı

Bir tesisin kuruluşunda yapılan toplam yatırım masraflarının, kredi alınmışsa kredinin faizide dahil olmak üzere, belirli bir sürede geri ödenmesi amacıyla, toplam yatırım değerinin önceden belirlenmiş bir kısmının, sermaye maliyeti olarak belirli bir periyot için işletme gelirlerinden ayrılması ve vergi dışı bırakılması işlemine amortisman denir. (46);

$$c_a = [P \times (1+i/100)] - (T \times LBE \times \% \text{ Kapasite}) \quad (7.7)$$

formülü ile aylık amortisman geliri hesapı kapasite kullanıma göre yapılır. Her geçen gün, ay veya yıl için kazanç sağlanan miktar yatırım maliyetinde, faiz oranı (ana para ve kalan para olmak üzere) hesabın içerisinde alınarak ilk yatırım maliyetinden çıkarılır.

Burada ;

P = Bugünkü yatırım maliyeti (USD)

i = Aylık Faiz

T = Aylık Tam Kapasite Üretim Miktarı (kg)

LBE = Litre Başına Ekonomi Değeri (USD)

Türkiye’de Mart 2006 itibarı ile aylık USD faiz oranı % 0,12.*

7.6 Örnek Biodiesel Üretim Tesisinin Üretim Maliyeti

Temel olarak Biodiesel Tesisi Parçaların gruplandırılacak olursak (40);

a) Filtre

Reaktör ve Ayrıştırma tankına alınacak ham veya atık yağın içerisindeki katı atıkların tutulması için belirli teknik özelliklerde olan filtre kullanılmalıdır. Aynı şekilde biodiesel yıkama tankına alınan biodiesel de 5 mikronluk filtreler kullanılarak filtrelenmelidir (40).

b) Reaktör & Ayrıştırma Tankı

Reaktör & Ayrıştırma tankı talep edilen litre kapasiteli paslanmaz çelikten silindirik olacak şekilde imal edilmiş, ısıtıcılı ve karıştırıcılı bir tank olup bunun alt kısmı gliserin kazanımı için konikleştirilmiş olmalıdır. Ayrıca bu tank çift cidarlı ve ısı yalıtımlı olarak dizayn edilmelidir (40).

c) Gliserin Depolama Tankı

Biodiesel üretim tesisinde yan ürün olarak ortaya çıkacak gliserinin depolanması ve pazarlanması için günlük üretime karşılık gelen litre kadar gliserini depolayabilecek depolama tankı temin edilmelidir (40).

d) Biodiesel Yıkama Tankı

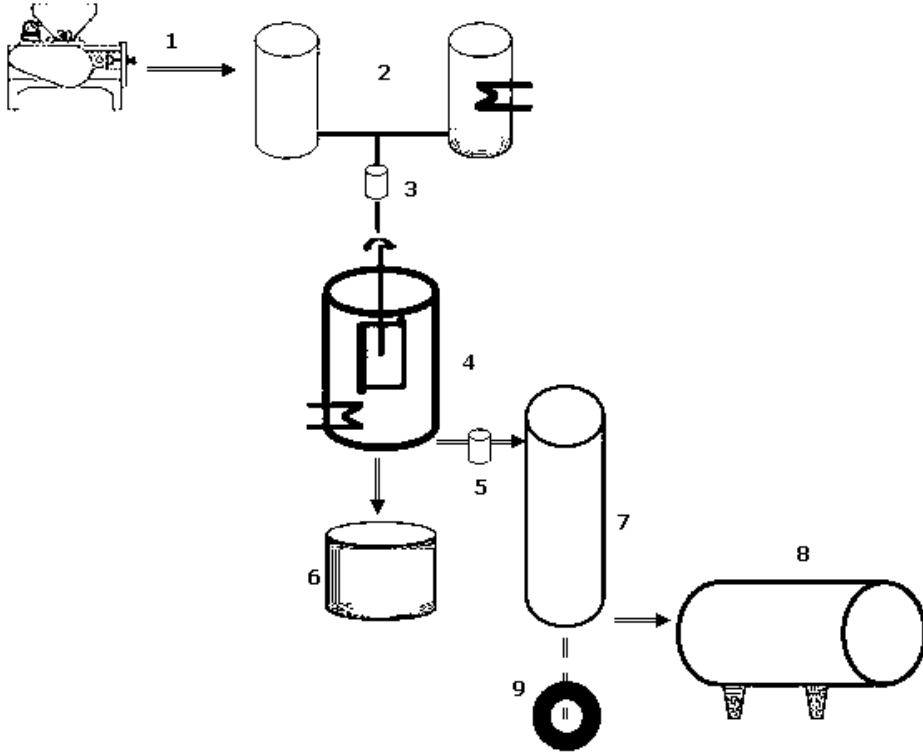
Reaktör ve Ayrıştırma tankında belli bir sürede ve sıcaklıkta karıştırılan bileşik yine belli bir süre dinlendirilerek gliserin ve Biodiesel’ in ayrıştırılması sağlanır. Gliserin, gliserin

* T.C. Maliye Bakanlığı web sitesinden alınmıştır. (Mart 2006)

depolama tankına alındıktan sonra biodiesel yıkama tankına alınır. Bu tank paslanmaz çelikten ince-uzun olacak şekilde ve duşlu mekanizmalı olarak imal edilmelidir. (40).

e) Biodiesel Depolama Tankı

Biodiesel temiz, kuru, karanlık bir ortamda depolanmalı, aşırı sıcaktan kaçınılmalıdır. Depo tankı malzemesi olarak yumuşak çelik, paslanmaz çelik, florlanmış polietilen ve florlanmış polipropilen seçilebilir. Üretici 1 ayda ürettiği biodieseli depolayabilmek için gerekli hacminde bir depolama tankı imal ettirmelidir (40).



- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. YAĞ ÇIKARMA MAKİNASI | 5. FİLTRE |
| 2. BİTKİSEL ve ATIK YAĞ DEPOLAMA TANKLARI | 6. GLİSERİN DEPOLAMA TANKI |
| 3. FİLTRE | 7. BİYODİZEL YIKAMA ÜNİTESİ |
| 4. REAKTÖR & AYRIŞTIRMA TANKI | 8. BİYODİZEL DEPOLAMA TANKI |
| | 9. RÖGAR |

Şekil 7.7 Biodiesel proses akış şeması (40).

Standart reaktöre örnek olarak güvenilir kaynak olan EİE Biodiesel Üretim Tesisinde, ham bitkisel yağ ve/veya yemeklik atık yağlar kullanılarak transesterifikasyon belirli bir kapasite ile Biodiesel üretilmektedir. Biodiesel üretim tesisi aşağıdaki ünitelerden oluşmaktadır (40);

- Ham-Atık Yağ Depolama Tankı
- Ham-Atık Yağ Pompası
- Reaktör
- Metanol Tankı
- Metaoksit Tankı
- Dinlendirme ve Yıkama Tankı
- Gliserin Depolama Tankı
- Biodiesel Depolama Tankı
- Pompalar ve Bağlantı Elemanları

Seri üretim şartlarında olmayan ancak protatip olan reaktör konstrüksiyon maliyeti özel sektör bünyesinde araştırılmış ve reaktörde yer alan tüm parçaların tasarım, hammadde, yarı mamul, işçilik, kalıp, enerji maliyetleri hesaplanarak **15l/parti, 150 l/parti, 500 l/parti, 1500 l/parti, 15000 l/parti** kapasiteli tesislerin toplam maliyeti Aralık 2005 tarihi itibarı ile bulunmuştur (47). Baz alınan reaktör 150 l/parti olup diğer reaktörlerin kapasite ve malzemeleri oranlama ile saptanmıştır. Karışım debileri aynı olmak şartıyla biodiesel yakıtı elde etmek için proses süresi karışım ve reaksiyon için yaklaşık 2 saat, reaksiyonu tamamlanmış biodiesel yakıtı bekletme süresi yaklaşık 18 saat'tir (40). Biodiesel yakıtı ortalama kullanım süresi 6 aydır (20).

7.6.1 Ham-Atık Yağ Depolama Tankı

Biodiesel üretmek için kullanılacak ham bitkisel yağ ve/veya atık yemeklik yağların biriktirilmesi için kullanılan depolama tankıdır. Özellikleri (40);

- AISI 304 paslanmaz çelikten silindirik olarak imal edilmiştir.
- Tank 1 cidarlı olup et kalınlığı 2 mm dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,635 dir.
- Tank 250 mm lik mehtol kapaklı olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın ham madde giriş ağzına 100 mikrometrelilik portatif filtre monte edilmiştir.
- Depolama tankı ile reaktör arasında mekanik sayaç yerleştirilmiştir.

Ham-Atık yağ depolama tankındaki hammaddenin mekanik sayaç üzerinden geçirilerek reaktöre alınması amacıyla kullanılan pompadır. Pompa yağ birikintileri gibi kirlenmelere karşı korunaklı olacak şekilde tasarlanmalıdır (40).

7.6.2 Reaktör

Reaktör, Biodiesel üretiminde kullanılan en önemli ekipmanlardan biridir. Tüm kimyasal reaksiyonlar reaktörde gerçekleşir. EİE Biodiesel Üretim Tesisinde kullanılan reaktörün başlıca özellikleri aşağıda sıralanmıştır (40);

- AISI 316 paslanmaz çelikten imal edilmiştir.
- Reaktör 3 cidarlı olacak şekilde imal edilmiş ve et kalınlıkları sırasıyla 3, 2 ve 1 m dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,635 dir.

- Reaktörde 1 adet açılabilir kapak mevcut olup komple contalıdır.
- Reaktörde kimyasal maddelere karşı dirençli paletli karıştırıcılı sabit ex-proof elektrik motoru bulunmaktadır.
- Reaktörde 2 adet elektrikli rezistans bulunmaktadır.
- Reaktörün ısıtılması 2 nci ve 3 üncü cidarlar arasına konulan ısı transferi yağı ısıtılarak sağlanmaktadır.
- Reaktörün üst kısmında 70 mm lik gözetleme bölümü mevcuttur.
- Reaktöre 1 adet manuel termometre monte edilmiştir.
- Reaktörün 1 nci ve 2 nci cidarları arasında izolasyon malzemesi mevcuttur. Tank içindeki akışkan ve ısı transferi yağı için seviye göstergeleri bulunmaktadır.
- Reaktörün üst kısmına metanol geri kazanım ünitesi tesis edilmiştir.

7.6.3 Metanol Tankı

Metanol reaksiyon esnasında kullanılan bir madde olup oldukça tehlikeli bir kimyasaldır. Tesiste kullanılacak metanolün depolanmasında kullanılan tankın özellikleri aşağıdaki gibidir (40).

- AISI 304 paslanmaz çelikten 1 cidarlı olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın et kalınlığı 2 mm dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,8 dir.
- Tank 250 mm lik methol kapaklı sızdırmaz olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tank, metaoksite tankıyla olan akışkan iletiminin gravite ile sağlanacağı düşünülerek tasarlanmıştır.

7.6.4 Metaoksite Tankı

Metaoksite tankı Biodiesel üretiminde kullanılacak olan metanol ve katalizörün karıştırıldığı bir tanktır. Reaktörden sonraki en önemli ekipmandır. EİE Biodiesel Üretim Tesisi'nde kullanılan metaoksite tankının başlıca özellikleri aşağıdaki gibidir (40);

- Tank AISI 304 paslanmaz çelikten 1 cidarlı olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın et kalınlığı 2 mm dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,8 dir.
- Tankın kapağı komple sızdırmazdır.
- Tankta karıştırıcı milli ex-proof motor monte edilmiştir.
- Tank içinde süzgeçli boru mevcut olup bunun içine katalizör koymak için tank dışına huni
- monte edilmiştir.
- Metaoksite tankındaki akışkan madde reaktöre gravite ile iletilmektedir.

7.6.5 Dinlendirme ve Yıkama Tankı

Biodiesel üretiminde reaksiyonun sonunda elde edilen kimyasalların reaktörden alınması, belli bir süre dinlendirilmesi, gliserin fazının ayrıştırılması, Biodiesel' in yıkanması ve su bileşeninin uzaklaştırılması gibi işlemlere gerek duyulmaktadır. Tüm bu işlemlerin yapıldığı tank dinlendirme ve yıkama tankı olarak isimlendirilmektedir (40).

EİE Biodiesel Üretim Tesisi'nde kullanılan dinlendirme ve yıkama tankının başlıca özellikleri aşağıdaki gibidir (40);

- AISI 304 paslanmaz çelikten 3 cidarlı olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın et kalınlıkları sırasıyla 1,2 ve 3 mm dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,508 dir.
- Tankın alt kısmı konik olacak şekilde yapılmıştır.
- Tank menthol kapaklı komple sızdırmaz olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankta kimyasal maddelere maddelere karşı dirençli paletli karıştırıcı sabit ex-proof elektrik motoru bulunmaktadır.
- Reaktörde 2 adet elektrikli rezistans bulunmaktadır.
- Reaktörün ısıtılması 2 nci ve 3 üncü cidarlar arasına konulan ısı transferi yağı ısıtılarak sağlanmaktadır.
- Tanka yıkama suyu için giriş vanası monte edilmiştir.
- Tankın alt konik kısmındaki akışkan çıkış yolu üzerine temizlenebilir filtre monte edilmiştir.
- Reaktöre 1 adet manuel termometre monte edilmiştir.
- Reaktörün 1 nci ve 2 nci cidarları arasında izolasyon malzemesi mevcuttur.
- Tank içindeki akışkan ve ısı transferi yağı için seviye göstergeleri bulunmaktadır.

7.6.6 Gliserin Depolama Tankı

Yıkama ve dinlendirme tankında yan ürün olarak üretilen gliserinin depolandığı tanktır. Başlıca özellikleri (40);

- AISI 304 paslanmaz çelikten 1 cidarlı olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın et kalınlığı 2 mm dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,8 dir.
- Tank 250 mm lik methol kapaklı sızdırmaz olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın alt kısmında tahliye vanaları mevcuttur.

7.6.7 Biodiesel Depolama Tankı

Üretim tesisinde üretilen Biodieselin biriktirildiği tanktır. Başlıca özellikleri (40);

- Kapasitesi 300 litredir.
- AISI 304 paslanmaz çelikten 1 cidarlı olacak şekilde imal edilmiştir.
- Tankın et kalınlığı 2 mm dir.
- Çap, yükseklik oranı 0,635' dir.
- Tank 250 mm lik menhol kapaklı sızdırmaz olacak şekilde imal edilmiştir.

7.6.8 Pompalar ve Bağlantı Elemanları, Tesisin Çalıştırılması ve Maliyeti

Biodiesel üretimi için tüm tanklar, her türlü bağlantı elemanları (boru, vana, fittings, sızdırmazlık elemanları, vb), pompalar, karıştırma-ısıtma üniteleri, filtreler, her türlü elektrikselsel ve mekaniksel ekipmanlar yeterli sayıda, korozyona ve kimyasal maddelere karşı dirençli, Biodiesel üretim prosesine uygun özellikte – kalitede olmalıdır. Tüm tanklar statik elektrikleşmeye karşı topraklanmış ve üretim hattı kesintisiz çalışacak şekilde bağlantı elemanlarıyla birleştirilmiştir (40).

EİE Biyoenerji Uygulama Tesisi - Biodiesel Üretim Ünitesi'nden yerli, yenilenebilir, alternatif ve dizel eşdeğeri yakıt üretebilmek için sırasıyla aşağıdaki işlem basamakları takip edilmelidir (40).

- Ham bitkisel ve / veya atık yemeklik yağ filtre edilerek depolama tankına alınır. Üretilmesi düşünülen Biodiesel miktarı kadar yağ reaktöre mekanik sayaç üzerinden pompalanır.
- Reaktör; yağda bulunabilecek su bileşeninin uzaklaştırılması amacıyla belli bir süre ısıtılır.
- Reaktörden numune alınır ve gerekli metanol ile katalizör miktarları belirlenir.
- Metaoksite tankının katalizör hunisine hesaplanan miktarda katı katalizör konulur.
- Metanol tankından belirlenen miktarda graviteyle metanol metaoksite tankına alınır.
- Metaoksite tankındaki ex-proof motor karıştırıcı mili belli bir süre çalıştırılır.
- Metaoksite gravite ile reaktöre alınır.
- Reaktördeki ex-proof motor karıştırıcı mili belli bir sıcaklıkta ve belli bir süre devamlı çalıştırılır. Bu süre boyunca metanol geri kazanım ünitesine şebeke suyu verilerek metanol geri kazanılır.
- Reaksiyon tamamlandığında reaktördeki akışkan dinlendirme ve yıkama tankına transfer edilir. Transfer işlemi tamamlandığında hesaplanan miktar kadar tanka asit ilave edilir.
- Dinlendirme ve yıkama tankındaki akışkan belli bir süre bekletildikten sonra gliserin fazı graviteyle gliserin depolama tankına alınır.
- Dinlendirme ve yıkama tankındaki akışkan saf su ile yıkanır. Yıkama aşamasında ex-proof motor karıştırıcı mili aktif hale getirilir.
- Dinlendirme ve ayrıştırma tankındaki yıkanmış akışkan belli bir süre dinlendirilir ve tankın konik kısmından su bileşeni tahliye edilir.

Çizelge 7.8, 7.9, 7.10, 7.11 ve 7.12'de örnek reaktörler için malzeme reçetesi ve firmadan teklif alınan fiyatlar gösterilmektedir (47).

Buna göre bu örnek reaktörlerin imal etmek/ettirmek istersek maliyetleri (47).

Çizelge 7.4 Biodiesel reaktörlerinin üretilmesi durumunda maliyetleri.

Reaktör (l/parti)	Üretim Maliyeti (USD)	Üretim Maliyeti (YTL)
15	2713	3649
150	5273	7092
500	5287	7837
1500	11986	16114
15000	30138	40506

Toplam maliyetlerin parça bazında firmalardan alınan fiyat teklifleri ile detayları aşağıda listelenmiştir (47).

Çizelge 7.5 Biodiesel reaktörleri depo kapasiteleri.

Depo Kapasiteleri (l)	15 (l/parti)	150 (l/parti)	500 (l/parti)	1500 (l/parti)	15000 (l/parti)
Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	30	300	900	3000	30000
Reaktör Tankı	20	200	600	2000	20000
Metanol Tankı	10	100	300	1000	10000
Metaoksite Tankı	6	60	180	600	6000
Dinlendirme ve Yıkama Tankı	40	400	1200	4000	40000
Gliserin Depolama Tankı	10	100	300	1000	10000
Biodiesel Depolama Tankı	30	300	900	3000	30000

Çizelge 7.6 Biodiesel reaktörleri pompa kapasiteleri.

Pompa Kapasiteleri (kW)	15 (l/parti)	150 (l/parti)	500 (l/parti)	1500 (l/parti)	15000 (l/parti)
Pompa Gücü	0,37	0,37	0,37	0,5	1,8

Çizelge 7.7 Biodiesel reaktörleri ısıtıcı rezistans değerleri.

Isıtıcı Rezistans (kW)	15 (l/parti)	150 (l/parti)	500 (l/parti)	1500 (l/parti)	15000 (l/parti)
Rezistans Gücü	0,5	2,5	3	5	15

Çizelge 7.8 Biodiesel reaktörleri depo cidar özellikleri.

Depo Tipi	Cidar Sayısı	Cidar Kalınlığı (mm)
Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	1
Reaktör Tankı	3	3 – 2 – 1
Metanol Tankı	1	1
Metaoksite Tankı	1	1
Dinlendirme ve Yıkama Tankı	3	3 – 2 – 1
Gliserin Depolama Tankı	1	1
Biodiesel Depolama Tankı	1	1

Reaktörlerde filtre olarak tek tip dairesel esnek filtre kullanılmaktadır.

Kullanılan karıştırıcılar 900 dev/dak çalışma özelliğindedir.

Çizelge 7.9 15 l/parti Kapasiteli rektörün parça maliyeti fiyat teklif listesi.

Montaj Kodu	Parça Kodu	Parça Açıklaması	Malzeme	Tedarikçi	Akt Ölümlü Grup	Adet	Birim Maliyet (₺)	KDV (%8)	Toplam Maliyet (₺)
AA1	9001	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı Komple (30 lt) (220 x 1000 Ana Gövde)	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	100	8	108
AA1	9002	Menhöl Kapak (Döküm-contab) (Φ 50 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	20	1,6	21,6
AA1	9003	Portatif Mikrometrik Filtre (5 mikron)	Diğer	B Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	5	0,4	5,4
AA1	9004	Mekanik Sayaç	Diğer	C Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	8	0,6	8,64
AA2	9005	Elektrikli Pompa (20 mS - Güç 0,37 KW)	Diğer	D Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	50	4	54
AA3	9006	Reaktör Komple (20 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 282 x 1500 Ana Gövde	AISI 316 stainless st 3, 2, 1 mm	A Firması	Reaktör	1	400	32	432
AA3	9007	Kapak (Φ 50 mm)	St	A Firması	Reaktör	1	30	2,4	32,4
AA3	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak est-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Reaktör	1	80	6,4	86,4
AA3	9009	Resistans 0,5 KW	Diğer	F Firması	Reaktör	2	50	4	108
AA3	9010	Makine Yağı (4 lt)	Diğer	Çeşitli	Reaktör	1	25	2	27
AA3	9011	Cam Kapak (Φ 30 mm)	Cam	G Firması	Reaktör	1	4	0,3	4,32
AA3	9012	İzolasyon Malzemesi (1. ve 2. Cidar Arası)	Poly U.	H Firması	Reaktör	1	10	0,8	10,8
AA3	9013	Serviy Göstergesi	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA3	9014	Manuel Termometre	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA4	9015	Metanol Tankı Komple (10lt) 150x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Metanol Tankı	1	50	4	54
AA4	9002	Menhöl Kapak (Döküm-contab) (Φ 50 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	20	1,6	21,6
AA5	9016	Metaokisit Tankı Komple (6lt) 120x500 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Metaokisit Tankı	1	48	3,8	51,84
AA5	9017	Sızdırmaz Kapak (Φ 25 mm)	St	A Firması	Metaokisit Tankı	1	8	0,6	8,64
AA5	9018	Elektrik Motoru (900 dev/dak est-proof) Kaşınıcı Milli	Diğer	E Firması	Metaokisit Tankı	1	40	3,2	43,2
AA5	9019	Sızdırgan Boru (2 m)	St	I Firması	Metaokisit Tankı	1	15	1,2	16,2
AA6	9020	Dümlendirme ve Yıkama Tankı Komple (40 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 282x1250	AISI 304 stainless st	A Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	800	64	864
AA6	9002	Menhöl Kapak (Döküm-contab) (Φ 50 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	20	1,6	21,6
AA6	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak est-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	100	8	108
AA6	9009	Resistans 0,5 KW	Diğer	F Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	50	4	108
AA6	9010	Makine Yağı (4 lt)	Diğer	Çeşitli	Reaktör	1	25	2	27
AA6	9021	Tek Yönli Vana	Fe	J Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	8	0,6	8,64
AA6	9003	Portatif Mikrometrik Filtre (5 mikron)	Diğer	B Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	5	0,4	5,4
AA6	9014	Manuel Termometre	Diğer	C Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA6	9013	Serviy Göstergesi	Diğer	C Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA7	9022	Gibserin Depolama Tankı Komple (10 lt) 160x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Gibserin Depolama Tankı	1	50	4	54
AA7	9002	Menhöl Kapak (Döküm-contab) (Φ 50 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	20	1,6	21,6
AA7	9021	Tek Yönli Vana	Fe	K Firması	Gibserin Depolama Tankı	1	12	1	12,96
AA8	9023	Biyodüzel Depolama Tankı Komple (30 lt) 220x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Biyodüzel Depolama Tankı	1	100	8	108
AA8	9002	Menhöl Kapak (Döküm-contab) (Φ 50 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	20	1,6	21,6
AA9	9024	Bağlantı Elemanları (Vida, Somun, Pul, Pervin)	St	K Firması	Bağlantı Elemanları	120	0,01	0	1,296
AA9	9025	Bağlantı Borusu (1,5" , 2") 0,5-1-2 m ve T boru	St	L Firması	Bağlantı Elemanları	12	10	0,8	129,6
AA10	9026	Kablo Çubu	Diğer	M Firması	Elektrik Komponent	1	18	1,4	19,44
AA10	9027	Kontrol Ünitesi	Diğer	N Firması	Elektrik Komponent	1	60	4,8	64,8
Toplam						174	2281	182	2713

Çizelge 7.10 150 l/parti Kapasiteli rektörün parça maliyeti fiyat teklif listesi.

Montaj Kodu	Parça Kodu	Parça Açıklaması	Malzeme	Tedarikçi	Akr Ölçü Grp	Adet	Birim Maliyet (\$)	KDV (%)	Toplam Maliyet (\$)	
AA1	9001	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı Komple (300 lt) 635x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	250	20	270	
AA1	9002	Menhol Kapak (Döküm-contah) (Φ250 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6	
AA1	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 mikron)	Diğer	B Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	5	0,4	5,4	
AA1	9004	Mekanik Sayac	Diğer	C Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	8	0,6	8,64	
AA2	9005	Elektrikli Pompa (20 mS - Güç 0,37 KW)	Diğer	D Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	50	4	54	
AA3	9006	Reaktör Komple (200 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 635x1500 Ana Gövde	AISI 316 stainless st 3, 2, 1 mm	A Firması	Reaktör	1	700	56	756	
AA3	9007	Kapak (Φ100 mm)	St	A Firması	Reaktör	1	30	2,4	32,4	
AA3	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak ex-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Reaktör	1	100	8	108	
AA3	9009	Rezistans 2,5 KW	Diğer	F Firması	Reaktör	2	200	16	432	
AA3	9010	Makine Yağı (25 lt)	Diğer	Çeşitli	Reaktör	1	120	9,6	129,6	
AA3	9011	Cam Kapak (Φ25 mm)	Cam	G Firması	Reaktör	1	10	0,8	10,8	
AA3	9012	İzolasyon Malzemesi (1. ve 2. Cidar Arası)	Poly U.	H Firması	Reaktör	1	20	1,6	21,6	
AA3	9013	Seriye Göstergesi	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8	
AA3	9014	Mamel Termometre	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8	
AA4	9015	Metanol Tankı Komple (100lt) 480x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Metanol Tankı	1	120	9,6	129,6	
AA4	9002	Menhol Kapak (Döküm-contah) (Φ250 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6	
AA5	9016	Metaokisit Tankı Komple (60lt) 400x500 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Metaokisit Tankı	1	100	8	108	
AA5	9017	Sızdırmaz Kapak (Φ25 mm)	St	A Firması	Metaokisit Tankı	1	40	3,2	43,2	
AA5	9018	Elektrik Motoru (900 dev/dak ex-proof) Karşıtın Millli	Diğer	E Firması	Metaokisit Tankı	1	80	6,4	86,4	
AA5	9019	Süzeçli Boru (2 m)	St	I Firması	Metaokisit Tankı	1	15	1,2	16,2	
AA6	9020	Dindendirme ve Yıkama Tankı Komple (400 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 635x1250	AISI 304 stainless st	A Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	1	1350	108	1458	
AA6	9002	Menhol Kapak (Döküm-contah) (Φ250 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6	
AA6	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak ex-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	1	100	8	108	
AA6	9009	Rezistans 2,5 KW	Diğer	F Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	2	200	16	432	
AA6	9010	Makine Yağı	Diğer	Çeşitli	Dindendirme ve Yıkama Tankı	1	120	9,6	129,6	
AA6	9021	Tek Yönlü Vana	Fe	J Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	1	12	1	12,96	
AA6	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 mikron)	Diğer	B Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	1	5	0,4	5,4	
AA6	9014	Mamel Termometre	Diğer	C Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8	
AA6	9013	Seriye Göstergesi	Diğer	C Firması	Dindendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8	
AA7	9022	Gliserm Depolama Tankı Komple (100 lt) 480x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Gliserm Depolama Tankı	1	120	9,6	129,6	
AA7	9002	Menhol Kapak (Döküm-contah) (Φ250 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6	
AA7	9021	Tek Yönlü Vana	Fe	K Firması	Gliserm Depolama Tankı	1	12	1	12,96	
AA8	9023	Biyodüzel Depolama Tankı Komple (300 lt) 635x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Biyodüzel Depolama Tankı	1	250	20	270	
AA8	9002	Menhol Kapak (Döküm-contah) (Φ250 mm)	St	A Firması	Ham-Atık Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6	
AA9	9024	Bağlantı Elemanları (Vida, Somun, Pul, Peycin)	St	K Firması	Bağlantı Elemanları	200	0,01	0	2,16	
AA9	9025	Bağlantı Bonusu (1,5" , 2") 0,5-1-2 m ve T boru	St	L Firması	Bağlantı Elemanları	12	10	0,8	129,6	
AA10	9026	Kablo Grubu	Diğer	M Firması	Elektrik Komponent	1	18	1,4	19,44	
AA10	9027	Kontrol Ünitesi	Diğer	N Firması	Elektrik Komponent	1	60	4,8	64,8	
						Toplam	254	4350	348	5273

Çizelge 7.11 500 l/parti Kapasiteli rektörün parça maliyeti fiyat teklif listesi.

Montaj Kodu	Parça Kodu	Parça Açıklaması	Malzeme	Tedatı:ğı	Air Oluşun Grup	Adde	Birim Maliyet (\$)	KDV (%)	Toplam Maliyet (\$)
AA1	9001	Ham-Anak Yağ Depolama Tankı Komple (900 E) 700x1000 Ana Gövde)	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Fımsası	Ham-Anak Yağ Depolama Tankı	1	300	24	324
AA1	9002	Manhol Kapak (Döleims-contalı) (Ø 190 mm.)	St.	A Fımsası	Ham-Anak Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA1	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 miliron)	Diğer	B Fımsası	Ham-Anak Yağ Depolama Tankı	1	5	0,4	5,4
AA1	9004	Makinele Seyy	Diğer	C Fımsası	Ham-Anak Yağ Depolama Tankı	1	8	0,64	8,64
AA2	9005	Elektrikli Pompa (Öyç 0,37 KW)	Diğer	D Fımsası	Ham-Anak Yağ Depolama Tankı	1	50	4	54
AA3	9006	Reaktör Komple (600 E, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 700x1300 Ana Gövde	AISI 316 stainless st. 3, 2, 1 mm	A Fımsası	Reaktör	1	800	64	864
AA3	9007	Çelik Kapak (Ø100 mm.)	St.	A Fımsası	Reaktör	1	30	2,4	32,4
AA3	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak. exp-proof) Paletli	Diğer	E Fımsası	Reaktör	1	100	8	108
AA3	9009	Resistans 3 KW	Diğer	F Fımsası	Reaktör	2	220	17,6	475,2
AA3	9010	Makine Yağı (35 E)	Diğer	Çıstırlı	Reaktör	1	145	11,6	156,6
AA3	9011	Cam Kapak (Ø 190 mm.)	Cam	G Fımsası	Reaktör	1	10	0,8	10,8
AA3	9012	İzolasyon Malzemesi (1. ve 2. Cidar Arası)	Poly U.	H Fımsası	Reaktör	1	23	1,84	24,84
AA3	9013	Sevriye Göstergesi	Diğer	C Fımsası	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA3	9014	Manuel Termometre	Diğer	C Fımsası	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA4	9015	Metanol Tankı Komple (300E) 550x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Fımsası	Metanol Tankı	1	150	12	162
AA4	9002	Manhol Kapak (Döleims-contalı)	Fe	A Fımsası	Metanol Tankı	1	45	3,6	48,6
AA5	9016	Metalekt Tankı Komple (180E) 500x500 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Fımsası	Metalekt Tankı	1	120	9,6	129,6
AA5	9017	Sudunmaz Kapak (Ø 250 mm.)	St.	A Fımsası	Metalekt Tankı	1	40	3,2	43,2
AA5	9018	Elektrik Motoru (900 dev/dak. exp-proof) Kompaktıca Milli	Diğer	E Fımsası	Metalekt Tankı	1	80	6,4	86,4
AA5	9019	Süngerli Boru (3 m)	St.	I Fımsası	Metalekt Tankı	1	20	1,6	21,6
AA6	9020	Dürlenirne ve Yıkama Tankı Komple (1200 E, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 700x1250 Ana	AISI 304 stainless st.	A Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	1	1475	118	1593
AA6	9002	Manhol Kapak (Döleims-contalı) (Ø 250 mm.)	Fe	A Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA6	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak. exp-proof) Paletli	Diğer	E Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	1	100	8	108
AA6	9009	Resistans 3 KW	Diğer	F Fımsası	Reaktör	2	220	17,6	475,2
AA6	9010	Makine Yağı (35 E)	Diğer	Çıstırlı	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	1	145	11,6	156,6
AA6	9021	Tek Yönüli Vana	Fe	J Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	1	12	0,96	12,96
AA6	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 miliron)	Diğer	B Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	1	5	0,4	5,4
AA6	9014	Manuel Termometre	Diğer	C Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA6	9013	Sevriye Göstergesi	Diğer	C Fımsası	Dürlenirne ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA7	9022	Gliserin Depolama Tankı Komple (300 E) 550x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Fımsası	Gliserin Depolama Tankı	1	140	11,2	151,2
AA7	9002	Manhol Kapak (Döleims-contalı) (Ø 190 mm.)	Fe	A Fımsası	Gliserin Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA7	9021	Tek Yönüli Vana	Fe	K Fımsası	Gliserin Depolama Tankı	1	12	0,96	12,96
AA8	9023	Etyodize Depolama Tankı Komple (900 E) 700x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Fımsası	Etyodize Depolama Tankı	1	250	20	270
AA8	9002	Manhol Kapak (Döleims-contalı) (Ø 190 mm.)	Fe	A Fımsası	Etyodize Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA9	9024	Bağlantı Elemanları (Vida, Somun, Pul, Peyçik)	St.	K Fımsası	Bağlantı Elemanları	200	0,01	0	2,16
AA9	9025	Bağlantı Borusu (1,5" 2") 1-1,2-2 m ve T boru	St.	L Fımsası	Bağlantı Elemanları	15	10	0,8	162
AA10	9026	Kablo Gabu	Diğer	M Fımsası	Elektrik Komponent	1	18	1,44	19,44
AA10	9027	Kontrol Ünitesi	Diğer	N Fımsası	Elektrik Komponent	1	60	4,8	64,8
Toplam						257	4793	383	5627

Çizelge 7.12 1500 l/parti Kapasiteli rektörün parça maliyeti fiyat teklif listesi.

Montaj Kodu	Parça Kodu	Parça Adı/İsmi	Malzeme	Tedatör	Ait Olduğu Grup	Adet	Birim Maliyet (₺)	KDV (%)	Toplam Maliyet (₺)
AA1	9001	Hem-Atık Yağ Depolama Tankı Komple (3000 lt) 1800x1000 Ana Gövde)	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Hem-Atık Yağ Depolama Tankı	1	720	37,6	777,6
AA1	9002	Menhöl Kapak (Dölelmis-contalı) (Ø 119 mm)	St	A Firması	Hem-Atık Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA1	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 mikron)	Diğer	B Firması	Hem-Atık Yağ Depolama Tankı	1	5	0,4	5,4
AA1	9004	Mekanik Şeyv	Diğer	C Firması	Hem-Atık Yağ Depolama Tankı	1	8	0,64	8,64
AA2	9005	Elektrikli Pompa (Çıkı 0,5 KW)	Diğer	D Firması	Hem-Atık Yağ Depolama Tankı	1	68	5,44	73,44
AA3	9006	Reaktör Komple (2000 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 1800x1500 Ana Gövde	AISI 316 stainless st 3, 2, 1 mm	A Firması	Reaktör	1	1800	144	1944
AA3	9007	Çelik Kapak (Ø200 mm)	St	A Firması	Reaktör	1	40	3,2	43,2
AA3	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak exp-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Reaktör	1	150	12	162
AA3	9009	Resistans 5 kW	Diğer	F Firması	Reaktör	2	200	16	432
AA3	9010	Makine Yağı (120 lt)	Diğer	Çeyrekli	Reaktör	1	500	40	540
AA3	9011	Cam Kapak (Ø 119 mm)	Cam	G Firması	Reaktör	1	10	0,8	10,8
AA3	9012	İzolasyon Malzemesi (1. ve 2. Cidar Arası)	Poly U.	H Firması	Reaktör	1	40	3,2	43,2
AA3	9013	Seviye Göstergesi	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA3	9014	Marmel Termometre	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA4	9015	Metanol Tankı Komple (1000lt) 1440x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Metanol Tankı	1	360	28,8	388,8
AA4	9002	Menhöl Kapak (Dölelmis-contalı)	Fe	A Firması	Metanol Tankı	1	45	3,6	48,6
AA5	9016	Metalokit Tankı Komple (600lt) 1200x500 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Metalokit Tankı	1	300	24	324
AA5	9017	Sızdırmaz Kapak (Ø 250 mm)	St	A Firması	Metalokit Tankı	1	40	3,2	43,2
AA5	9018	Elektrik Motoru (900 dev/dak exp-proof) Kapıtmalı MİLLİ	Diğer	E Firması	Metalokit Tankı	1	150	12	162
AA5	9019	Süsgüçli Boru (6 m)	St	I Firması	Metalokit Tankı	1	45	3,6	48,6
AA6	9020	Dindendirme ve Yüksek Tankı Komple (4000 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 1800x1250 A	AISI 304 stainless st	A Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	1	3800	304	4104
AA6	9002	Menhöl Kapak (Dölelmis-contalı) (Ø 250 mm)	Fe	A Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	1	45	3,6	48,6
AA6	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak exp-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	1	150	12	162
AA6	9009	Resistans 5 kW	Diğer	F Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	2	200	16	432
AA6	9010	Makine Yağı (50 lt)	Diğer	Çeyrekli	Dindendirme ve Yüksek Tankı	1	200	16	216
AA6	9021	Tek Yönlü Vana	Fe	J Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	1	12	0,96	12,96
AA6	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 mikron)	Diğer	B Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	1	5	0,4	5,4
AA6	9014	Marmel Termometre	Diğer	C Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	2	5	0,4	10,8
AA6	9013	Seviye Göstergesi	Diğer	C Firması	Dindendirme ve Yüksek Tankı	2	5	0,4	10,8
AA7	9022	Güsterim Depolama Tankı Komple (1000 lt) 1440x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Güsterim Depolama Tankı	1	360	28,8	388,8
AA7	9002	Menhöl Kapak (Dölelmis-contalı) (Ø 119 mm)	Fe	A Firması	Güsterim Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA7	9021	Tek Yönlü Vana	Fe	K Firması	Güsterim Depolama Tankı	1	12	0,96	12,96
AA8	9023	Etyodüzel Depolama Tankı Komple (3000 lt) 1800x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st 2 mm	A Firması	Etyodüzel Depolama Tankı	1	750	60	810
AA8	9002	Menhöl Kapak (Dölelmis-contalı) (Ø 119 mm)	Fe	A Firması	Etyodüzel Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA9	9024	Bağlantı Elemanları (Vida, Somun, Pul, Perçin)	St	K Firması	Bağlantı Elemanları	300	0,01	0	3,24
AA9	9025	Bağlantı Borusu (2" , 3") 1,5-1,5-2,5 m ve T boru	St	L Firması	Bağlantı Elemanları	40	10	0,8	432
AA10	9026	Kablo Graubu	Diğer	M Firması	Elektrik Komponent	1	45	3,6	48,6
AA10	9027	Kontrol Ünitesi	Diğer	N Firması	Elektrik Komponent	1	60	4,8	64,8
Toplam						382	10285,01	823	11986

Çizelge 7.13 15000 l/parti Kapasiteli rektörün parça maliyeti fiyat teklif listesi.

Menşei Kodu	Parça Kodu	Parça Açıklaması	Malzeme	Tedarikçi	Ait Olduğu Grup	Adet	Birim Maliyet (₺)	KDV (%)	Toplam Maliyet (₺)
AA1	9001	Ham-Ank Yağ Depolama Tankı Komple (30000 lt) 5100x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Firması	Ham-Ank Yağ Depolama Tankı	1	2073,6	166	2239,5
AA1	9002	Metal Kapak (Döküm-çantalı) (Ø1000 mm)	St.	A Firması	Ham-Ank Yağ Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA1	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 mlitron)	Diğer	B Firması	Ham-Ank Yağ Depolama Tankı	1	5	0,4	5,4
AA1	9004	Metal-ank Şeyv	Diğer	C Firması	Ham-Ank Yağ Depolama Tankı	1	8	0,64	8,6
AA2	9005	Elektrikli Pompa (Çık. 0,5 KW)	Diğer	D Firması	Ham-Ank Yağ Depolama Tankı	1	92,48	7,4	99,9
AA3	9006	Reaktör Komple (20000 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 5100x1500 Ana Gövde	AISI 316 stainless st. 3, 2, 1 mm	A Firması	Reaktör	1	4628,6	370	4998,9
AA3	9007	Çelik Kapak (Ø200 mm)	St.	A Firması	Reaktör	1	53,3	4,27	57,6
AA3	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak exp-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Reaktör	1	225	18	243,0
AA3	9009	Rezistans 15 kW	Diğer	F Firması	Reaktör	2	400	32	864,0
AA3	9010	Makine Yağı (120 lt)	Diğer	Çeyitli	Reaktör	1	2083,3	167	2250,0
AA3	9011	Çam Kapak (Ø 170 mm)	Çam	G Firması	Reaktör	1	10	0,8	10,8
AA3	9012	İzolasyon Malzemesi (1. ve 2. Cidar Arası)	Poly U.	H Firması	Reaktör	1	80	6,4	86,4
AA3	9013	Seviye Ölçergesi	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA3	9014	Manuel Termometre	Diğer	C Firması	Reaktör	2	5	0,4	10,8
AA4	9015	Metalol Tankı Komple (10000 lt) 4320x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Firması	Metalol Tankı	1	1080	86,4	1166,4
AA4	9002	Metal Kapak (Döküm-çantalı)	Fe	A Firması	Metalol Tankı	1	45	3,6	48,6
AA5	9016	Metalokit Tankı Komple (6000lt) 3600x500 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Firması	Metalokit Tankı	1	900	72	972,0
AA5	9017	Sızdırmaz Kapak (Ø 250 mm)	St.	A Firması	Metalokit Tankı	1	40	3,2	43,2
AA5	9018	Elektrik Motoru (900 dev/dak exp-proof) Karıştırıcı Millli	Diğer	E Firması	Metalokit Tankı	1	281,25	22,5	303,8
AA5	9019	Sıngıçlı Boru (6 m)	St.	I Firması	Metalokit Tankı	1	135	10,8	145,8
AA6	9020	Dümlendirme ve Yıkama Tankı Komple (40000 lt, 3 cidar - 3, 2, 1 mm) 5100x1230	AISI 304 stainless st.	A Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	10696,3	856	11552,0
AA6	9002	Metal Kapak (Döküm-çantalı) (Ø 250 mm)	Fe	A Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA6	9008	Elektrik Motoru (60 dev/dak exp-proof) Paletli	Diğer	E Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	225	18	243,0
AA6	9009	Rezistans 15 kW	Diğer	F Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	200	16	432,0
AA6	9010	Makine Yağı (400 lt)	Diğer	Çeyitli	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	335,0	26,8	361,8
AA6	9021	Tek Yönü Vana	Fe	J Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	1	12	0,96	13,0
AA6	9003	Portatif Mikrometrelik Filtre (5 mlitron)	Diğer	B Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA6	9014	Manuel Termometre	Diğer	C Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA6	9013	Seviye Ölçergesi	Diğer	C Firması	Dümlendirme ve Yıkama Tankı	2	5	0,4	10,8
AA7	9023	Gliserm Depolama Tankı Komple (10000 lt) 5100x600 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Firması	Gliserm Depolama Tankı	1	910	73,8	982,8
AA7	9002	Metal Kapak (Döküm-çantalı) (Ø 130 mm)	Fe	A Firması	Gliserm Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA7	9021	Tek Yönü Vana	Fe	K Firması	Gliserm Depolama Tankı	1	12	0,96	13,0
AA8	9023	Etyodüzel Depolama Tankı Komple (30000 lt) 3400x1000 Ana Gövde	AISI 304 stainless st. 2 mm	A Firması	Etyodüzel Depolama Tankı	1	2250	180	2430,0
AA8	9002	Metal Kapak (Döküm-çantalı) (Ø 170 mm)	Fe	A Firması	Etyodüzel Depolama Tankı	1	45	3,6	48,6
AA9	9024	Bağlantı Elemanları (Vida, Somun, Pul, Peryn)	St.	K Firması	Bağlantı Elemanları	200	0,01	0	2,2
AA9	9025	Bağlantı Bonusu (2" , 3") 1,5-1,5-2,5 m ve T boru	St.	L Firması	Bağlantı Elemanları	12	10	0,8	129,6
AA10	9026	Kablo Grobu	Diğer	M Firması	Elektrik Komponent	1	112,5	9	121,5
AA10	9027	Kontrol Ünitesi	Diğer	N Firması	Elektrik Komponent	1	60	4,8	64,8
Toplam						255	27168	2173	30138

8. DIESEL, BIODIESEL, REAKTÖR SATIN ALINMASI ile REAKTÖRÜN İMALATI SONUCUNDA OLUŞACAK YAKIT MALİYETİ

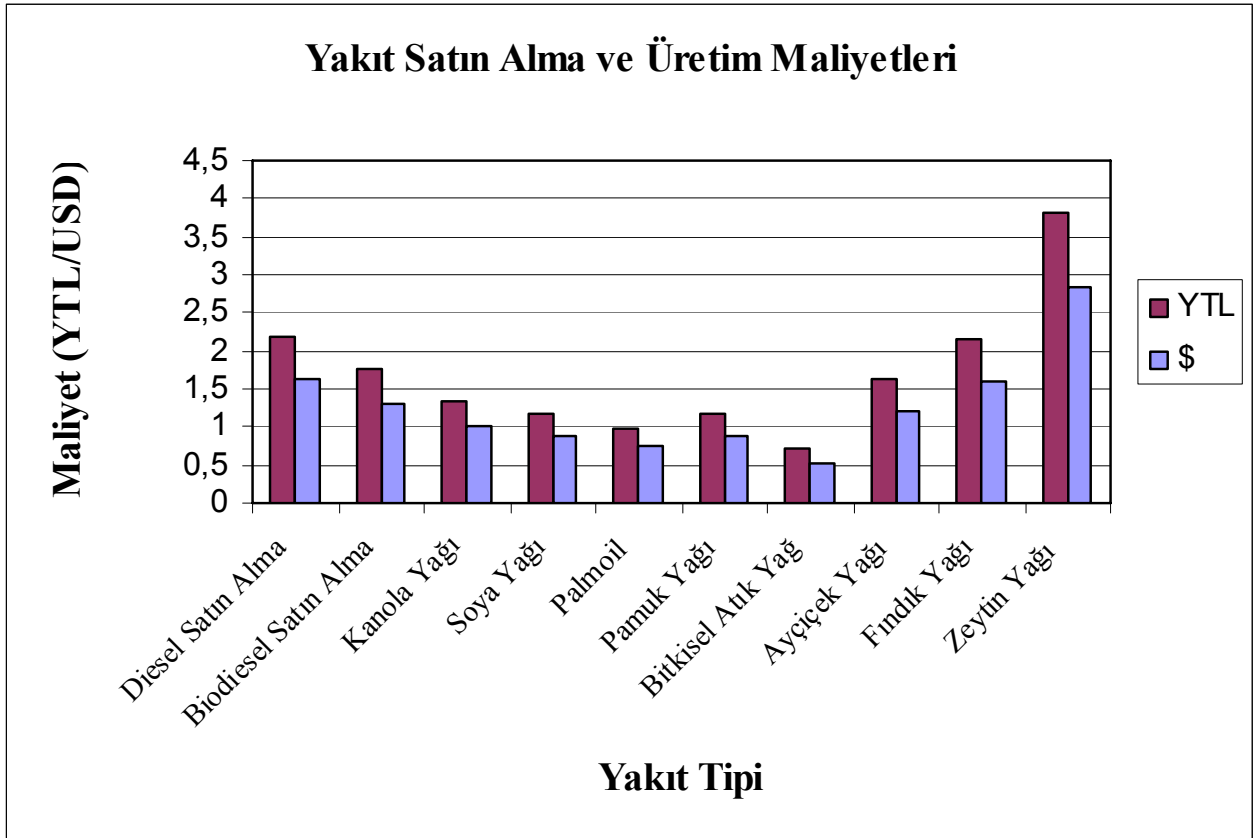
Diesel ve Biodiesel yakıtlarının satın alma ve üretim maliyetleri yağ tiplerinde göz önüne alınarak aşağıdaki tablo ve grafiklerde gösterilmektedir.

Çizelge 8.1 Yakıt satın alma ve biodiesel üretim maliyetleri.

Mart 2006 İtibarı İle Birim Maliyetler*										
Para Birimi / Yakıt (l)	Dizel	Biodiesel Satın Alma	Kanola ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Soya ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Palmo ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Pamuk ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Bitkisel Atık Yağ ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Ayçiçek ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Fındık yağı ile Biodiesel Üretim Maliyeti	Zeytin yağı ile Biodiesel Üretim Maliyeti
YTL	2,2	1,75	1,34	1,17	0,99	1,17	0,71	1,62	2,14	3,81
\$	1,64	1,3	1,00	0,87	0,74	0,87	0,53	1,21	1,59	2,83

* 1 \$ = 1,344 YTL T.C. Merkez Bankası verileri Mart 2006

Grafik olarak gösterimi;

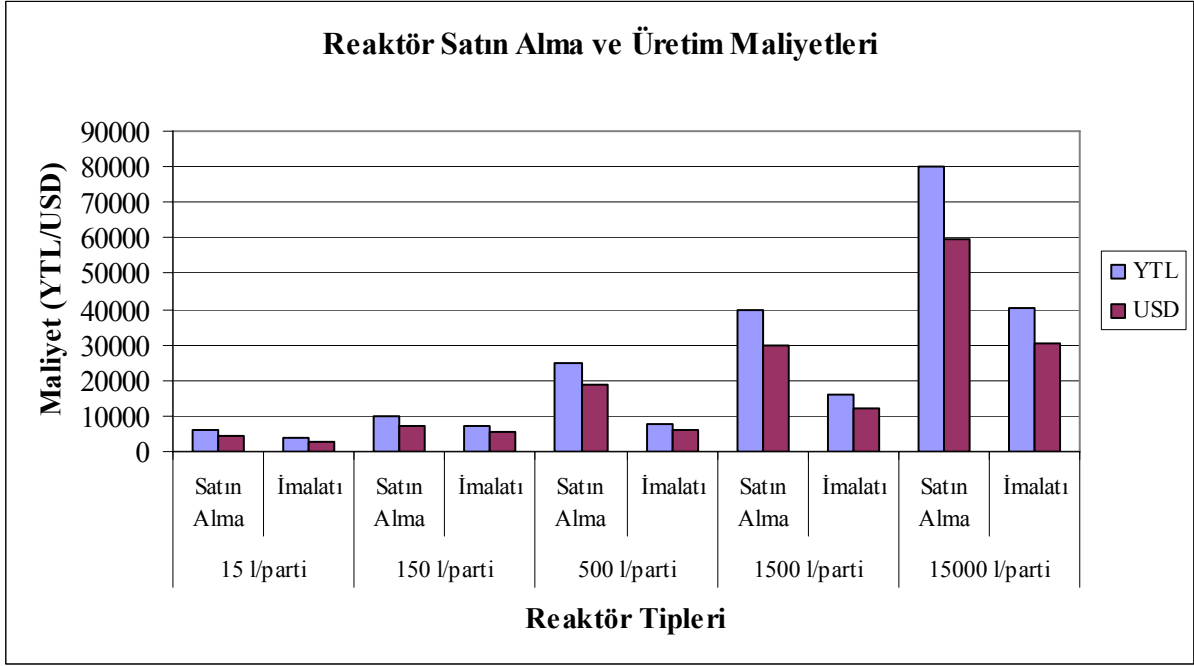


Şekil 8.1 Yakıt satın alma ve biodiesel üretim maliyetleri.

Çizelge 8.2 Reaktör satın alma ve üretim maliyetleri.

Reaktör Satın Alma ve Üretim Maliyetleri										
Para Birimi	15 l/parti		150 l/parti		500 l/parti		1500 l/parti		15000 l/parti	
	Satın Alma	İmalatı	Satın Alma	İmalatı	Satın Alma	İmalatı	Satın Alma	İmalatı	Satın Alma	İmalatı
YTL	6000	3649	10000	7092	25000	7837	40000	16114	80000	40506
USD	4464	2713	7440	5273	18601	5887	29762	11986	59524	30138

Grafik olarak gösterimi;



Şekil 8.2 Reaktör satın alma ve üretim maliyetleri

8.1 Düzeltme Katsayısı

Diesel ve Biyosizel yakıtlarının alt ısıl değerleri birbirinden farklı olması sebebiyle özgül yakıt tüketimleri değişmektedir. Ayrıca özgül kütleleri farklı olduğu için birim zamanda püskürtülen yakıt miktarlarında farklıdır. Biodiesel yakıtının alt ısıl değeri diesel yakıtına göre daha düşük olduğu için, birim enerji üretiminde kullanılan biodiesel miktarı artmaktadır.

$$\text{Düzeltme Katsayısı (DK)} = \frac{H_{u_{DIESEL}}}{H_{u_{BİYODİZEL}}} \quad (8.1)$$

Yakıtların alt ısıl değeri ile özgül kütlelerinin çarpımını oranıdır.

Düzeltilme katsayısı (DK) ortalama değeri **1,075** değeri olarak alınabilir.

Düzeltilme katsayısı hesabı ile 1 l. Diesel yakıtına eşdeğer olarak kullanılacak biodiesel yakıt miktarı hesaplanabilmekte bu sayede gerçek biodiesel maliyeti ortaya çıkmaktadır.

Düzeltilme katsayısının hesaplamalara eklenmesi ile “Litre Başına Ekonomi” (LBE) değeri hesaplanabilmektedir. LBE değeri, piyasadaki mevcut diesel satış fiyatı üzerinden eşdeğer biodiesel kullanımı sonucunda ortaya çıkan kazanım değeridir. Yağlı tohum tipine farklılıklar göstermektedir.

$$\text{LBE} = \text{Diesel Satış Fiyatı} - (\text{“Biodiesel Üretim/Satınalma Fiyatı”} \times \text{DK}) \text{ USD;YTL} \quad (8.2)$$

8.2 Biodiesel Reaktörlerinde Kapasite Kullanımı

Herhangi bir üretim yapılan bir tesiste kapasite kullanımı, yatırım maliyeti, ürün maliyeti vb. Faktörleri etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Kullanılacak olan tesis seçimi, bu tesisten alınacak ürünün hangi periyotlar içerisinde ne kadar ihtiyaç duyulacağı incelenerek yapılmalıdır.

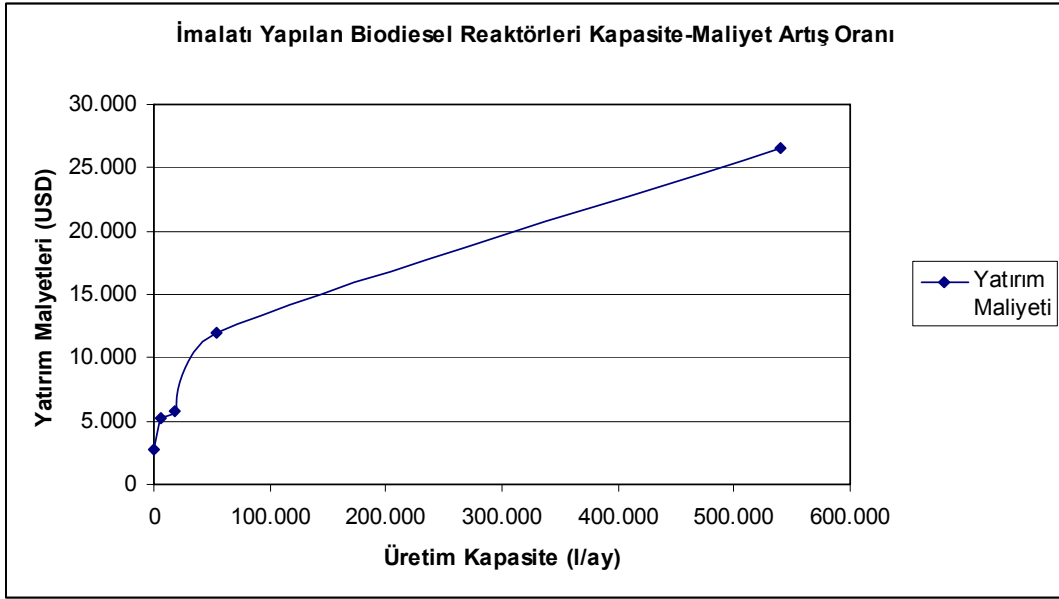
Biodiesel reaktörlerinde, biodiesel yakıtı üretim süresi ikiye ayrılmaktadır. Reaksiyon süresi ve dinlendirme süresi beraber düşünülmelidir. Parti başına üretilen yakıt miktarı bu iki sürenin toplamı olan süre içerisinde kullanıma hazır hale gelecektir. Bu süre yaklaşık olarak 20 saat tir. Beş ayrı tip reaktör için kapasite miktarları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Eğer bir tesisin günlük, aylık ve yıllık üretim kapasite değerleri biliniyorsa, ihtiyaç duyulan üretim miktarı belirlenerek tesis maliyet artış oranında dikkate alınarak en uygun tesis seçilebilmektedir.

Elde edilen değerler, biodiesel reaktörlerde artan kapasiteyle oluşan maliyet artış oranı, kapasite artış oranına göre çok düşük kaldığını göstermektedir. Bu durum biodiesel reaktörleri için avantaj oluşturan bir durumdur. Reaktör kapasitesi arttıkça maliyet artış oranı azalmaktadır.

Çizelge 8.3 Biodiesel reaktörleri imalatı durumunda biodiesel üretim kapasite değerleri ve maliyet artış oranları.

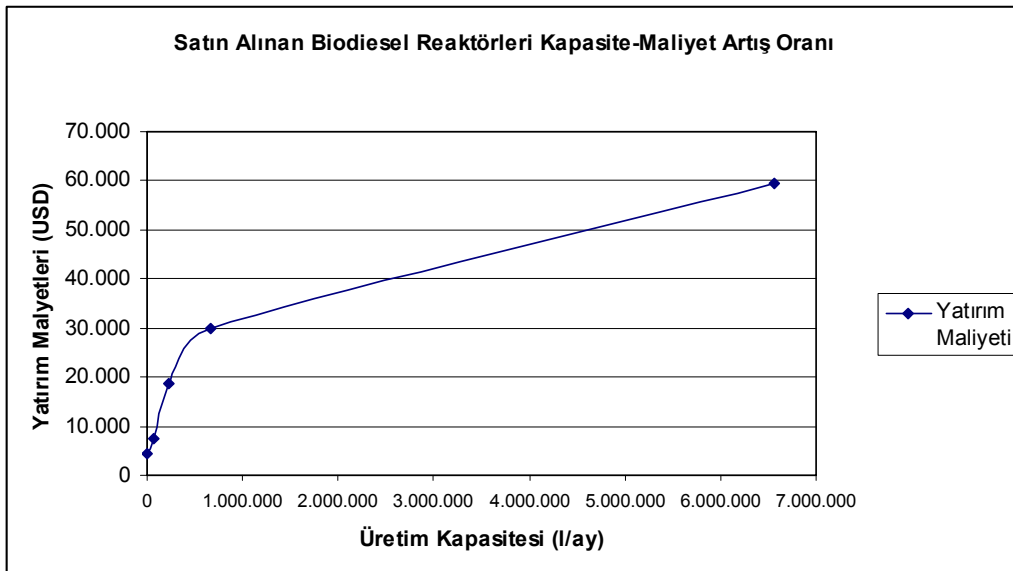
Kapasite	Parti Süresi	Kapasite 1	Kapasite 2	Kapasite 3	Kapasite 4	Kap. Kul. Oranı	Yatırım Maliyeti	Kapasite Artımı	Maliyet Artımı
l/parti	h/parti	l/h	l/gün	l/ay	l/yıl	%	USD	%	%
15	20	0,75	18	540	6.570	30,44	2.713	0	0
150	20	7,50	180	5.400	65.700	3,04	5.277	900	95
500	20	25,00	600	18.000	219.000	0,91	5.827	3233	115
1.500	20	75,00	1.800	54.000	657.000	0,30	11.986	9900	342
15.000	20	750,00	18.000	540.000	6.570.000	0,03	30.138	99900	1011



Şekil 8.3 İmalatı yapılan biodiesel reaktörleri kapasite-maliyet artış oranı grafiği.

Çizelge 8.4 Biodiesel reaktörleri satın alınması durumunda biodiesel üretim kapasite değerleri ve maliyet artış oranları.

Kapasite	Parti Süresi	Kapasite 1	Kapasite 2	Kapasite 3	Kapasite 4	Kap. Kul. Oranı	Yatırım Maliyeti	Kapasite Artımı	Maliyet Artımı
l/parti	h/parti	l/h	l/gün	l/ay	l/yıl	%	USD	%	%
15	20	0,75	18	540	6.570	30,44	4.464	0	0,0
150	20	7,50	180	5.400	65.700	3,04	7.440	900	66,7
500	20	25,00	600	18.000	219.000	0,91	18.601	3233	316,7
1.500	20	75,00	1.800	54.000	657.000	0,30	29.762	9900	566,7
15.000	20	750,00	18.000	540.000	6.570.000	0,03	59.524	99900	1233,4



Şekil 8.4 Satın alınan biodiesel reaktörleri kapasite-maliyet artış oranı grafiği.

8.3 Litre Başına Ekonomi Değerlerinin Hesaplanması ve Amortisman Değerleri

Çizelge 8.5' te sekiz ayrı bitkisel yağ tipinden üretilen ve satın alınan biodiesel yakıtı için litre başına ekonomi değerleri (LBE) 8.2 formülü ile hesaplanarak verilmektedir.

Çizelge 8.5 Litre başına ekonomi değerleri.

Yağ Tipi	Diesel Satış Fiyatı (YTL/l)	Biodiesel Satış Fiyatı (YTL)	ÜM <i>Biyodizel</i> (YTL/l)	LBE Diesel Satın Alma (USD)	LBE Biodiesel Satın Alma (USD)
Kanola Yağı	2,26	1,75	1,34	0,61	0,23
Soya Yağı	2,26	1,75	1,17	0,75	0,36
Palmoil	2,26	1,75	0,99	0,89	0,51
Pamuk Yağı	2,26	1,75	1,17	0,75	0,36
Bitkisel Atık Yağ	2,26	1,75	0,71	1,11	0,73
Ayçiçek Yağı	2,26	1,75	1,62	0,39	0,06
Fındık Yağı	2,26	1,75	2,14	-0,03	-0,41
Zeytin Yağı	2,26	1,75	3,81	-1,37	-1,74
1 USD = 1,344 YTL *					

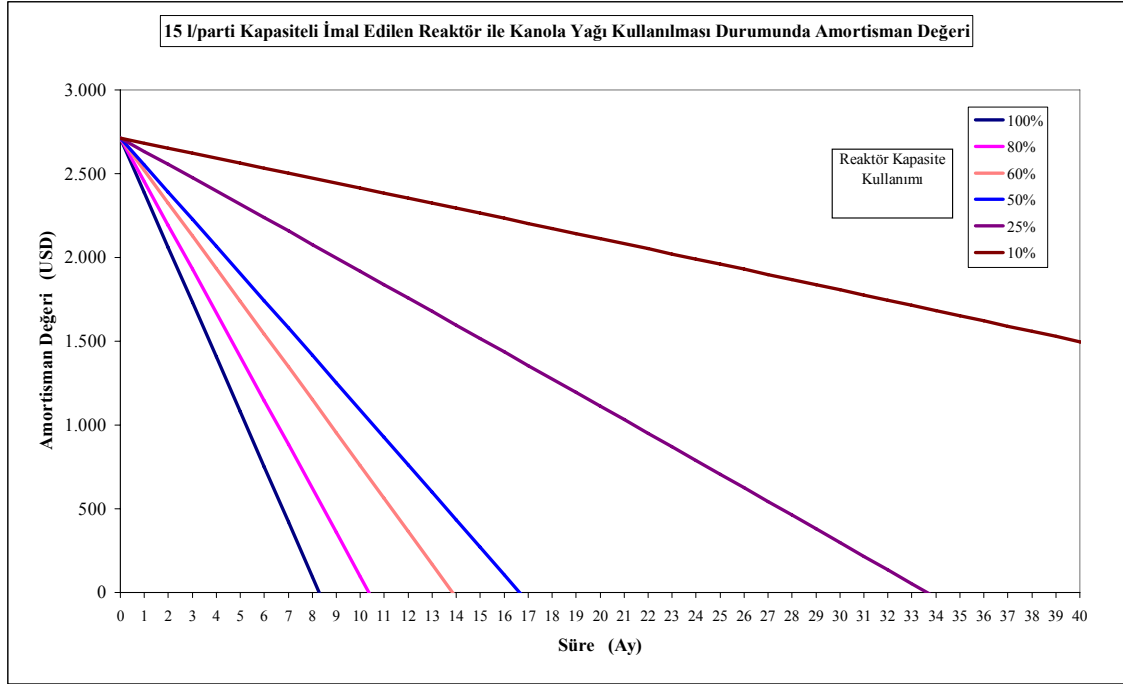
Fındık yağı ve zeytin yağı kullanımında LBE değeri eksi değer almaktadır. Bitkisel yağ maliyeti ne kadar düşük olursa, LBE değeri o kadar yükselmektedir.

Mühendislik Ekonomisi Yatırım Maliyetleri Amortismanı hesapları yardımı ile, belirli bir tesis için yüzdeler oranlarla kullanım kapasitelerine göre, biodiesel kullanımı ile litre başına elde edilen gelirin (7.7) formülünde ilgili veriler ile hesaplanarak belirli bir süre içerisinde ilk yatırım bedelinin kazanılabileceği süre hesaplanabilir.

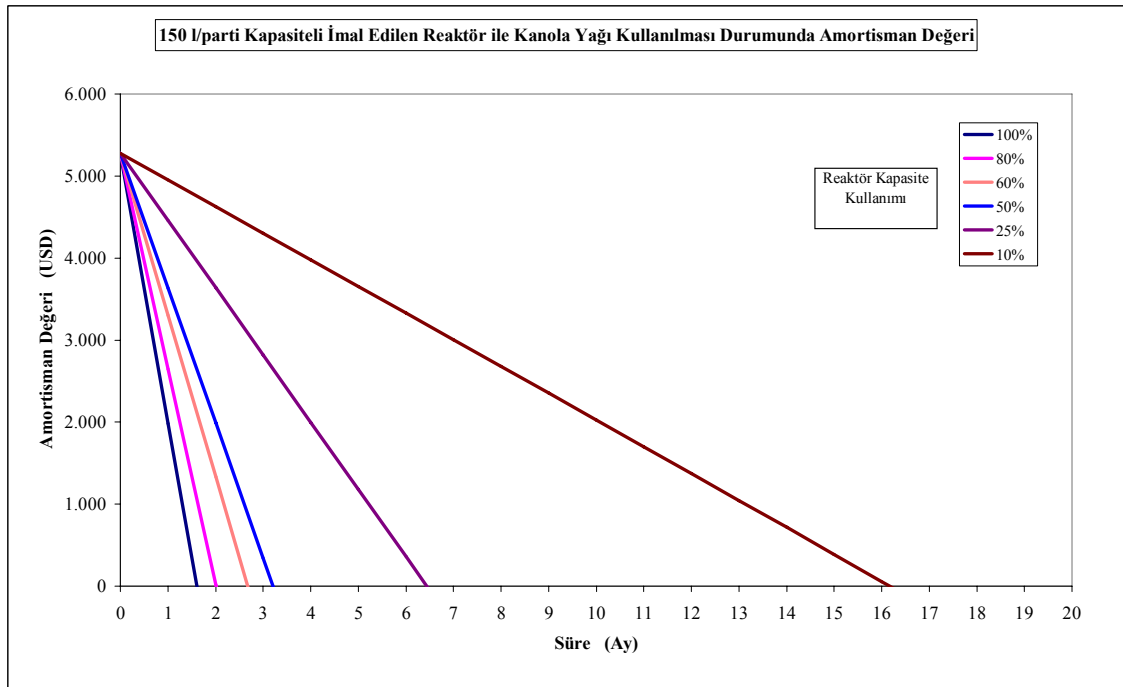
Aşağıda verilen grafiklerde sekiz ayrı tip biodiesel yakıtı için (kanola, soya, palmoil, pamuk yağı, bitkisel atık yağ, ayçiçek yağı, fındık yağı, zeytin yağı) eşdeğer miktarda dizel yakıtı satın alınması durumuna göre kıyaslanarak, beş ayrı tip reaktör satın alınması ve imal edilmesi halinde amortisman değerleri gösterilmektedir.

* <http://www.tcmb.gov.tr/> web sayfasından 25/03/06 tarihinde alınmıştır.

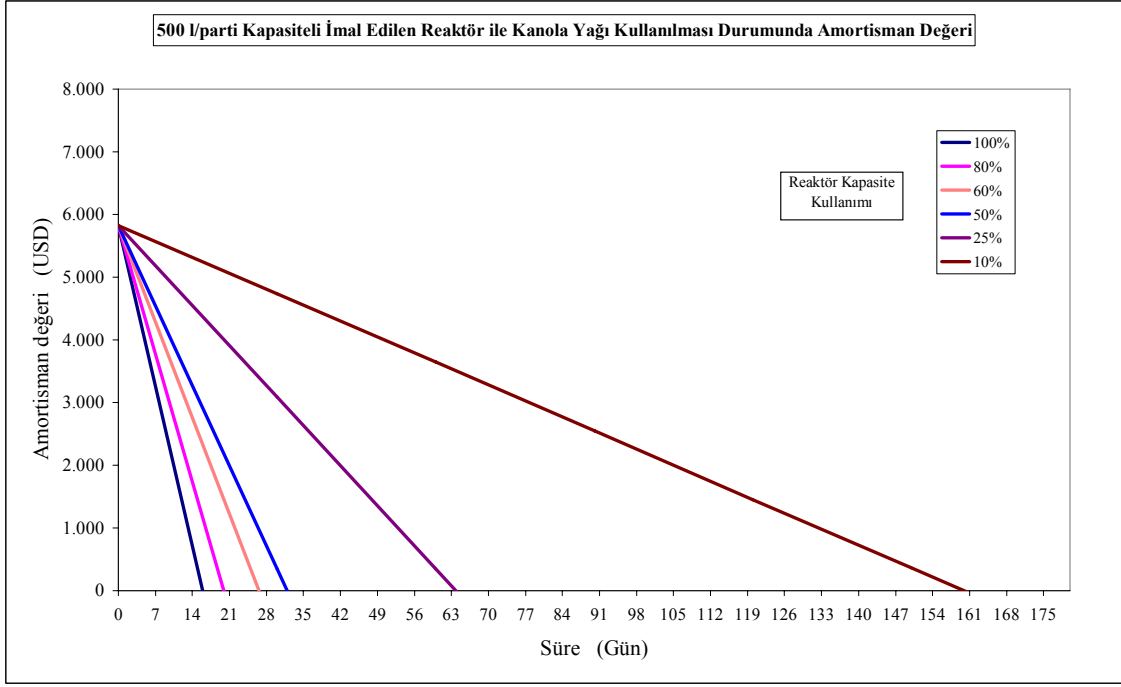
- **İmal Edilen Reaktör ile Kanola Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



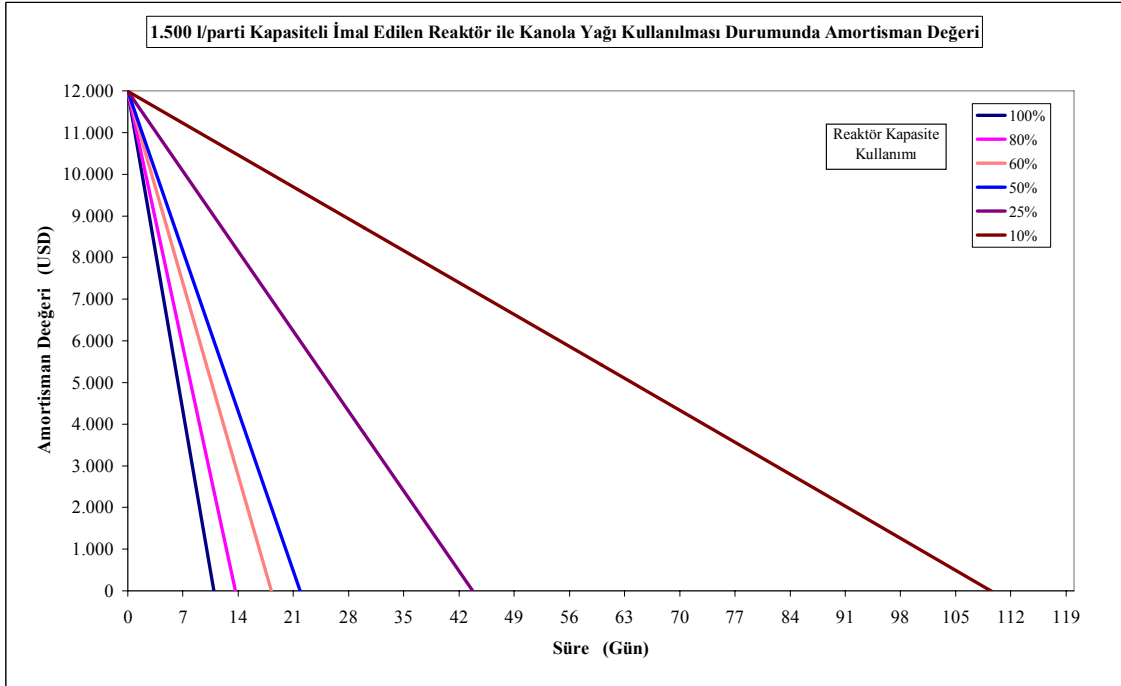
Şekil 8.5 - 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



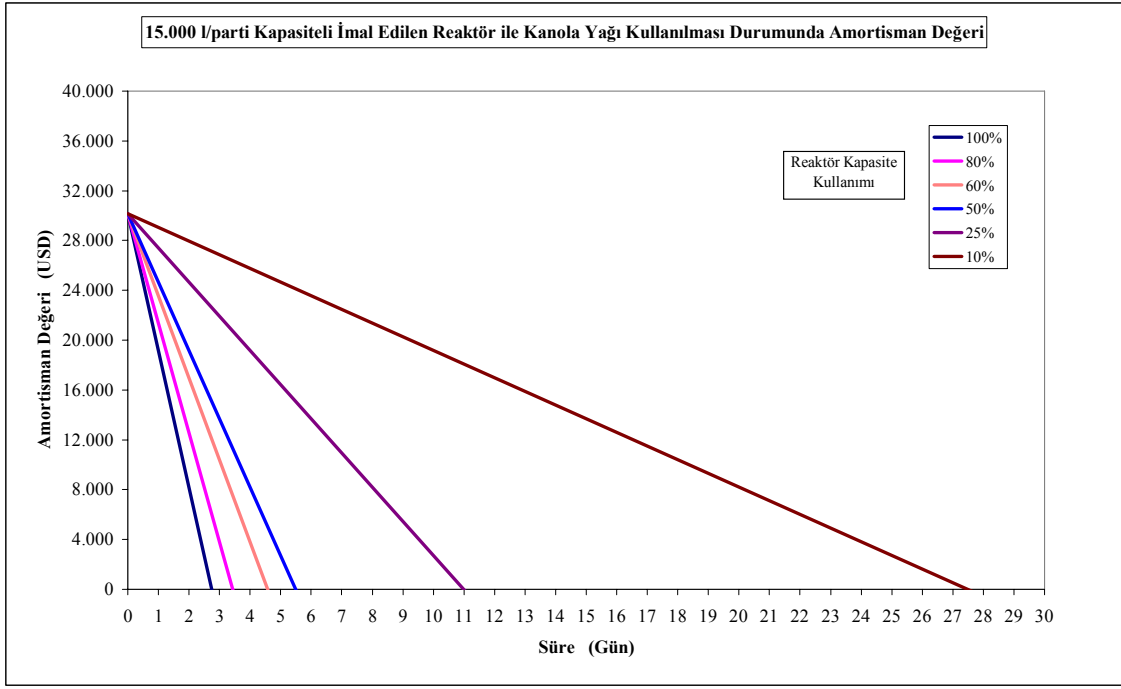
Şekil 8.6 - 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.7 - 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

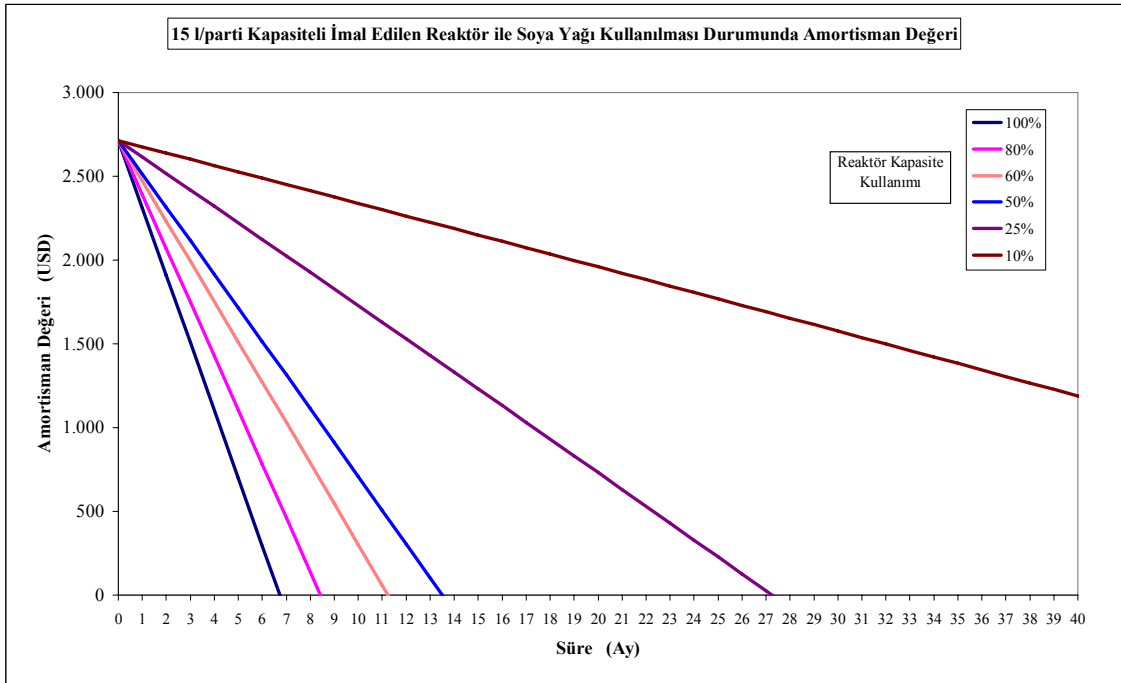


Şekil 8.8 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

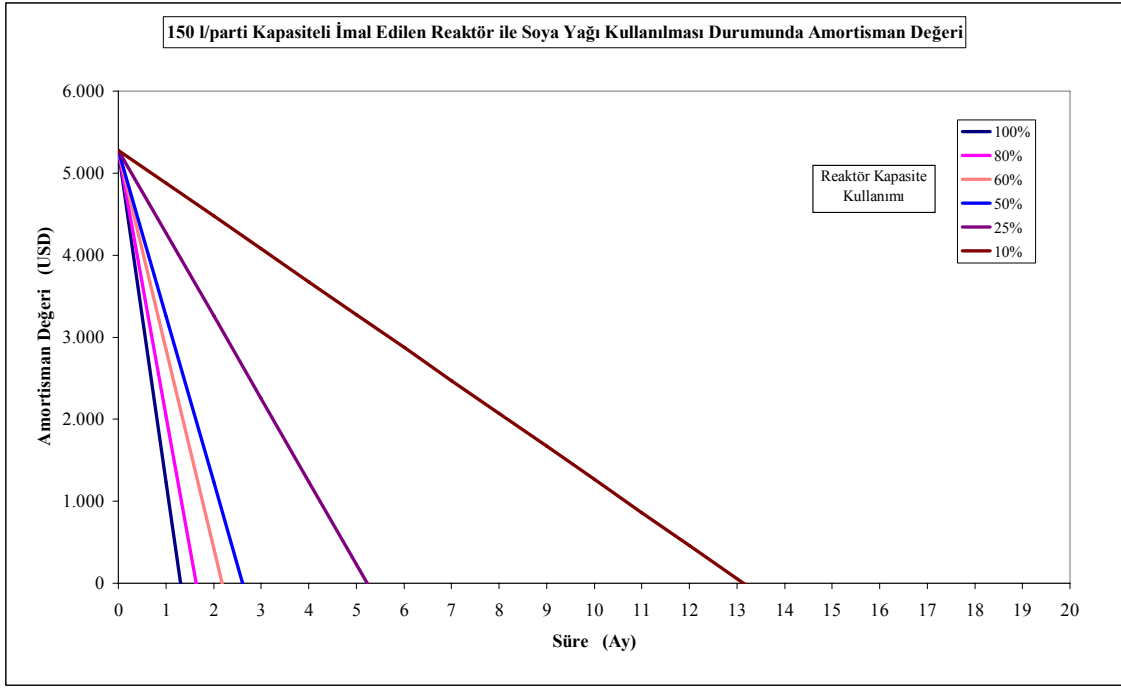


Şekil 8.9 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

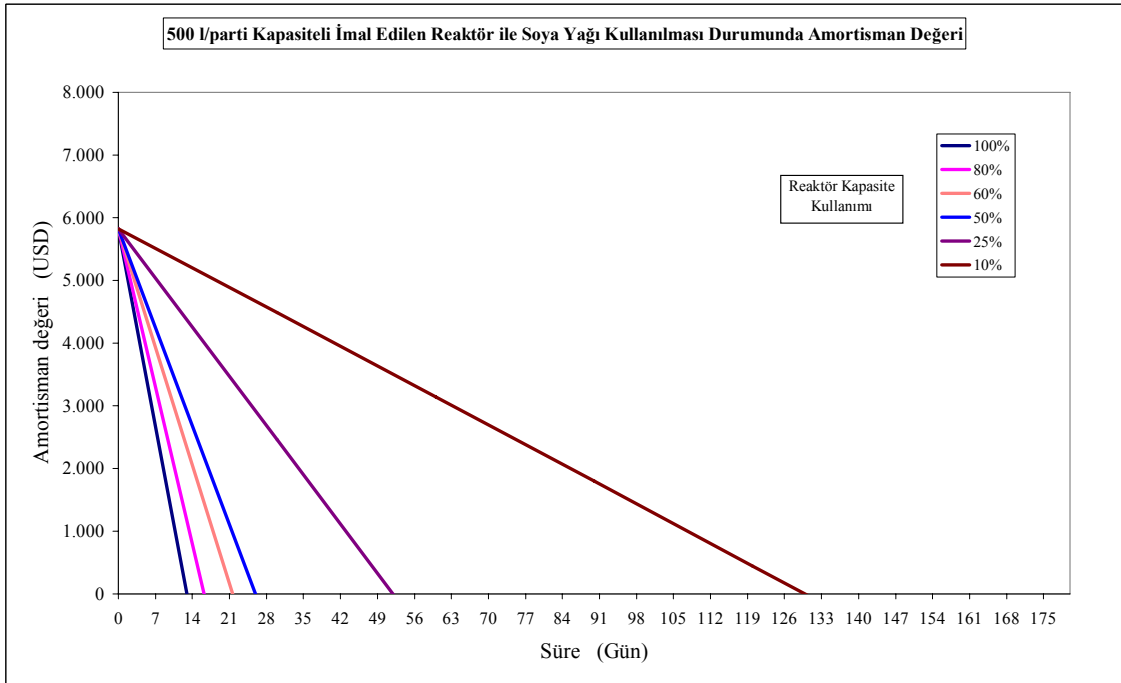
• **İmal Edilen Reaktör ile Soya Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



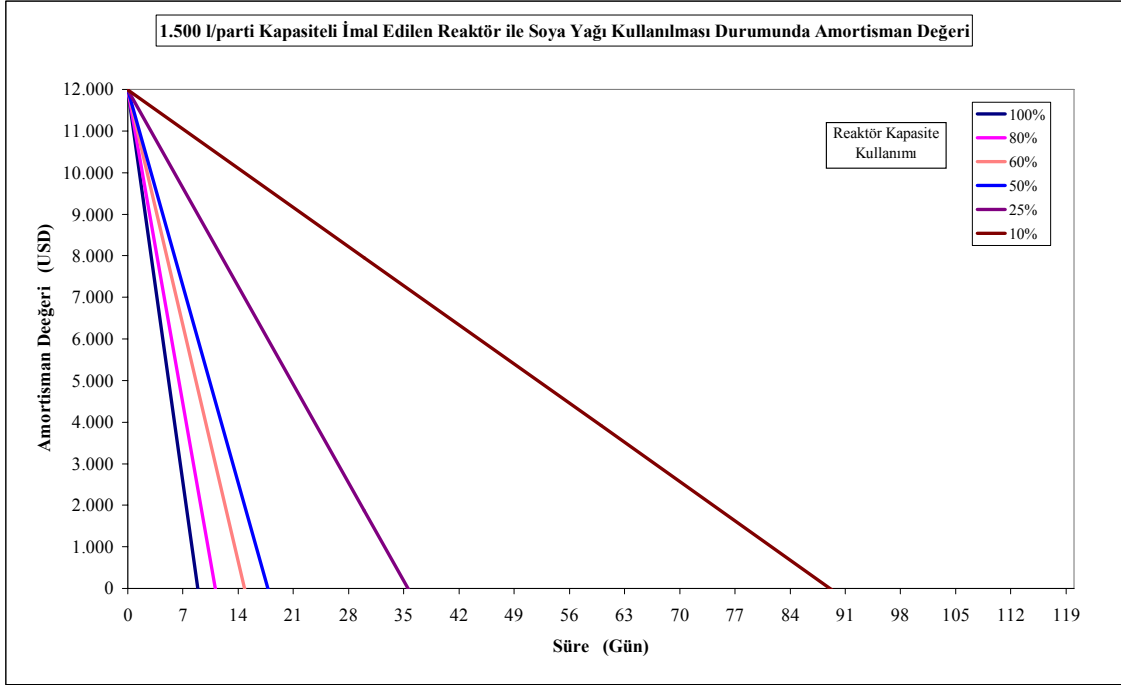
Şekil 8.10 – 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



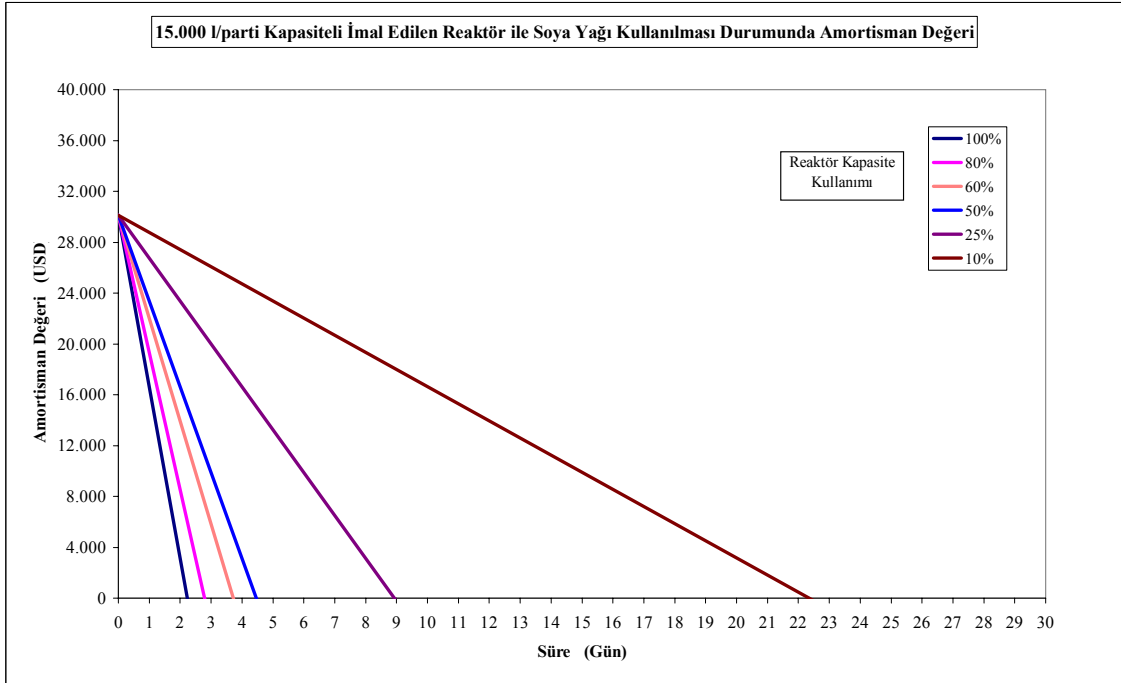
Şekil 8.11 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.12 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

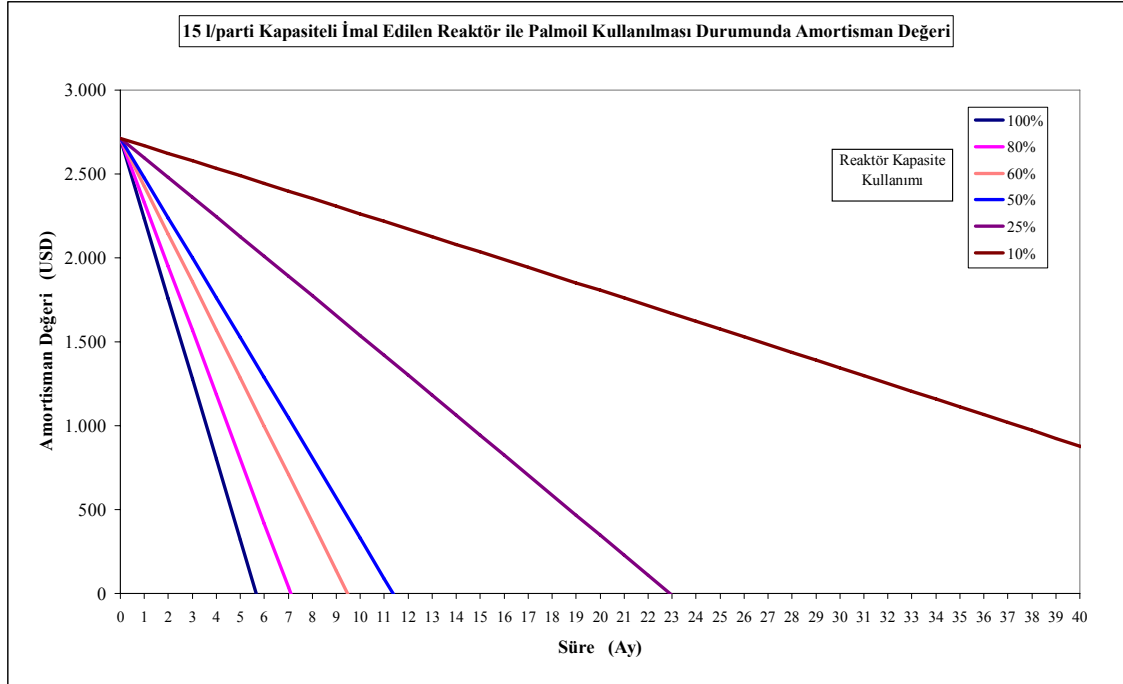


Şekil 8.13 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

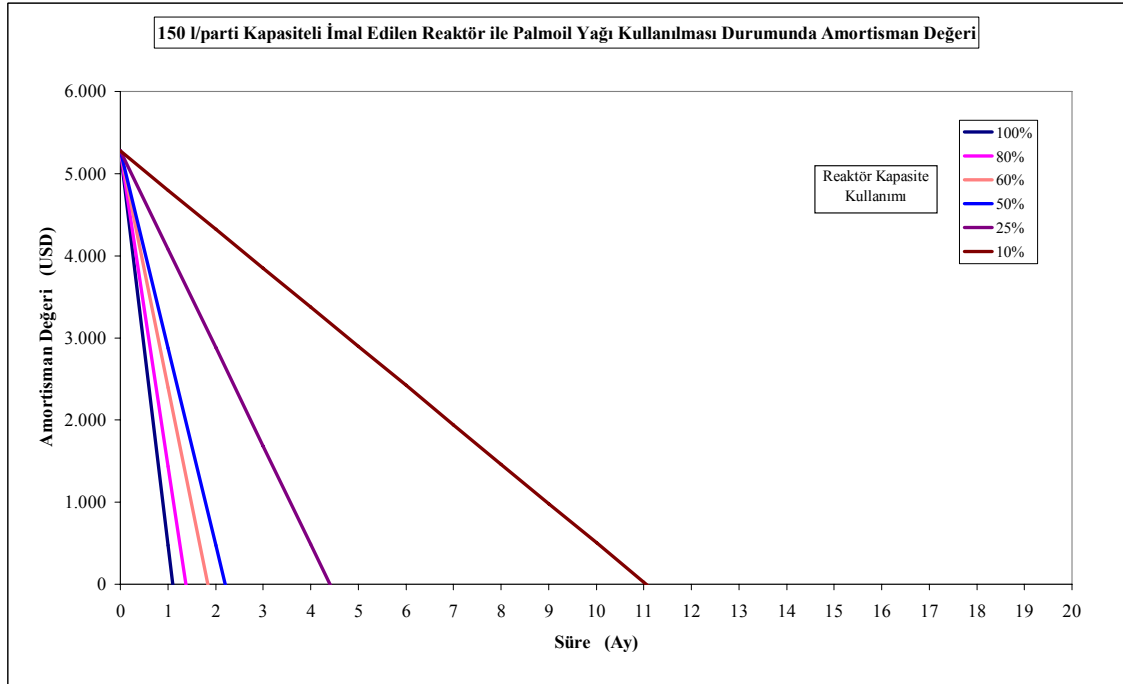


Şekil 8.14 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

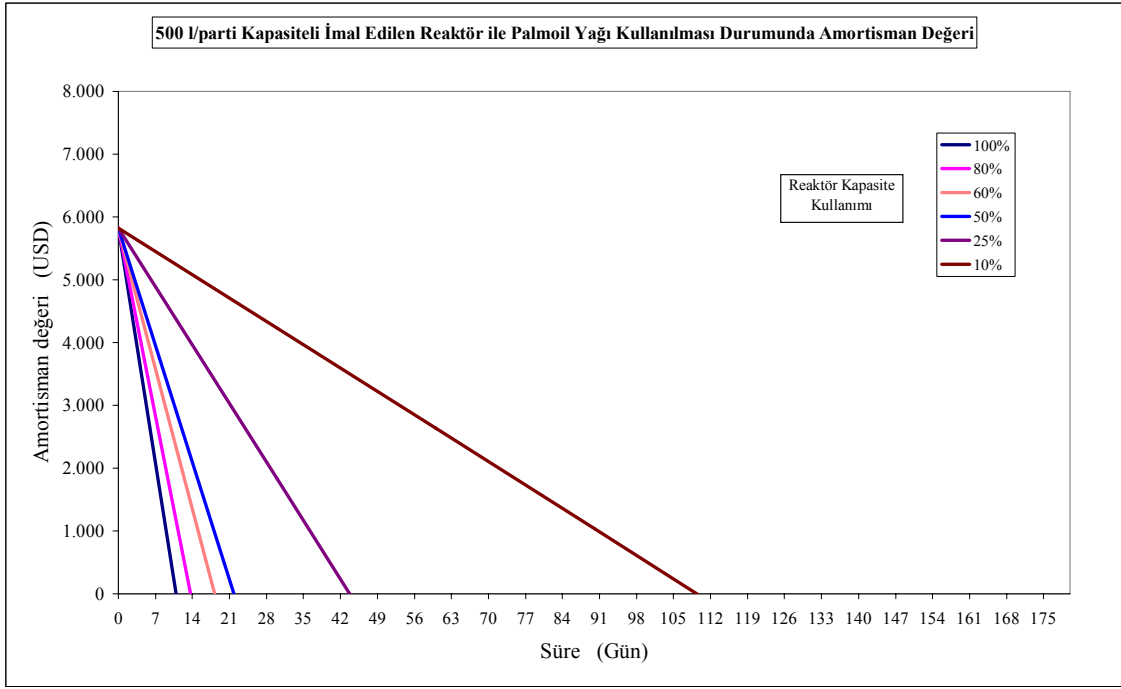
- **İmal Edilen Reaktör ile Palmoil Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



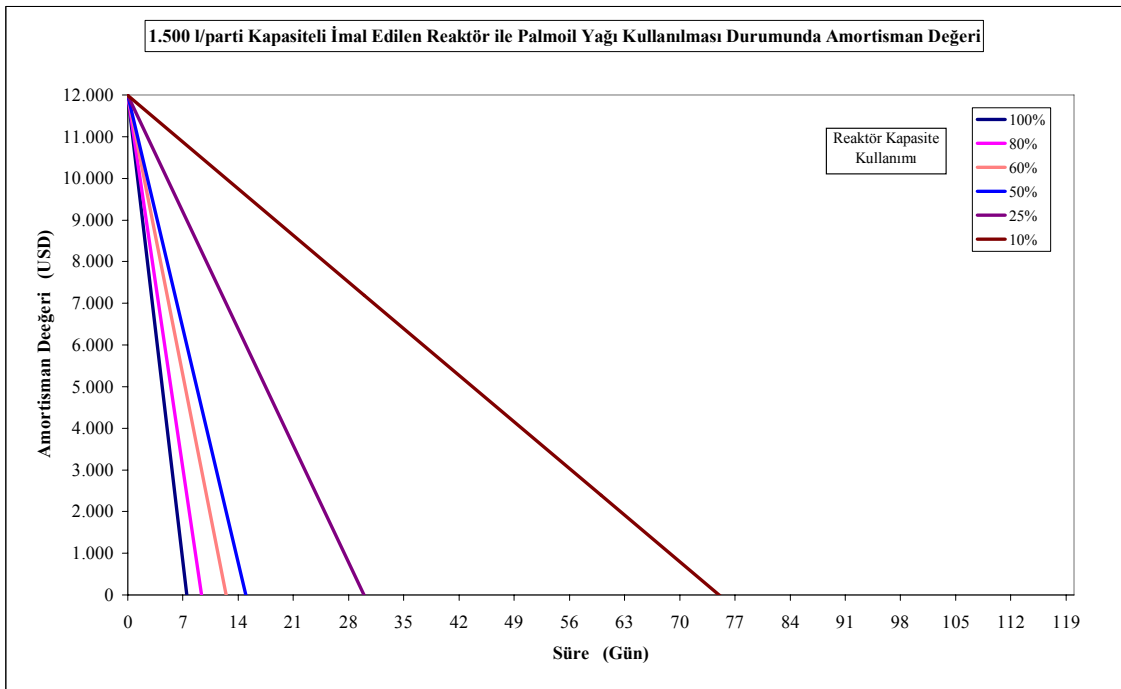
Şekil 8.15 – 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



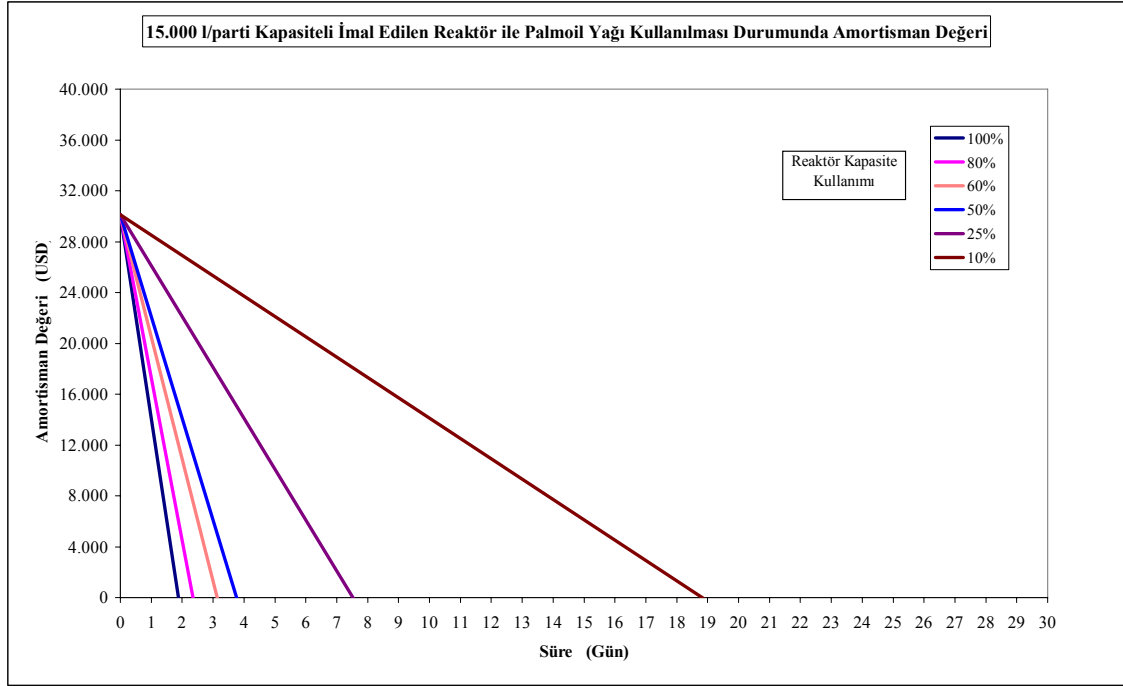
Şekil 8.16 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.17 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

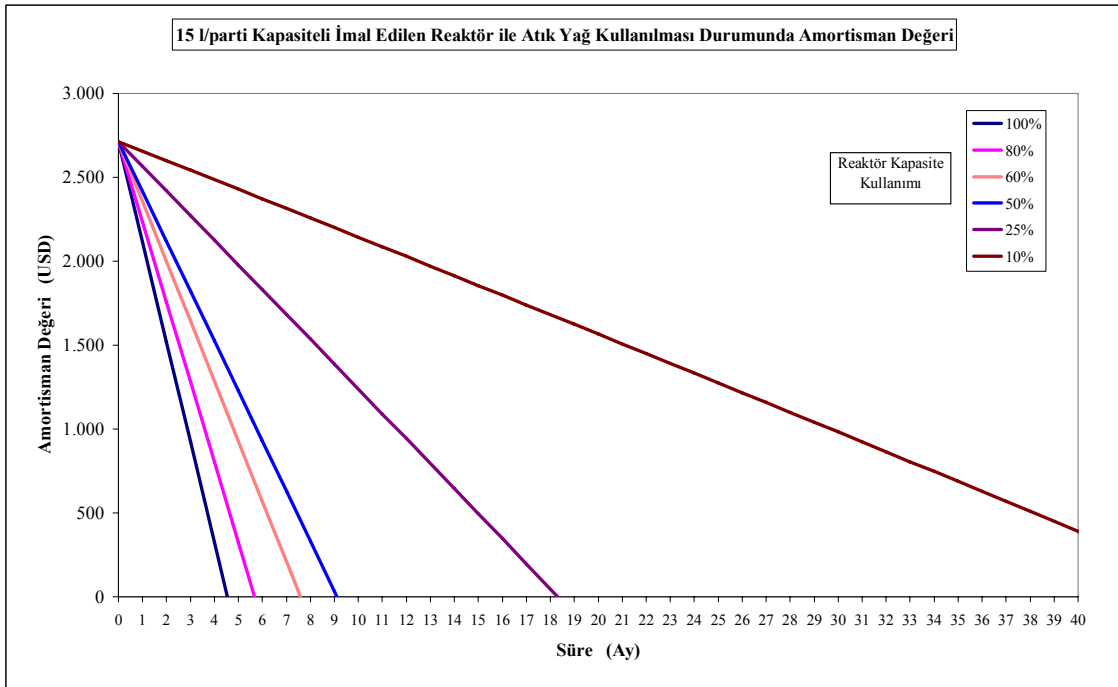


Şekil 8.18 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

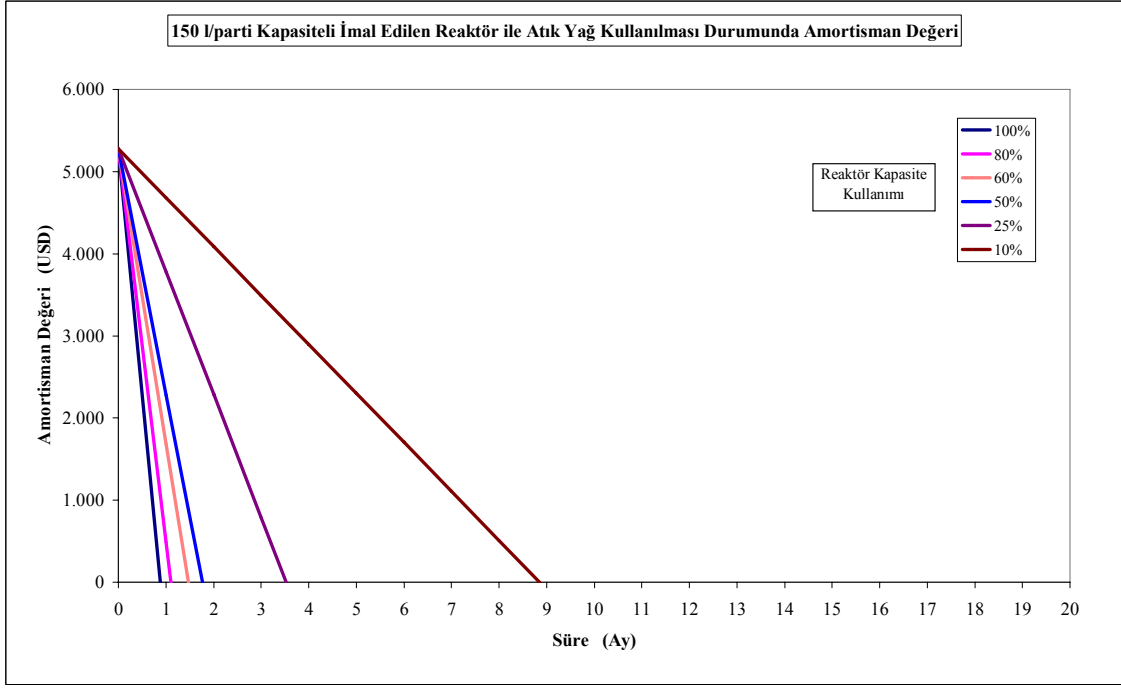


Şekil 8.19 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile palmoil kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

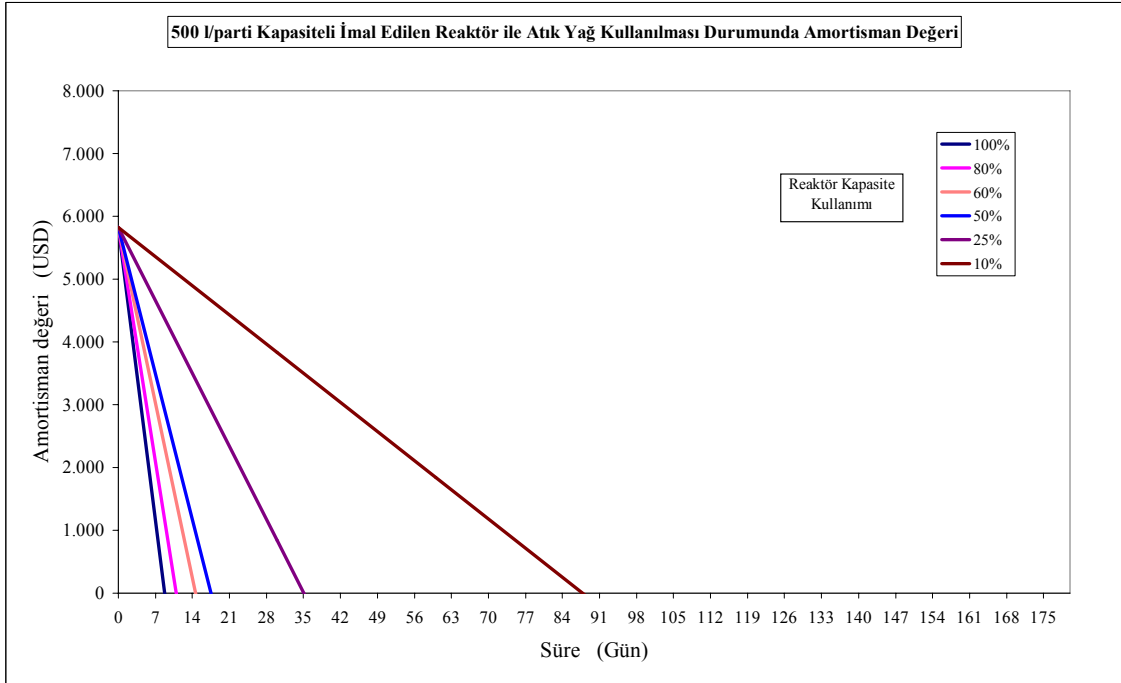
- **İmal Edilen Reaktör ile Atık Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



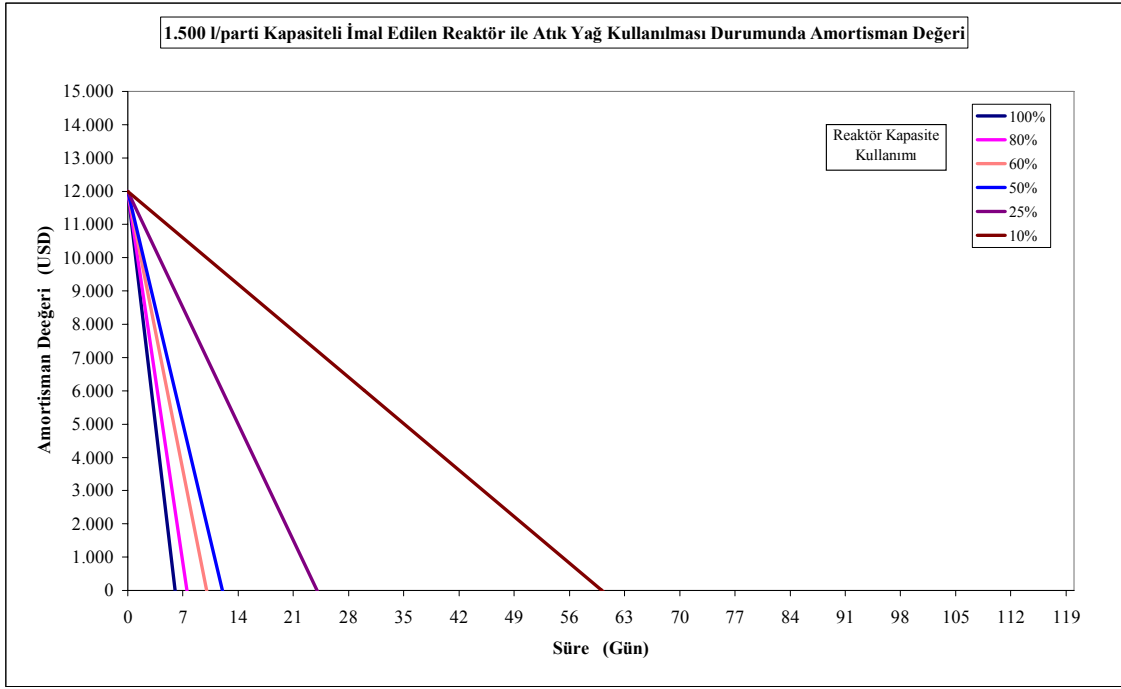
Şekil 8.20 – 15 l/parti kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



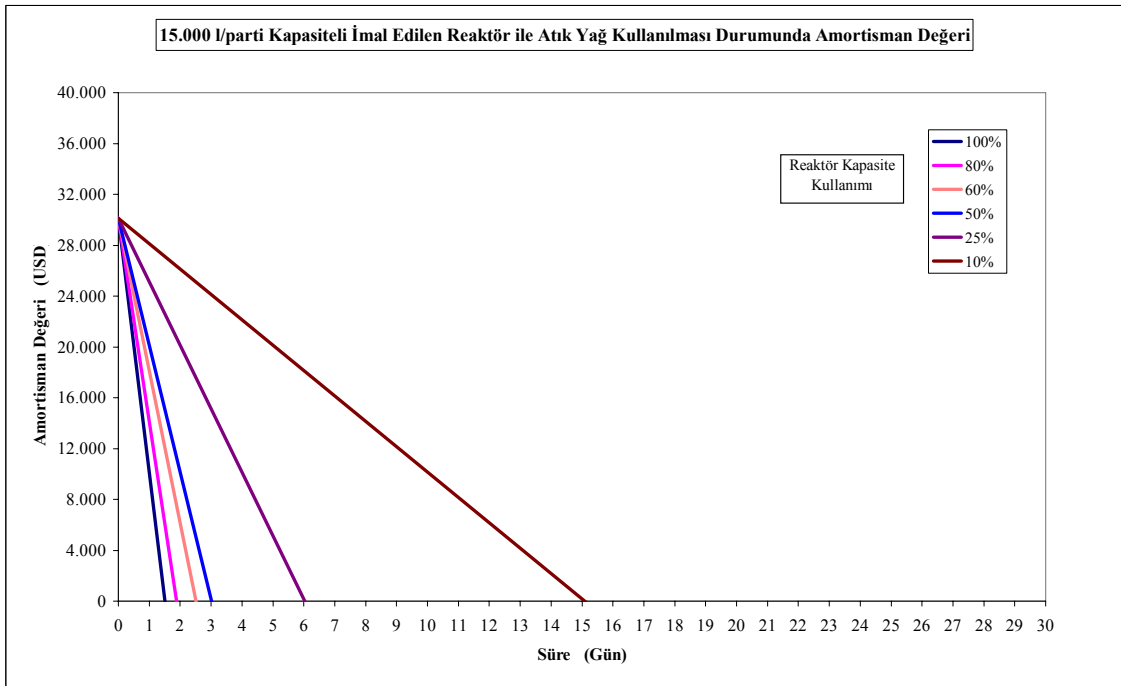
Şekil 8.21 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.22 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

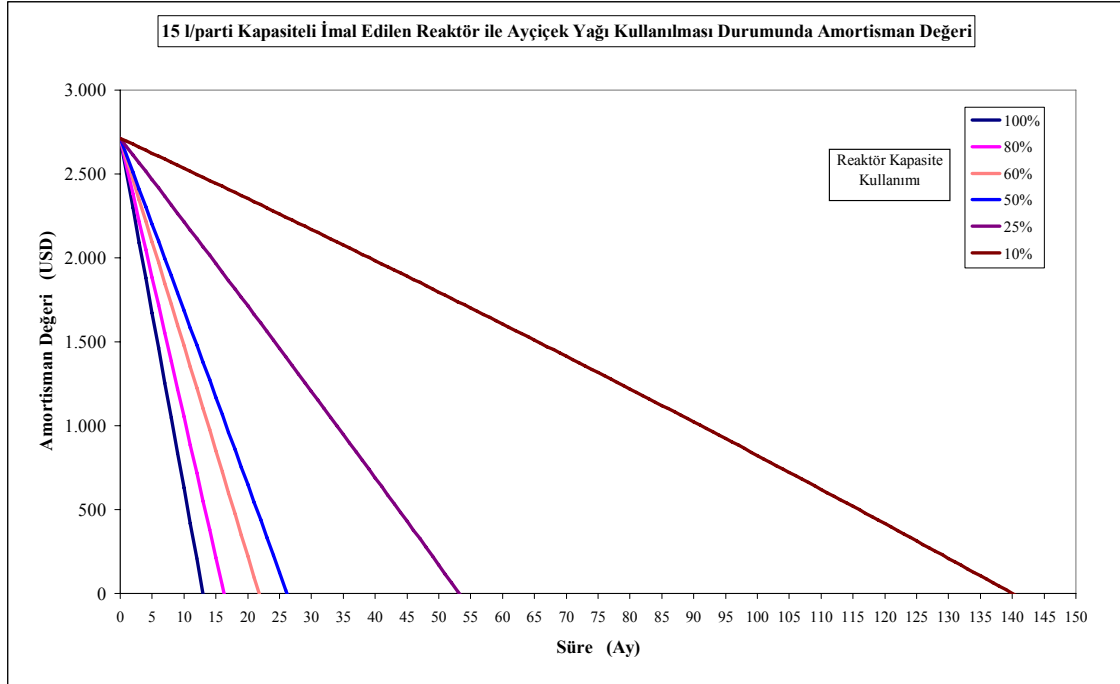


Şekil 8.23 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

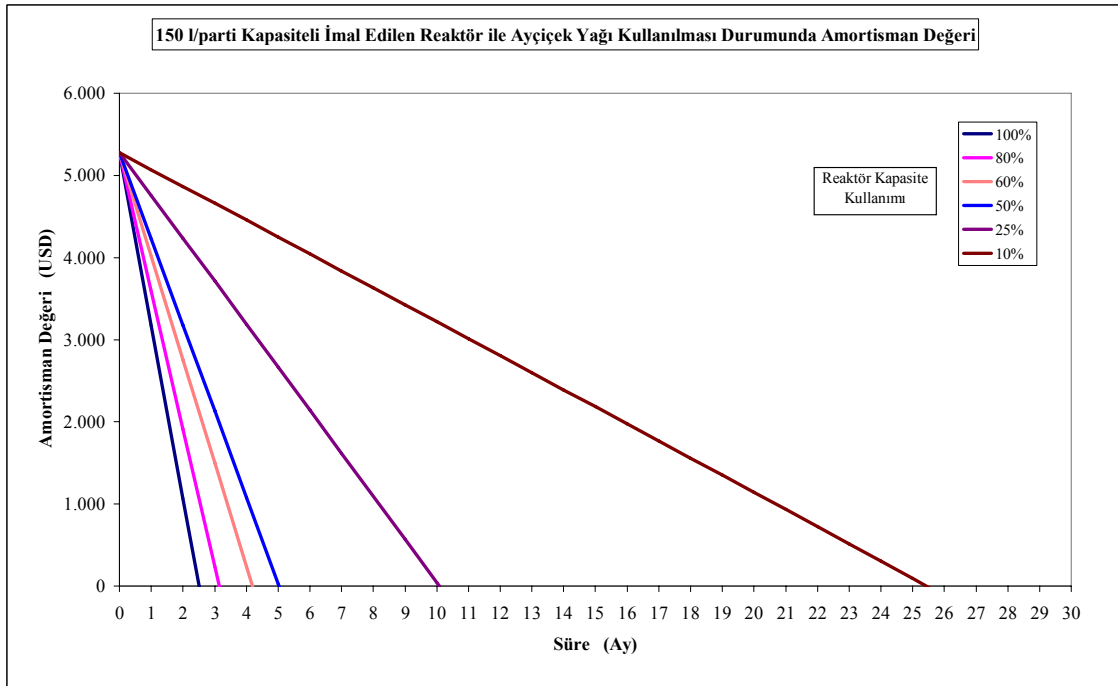


Şekil 8.24 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

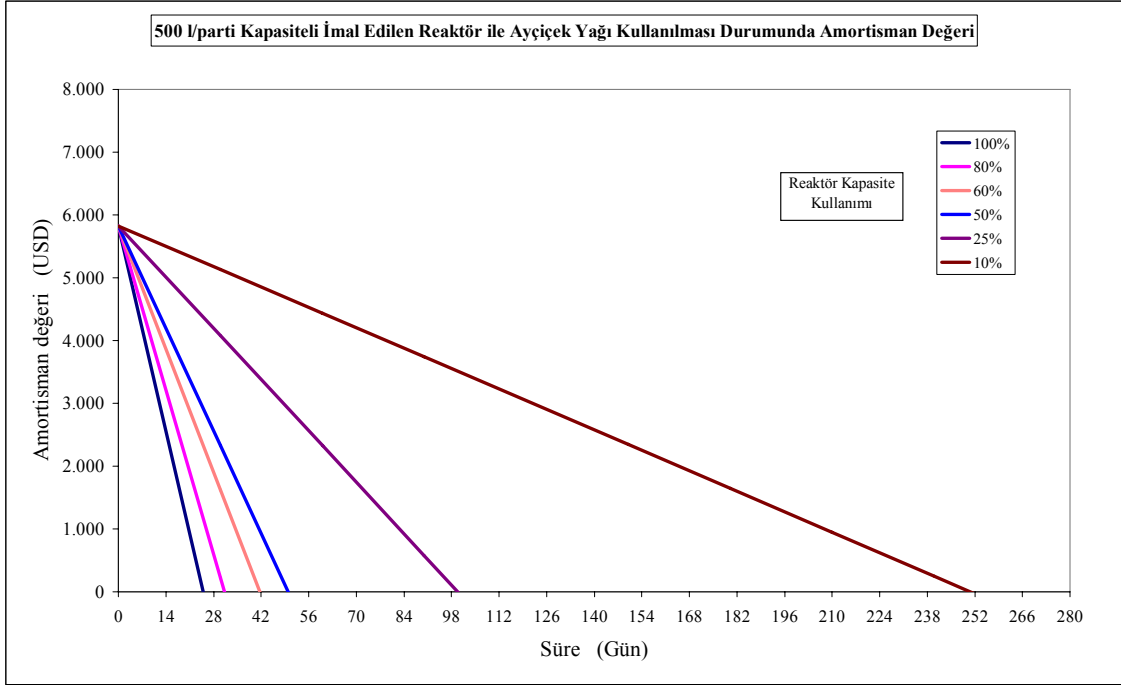
- **İmal Edilen Reaktör ile Ayçiçek Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



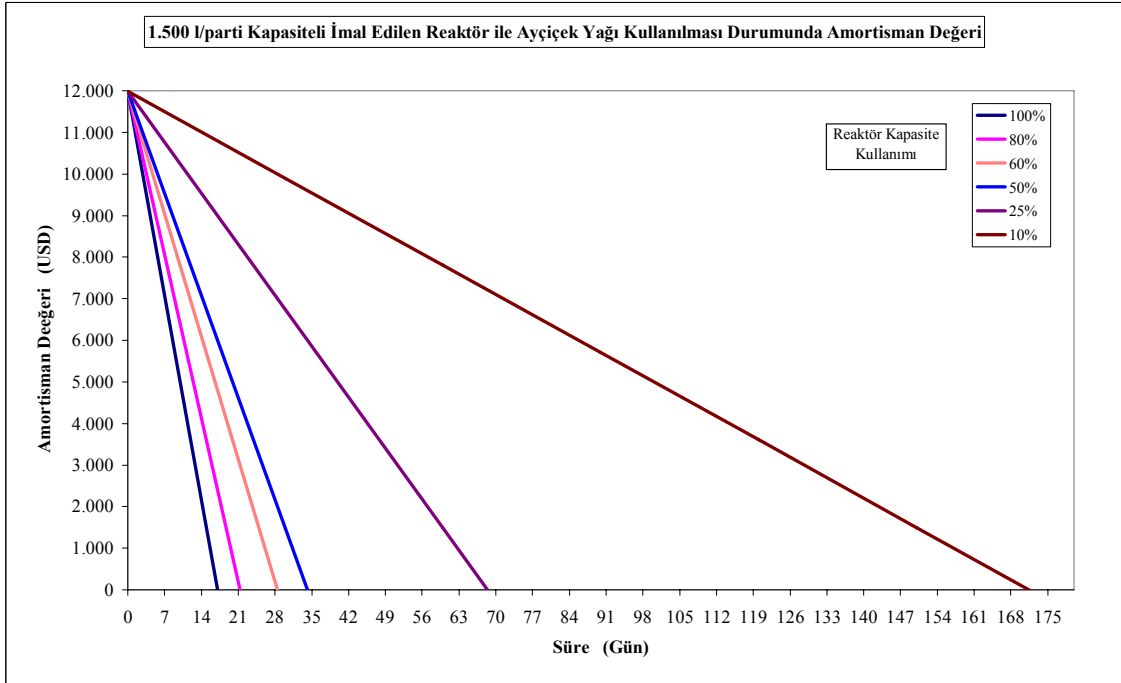
Şekil 8.25 – 15 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



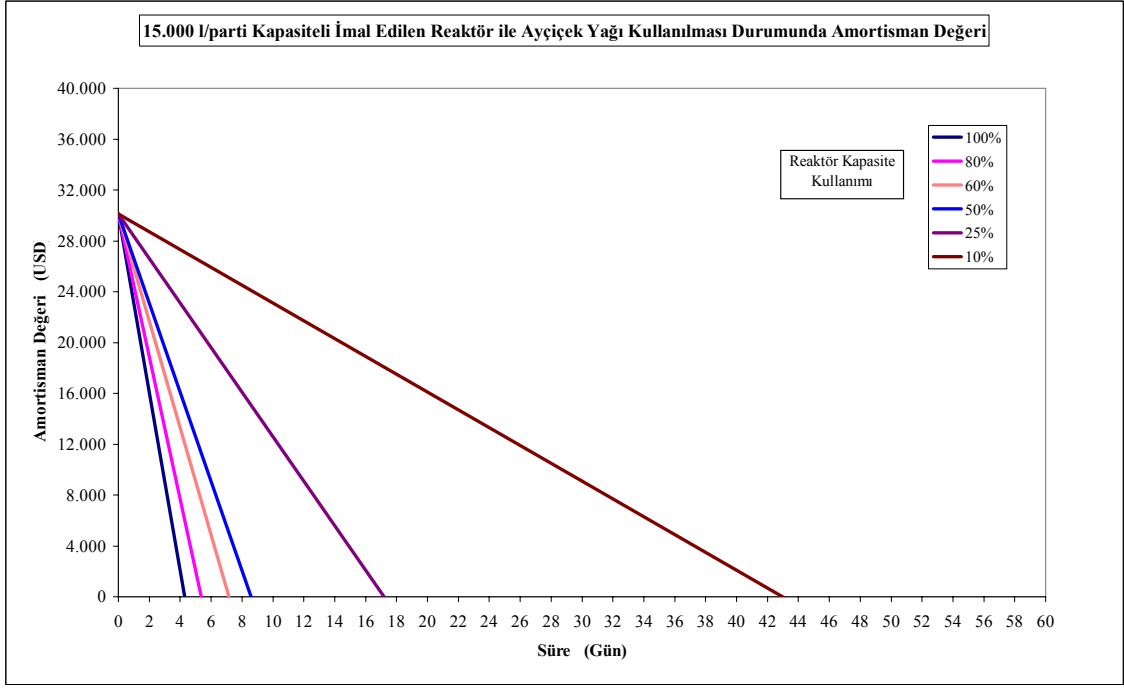
Şekil 8.26 – 150 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.27 – 500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.28 – 1.500 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.29 – 15.000 l/parti Kapasiteli imal edilen reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

- **İmal Edilen Reaktör ile Fındık ve Zeytin Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**

Fındık ve zeytin yağı birim litre fiyatları, diğer örnek olarak verilen bitkisel yağ fiyatlarına göre oldukça fazladır. Çizelge 8.5’te gösterilen LBE değerleri, birim litre başına fındık ve zeytin yağından üretilen edilen biodiesel yakıtının diesel yakıtına göre daha fazla maliyet getirdiği anlaşılmaktadır. (Eksi değer olarak gösterilmektedir)

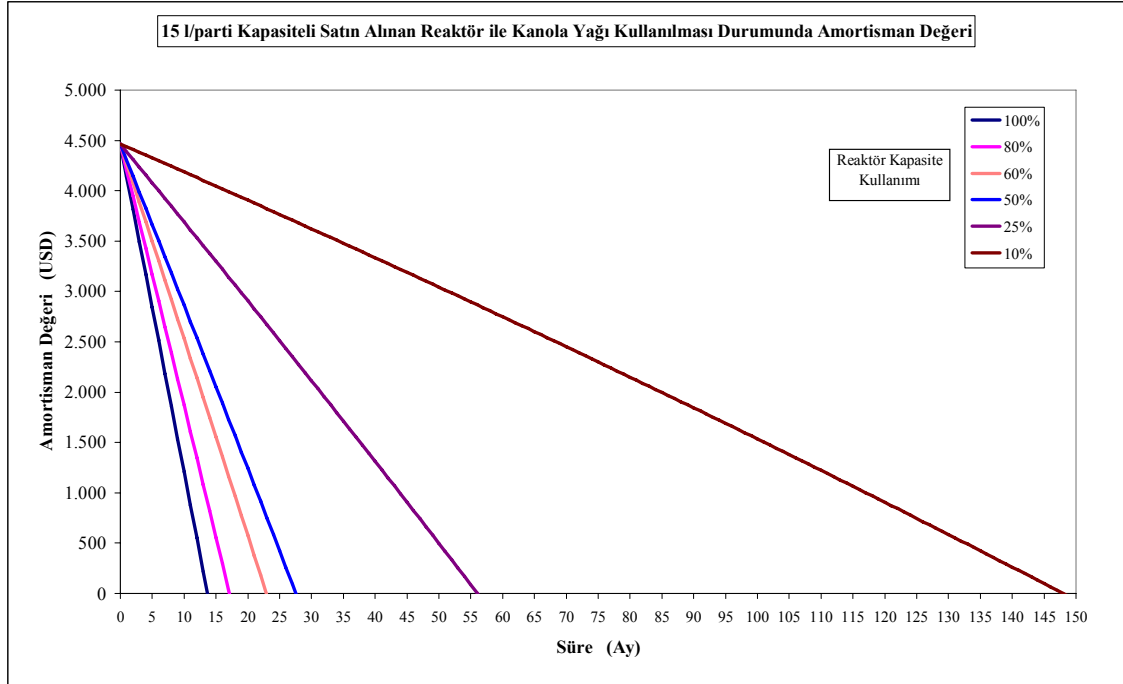
Ancak bu iki yağ için, birim yağ elde etme maliyeleri düşürüldüğü takdirde diesel yakıtı yerine alternatif olarak kullanılabilir.

LBE eksi değerde olduğu için amortisman hesaplamaları yapılamamaktadır.

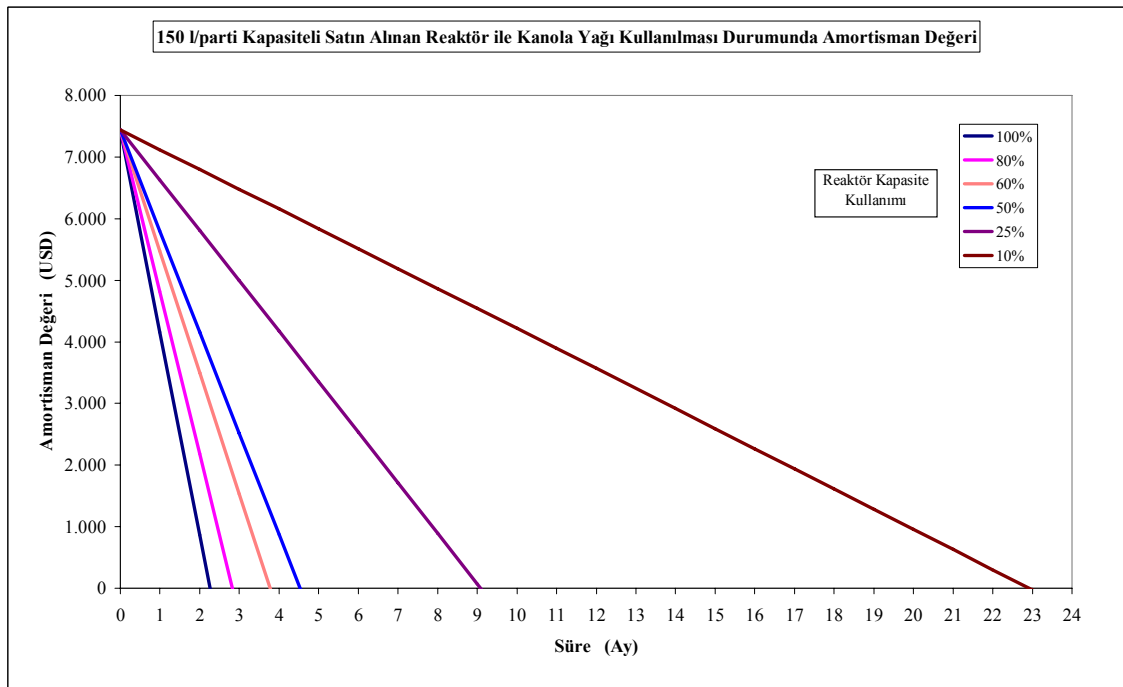
- **İmal Edilen Reaktör ile Pamuk Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**

Pamuk yağı için LBE değeri Soya yağı ile aynı olduğundan ayrıca amortisman değerleri gösterilmektedir (Hem İmal edilen ve hem de Satın Alınan Reaktörler için).

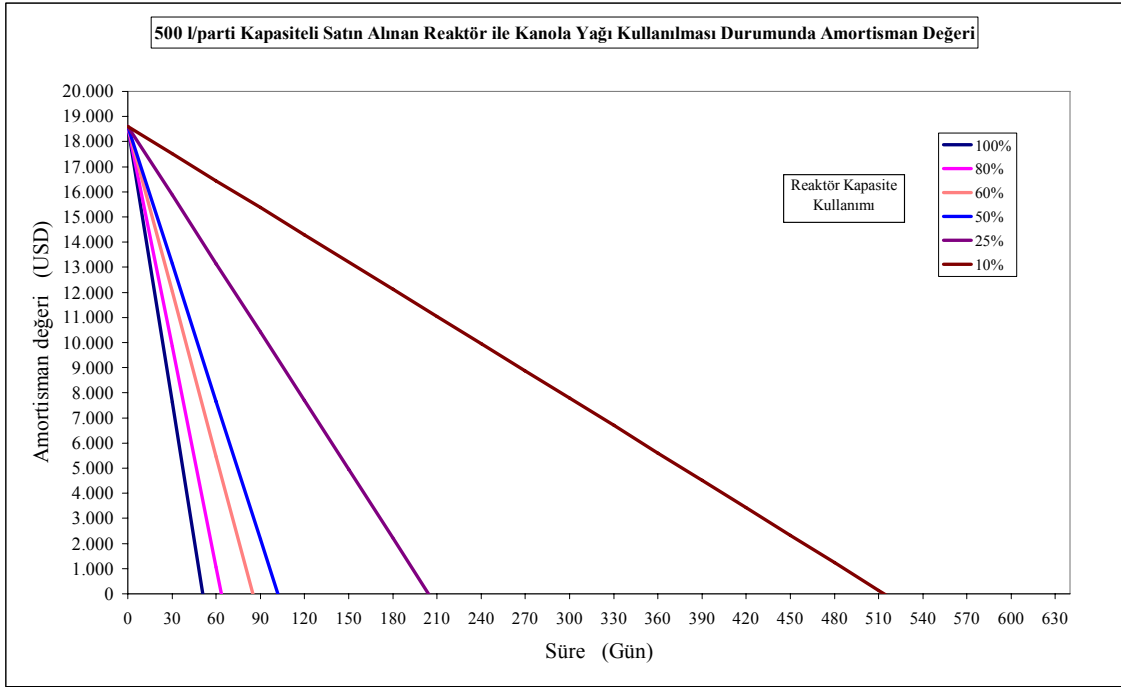
- **Satın Alınan Reaktör ile Kanola Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



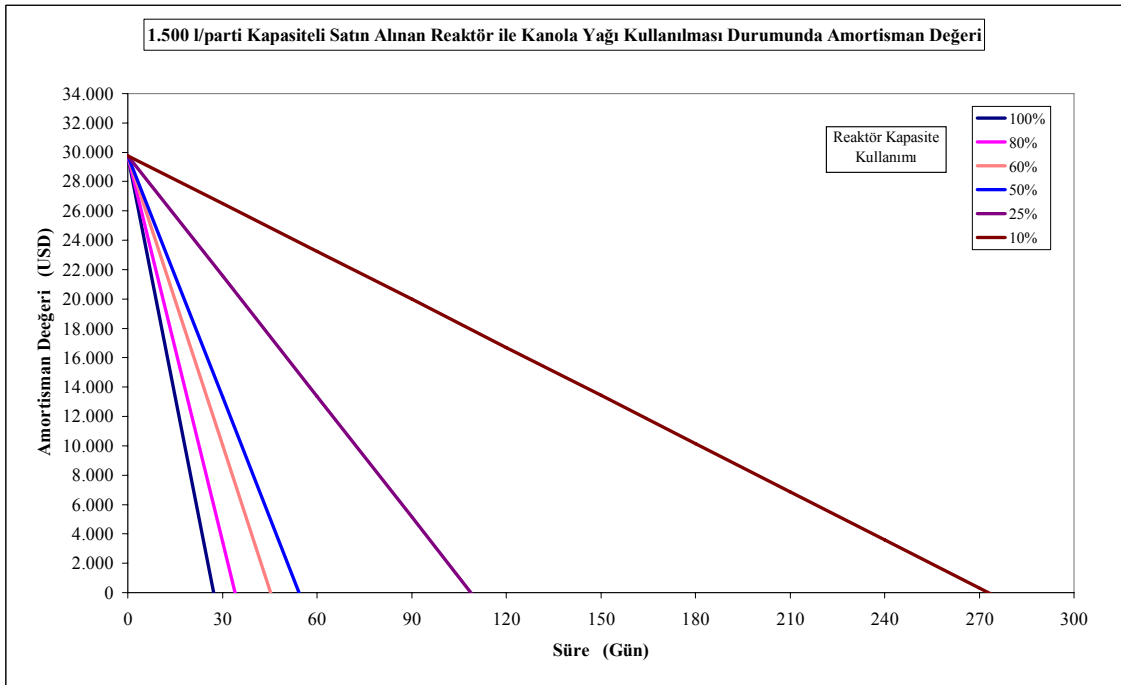
Şekil 8.30 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



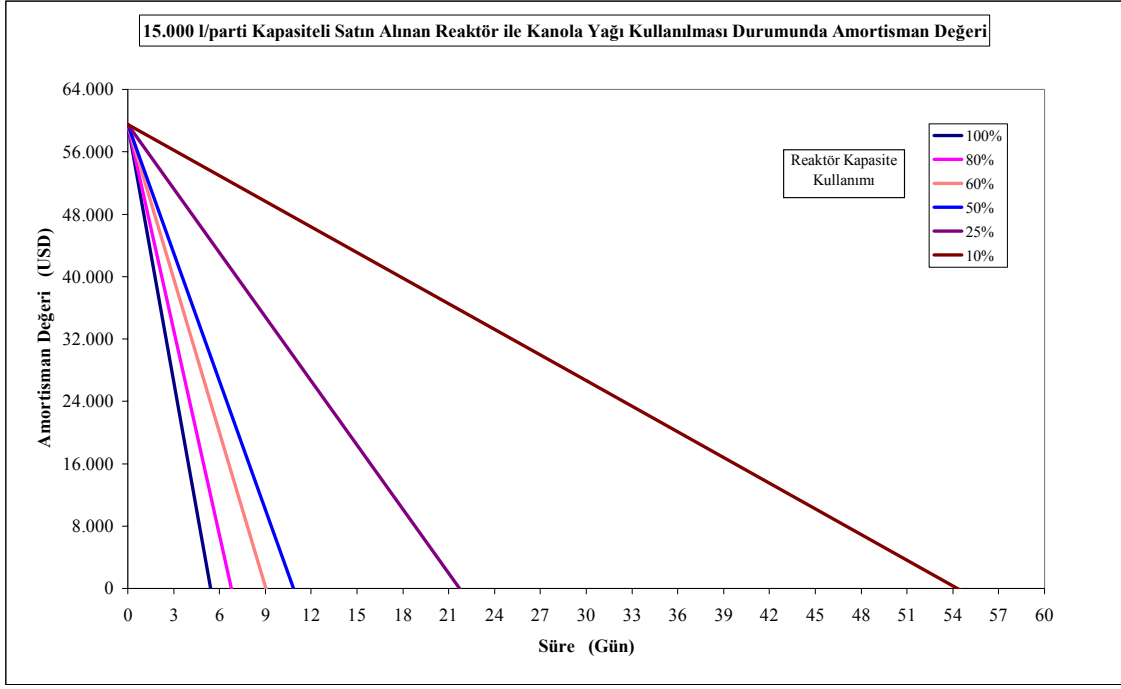
Şekil 8.31 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.32 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

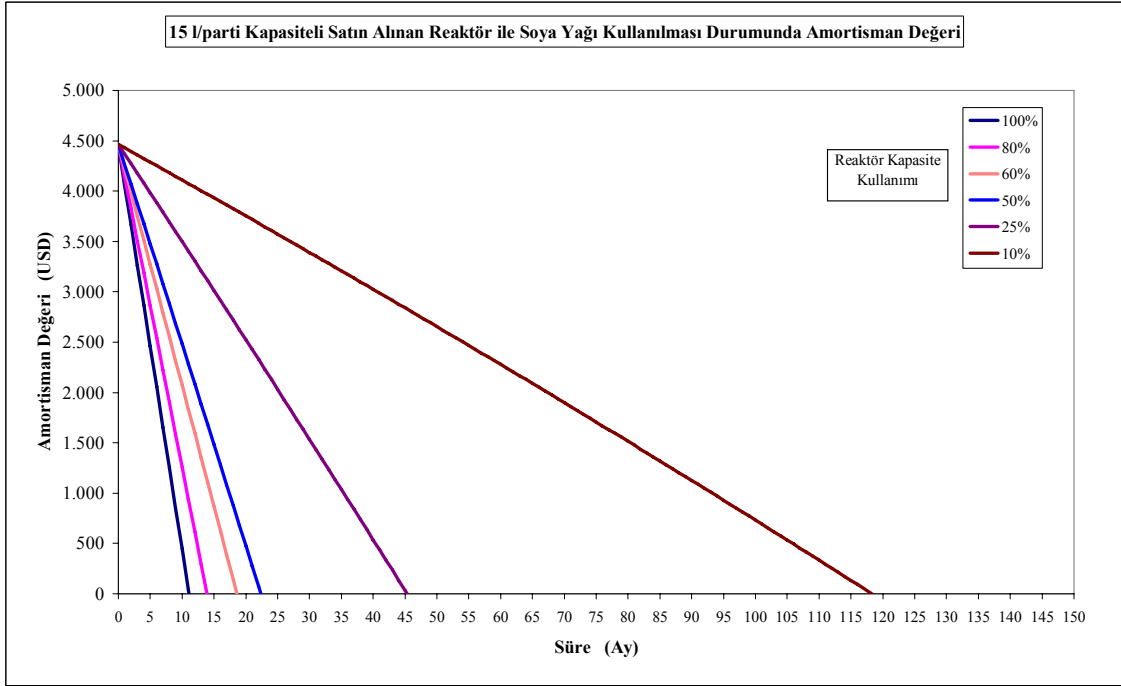


Şekil 8.33 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

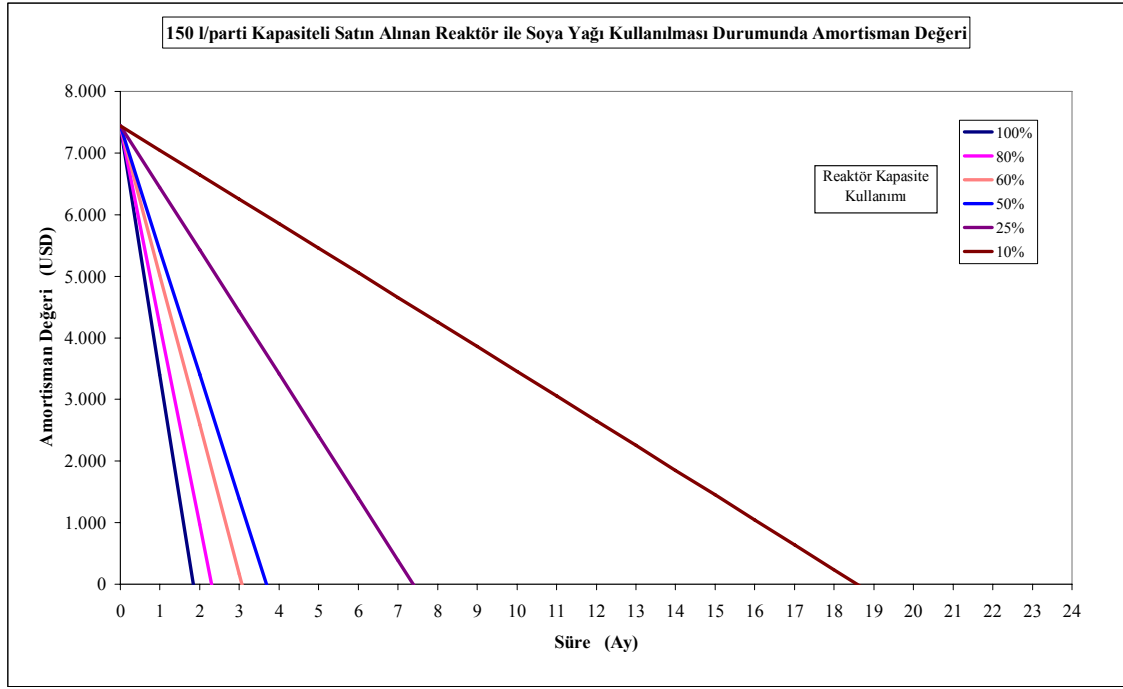


Şekil 8.34 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile kanola yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

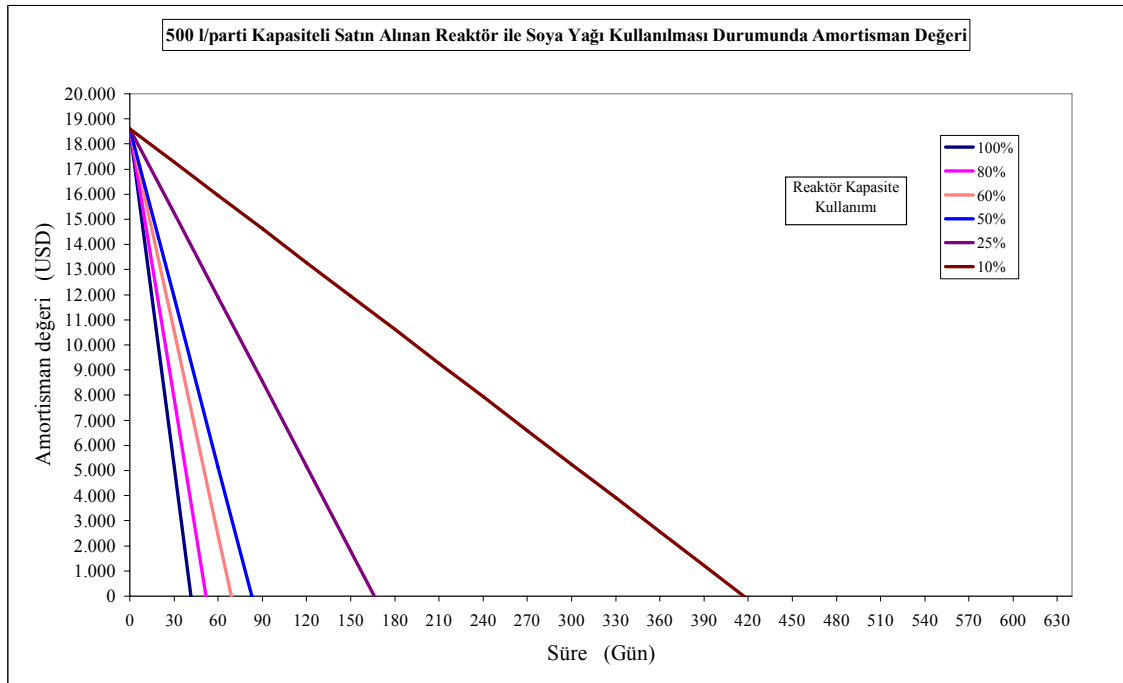
- **Satın Alınan Reaktör ile Soya Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



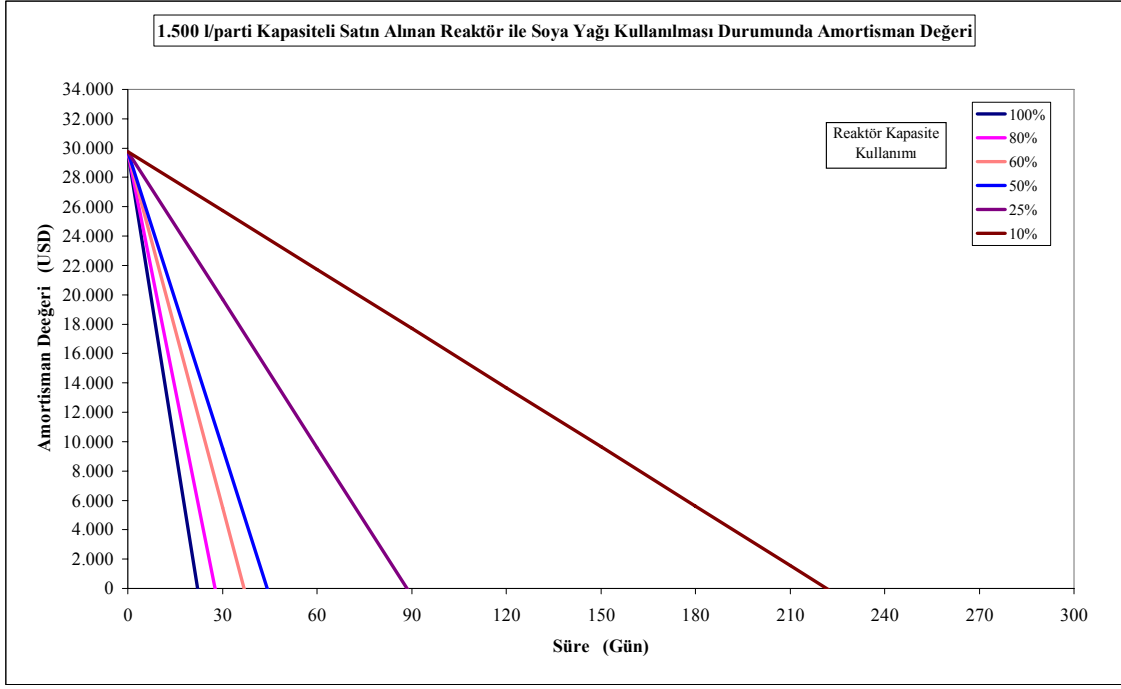
Şekil 8.35 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



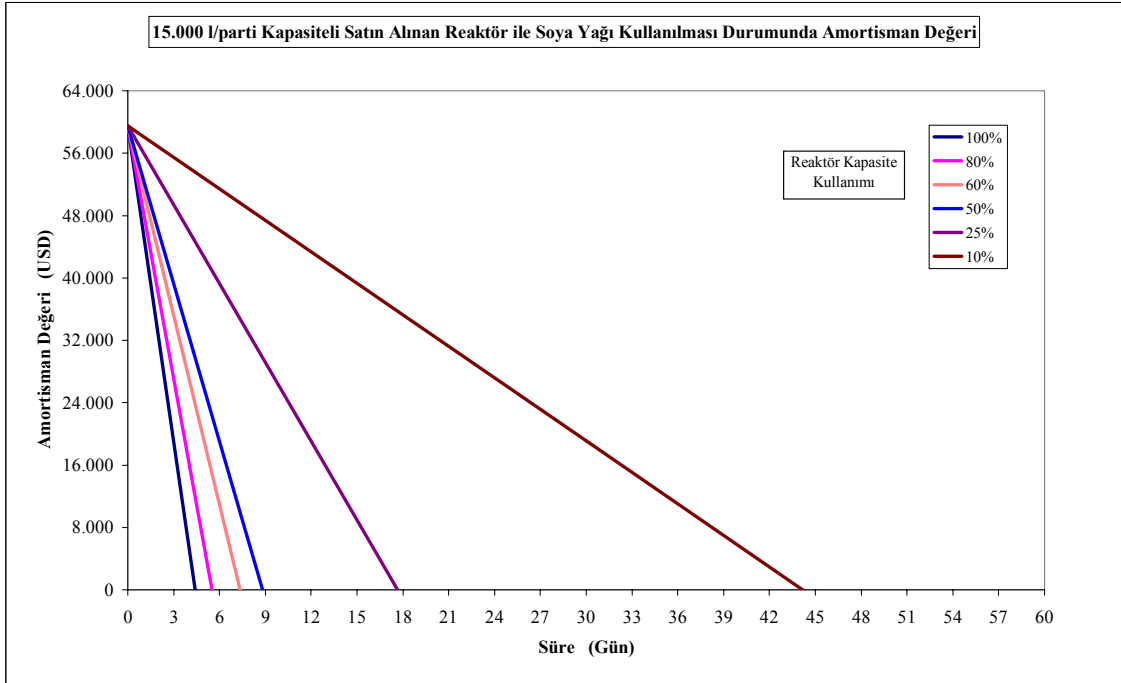
Şekil 8.36 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.37 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

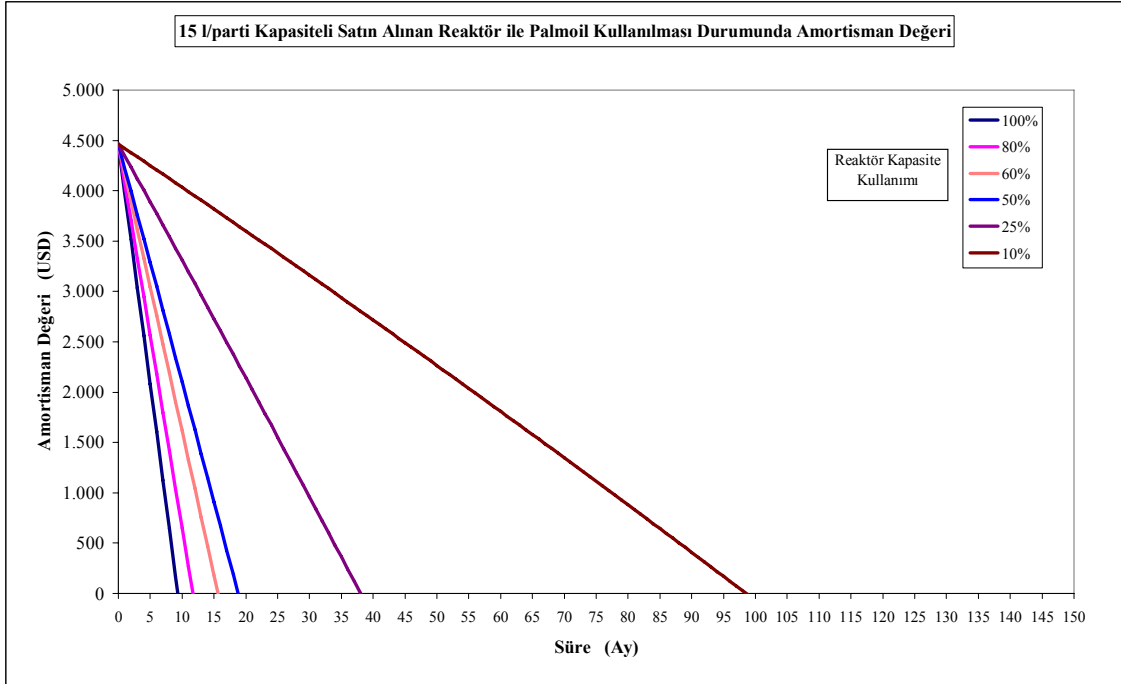


Şekil 8.38 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

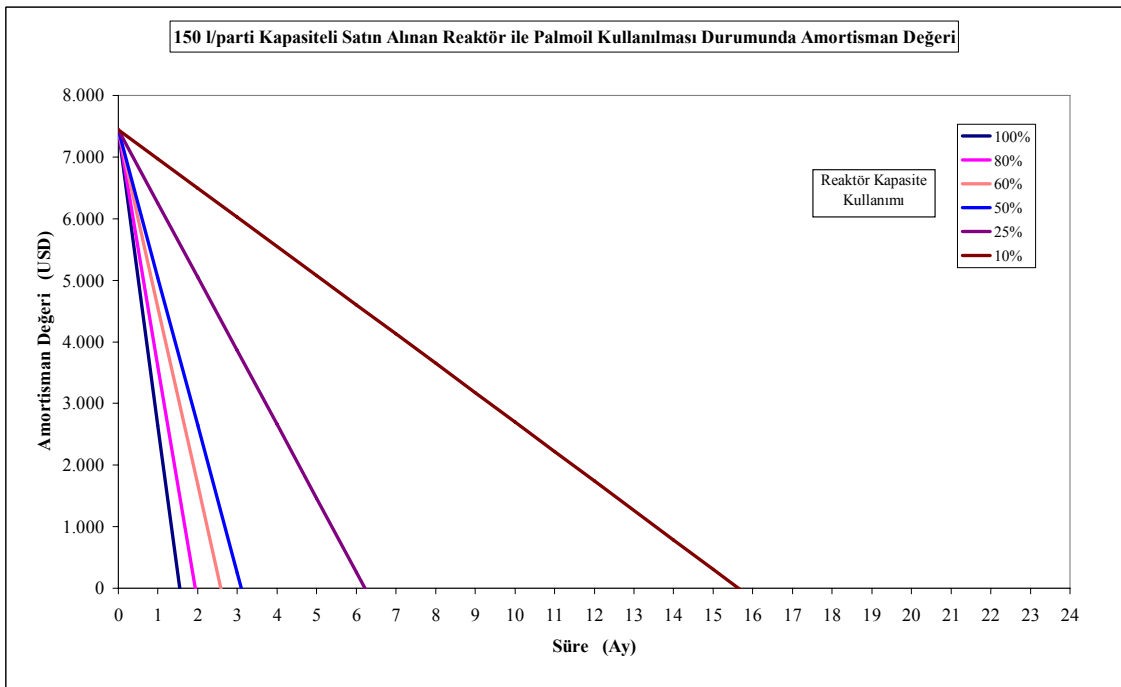


Şekil 8.39 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile soya yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

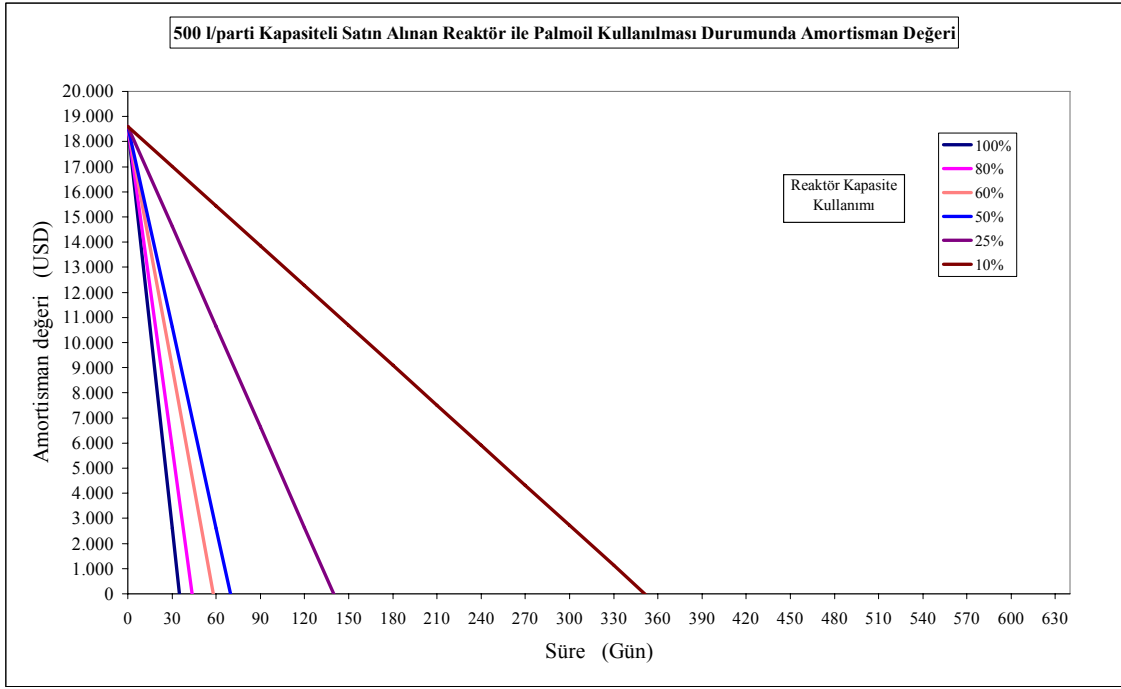
- **Satın Alınan Reaktör ile Palmoil Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



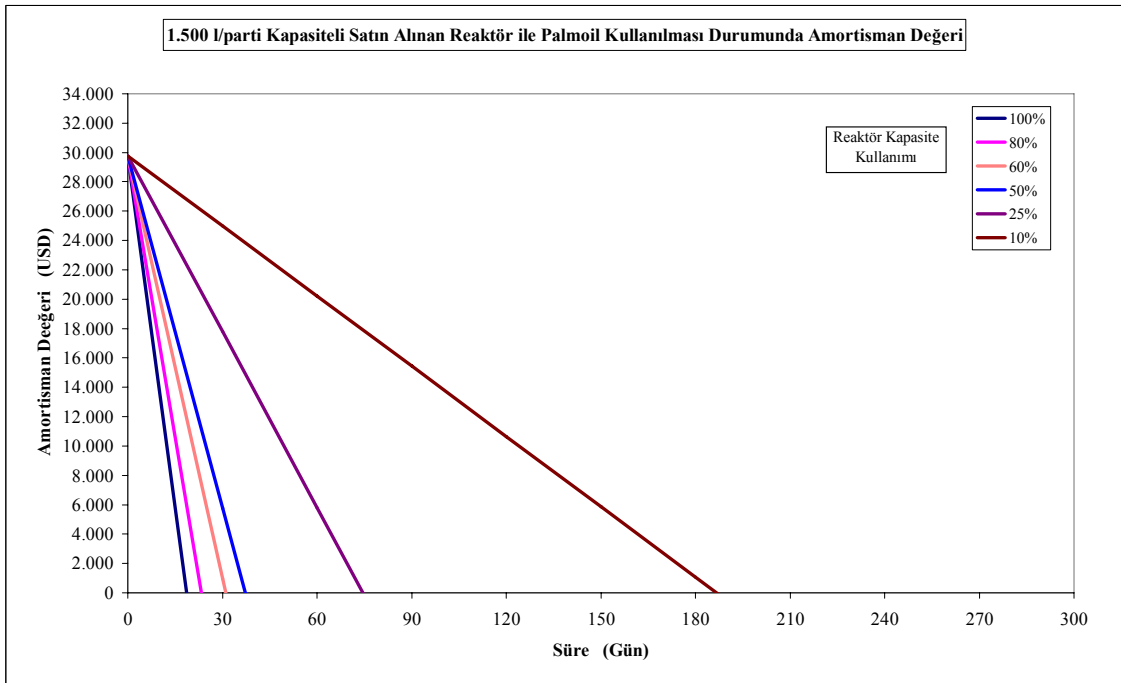
Şekil 8.40 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



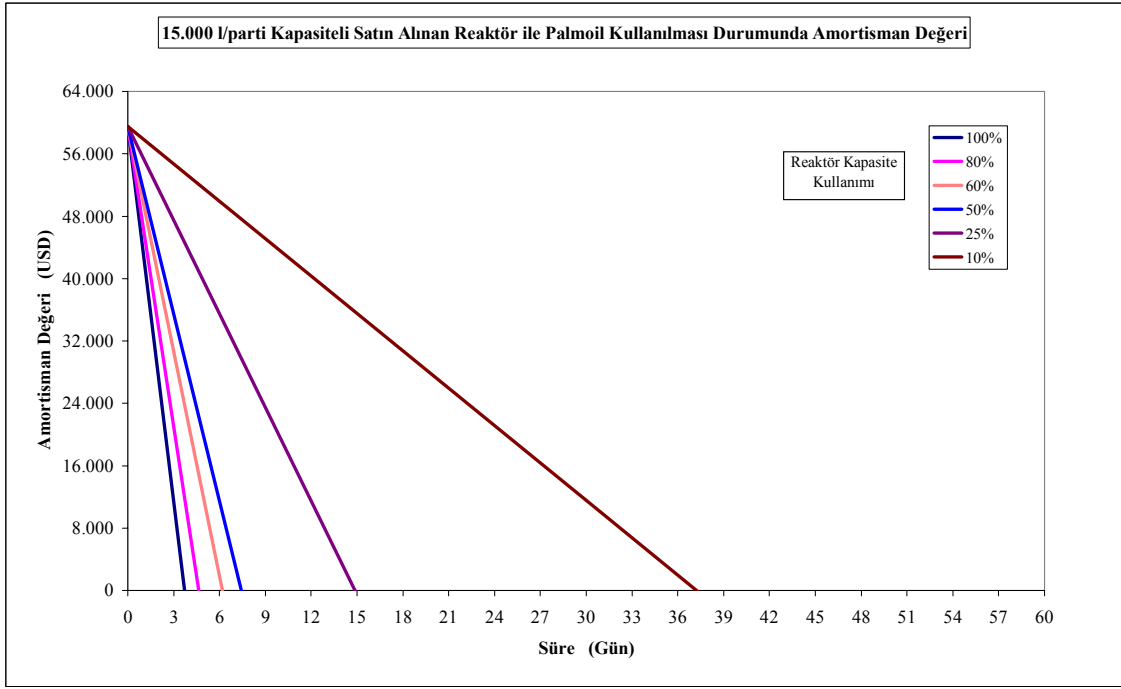
Şekil 8.41 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.42 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

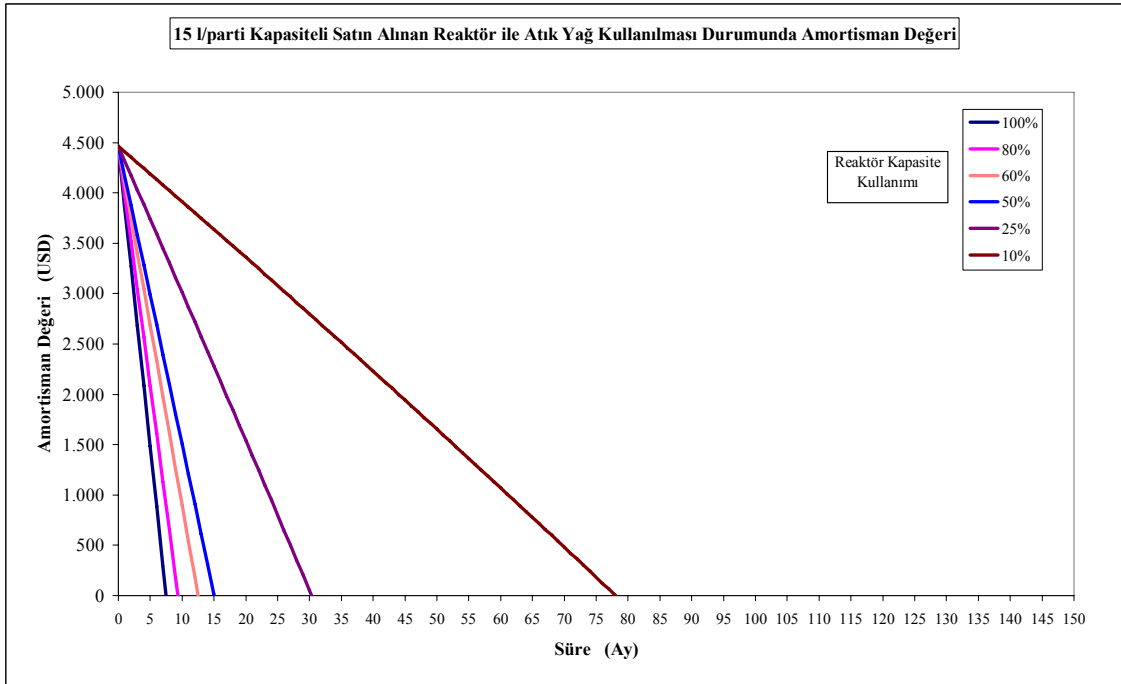


Şekil 8.43 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

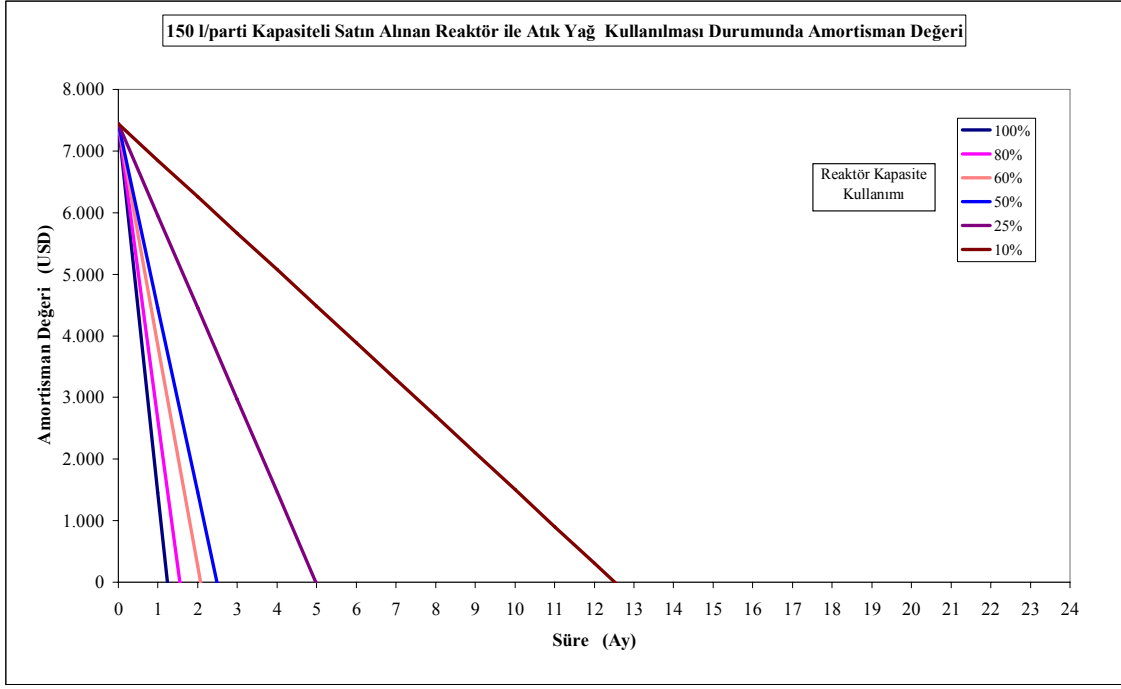


Şekil 8.44 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile palmoil yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

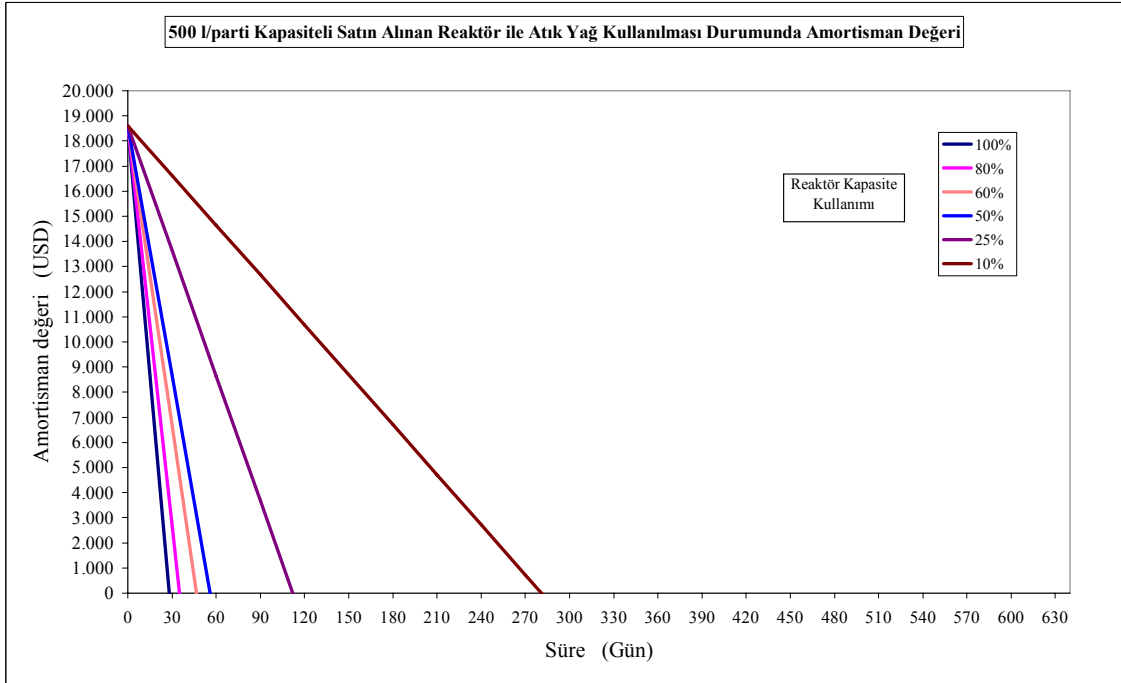
- **Satın Alınan Reaktör ile Bitkisel Atık Yağ Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



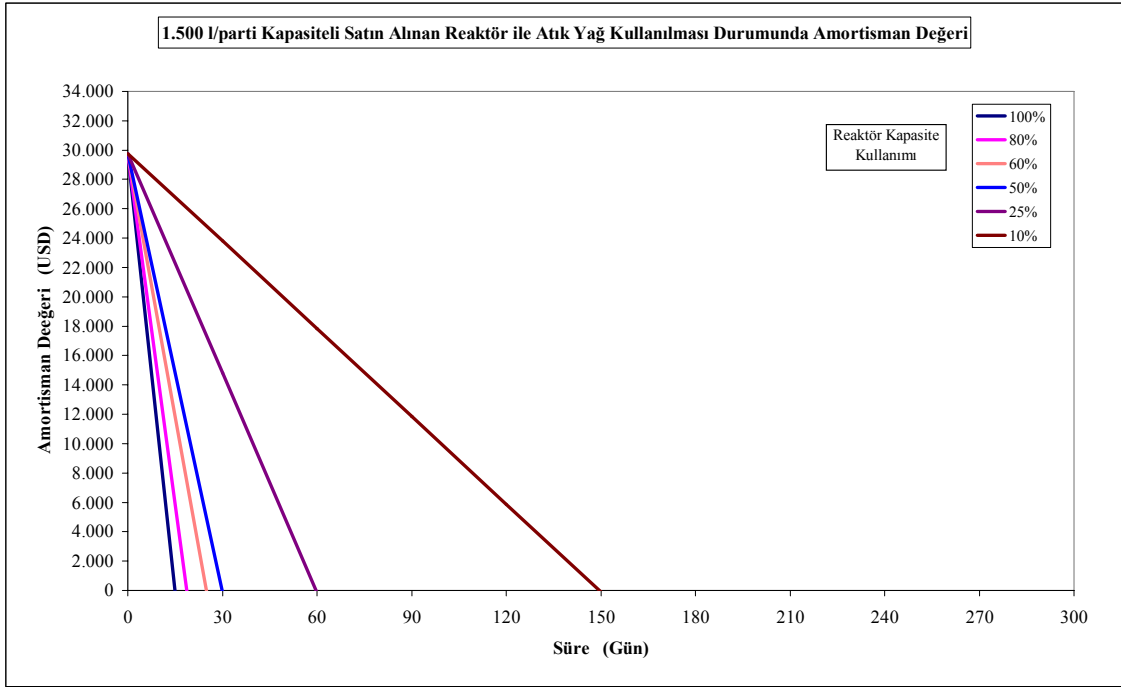
Şekil 8.45 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



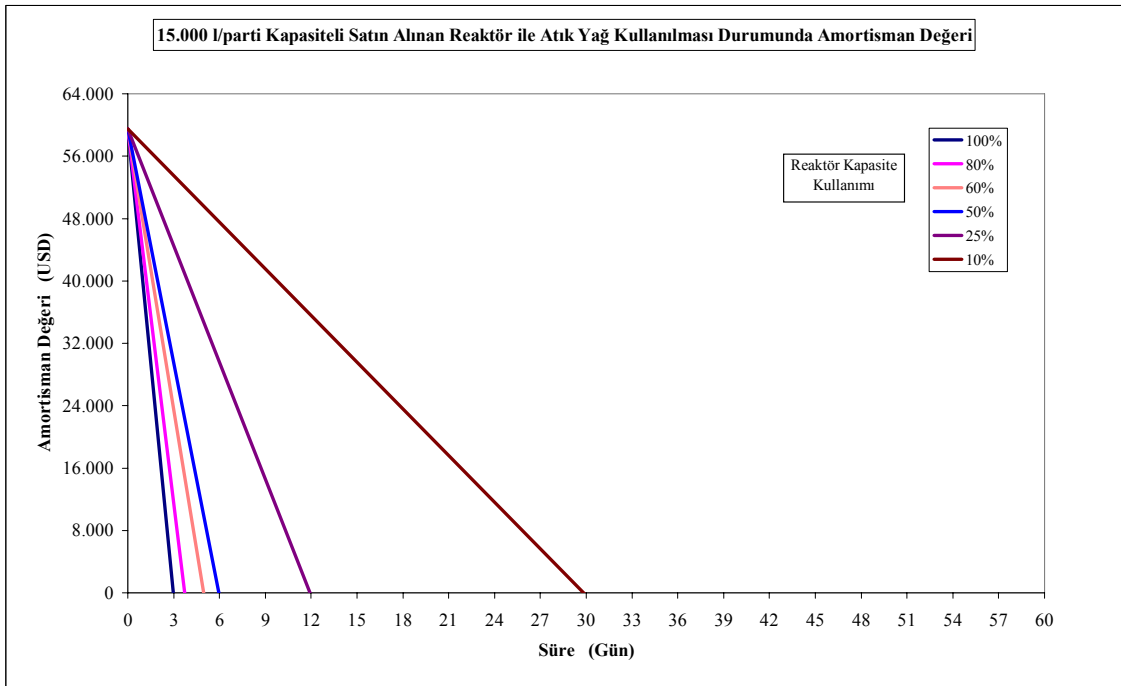
Şekil 8.46 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.47 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

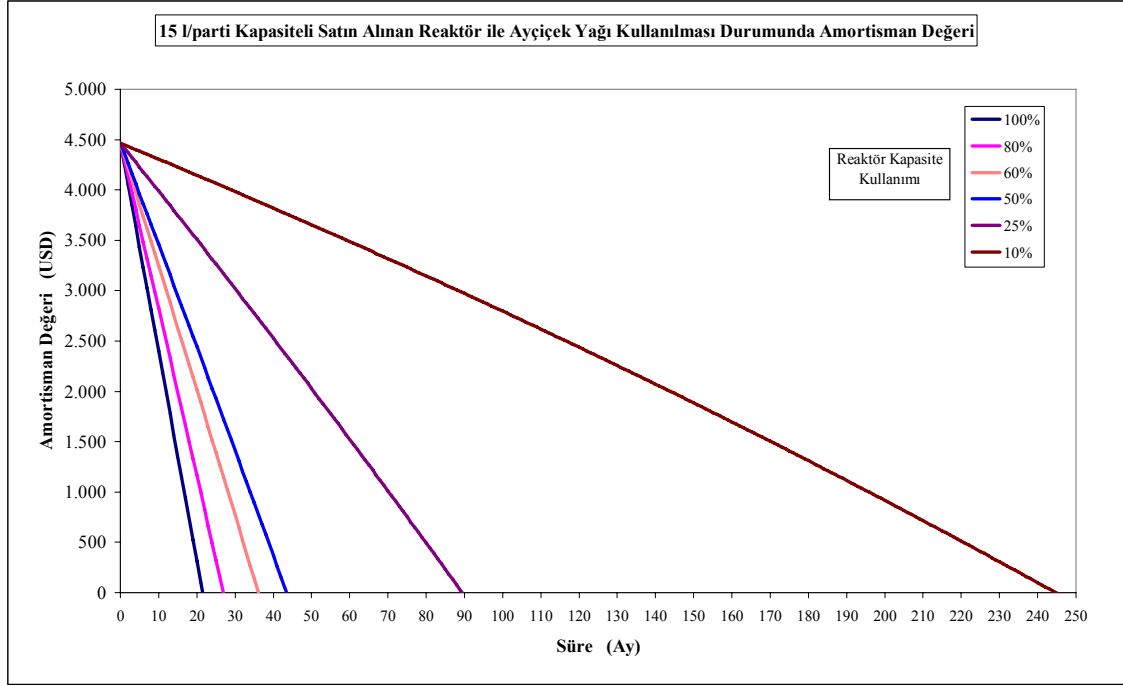


Şekil 8.48 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

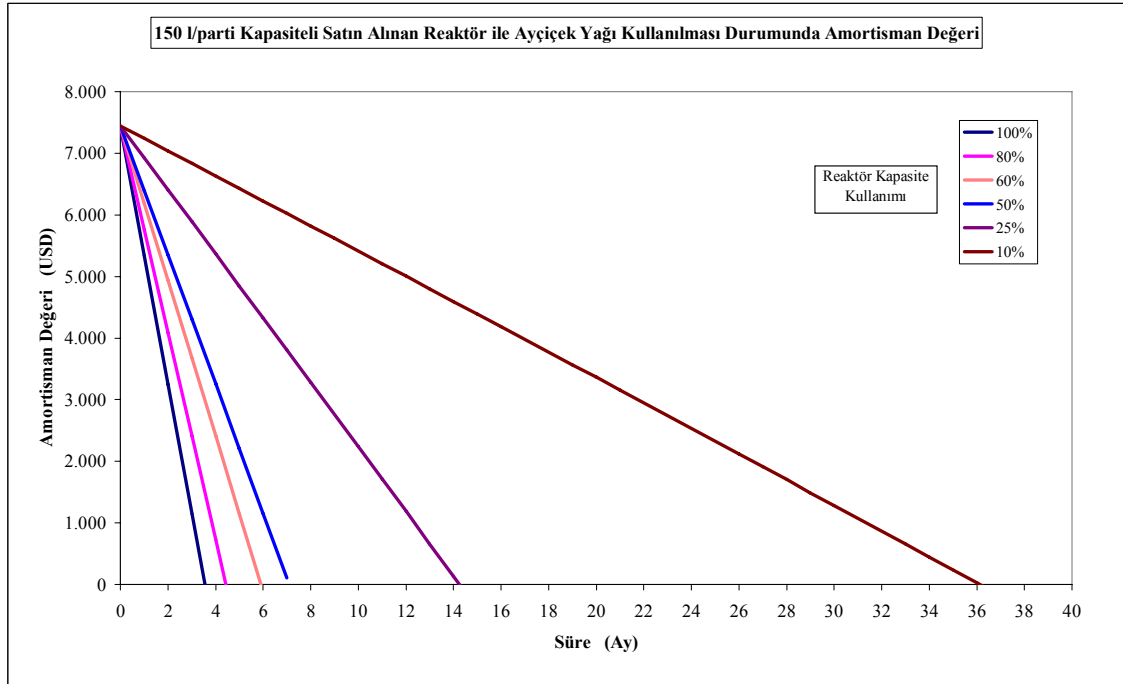


Şekil 8.49 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile atık yağ kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

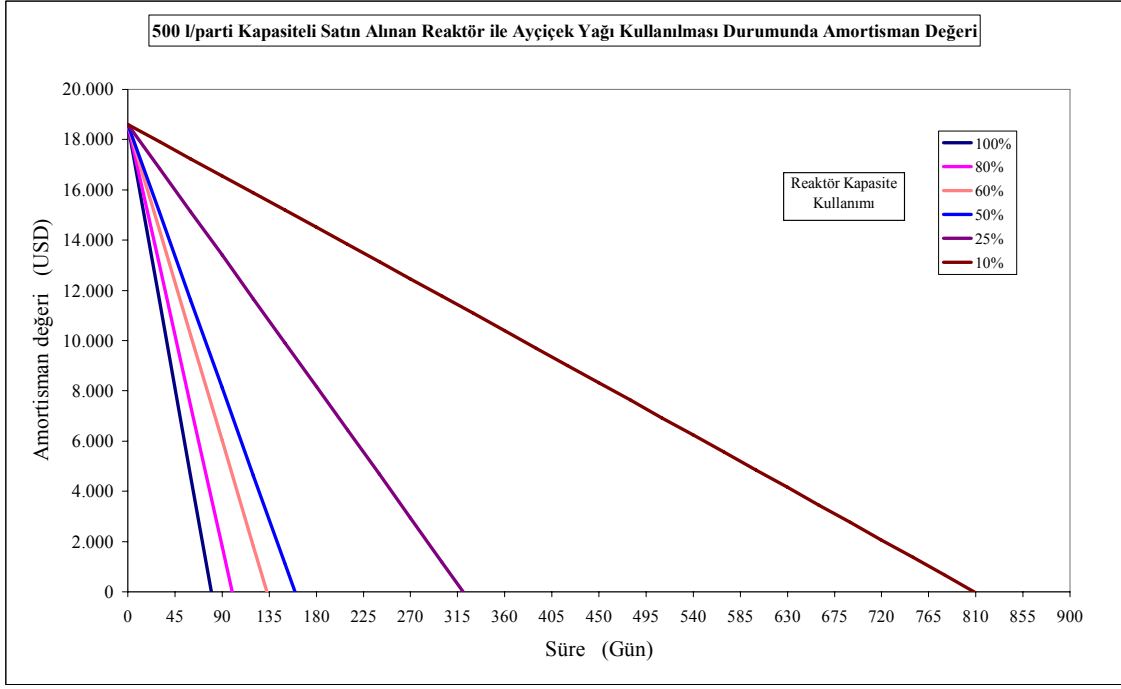
- **Satın Alınan Reaktör ile Ayçiçek Yağı Kullanımı Durumunda Amortisman Değerleri**



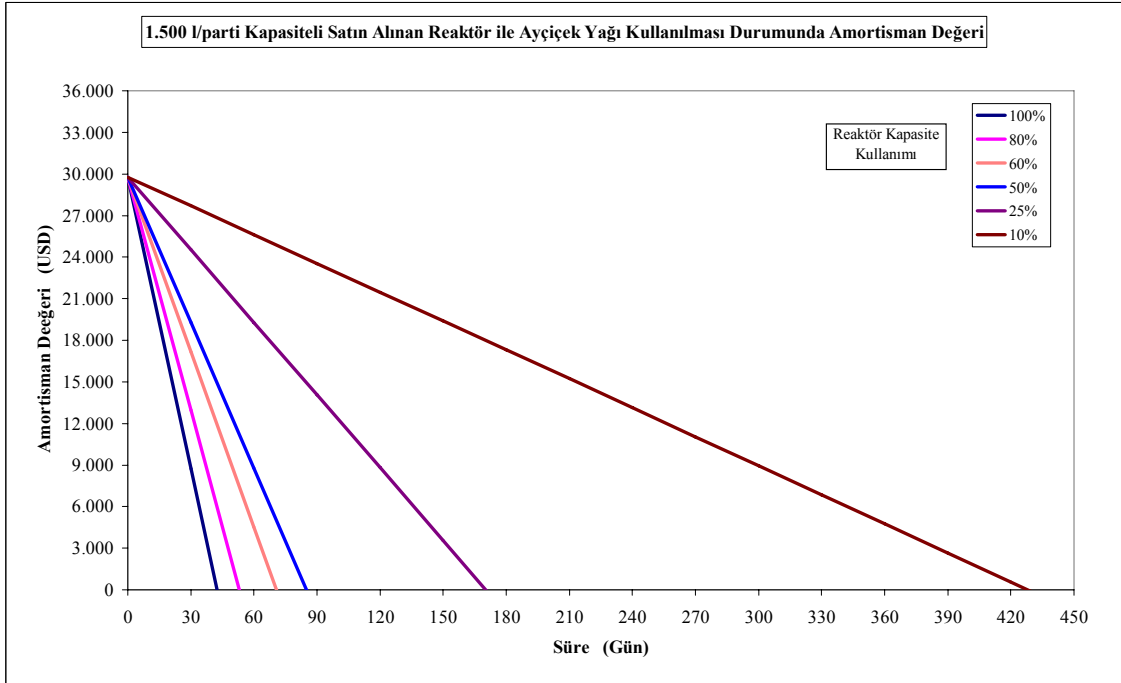
Şekil 8.50 – 15 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



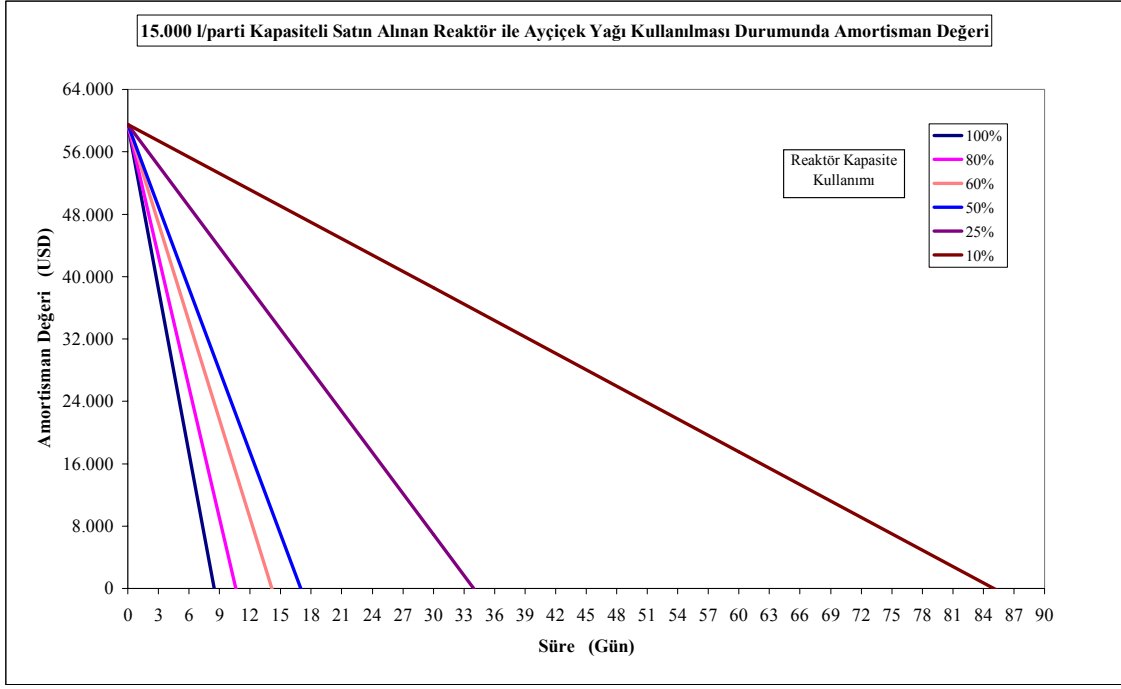
Şekil 8.51 – 150 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.52 – 500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.53 – 1.500 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.



Şekil 8.54 – 15.000 l/parti Kapasiteli satın alınan reaktör ile ayçiçek yağı kullanılması durumunda kapasite kullanımına göre amortisman değerleri.

Verilen grafiklerden çıkarılabilecek ortak sonuç, her tip yağ kullanımında en uygun tesis seçimi ve işletme şartları, %100' e yakın kapasite kullanımı ve mümkün olduğunca yüksek kapasiteli tesis kullanmaktır. Bu durum birden çok tarım işleriyle uğraşan kişi ve kuruluşların bir araya gelerek, ortak hammadde (yağ) alımı veya üretimi, ortak reaktör kullanımı ile sağlanabilir. Biodiesel yakıtının altı aylık kullanım ömrü bilgisi ile elde edilecek biodiesel yakıtının mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kullanılacağı yapılacak olan hesaplamalarda göz önüne alınmalıdır.

9. İHTİYAÇ DUYULAN YAKITIN ELDE EDİLMESİ İÇİN GEREKLİ OLAN BIODIESEL KAYNAĞI YAĞLI TOHUMLARIN EFEKTİF EKİM ALANI HESABI

Bir tarım ürünü elde etmek için hangi tarım aletlerini kullanılacağını belirledikten sonra, bu tarım makinalarının ilgili tarım ürünü hasatına kadar ne kadar yakıtı ihtiyacı olduğunu belirleyen program yardımıyla, bu yakıtın elde edilebileceği kaynak yağlı tohum miktarını ve bu miktarı karşılayabilecek tarım alanının hesabını yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Tez içerisinde detayları belirtilmiş olan “YTHP-2005” birim alan yakıt tüketimi hesabı programı ile ekilecek ürün, toprak özellikleri, kullanılacak tarım makinaları, arazinin eğimi özellikleri göz önüne alınarak birim alan için gerekli yakıt miktarı hesaplanır.

Bu hesaplamanın matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.

X tarım ürünü için Y Yağlı Tohumu Hasat Alınması Belirlenen Tarım Alanı (da) ise ;

$$C = \frac{B/YY}{Yx DK} \times \rho_Y \quad (\text{da}) \quad (9.1)$$

- B Bu alan için gerekli olan kullanılacak biodiesel miktarı (m^3)
(YTHP-2005 programı ile X'e bağlı olarak hesaplanmış)
- Y Biodiesel elde edilecek yağlı tohum yağ üretim verimi (kg/da)
- C Yağlı Tohum Ekimi için gerekli tarım alanı (da)
- ρ_Y Y yağlı tohum yağının özgül kütlesi (kg/m^3)
- YY Y yağlı tohumunun ihtiva ettiği yağ oranı. (%)
- DK Biodiesel düzeltme katsayısı $\sim 1,075$

Burada C yağlı tohumu eldesi için gerekli yakıt ihtiyaç miktarı ayrıca hesaplanmamıştır.

C yağlı tohumu elde etmek için birim alanda ihtiyaç duyulan yakıt tüketimini, benzer tarım ürünleri için tez kapsamında sonuçları elde edilebilecek birim alan yakıt tüketimi hesapları ile kıyaslama yapılarak optimizasyon katsayısı (OK) elde edilebilir.

YTHP-2005 programı kapsamında kullanılan tarım ürünleri göz önüne alındığında yağlı tohum üretimi ile benzer işlemler gerektiren buğday, ayçiçeği, pamuk, kanola vb. için gerekli olan dekar başına yakıt tüketimi, diğer tarım ürünleri (Karpuz, kuru soğan, şeker pancar) için gerekli olan yakıt tüketiminden daha küçüktür.*

Bu nedenle bakliyat, yağlı tohum vb. tarım ürünleri ekiminde optimizasyon katsayısı ile C değeri çarpımı gerekli olan efektif alan hesabı dikkata alınmalıdır. Diğer tarım ürünleri (sebze, meyva vb..) için hesaplama yaparken, yağlı tohum için gerekli olan yakıt tüketim değeri küçük olduğu için ayrıca bir optimizasyon katsayısı ile düzeltilmiş C alan değeri hesaplanmayacaktır. Bu durumda ihtiyaç duyulandan bir miktar fazla biodiesel yakıtı elde edilmiş olacaktır.

* YTHP-2005 programında belirtilen ürünler için, dekar başına yakıt tüketimi sonuçlarına göre.

9.1 Optimizasyon Katsayısı (OK)

YTHP-2005 programında verilen bakliyat ve yağlı tohum bitkileri dekar başına yakıt tüketimleri, aritmetik ortalama ve ortalama sapmaları aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 9.1 Dekar başına yakıt tüketimi, aritmetik ortalama ve ortalama sapma değerleri.

Tarım Ürünü	Yakıt Tüketimi (lt/da)
Buğday	2,12
Ayçiçeği	2,45
Mısır	2,37
Kanola	1,52
Pamuk	2,43
Soya	1,64
Yakıt Tüketimi Aritmetik Ortalaması	2,09
Ortalama Sapma Miktarı	0,34
Ortalama Sapmanın Yakıt Tüketimine Oranı	0,16

Ortalama sapmanın yakıt tüketimine oranı olan $0,16$ değeri optimizasyon katsayısı (OK) olarak kabul edilir. Bu sapma değeri artı veya eksi değer olarak olabileceğinden, eksik hesaplama yapılmaması için “C” Yağlı Tohum Ekimi için gerekli tarım alanını arttıracak şekilde (9.1) formülünde paydada yer alarak C alanını arttıracak şekilde kullanılır.

X ürünü eldesi için gerekli olan biodiesel yakıtı karşılayacak Y yağlı tohumunun ekilmesi için gerekli alan;

X = Bakliyat, yağlı tohum vb.. ise;

(9.1) formülünde elde edilen C değerinin optimizasyon katsayısı (OK) oranında artış göstererek hesaplaması ile

$$C + (C \times OK)$$

X = Diğer tarım ürünleri için (Sebze, meyva..) ise;

(9.1) formülündeki C değerine eşit olarak alınır.

Ayrıca ekim hesabı yapılmayan zeytin, fındık gibi ağaçta yetişen yağlı tohumlar için dekar başına ürün verimi ile aynı hesaplama yapılabilir.

Aşağıda bu hesaplama için bir sayısal örnek verilmektedir.

Örnek:

20 dekar tarım alanına yapılacak olan buğday ekimi için gerekli olan yakıt miktarı ve bu yakıt miktarının eldesini sağlayacak “kanola” yağlı tohumunun aynı arazi içerisinde ekilmesi gereken alanın hesabı:

Toprak : Kumlu hafif
 İşleme Anındaki Durumu : Normal oturmuş toprak (nadas)
 İş Derinliği (cm) : 4
 Arazi Eğimi (°) : 1°
 Traktör Markası : New Holland
 Traktör Tipi : NH TM 125
 ρ_Y : 920 kg /m³

X = Buğday

Y= Kanola – 206 kg/da

A = 20 da

B = 0,04236 m³

YY = 0,45 (64)

DK = 1,075

OK = 0,16

$$C = \frac{(0,04236)/0,45}{206 \times 1,075} \times 920$$

C = 0,39 da olarak hesaplanır.

X bakliyat olduğu için C değeri optimizasyon katsayısı oranında artış gösterir. Düzeltilmiş C değeri;

$$= 0,39 + (0,39 \times 0,16)$$

$$= \mathbf{0,45 \text{ da}}$$

olarak hesaplanır.

Bu durumda

$$A-C = 20 - 0,45 = \mathbf{19,55 \text{ da}}$$
 alan buğday ekilmelidir.

SONUÇ

Yatırım maliyeti dahil toplam maliyetleri incelediğimizde biodiesel reaktörü prototip bile olsa uzun vadede daha düşük veya eşit maliyet hesabı ortaya çıkmaktadır. Yağ hammadde ve diğer hammaddelerin fiyatı ne kadar düşük olursa reaktör ile üretim maliyeti bir o kadar düşmektedir.

Çiftçiler yıllık ihtiyaçlarını göz önüne alıp, gerekirse çevre köyler ile irtibata geçip ortak reaktör kullanımına gidebilirler. Bu sayede, yüksek kapasiteli bir reaktör ile yatırım maliyeti paylaşarak, amortisman süresini kısaltarak ve işletme maliyetlerini en düşük seviyeye çekerek, biodiesel yakıt avantajlarından daha fazla faydalanabilir.

Ayrıca tek bir ürün mahsul almak yerine, yıllık yakıt ihtiyacı göz önüne alınarak, arazinin belli bir bölümünün bölgeye uygun yağlı tohum ekilmesi ve bu bölümden alınacak yağlı tohum ürünlerinin biodiesel reaktöründe işlenmesi ile ilave diesel yakıtına gereksinim duyulmadan istenilen mahsulün tarım makinası işlemleri gerçekleştirilebilir.

Biodiesel yakıtı ile uzun süreli testlerin tamamlanıp, mümkün olan iyileştirmelerin yapılması ve reaktör üretimi için teşvik unsurları ortaya konmalıdır. Yağ hammadde ve alkol hammadde kaynaklarını teşvik edici uygulamalar yaygınlaşmalıdır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus, ülkemizde en büyük sıkıntı biodiesel üretiminin en önemli hammaddesini oluşturan yağ konusunda yaşanmaktadır. Ülkemizin yağ ithalatı ve açığı ciddi boyutlardadır. Her yıl milyonlarca dolar ödeyerek kapatmaya çalıştığımız yağ açığımızı belli başlı tedbirler ile kapatabiliriz. Yağlı tohumlarda alım garantisi, bitkisel yağlarda vergi indirimi, yağlı tohum üretimi desteklenmeli, tarıma yeni teknolojileri artan bir ivme ile entegre etmeli, GAP bölgesindeki potansiyelde faydalanmalı ve yağ dışında biodiesel reaktör maliyetini seri üretim şartlarında daha düşük seviyelere çekilerek yaygınlaştırılması gerekmektedir. Özellikle tarım sektöründe bulunan firmalar ve çiftçiler için biodiesel, kısa bir süre içinde önemli bir alternatif yakıt olma potansiyeli şeklinde değerlendirilmelidir.

Petrol kaynaklı yakıtların bir gün mutlaka sonu gelecektir. Biodiesel gibi ekonomik olarak çok üstün olmasada yenilenebilir bir enerji kaynağını yaygın hale getirmek için başta devlet, özel sektör, üniversiteler, çiftçiler mutlaka ortak çalışma içinde olmalıdırlar.

KAYNAKLAR

1. Environmental Protection Agency Fact Sheet (2002) "Clean Alternative Fuels – Biodiesel, Environmental Protection Agency Fact Sheet, Document No. EPA420-F-00-032, March 2002.
2. Granite State Clean Cities Coalition Web Sitesi (Erişim 2005) "Fuel Types" Granite State Clean Cities Coalition.
www.granitestatecleancities.org/fueltypes.htm#biodiesel
3. Joint FIE Manufacturers Statement (2000) "Fatty Acid Methyl Ester Fuels as a Replacement or Extender for Diesel fuels." June 2000
www.internationaldelivers.com/assets/pdf/dyk300i.pdf
4. Aralık 2003 tarihli 25322 Sayılı T.C. Resmi Gazetesinde yayımlanan 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanunu.
5. National Biodiesel Board Web Sitesi (2005) "Standards and Warranties"
www.biodiesel.org/resources/fuelfactsheets/standards_and_warranties.shtm
6. Christopher S., Charlie E., Deepak S. (2004) "Evaluation of Biodiesel Fuel: Literature Review" Western Transportation Institute College of Engineering Montana State University – Bozeman Jan 2004. 2
7. USDOT Web Sitesi (Erişim 2005) "Clean Air Program: Summary Assessment of the Safety, Health, Environmental and System Risks of Alternative Fuel". USDOT.
www.fta.dot.gov
8. Murphy, Michael J., H. Norman K., Phani K. R., (1995) "Summary and Assessment of the Safety, Health, Environmental and System Risks of Alternative Fuels", U.S.Department of Transportation, Federal Transit Administration, Report No. FTA-MA-90-7007-95-1, March1995.
9. University of Idaho Web Sitesi (Erişim 2005) "Production and Testing of Ethyl and Methyl Esters,"
www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/19941201_gen-005.pdf
10. National Biodiesel Board (2001), "Specification for Biodiesel (B100)," December 2001.
11. Tyson, K. Shaine H. (2001), "Biodiesel Handling and Use Guidelines," Report No. NREL/TP-580- 30004, National Renewable Energy Laboratory, Golden [CO]: September 2001.
12. U.S. Department of Energy Web Sitesi (Erişim 2005) "Alternatives to Traditional Transportation Fuels 1999 – Table 12, Estimated Consumption of Alternative Transportation Fuels in the United States, by Fuel and Vehicle Weight," U.S. Department of Energy Web Page
www.eia.doe.gov/cneaf/alternate/page/datatables/table12.html

13. Engine Manufacturers Association Web Sitesi (Erişim 2005), “Technical Statement on the Use of Biodiesel Fuels in Compression Ignition Engines,”
www.enginemanufacturers.org/admin/library/upload/297.pdf
14. Sheehan J, Camobreco V., Duffield J., Graboski M., Shapouri H. (1998), “Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus”, Report No.NREL/SR-580-24089, U.S. Department of Energy National Renewable Energy Laboratory, Golden [CO]: May 1998.
15. U.S. Environmental Protection Agency Web Sitesi (Erişim 2005) “Sulfur Dioxide: Chief Causes for Concern,”
www.epa.gov/air/urbanair/so2/chf1.html
16. Jensen, Gary (2003), “Clean Air Act Success Story,” in *TR News*, July-August 2003, 4-9.
17. National Biodiesel Board (2002), “Biodiesel 2002: Indications that the Biodiesel Industry is Growing and Poised to be a Significant Contributor to the U.S. Alternative Fuels Market,” National Biodiesel Board, Jefferson City [MO]: 2002.
18. ScienceDaily News Releases Web Sitesi (Erişim 2005) “Biodiesel Fuel Could Reduce Truck Pollution,”
www.sciencedaily.com/releases/2000/03/000316070132.htm
19. School Transportation Professionals Web Sitesi (Erişim 2005) “Diesel Fuel Technical Paper,”
www.schoolbus.org/Production/Docs/Fuel%20&%20Lubrication/Fuel%20Properties1.html
20. Kinast, J.A. (2003), “Production of Biodiesel from Multiple Feedstocks and Properties of Biodiesel and Biodiesel/Diesel Blends: Final Report”, Report No. NREL/SR-510-31460, National Renewable Energy Laboratory, Golden [CO]: March 2003.
21. Huang, Chor, Wilson D. (2000), “Improving the Cold Flow Properties of Biodiesel,” Presented at the 91st American Oil Chemists’ Society Annual Meeting, April 26, 2000.
22. Dunn, Bagby R., Bagby M. (1995), “Low-Temperature Properties of Triglyceride-Based Fuels: Transesterified Methyl Esters and Petroleum Middle Distillate/Ester Blends,” *Journal of the American Oil Chemists Society*, Vol. 72, No. 8, 1995, pp. 895-904. Cited in National Biodiesel Board, “Cold Flow Impacts,” National Biodiesel Board, undated.
23. National Biodiesel Board Web Sitesi (Erişim 2005), “Biodiesel Usage Checklist,”
www.biodiesel.org/pdf_files/bdusage.pdf
24. Journey to Forever Web Sitesi (Erişim 2005), “Vegetable Oil Yields, Characteristics,”
journeytoforever.org/biodiesel_yield.html
25. Van Gerpen J., “Cetane Number Testing of Biodiesel,” tarih belirtilmemiş.
www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/19960901_gen-187.pdf
26. National Biodiesel Board (Erişim 2005), “Lubricity Benefits,”
www.biodiesel.org/pdf_files/Lubricity.pdf

27. (Erişim 2005) “Stanadyne White Paper on Diesel Fuel,”
www.fiss.com/rm/firm0015.htm
28. (Erişim 2005) “Diesel Lubrication: Facts and Friction,”
www.pfs-pros.com/page14.html,
29. U.S. Environmental Protection Agency (2002), “A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions: Draft Technical Report”. Report No. EPA420-P02-001. October 2002.
30. Ulusoy Y., Alibař K., Dizel (2002) “Motorlarda Biodiesel Kullanımının Teknik ve Ekonomik Olarak İncelenmesi”, Ulud. Üniv. Ziraat Fakóltesi Dergisi, 2002 16: 37-50
31. Ögüt H., Oğuz H. (2005), “Biodiesel”, 1, 1.Basım, Nobel Basım Evi, İstanbul, 2005
32. Akın E. (2005), “Türkiye Biyoyakıt (Biyodizel-Biyoetanol) Raporu”, 2005, Ankara
33. Minnesota Soybean Board Web Sitesi (Erişim 2005) “Biodiesel Economic Impacts,”
www.mnsoybean.org/showpages.cfm?pageid=566
34. Canadian Renewable Fuels Association Web Sitesi (Erişim 2005) “Biodiesel Around the World”
<http://www.greenfuels.org/bioworld.html>
35. Ülger P., Güzel E., Akdemir B., Kayışoğlu B., Pınar Y., Eker B., Bayhan Y. (1996), “Tarım Makinaları İlkeleri”, 1, 1.Basım, Fakólterler Matbaası, Vefa/İstanbul
36. Kepner R. A., Belger E. L.R. (1980), “Principles of Farm Machinery” AVI Prab.
37. Bosch Automotive Handbook 4th Edition, SAE, ISBN 1-56091-918-3, 1996
38. Özkan E. (1997), Trakya Bölgesinde Tarımsal Ürünlerin 1997 Yılı Maliyetleri, Kırklareli
39. ASAE Standartları & Grisso R.B., Kocher M. F., Vaughan D. H., “Predicting Tractor Fuel Consumption”, Nebraska, USA
40. www.eie.gov.tr
41. www.oilpress.com/index.html
42. Altunok G. K. (2005), Türkiye’de Biyomotorinin Alternatif Yakıt Olarak Kullanılması ve Kapasite Araştırılması”, Bitirme Tezi, İstanbul.
43. www.betoser.com
44. Gemak Kimya Maddeleri A.ř.
45. Ege Biyoteknoloji A.ř. - şehit Nevres Bulvarı Kızılay İş Merkezi No:3/5 Alsancak, İzmir

46. Aybers N., Şahin B. (1995), “Enerji Maliyeti”, 1., 299, Yıldız Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
47. Makasan Kalıp San. Ve Tic. Ltd. Şti., Büyükçekmece, İstanbul
48. www.eker-mak.com.tr/urun.htm
49. www.trakmak.com.tr
50. www.tarim.gov.tr/hizmetler/yayinlar/e-kitap/sulama/sulamaya_haz.htm
51. www.tminde.com/tarmak/toprakislem1.htm
52. www.karaova.com/tr/html/cizel_pulluk.html
53. www.karaova.com/tr/html/pulverizator.html
54. web.satlink.com/usuarios/a/agroflex/3.htm
55. www.karaova.com/tr/html/yatyk_yayly1.html
56. www.bahce.biz/makina/toprakisleme.htm
57. www.gungor.com.tr/pem.asp
58. www.sonmezler.com
59. www.te-ta.com
60. www.uzeltraktor.com
61. www.sonmezler.com
62. www.ozkantarim.net/mibzer.htm
63. Nebraska Tractor Test Laboratory, 35 & East Campus Loop P.O. Box 830832 Lincoln, NE 68583-0832 Tel: 402-472-2442, Director Leonard Bashford
64. Tariş İncir, Üzüm, Pamuk Ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birlikleri 1492 Sokak No:14 35230 Alsancak / İzmir
65. Cumhuriyet Gazetesi, 15/03/06 tarihli gazete, sayfa 13

EKLER

- Ek 1 Bitki Çeşitlerinin Üretim Aşamalarındaki Birim Dekar İçin Harcanan Makina Saatleri (38).
- Ek 2 Tarım Makinaları Genel Bakış
- Ek 3 ASAE' e Göre Belirli Marka Traktörlerin Ortalama "be" Değerleri
- Ek 4 Marmara Bölgesinde Yetişen Tarım Ürünleri ve Dekar Başına Alınan Ortalama Mahsul
- Ek 5 Nebraska OECD Traktör Test Sonuçları – Massey Ferguson 8280 -

Ek 1 Bitki Çeşitlerinin Üretim Aşamalarındaki Birim Dekar İçin Harcanan Makina Saatleri (38).

Buğday

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Derin Sürüm	Pulluk	0,32
İkilime	Tırmık	0,13
Üçleme	Tırmık	0,11
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,15
İlaçlama	Pülverizatör	0,07
Hasat	Biçerdöğeri	0,1
Taşıma	Traktör-Römork	0,08

Ayçiçeği

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Sürüm	Pulluk	0,31
İkilime	Tırmık	0,23
Tırmıklama	Tırmık	0,28
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,17
İlaçlama	Pülverizatör	0,08
Hasat	Biçerdöğeri	0,11
Taşıma	Traktör-Römork	0,07

Şeker Pancarı

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Sürüm	Pulluk	0,46
İkilime	Tırmık	0,37
Üçleme	Tırmık	0,18
Tırmıklama	Tırmık	0,12
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,25
Taşıma	Traktör-Römork	0,9

Karpuz

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
I. Sürüm	Pulluk	0,39
II. Sürüm	Pulluk	0,33
Üçleme	Tırmık	0,17
Tırmıklama	Tırmık	0,11
Karık Açma	Tırmık	0,16
Gübreleme	Kombine Mibzer	0,07
Ara Sürüm	Pulluk	0,25

Mısır

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Sürüm	Pulluk	0,33
İkilime	Kültüvator	0,37
Tırmıklama	Tırmık	0,11
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,14
Ara Sürüm	Pulluk	0,25
Hasat	Biçerdöğer	0,23
Dane Taşıma	Traktör-Römork	0,15

Kuru Soğan

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Sürüm	Pulluk	0,52
İkilime	Tırmık	0,19
Tırmık ve çizi	Tırmık	0,15
İlaçlama	Pülverizatör	0,06

Kuru Fasulye

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Sürüm	Pulluk	0,4
İkilime	Tırmık	0,23
Tırmıklama	Tırmık	0,16
Karık Açma	Tırmık	0,24
Harmana Taşıma	Traktör-Römork	0,42
Taşıma	Traktör-Römork	0,27

Kanola

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Derin Sürüm	Pulluk	0,24
İkilime	Tırmık	0,13
Üçleme	Tırmık	0,11
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,14
İlaçlama	Pülverizatör	0,05
Hasat	Biçerdöğür	0,1
Taşıma	Traktör-Römork	0,08

Soya

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Derin Sürüm	Pulluk	0,24
İkilime	Tırmık	0,13
Üçleme	Tırmık	0,11
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,14
İlaçlama	Pülverizatör	0,05
Hasat	Biçerdöğür	0,1
Taşıma	Traktör-Römork	0,08

Pamuk

Yapılan İşlem	Kullanılan Makina	Harcanan Makina İşgücü (sa/da)
Sürüm	Pulluk	0,30
İkilime	Kültüvatör	0,40
Tırmıklama	Tırmık	0,12
Ekim-Gübreleme	Kombine Mibzer	0,15
Taşıma	Traktör-Römork	0,15

Ek 2 Tarım Makinaları Genel Bakış**KÜLTÜVATÖR (48)**

Derin sürümün arkasından toprağı parçalamak için kullanılır (48).

KULAKLI DİSKLİ PULLUK (49)

Kulaklı ve Diskli pulluklar ana toprak işleme aletleridir. Adı geçen diğer toprak işleme aletleri daha yüzeysel sürüm yapar ve ikincil toprak işleme aletleri arasında yer alırlar (49).

LİSTER PULLUĞU (50)

Karık sulama yönteminin uygulanacağı tarlalarda sulama kanallarını açmada kullanılır. Ayrıca çapa bitkilerinde ot mücadelesinde, çapaları sıra aralarına göre ayarlama da kullanılır (50).

ONE-WAY DİSKLİ PULLUK (51)



One-way pullukları hasattan sonra toprak yüzeyindeki bitki saplarının parçalanması veya nadasa bırakılan tarlayı pullukla sürdükten 3 ay sonra (ikilemede) keseklerin kırılması, yabancı otların ve bitki köklerinin tarla yüzeyinden temizlenmesi için parçalayarak toprağa gömülmesinde etkili, ayrıca taşlı arazilerde de kullanıma elverişli bir makinedir (51).

TIRMİK (52)



Ana toprak işlemeyi izleyen geçişlerde anız bozma, kesek parçalama, kaymak tabakası kırma işlevlerini gören aletlerdendir (52).

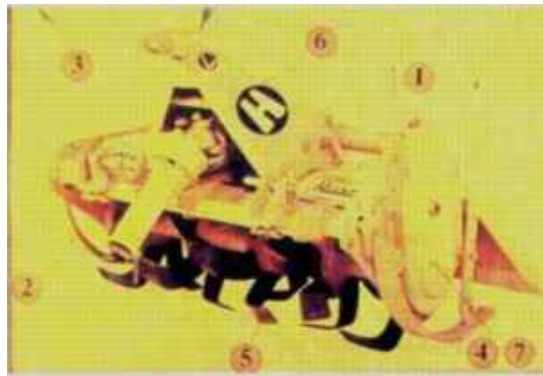
PÜLVERİZATÖR (53)



Tarla ve bahçe pülverizatörü; böcek, bakteri, mantar, yabancı ot, v.b hastalık ve zararlılara karşı mücadelede, ilaçlı sıvıyı ilaçlama kolları ve püskürtme tabancaları yardımıyla ince zerrecikler halinde püskürten, traktörün kuyruk milinden hareket alarak çalışan ve traktöre 3 nokta askı sistemi ile bağlanan ideal bir tarımsal mücadele aletidir (53).

SUBSOILDER (54)**KÜLTÜVATÖR (55)**

Kültivatör toprağı ikilemek, yırtarak kabartmak, havalandırmak, yabancı otları keserek köklerini toprak yüzeyine çıkarmak, toprağın taban yapmasını önlemek ve iyi bir tohum yatağı hazırlamak amacı ile kullanılır (55).

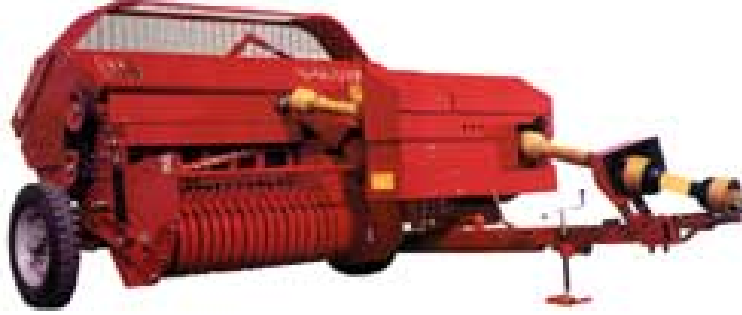
TARLA FREZESİ (56)

Toprağı yüzeysel olarak kabartır, ufalar ve karıştırır. Tarla yüzeyindeki otları ve sapları keser, toprağı homojen bir şekilde karıştırır. Pullukla işlenmiş toprağı da işler ve ekime hazır hale getirir. İkinci üründe toprağın hazırlanmasını, sapların toprağına karıştırılmasını sağlar (56).

EKİM MAKİNASI (57)



BALYA MAKİNASI (58)



SİLAJ MAKİNASI (59)



Ot, saman toplama makinası (59).

BİÇERDÖVER (60)**HASAT MAKİNASI (61)****KOMBİNE MİBZER (62)**

Kombine olarak tohum yatağı açar. Tohum eker (62).

Ek 3 ASAE' e Göre Belirli Marka Traktörlerin Ortalama “be” Değerleri.

Marka	Model	be (L/kW-h)
John Deere	JD 7220	0,285274884
John Deere	JD 7320	0,209205852
John Deere	JD 7420	0,153871988
John Deere	JD 7510 PQ	0,108588539
John Deere	JD 7520 IVT	0,124530226
John Deere	JD 7610 PQ	0,090381827
John Deere	JD 7710 PQ	0,106284006
John Deere	JD 7810 IVT	0,072918216
John Deere	JD 8120	0,049576961
John Deere	JD 8220	0,035506027
John Deere	JD 8320	0,027349888
John Deere	JD 8420	0,02428727
John Deere	JD 8520	0,022061825
John Deere	JD 9120	0,025182986
John Deere	JD 9220	0,022612648
John Deere	JD 9320	0,020762091
John Deere	JD 9420	0,019675478
John Deere	JD 9520	0,021336263
John Deere	JD 8110	0,054170893
John Deere	JD 8210	0,038216557
John Deere	JD 8210T	0,037503537
John Deere	JD 8310	0,028910988
John Deere	JD 8310T	0,03092955
John Deere	JD 8320T	0,027349888
John Deere	JD 8410	0,023871808
John Deere	JD 8410T	0,0246702
John Deere	JD 8420T	0,0246702
John Deere	JD 8520T	0,022166598
John Deere	JD 9200	0,022087591
John Deere	JD 9300T	0,021209906
John Deere	JD 9320T	0,021450878
John Deere	JD 9400T	0,021554254
John Deere	JD 9420T	0,021554254
John Deere	JD 9520T	0,021603934
John Deere	JD 7210 SYNC	0,240652989
John Deere	JD 7210 PQ	0,236946931
John Deere	JD 7410 SYNC	0,18054325
John Deere	JD 7410 PQ	0,171367106
John Deere	JD 7610 PS	0,138160706
John Deere	JD 7710 PS	0,129414022
John Deere	JD 7810 PQ	0,079974197
John Deere	JD 7810 PS	0,073247138
John Deere	JD 8100	0,057085698
John Deere	JD 8200	0,040819865
John Deere	JD 8300	0,030992963
John Deere	JD 8400	0,024705706
John Deere	JD 8100T	0,05930649
John Deere	JD 8200T	0,038083239
John Deere	JD 8300T	0,030626075
John Deere	JD 8400T	0,02637018
John Deere	JD 9100	0,027274895

Marka	Model	be (L/kW-h)
John Deere	JD 9300	0,019608464
John Deere	JD 9400	0,019674989
New Holland	NH TV 140	0,33750554
New Holland	NH TV 145	0,33750554
New Holland	NH TM 125	0,222258248
New Holland	NH TM 135	0,175617085
New Holland	NH TM 150	0,135017616
New Holland	NH TM 165	0,088892499
New Holland	NH 9282	0,037080776
New Holland	NH 9184	0,037080776
New Holland	NH 9482	0,021969857
New Holland	NH 9682	0,021897787
New Holland	NH 9684	0,021635388
New Holland	NH 9882	0,02168592
New Holland	NH TG 210	0,058277129
New Holland	NH TG 230	0,032022234
New Holland	NH TG 255	0,027736817
New Holland	NH TG 285	0,02195888
New Holland	NH TJ 275	0,024683155
New Holland	NH TJ 325	0,020032695
New Holland	NH TJ 375	0,020425799
New Holland	NH TJ 450	0,020917541
New Holland	NH TS 100	0,342714808
New Holland	NH TS 110	0,189808214
New Holland	NH 8160	0,359353758
New Holland	NH 8260	0,187184004
New Holland	NH 8360	0,160471028
New Holland	NH 8560	0,083185064
New Holland	NH 8670	0,08184474
New Holland	NH 8770	0,052351056
New Holland	NH 8870	0,035852056
New Holland	NH 8970	0,027083325
Case-IH	IH MX 180	0,089328256
Case-IH	IH MX 200	0,0548518
Case-IH	IH MX 210	0,053661268
Case-IH	IH MX 220	0,036209101
Case-IH	IH MX 230	0,0422472
Case-IH	IH MX 240	0,028427716
Case-IH	IH MX 255	0,026439687
Case-IH	IH MX 270	0,022868768
Case-IH	IH MX 285	0,022084459
Case-IH	IH STX 275	0,024683155
Case-IH	IH STX 325	0,020032695
Case-IH	IH STX 375	0,020425799
Case-IH	IH STX 440	0,020917541
Case-IH	IH STX 450	0,020917541
Case-IH	IH STX 440 QT	0,02087022
Case-IH	IH MX 100	0,391926286
Case-IH	IH MX 110	0,209414933
Case-IH	IH MX 120	0,179864104
Case-IH	IH MX 150	0,097868424
Case-IH	IH MX 170	0,066356003
Case-IH	IH 7220	0,071492513

Marka	Model	be (L/kW-h)
Case-IH	IH 7230	0,053011123
Case-IH	IH 7240	0,036166173
Case-IH	IH 7250	0,02878765
Case-IH	IH 8910	0,112051205
Case-IH	IH 8920	0,071492513
Case-IH	IH 8930	0,04533095
Case-IH	IH 8940	0,032478212
Case-IH	IH 8950	0,02762514
Case-IH	IH 9330	0,038077148
Case-IH	IH 9350	0,022062395
Case-IH	IH 9370	0,021538858
Case-IH	IH 9380	0,021927612
Cat	Challenger MT 535	0,200049017
Cat	Challenger MT 545	0,141428225
Cat	Challenger MT 565	0,087169433
Cat	Challenger MT 635	0,063110176
Cat	Challenger MT 645	0,046459982
Cat	Challenger MT 655	0,035997737
Cat	Challenger MT 665	0,029980483
Cat	Challenger MT 735	0,039790381
Cat	Challenger MT 745	0,030513115
Cat	Challenger MT 755	0,023308673
Cat	Challenger MT 765	0,022314049
Cat	Challenger MT 835	0,020199851
Cat	Challenger MT 845	0,01997761
Cat	Challenger MT 855	0,021808805
Cat	Challenger MT 865	0,023436523
Cat	CAT 35	0,051236817
Cat	CAT 45	0,036899326
Cat	CAT 55	0,028397327
Cat	CAT 65D	0,024440873
Cat	CAT 75D	0,019934105
Cat	CAT 85D	0,019140685
Cat	CAT 85C	0,02098572
Cat	CAT 65E	0,020487873
Cat	CAT 75E	0,019989244
Cat	CAT 85E	0,019301101
Cat	CAT 95E	0,019156502
Massey	MF 4270	0,208031812
Massey	MF 4370	0,208031812
Massey	MF 6270	0,200049017
Massey	MF 6280	0,192197306
Massey	MF 6290	0,141428225
Massey	MF 8220	0,11750791
Massey	MF 8240	0,087169433
Massey	MF 8245	0,063110176
Massey	MF 8250	0,063749934
Massey	MF 8260	0,046459982
Massey	MF 8170	0,035997737
Massey	MF 8270	0,035997737
Massey	MF 8280	0,029980483
Massey	MF 6265	0,342890993
Massey	MF 4260	0,243948366

Marka	Model	be (L/kW-h)
Massey	MF 4263	0,243948366
Massey	MF 4360	0,243948366
Massey	MF 3095 DS	0,253911337
Massey	MF 6170 DS	0,253911337
Massey	MF 6180 DS	0,15745177
Massey	MF 8120 DS	0,113577511
Massey	MF 8140 DS	0,070604903
Massey	MF 8150 DS	0,063779321
Massey	MF 8160 DS	0,051531856
Massey	MF 9240	0,031681496
AGCO	AGCO RT 95	0,280846927
AGCO	AGCO RT 145	0,076764742
AGCO	AGCO RT 115	0,153687978
AGCO	AGCO RT 130	0,09544084
AGCO	AGCO DT 160	0,065261559
AGCO	AGCO DT 180	0,045111198
AGCO	AGCO DT 200	0,036699841
AGCO	AGCO DT 225	0,028289445
AGCO	AGCO Allis 8775	0,279617564
AGCO	AGCO Allis 8775 Cummins	0,280846927
AGCO	AGCO Allis 8785	0,18148633
AGCO	AGCO Allis 9755	0,060766297
AGCO	AGCO Allis 9755 Cummins	0,065261559
AGCO	AGCO Allis 9765	0,045835868
AGCO	AGCO Allis 9765 Cummins	0,045111198
AGCO	AGCO Allis 9775	0,034988086
AGCO	AGCO Allis 9775 Cummins	0,036699841
AGCO	AGCO Allis 9785 Cummins	0,028289445
AGCO	AGCO Allis 9435	0,11527262
AGCO	AGCO Allis 9455	0,074478889
AGCO	AGCO Allis 9635	0,127253955
AGCO	AGCO Allis 9655	0,077157117
AGCO	AGCO Allis 9675	0,056718574
AGCO	AGCO Allis 9695	0,041053416
AGCO	AGCO Allis 9735	0,12855943
AGCO	AGCO Allis 9745	0,084947251
AGCO	AGCO Allis 9815	0,035333274
AGCO	AGCOSTAR 8360	0,021287865
AGCO	AGCOSTAR 8425	0,021319575
Fendt	Fendt 410	0,288424847
Fendt	Fendt 411	0,195185617
Fendt	Fendt 412	0,136158243
Fendt	Fendt 918	0,048457486
Fendt	Fendt 920	0,037206603
Fendt	Fendt 924	0,029154427
Fendt	Fendt 926	0,021729828
White	White 6710	0,280846927
White	White 6810	0,158547153
White	White 8410	0,076764742
White	White 8510	0,065261559
White	White 8610	0,045111198
White	White 8710	0,036699841
White	White 8810	0,028289445

Ek 4 Marmara Bölgesinde YetiŖen Tarım Ürünleri, Dekar BaŖına Alınan Ortalama Mahsul Miktarı ve Yağlı tohum % yağ oranları (38).

Tarım Ürünü	Mahsul (kg/da)
Buğday	400
Ayçiçeği	300
Ŗeker Pancarı	5500
Karpuz	5000
Mısır	800
Kuru Soğan	2200
Kuru Fasulye	140
Zeytin	1600
Kanola	206
Soya	220
Pamuk	170

Yağlı tohum	% Yağ
Zeytin	22
Kanola	45
Soya	26
Pamuk	17

Ek 5 Nebraska OECD Traktör Test Sonuçları – Massey Ferguson 8280 – Orjinal Test Raporu -

SUMMARY OF OECD TEST 1869-NEBRASKA SUMMARY 321

MASSEY FERGUSON 8280 DIESEL

18 SPEED

POWER TAKE-OFF PERFORMANCE

Power HP (kW)	Crank shaft speed rpm	Gal/hr (l/h)	lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	Mean Atmospheric Conditions
MAXIMUM P POWER AND FUEL CONSUMPTION					
226.5 (168.9)	2200	Rated Engine Speed 14.43 (54.64)	(PTO speed 0.441 (0.268)	1053 rpm) 15.69 (3.09)	
231.3 (172.5)	2087	Standard Power Take-off Speed 14.14 (53.53)	(999 rpm) 0.422 (0.257)	(3.22) 16.36 (3.22)	
239.4 (178.5)	1906	Maximum Power 13.69 (51.81)	(2 Hours) 0.395 (0.240)	(3.45) 17.49 (3.45)	

VARYING POWER AND FUEL CONSUMPTION

226.5 (168.9)	2200	14.43 (54.64)	0.441 (0.268)	15.69 (3.09)	Air temperature
196.6 (146.6)	2246	13.09 (49.54)	0.460 (0.280)	15.02 (2.96)	68°F (20°C)
150.5 (112.2)	2292	10.79 (40.85)	0.495 (0.301)	13.95 (2.75)	Relative humidity
102.2 (76.2)	2330	8.31 (31.44)	0.562 (0.342)	12.30 (2.42)	33%
51.6 (38.5)	2363	6.01 (22.74)	0.804 (0.489)	8.59 (1.69)	Barometer
—	2395	4.00 (15.15)	—	—	29.6" Hg (100.3 kPa)

Maximum Torque - 801 lb.-ft. (1086 Nm) at 1306 rpm
Maximum Torque Rise - 48.1% Torque rise at 1800
engine rpm - 28%

DRAWBAR PERFORMANCE

(Unballasted - Front Drive Engaged) FUEL CONSUMPTION CHARACTERISTICS

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank- shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption lb/hp.hr (kg/kW.h)	Temp. °F (°C)	Barom. inch Hg
Maximum Power 8th Gear							
183.0 (136.5)	15235 (67.78)	4.51 (7.25)	2202	5.5	0.558 (0.340)	12.52 (2.47)	181 (82)
75% of Pull at Maximum Power 8th Gear							
143.2 (106.8)	11385 (50.65)	4.72 (7.59)	2268	3.9	0.589 (0.358)	11.88 (2.34)	174 (78)
50% of Pull at Maximum Power 8th Gear							
97.6 (72.8)	7525 (33.47)	4.87 (7.83)	2313	2.7	0.677 (0.412)	10.32 (2.03)	165 (73)
75% > of Pull at Reduced Engine Speed 9th Gear							
143.4 (106.9)	11445 (50.91)	4.70 (7.56)	2000	3.8	0.522 (0.317)	13.40 (2.64)	172 (76)
50% of Pull at Reduced Engine Speed 9th Gear							
98.0 (73.1)	7550 (33.58)	4.87 (7.84)	2045	2.6	0.586 (0.357)	11.93 (2.35)	167 (73)

Location of Test: DLG Testing station for
Agricultural Equipment, Max - Eyth - Weg 1
D-64823, Gros-Umstadt, Germany

Dates of Test: January 1998 - July 1999

Manufacturer: AGCO S.A. Z.A.-No.2 BP 60307,
Avenue Blaise Pascal, 60026 Beauvais, France

FUEL and OIL: Fuel No. 2 Diesel **Specific gravity converted to 60°/60° F (15°/15°C)** 0.830
Fuel weight 6.91 lbs/gal (0.828 kg/l) **Oil SAE**
0W40 **API service classification** Mil-L-2104D
Transmission and hydraulic lubricant BP
Terrac Extra 10W/40 **Front axle lubricant** API
GL4 - SAE 85W140

ENGINE: Make Sisu/Valmet Diesel **Type** six
cylinder vertical with turbocharger and
intercooler **Serial No. F2124 Crankshaft** lengthwise
Rated engine speed 2200 **Bore and stroke** 4.370"
x 5.709"(111.0 mm x 145.0 mm) **Compression**
ratio 16.0 to 1 **Displacement** 513 cu in (8419 ml)
Starting system 12 volt **Lubrication** pressure
Air cleaner two paper elements and aspirator **Oil**
filter one full flow cartridge **Oil cooler** engine
coolant heat exchanger for crankcase oil, radiator
for hydraulic and transmission oil **Fuel filter** two
paper elements **Muffler** vertical **Cooling medium**
temperature control thermostat and variable
speed fan

CHASSIS: **Type** front wheel assist **Serial No.**
G0 12043 **Tread width** rear 62.5" (1588 mm) to
77.2" (1960 mm) front 66.4"(1686 mm) to 81.1"
(2060 mm) **Wheelbase** 121.1" (3075 mm) **Hydraulic**
control system direct engine drive **Transmission**
selective gear fixed ratio with full range operator
controlled powershift **Nominal travel speeds**
mph (km/h) first 1.49 (2.40) second 1.92 (3.09)
third 2.49 (4.00) fourth 2.83 (4.56) fifth 3.20 (5.15)
sixth 3.65 (5.87) seventh 4.14 (6.67) eighth 4.72
(7.60) ninth 5.34 (8.59) tenth 6.08 (9.79) eleventh
6.91 (11.12) twelfth 7.87 (12.66) thirteenth 8.90
(14.32) fourteenth 10.13(16.31) fifteenth 11.51
(18.53) sixteenth 14.83 (23.86) seventeenth 19.19
(30.88) eighteenth 24.71 (39.77) reverse 1.49
(2.40), 2.49 (4.00), 2.83 (4.56), 4.14 (6.67), 4.72
(7.60), 6.91(11.12), 7.87(12.66), 11.51 (18.53), 19.19
(30.89) **Clutch** multiple wet disc operated by foot
pedal **Brakes** multiple wet disc hydraulically
operated by two foot pedals that can be locked
together **Steering** hydrostatic **Power take-off**
540 rpm at 1993 engine rpm or 1000 rpm at
2091 engine rpm **Unladen tractor mass** 21540
lb (9770 kg)

DRAWBAR PERFORMANCE

(Unballasted - Front Drive Engaged)
MAXIMUM POWER IN SELECTED GEARS

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crankshaft speed rpm	Slip	Fuel Cons lb/hp.hr (kg/kW.h)	sumption Hp.hr/gal (kW.h/l)	Temp.°F° cooling med	Air dry bulb	Barom. inch Hg (kPa)
178.6 (133.2)	20925 (93.08)	3.20 (5.15)	2162	11.0	6th Gear 0.570 (0.347)	12.27 (2.42)	171 (77)	43 (6)	29.1 (98.5)
187.7 (140.0)	20605 (91.65)	3.42 (5.50)	2002	9.6	7th Gear 0.524 (0.319)	13.35 (2.63)	176 (80)	39 (4)	29.1 (98.5)
190.3 (141.9)	18825 (83.74)	3.79 (6.10)	1900	8.3	8th Gear 0.505 (0.307)	13.86 (2.73)	181 (83)	41 (5)	29.1 (98.5)
193.8 (144.5)	16530 (73.53)	4.39 (7.03)	1903	6.6	9th Gear 0.496 (0.301)	14.11 (2.78)	181 (83)	43 (6)	29.1 (98.5)
194.3 (144.9)	14515 (64.57)	5.02 (8.08)	1905	5.6	10th Gear 0.494 (0.300)	14.16 (2.79)	181 (83)	41 (5)	29.1 (98.5)
190.4 (142.0)	12410 (55.20)	5.75 (9.26)	1903	4.8	11th Gear 0.503 (0.306)	13.91 (2.74)	181 (83)	45 (7)	29.1 (98.5)
195.4 (145.7)	11080 (49.29)	6.61 (10.64)	1903	3.9	12th Gear 0.491 (0.299)	14.25 (2.81)	183 (84)	66 (19)	29.1 (98.5)
192.6 (143.6)	9615 (42.77)	7.51 (12.09)	1905	3.6	13th Gear 0.497 (0.303)	14.06 (2.77)	180 (82)	52 (11)	29.1 (98.5)
189.5 (141.3)	8250 (36.70)	8.61 (13.86)	1907	3.1	14th Gear 0.506 (0.308)	13.81 (2.72)	180 (82)	49 (9)	29.1 (98.5)

REPAIRS AND ADJUSTMENTS: No repairs or adjustments

REMARKS: All test results were determined from observed data obtained in accordance with official OECD test procedures. This tractor did not meet the manufacturer's 3 point lift claim of 22046 lbs (10000 kg) at the lower link ends. The drawbar pull in 6th gear was limited to avoid excessive tractor bouncing. The performance figures on this summary were taken from a test conducted under the OECD Code II test code procedure.

We, the undersigned, certify that this is a true summary of data from OECD Report No. **1869**, Nebraska Summary 321, December 15, 2000.

Brent T. Sampson
Test Engineer

L.L. Bashford
M.F. Kocher
R.D. Grisso, Jr.
Board of Tractor Test Engineers

TRACTOR SOUND LEVEL WITH CAB

dB(A)

At no load in 8th gear

77.0

Bystander

TIRES AND WEIGHT

Rear tires - No., size, ply & psi (kPa) ■

Front tires - No., size, ply & psi (kPa)

Height of Drawbar Static Weight

with operator- Rear

- Front

- Total

Tested Without Ballast

Two 650/85R38; **, 12(80)

Two 600/70R28; **, 12(80)

23.6 in (600 mm)

12865 lb (5835 kg)

8840 lb (4010 kg)

21705 lb (9845 kg)

THREE POINT HITCH PERFORMANCE (OECD Static Test)

CATEGORY: III Quick

Attach: None Maximum

Force Exerted

Through Whole Range: 19710 lbs(87.7 kN) (at the frame) 20061 lbs (89.2 kN) (at the hitch points)

		High flow option
i) Opening pressure of relief valve:	NA	NA
Sustained pressure of the open relief valve:	2860 psi (197 bar)	2850 psi (196 bar)
ii) Pump delivery rate at minimum pressure and rated engine speed: iii) Pump delivery rate at maximum	29.7 GPM (112.4 l/min)	39.3 GPM (148.8 l/min)
hydraulic power:	22.7 GPM (85.9 l/min)	35.9 GPM (135.9 l/min)
Delivery pressure:	2690 psi (185 bar) 35.6	2490 psi (172 bar)
Power:	HP (26.6 kW)	52.2 Hp (38.9 kW)

THREE POINT HITCH PERFORMANCE

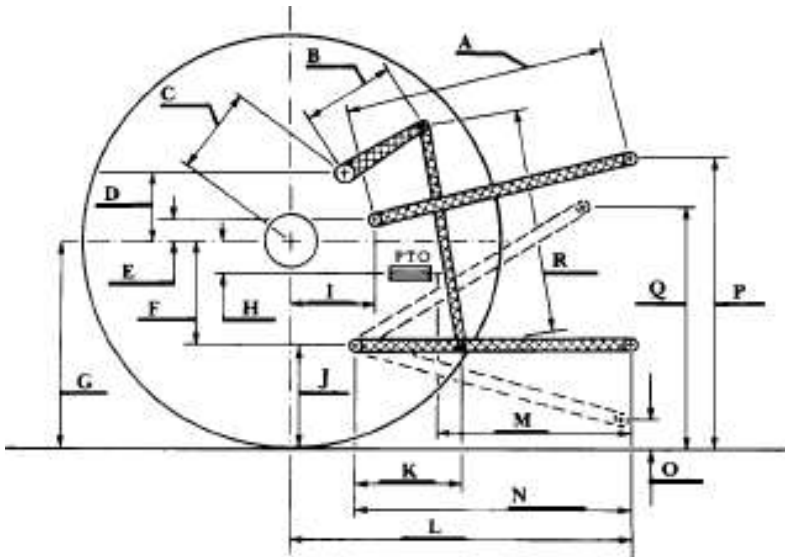
Observed Maximum Pressure psi. (bar)	3020 (208) lift cylinder 149
Location:	(65) hydraulic sump III none
Hydraulic oil temperature: °F (°C)	
Location:	
Category:	
Quick attach:	

SAE Static Test System pressure 2720 psi (188 Bar)

Hitch point distance to ground level in. (mm)	11.7 (297)	16.0 (406)	24.0 (610)	32.0 (813)	40.0(1016)
Lift force on frame lb	22635	23229	22302	22860	21726
..... (kN)	(100.7)	(103.3)	(99.2)	(101.7)	(96.6)

HITCH DIMENSIONS AS TESTED NO LOAD

	SAE TEST TEST		OECD	
	inch	mm	inch	mm
A	28.8	732	29.8	756
B	15.0	380	15.0	380
C	19.4	492	19.4	492
D	17.6	447	17.6	447
E	11.0	280	11.0	280
F	13.0	330	13.0	330
G	36.3	920	34.3	870
H	3.9	100	3.9	100
I	17.6	447	17.6	447
J	23.3	590	21.3	540
K	21.3	540	23.2	590
L	48.2	1225	48.2	1225
M	23.1	588	23.1	588
N	38.4	975	38.4	975
O	11.6	295	9.3	235
P	45.3	1150	48.2	1225
Q	41.5	1054	36.9	937
R	34.0	864	36.0	914



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	26.12.1978	
Doğum yeri	İzmir	
Lise	1995-1996	İzmir Karataş Lisesi
Lisans	1996-2000	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2002-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Enerji Mak. Programı

Çalıştığı kurum(lar)

1999-2003	Metis A.Ş.
2004-Devam ediyor	BSH Ev Aletleri San. A.Ş.