

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TARIM TRAKTÖRLERİNİN PERFORMANS
KARAKTERİSTİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Mehmet Melih ÖZBAYER

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Mehmet Melih ÖZBAYER tarafından hazırlanan “**Tarım Traktörlerinin Performans Karakteristiklerinin Karşılaştırılması**” adlı tez çalışması 21/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Metin GÜNER
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Recai GÜRHAN
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Muammer NALBANT
Gazi Üniversitesi İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Metin GÜNER
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

21.11.2019


Mehmet Melih ÖZBAYER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TARIM TRAKTÖRLERİNİN PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet Melih ÖZBAYER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Metin GÜNER

Bu çalışmanın amacı; tarım traktörlerinin kuyruk mili gücü, motor hızı, özgül yakıt tüketimi, ilerleme hızı, çeki gücü, çeki kuvveti ve traktör kütlesi gibi bazı parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve karşılaştırılmasıdır. Çalışmada; traktörlere ait İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) standart Kod 2'ye göre deney raporları materyal olarak kullanılmıştır. Deney raporlarından elde edilen parametreler arasında istatistiksel açıdan ilişkiler araştırılmıştır. Regresyon analizi MINITAB 19 programı kullanılarak yapılmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre 2 WD ve 4 WD traktörler için hem nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde, hemde standart kuyruk mili hızında analizler aynı sonuçları vermiştir. 2 WD traktörler için hem nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde, hemde standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile motor devri ilişkisi çalışma koşullarından farklı bulunmuştur. 2 WD ve 4 WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde çekide analizler aynı sonuçları vermiştir. İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'indeki çekide çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi ilişkisi çalışma koşullarından farklı bulunmuştur.

Kasım 2019, 100 sayfa

Anahtar Kelimeler: Traktör, Kuyruk Mili Gücü, Çeki Gücü, Deney Raporu, Performans Karakteristikleri

ABSTRACT

Master Thesis

COMPARISON OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL TRACTORS

Mehmet Melih ÖZBAYER

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Metin GÜNER

The aim of this study is to investigate and compare the relationships between some parameters such as pto power, engine speed, specific fuel consumption, travelling speed, traction power, traction force and tractor mass of agricultural tractors. In the study, test reports of tractors according to standard code 2 of Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) obtained Nebraska University Tractor Test Laboratory reports were used as material. The statistical relationships between the parameters were investigated which obtained from the test reports. Regression analysis was performed using MINITAB 19 program. According to the results of regression analysis same results were found both at 85 per cent of the torque obtained in the torque corresponding to maximum power available at rated engine speed and at standard power take-off speed for 2 WD and 4 WD tractors. The relations between pto power and engine speed were found different in working conditions both at 85 per cent of the torque obtained in the torque corresponding to maximum power available at rated engine speed and at standard power take-off speed for 2 WD tractors. Besides, according to the results of regression analysis same results were found at a pull equal to 75 per cent of the pull corresponding to maximum power at rated speed for 2 WD and 4 WD tractors. The relations between towing force and specific fuel consumption were found different in working conditions at a pull equal to 75 per cent of the pull corresponding to maximum power at rated speed for 2 WD tractors.

November 2019, 100 pages

Keywords: Tractor, Power Take-Off Power, Drawbar Power, Test Report, Performance Characteristics

TEŞEKKÜR

Bana ‘‘Tarım Traktörlerinin Performans Karakteristiklerinin Karşılaştırılması’’ konulu yüksek lisans tez çalışmasını veren, her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile daima yol gösteren danışman hocam Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Metin GÜNER’e ve tezin hazırlanmasında desteğini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Ayten Onurbaş AVCIOĞLU’na, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Öğretim Üyesi Prof. Dr. Muammer NALBANT’a, Dr. Refi Ratip ÖZLÜ’ye ve kızım Elif Fulya ÖZBAYER’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Melih ÖZBAYER

Ankara, Kasım 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Traktörün Tanımı.....	1
1.2 Traktör İle Yapılan İşler.....	2
1.3 Traktörlerin Sınıflandırılması.....	2
1.4 Amaç.....	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.2 Yöntem.....	17
3.2.1 Traktör testleri.....	17
3.2.2 Traktör genel verimi.....	26
3.2.3 İstatistiksel analiz.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4.1 2 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki.....	29
4.2 2 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	31
4.3 2 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki.....	34
4.4 2 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki.....	35
4.5 2 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	37
4.6 2 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki.....	39
4.7 4 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki.....	41
4.8 4 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	43
4.9 4 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki	44

4.10 4 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki.....	46
4.11 4 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	48
4.12 4 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki.....	49
4.13 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	51
4.14 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Motor Devri İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki.....	53
4.15 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Traktör Kütlesi İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki.....	55
4.16 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde İlerleme Hızı İle Çeki Kuvveti Arasındaki İlişki.....	56
4.17 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Kuvveti İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	58
4.18 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde İlerleme Hızı İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	60
4.19 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde İlerleme Hızı İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	62
4.20 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Kuvveti İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	64
4.21 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde İlerleme Hızı İle Çeki Kuvveti Arasındaki İlişki.....	66
4.22 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Traktör Kütlesi İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki.....	68
4.23 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Motor Devri İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki.....	69
4.24 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki.....	71
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
5.1 Sonuç.....	73
5.2 Öneriler.....	82
KAYNAKLAR.....	83
EK Traktörlere Ait Teknik Özellikler.....	85
ÖZGEÇMİŞ	100

SİMGELER DİZİNİ

Be	: Traktör motorunun birim zamanda tükettiği yakıt miktarı (kg/h)
d/d	: Dakikada devir
F	: Uyumsuzluk testi (Lack of fit)
H	: Diesel yakıtının enerji değeri (kj/kg)
kg	: Kilogram
kg/kWh	: Özgül yakıt tüketimi
kN	: Kilonewton
kW	: Kilowatt
kWh/L	: Özgül enerji
km/h	: Saat başına kilometre
Nç	: Çeki gücü (kW)
Ny	: Yakıt gücü (kW)
P	: Olasılık düzeyi
R ²	: Belirtme katsayısı
η	: Traktör genel verimi (%)

Kısaltmalar

CVT	: Sürekli değişken transmisyon (Continuously Variable Transmission)
PTO	: Kuyruk mili
OECD	: İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı
2 WD	: İki çeker (Two Whell Drive)
4 WD	: Dört çeker (Four Whell Drive)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Standart traktör.....	4
Şekil 1.2 Belden kırmalı traktör.....	5
Şekil 1.3 Alet taşıyıcı traktör.....	6
Şekil 1.4 Bayır traktörü.....	6
Şekil 1.5 Eğimli arazide traktör.....	7
Şekil 1.6 Küçük traktör.....	7
Şekil 1.7 Mini traktör.....	8
Şekil 1.8 Üç izli traktör	8
Şekil 1.9 Yüksek çatılı traktör	9
Şekil 3.1 Kuyruk mili test sistemi.....	19
Şekil 3.2 Kuyruk mili deneyi sonuçları	21
Şekil 3.3 Kuyruk mili test grafikleri.....	22
Şekil 3.4 Çeki test aracı.....	23
Şekil 3.5 Çeki deneyi.....	24
Şekil 3.6 Çeki deneyi sonuçları.....	26
Şekil 4.1 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci, ikinci ve üçüncü derece denklem grafiği.....	31
Şekil 4.2 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	33
Şekil 4.3 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji ile arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	35
Şekil 4.4 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	37
Şekil 4.5 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	39
Şekil 4.6 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	40
Şekil 4.7 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	42
Şekil 4.8 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	44
Şekil 4.9 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	45
Şekil 4.10 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	47
Şekil 4.11 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	49
Şekil 4.12 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	50
Şekil 4.13 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	53
Şekil 4.14 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	54
Şekil 4.15 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	56

Şekil 4.16	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	57
Şekil 4.17	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	60
Şekil 4.18	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	62
Şekil 4.19	4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	64
Şekil 4.20	4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	66
Şekil 4.21	4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	67
Şekil 4.22	4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	69
Şekil 4.23	4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	70
Şekil 4.24	4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği.....	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Traktörlerin teknik özelliklerine göre dağılımı.....	16
Çizelge 3.2	Traktörlerin nominal motor devrinde güçlerine göre dağılımı.....	17
Çizelge 4.1	2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	30
Çizelge 4.2.	2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	33
Çizelge 4.3	2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	34
Çizelge 4.4	2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	36
Çizelge 4.5	2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	38
Çizelge 4.6	2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	40
Çizelge 4.7	4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	42
Çizelge 4.8	4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	43
Çizelge 4.9	4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	45
Çizelge 4.10	4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	47
Çizelge 4.11	4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	48
Çizelge 4.12	4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	50
Çizelge 4.13	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	52
Çizelge 4.14	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	54
Çizelge 4.15	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	55
Çizelge 4.16	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	57
Çizelge 4.17	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	59
Çizelge 4.18	2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	61

Çizelge 4.19 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	63
Çizelge 4.20 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	65
Çizelge 4.21 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	67
Çizelge 4.22 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	68
Çizelge 4.23 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri.....	70
Çizelge 4.24 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri	71

1. GİRİŞ

1.1 Traktörün Tanımı

Traktörün (tracteur) kelime anlamı çeken demektir. Önceleri traktörler sadece çeki işleri için düşünülmüştür. Daha sonra tarımda ve tarım makinaları tekniğindeki gelişmeler doğrultusunda traktörün yapısı önemli ölçüde değişmiştir. Günümüzde traktör “Tarımsal işlerin yapılmasında kullanılan tırtıllı, tekerlekli veya her ikisine de sahip, kendi yürür bir kuvvet makinesidir” şeklinde tanımlanmaktadır (Saral ve Avcıoğlu, 2002).

İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) tarım ve orman traktörlerini “Temel olarak tarım ve ormancılık amaçları için en az iki akslı, tekerlekli veya paletli olmak üzere, tarım ve ormancılık alet ve makinalarını çekmek veya itmek, taşımak, römorkları çekmek ve bu makineleri sabit ya da hareketli şekilde çalıştırmak için gerekli gücü sağlamak üzere tasarlanmış kendi yürür traktörlerdir” olarak tanımlamıştır (Anonymous 2019).

Traktör “tarım arabalarını ve tarımsal ekipmanları çeken ve taşıyan, sabit ve hareketli alet ve makinaların güç ihtiyacını karşılayan bir kuvvet makinasıdır” (Taşbaş vd. 2003).

1983 tarihli TS 3999’da tarım traktörleri “Tarımsal üretimde kullanılan çeşitli tarım alet ve makinalarını çekmek, itmek ve taşımak için gerekli çeki ve/veya çalıştırmak için gerekli döndürme gücünü ve/veya kaldırmak için gerekli hidrolik gücü sağlamak amacıyla yapılmış tekerlekli, tırtıllı veya yarı tırtıllı, genellikle kuyruk mili, kayış kasnağı çeki ve/veya askı düzenlerine sahip, bir sürücü tarafından yönetilen kendi yürür motorlu araçlardır.” olarak verilmiştir (Özgür 2009).

Bir başka tanımlamada (Anonim 2003), “Traktör, tarım ve ormancılık işlerini yerine getirmek için kendisine bağlanan ekipman ya da makineyi çekmek, itmek, taşımak veya tahrik etmek için özel olarak tasarlanmış, en az iki dingilli, azami ilerleme hızı 6 km/h’den az olmayan, tekerlekli veya paletli, motorlu güç kaynağıdır.” şeklinde verilmiştir (Arıöz ve Güner 2015).

Akdemir vd. (1999), tarım traktörünü “Kendi yürür, en az iki akslı, tekerlekli veya paletli, tarımsal üretim amacıyla tarım makinelerini çekme, taşıma, döndürme ve gerektiğinde bu makinelerin değişik şekillerde çalıştırılması için özel olarak tasarlanmış bir tarım makinesi” olarak tanımlamıştır (Altıntaş 2015).

1.2 Traktör ile Yapılan İşler

Traktör, kendisinin ve tarım makinalarının çalıştırılması için genellikle bir içten yanmalı motora sahiptir. Sabit bir yerde durarak iş yapan sapdöver, su pompası, değirmen, süt sağım tesisleri gibi makinalara traktör kayış kasnağı ya da kuyruk mili ile hareket verilmektedir. Taşımacılık işleri başta olmak üzere traktörün yaptığı işlerin büyük kısmı çeki işlerinden oluşmaktadır. Pullukla sürme, ikileme, çapalama, ekim gibi işlerde traktör sadece çekme işini yapmakta, tarım iş makinasını çalıştırmak için güç iletimi yapmamaktadır. Çayır biçme makinası, orak makinası, biçerbağlar, balya makinası, çekilir tip biçer-döver, pancar hasat makinası ve patates hasat makinası gibi makinaların kullanılmasında çeki işini ve makina çalıştırma işini birlikte yapmaktadır (Saral ve Avcıoğlu 2002).

1.3 Traktörlerin Sınıflandırılması

Traktörlerin yapısal yönden altı grup altında sınıflandırılmaktadır(Saral ve Avcıoğlu 2002)..

- a. Standart traktörler
- b. Sürücü oturma yeri önde olan traktörler
- c. Taşıyıcı traktörler ve alet taşıyıcılar,
- d. Tırtıllı traktörler
- e. Bir dingilli traktörler
- f. Özel yapılı traktörler

Bundan başka, lastik tekerlekli tarım traktörleri ISO 3339'a uygun olarak aşağıda olduğu gibi sınıflandırılmaktadır (Anonim 2019).

I. Arka tekerlekleri muharrrik traktörler

1. Standard traktörler

2. Alet taşıyıcı traktörler

3. Bayır traktörleri

4. Küçük traktörler

5. Mini traktörler

6. Üç izli traktörler

7. Yüksek çatılı traktörler

II. Dört tekerleği muharrrik traktörler

1. Standard traktörler,

2. Sistem traktörleri,

3. Dar izli belden bükme traktörler,

III. El traktörleri

1. İki tekerlekli el traktörü,

2. Bir tekerlekli el traktörü,

3. Motorlu çapa

Bu sınıflandırma kapsamına giren traktörlere ait teknik özellikler aşağıda açıklanmıştır.

Standart traktörler: Pullukla sürüm, biçerbağlarla hasat gibi ağır çeki işlerinde kullanılmak üzere projelenen, ağırlık merkezinin yüksekliği az ve dingiller arası uzaklığı küçük ve dört tekerleği bulunan traktörlere standart traktör (Şekil 1.1) denilmektedir. Standart traktörler, çeki işlerinin yanısıra kuyruk milinden hareket alan makinaları ve kasnak tertibatı yardımıyla sabit makinaları çalıştırmaktadır. Günümüzde standart traktörlerin dingiller arası uzaklığı arttırılarak 200 cm'ye yükseltilmiştir.

Dingiller arası uzaklığın artması sonucunda buna bağlı olarak dönme yarıçapının da artmaması için dümenleme etkinliği artırılmıştır. Traktör ağırlığının genellikle %40'ı ön aksa, %60'ı ise arka aksa düşmektedir. Standart traktörlerde genellikle motor, vites kutusu ve diferansiyel tek blok halinde imal edilmektedir. Bu traktörlerin güçleri genellikle 18 kW'dan büyüktür. Yapıları tarla işlerine uygundur. Gücü 75 kW'ın üzerindeki traktörlerin genellikle dört tekerleği çekişli olmaktadır. Arka tekerlekleri, ön tekerleklere oranla daha büyük olan dört tekerleği çekişli traktörlerin ön tekerlek tahriki isteğe bağlı olmaktadır. 250 kW'ın üzerindeki traktörlerin ön ve arkasında ikiz lastik tekerlekler bulunmaktadır. Bu traktörlerin motoru, ön ve aksa eşit yük dağılımının sağlanması amacıyla öne doğru yerleştirilmektedir.



şekil 1.1 Standart traktör

Belden kırma dümenlemeli ve dört tekerleği çekişli traktörler, bağ, bahçe ve fidanlıklarda kullanılmaktadır. Bu traktörler, yüksek manevra yeteneğine sahiptir (şekil 1.2).



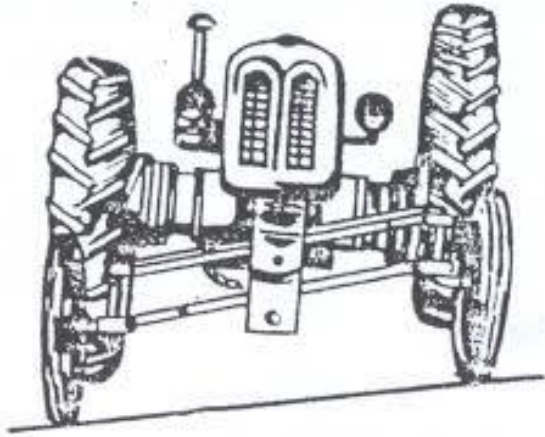
Şekil 1.2 Belden kırmalı traktör

Alet taşıyıcı traktörler: Dingiller arası uzaklığın artırılarak, araya tarım aletlerinin bağlanması olanağını sağlayan traktörlere taşıyıcı traktörler adı verilmektedir (Şekil 1.3). Çapalama, seyreltme ve boğaz doldurma gibi bakım işlerinde, aletin sürücünün kolayca görebildiği dingiller arasına bağlanabilmesi, taşıyıcı traktörlerin yararlı yönü olmaktadır. Son yıllarda taşıyıcı traktörler yerini alet taşıyıcılara bırakmıştır. Alet taşıyıcıların temel prensibi, birden fazla aletin traktörün değişik yerlerine bağlanabilmesi ve bir kişi tarafından kullanılmasıdır. Bundan dolayı, motor, aktarma organları ve sürücü oturma yeri arka dingile yakın olarak yerleştirilmiştir. Ayrıca, dingiller arasındaki mesafenin artırılması, araya değişik aletlerin bağlanmasını ve sürücü tarafından kontrol edilmesini sağlamıştır. Traktörün arkasında standart bir üç nokta askı sistemi ile birkaç iş makinasını birlikte çalıştırabilmesi için arka, ön ya da yan tarafında 2 veya 3 kuyruk mili bulunmaktadır. Çok sayıda tarım iş makinasının bir kişi tarafından bir traktörle çalıştırılması sayesinde hem çalışma zamanından tutum sağlanmakta, hemde toprağa daha az basılmaktadır. Alet taşıyıcılar, hasat makinaları ile birleştirilerek, kendi yürür kombine hasat makinaları haline getirilebilmektedir.



Şekil 1.3 Alet taşıyıcı traktör

Bayır traktörleri: Eğimli alanlarda kullanılan, elle ya da otomatik olarak meyile uyum sağlayan özel traktörlerdir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 Bayır traktörü

Dik ve engebeli arazilerde çalışabilen traktörler, yatay pozisyonunu ve dengesini koruyabilmektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 Eğimli arazide traktör

Küçük traktörler: Standart traktör tipinde olup, ölçülerin küçülmesi oranında küçük yada mini traktör olarak adlandırılmaktadır. Standart traktörlerin genişliği daraltılarak, dar izli hale getirilmiş veya daha küçük ölçülerde imal edilmiş modelleridir (Şekil 1.6). Bağlarda ve meyve bahçelerinde dar sıra aralarına girebilen küçük traktörlerin genişlikleri az, yapıları alçak, dönme yarıçapları küçük ve eksoz boruları aşağıda imal edilmektedir.



Şekil 1.6 Küçük traktör

Mini traktörler: Seralarda, küçük park ve golf sahalarının çim biçme ve bakım işlerinde kullanılmaktadır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Mini traktör

Üç izli traktörler: Genellikle çapa bitkileri tarımında kullanılmaktadır. Bu traktörlerin tahrikleri arka akstan sağlanmaktadır. İkiz olan ön tekerlekleri ise dümenleme işlevini yerine getirmektedir (Şekil 1.8). Bu traktörlerin devrilme riski yüksektir.



Şekil 1.8 Üç izli traktör

Yüksek çatılı traktörler: Bağlarda, yüksek bitki sıraları olan tarla ve meyve bahçelerinde ilaçlama ve çapa işlerinde kullanılmaktadır. İki metreye kadar olan yükseklikleri sayesinde bitki sıraları üstünde rahat hareket etmektedir (Şekil 1.9). Akslar arasına iş makinası bağlanabilmektedir. Ağırlık merkezinin yüksekliği traktör dengesine olumsuz etki yapmaktadır.



Şekil 1.9 Yüksek çatılı traktör

1.4 Amaç

Bu çalışmanın amacı; iki akslı, ikiden fazla lastik tekerlekli, iki ve dört tekerleği tahrikli standart tarım traktörlerine ait OECD standart Kod 2'ye göre deney raporlarından elde edilen kuyruk mili performansı ve çeki performansı değerlerinin istatistiksel analizinin yapılması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sabancı (1993), maksimum çeki verimini; beton yüzeyde %87, anızda %74, pullukla sürülmüş tarlada ise %47 olarak saptandığını belirtmiştir. Çeki verimliliği pullukla işlenmiş ve anız toprak yüzeylerde maksimum çeki yükünün yaklaşık 2/3'ünde (yaklaşık %67) maksimum değere ulaşmaktadır. Bu nedenle, çeki verimliliğinin uygun değerlerde bulunabilmesi için traktörün geliştirebileceği maksimum çeki kuvvetinin %100'ü ile çalıştırılmasına gerek bulunmamaktadır (Küçüksarıyıldız, 2006).

Sümer vd. (1998), traktör motorunun egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı ve yakıt tüketimi parametrelerinin farklı yüklenmelere bağlı değişimlerinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Ölçümler için üç farklı traktör (Fiat 54 C, Fiat 640 ve Üniversal 445) standart kuyruk mili hızında (540 d/d) farklı güçlerde yüklenmiştir. Araştırma sonucunda; kuyruk miline uygulanan yük kademelerindeki artışa bağlı olarak üç traktörün de özgül yakıt tüketiminde azalma olduğu belirtilmiştir. Traktörlere uygulanan ilk yük kademelerinde özgül yakıt tüketimlerinin en yüksek değerde olması nedeniyle traktörün efektif olarak kullanımı için (minimum özgül yakıt tüketiminde) orta ve üstündeki güçlerde çalıştırılması gerektiği bildirilmiştir. Özgül yakıt tüketimi son yük kademesinde minimum değerdedir, ancak son yük kademesinde traktörler kararsız çalıştılarından, bu güçler altında çalıştırılmaması önerilmiştir. Kuyruk miline uygulanan yük kademelerindeki artışa bağlı olarak egzoz gazı sıcaklığının belirli bir noktaya kadar artma eğilimi olduğu sonucuna varmışlardır. Yüke bağlı olarak egzoz gazı sıcaklığı ile özgül yakıt tüketimi arasında ters bir ilişki, yakıt tüketimi arasında ise doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Traktörlerin genellikle çeki gücü, kuyruk mili gücü ve hidrolik gücünden yararlanılmaktadır. Ulusal ve uluslararası alanda ticari bir meta olan traktörün, çiftçinin verimli kullanabilmesi ve ticaretinin sağlıklı yapılabilmesi amacıyla traktör performansının tespit edilmesine ihtiyaç duyulmuştur (Taşbaş vd. 2003).

Grisso vd. (2004), Nebraska Traktör Test Laboratuvarı'nın yayımlandığı test raporlarına göre son 20 yılda yakıt verimliliğinde iyileşme olduğunu ve özgül yakıt tüketiminde ise

ortalama %4.8 oranında azalma olduğunu söylemiştir. Traktör üreticilerinin güç olarak, kuyruk mili, çeki ve hidrolik gücü tanımladıklarını, her traktör modeli için nominal güç değerinin, nominal motor devrinde ölçülen kuyruk mili gücü olduğunu bildirmiştir. Çalışmada; traktörün enerji verimliliğiyle ilgili ölçüm birimi özgül yakıt tüketimi olduğundan, farklı çalışma koşulları ve farklı büyüklükteki traktörlerin kıyaslanmasında özgül yakıt tüketiminin kullanılabileceğini belirtmiştir (Ergül 2016).

Downs vd. (2006), günümüzde tarım maliyetleri arasında en önemli kısmın enerji maliyeti olduğunu belirtmiştir. Nebraska Traktör Test Laboratuvarı'nda yapılan testleri incelemiş ve çiftçilere enerji ve verimlilik seçimi konusunda yardımcı olacak bir çalışma yürütmüştür. Üretici temsilcileri tarafından traktör üretim bandından çıktıktan sonra bazı testlerin yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Yapılan kuyruk mili testlerinde; maksimum kuyruk mili gücü, nominal motor hızı ve nominal kuyruk mili hızında ölçümler yapılmış, çeşitli kademelerde yükleme uygulanarak yakıt tüketimi belirlenmiş ve bunlara bağlı yakıt verimliliği hesaplanmıştır. Kuyruk mili testlerinde; yükleme ne olursa olsun motor hızının sabit tutulması gerektiği, bu yüzden en iyi yakıt verimliliğinin %100 yüklemde elde edildiğini sonucuna varılmıştır. Yükleme azaltılarak yakıt veriminin düşeceği, çünkü kuyruk mili hızında gerekli gücün azalmasına karşın motor hızının aynı şekilde devam etmesi gerektiği belirtilmiştir. Kuyruk mili testinde yapılan %25 yüklemde yakıt veriminin tam güç pozisyonundaki yakıt veriminin yarısı kadar olacağı bildirilmiştir. Saatlik yakıt tüketiminden faydalanılarak yıllık yakıt tüketiminin tahmini yapılmıştır. Çeki gücü için de bu gibi çalışmalar yapılarak, tüketilen enerji miktarının belirlenmesi ve enerji, verimlilik seçiminde faydalı bilgiler bulunmuştur (Özgür 2009).

Traktör üreticileri, traktörün kuyruk mili, çeki demiri, hidrolik ve elektrik sisteminden güç çıkışı olduğunu belirtmektedir. Her traktör modelinin nominal motor hızında ölçülen nominal motor gücü vardır. Belirgin olarak bu güç kuyruk milinden ölçülen güçtür ve nominal kuyruk mili gücü olarak adlandırılır. Modern traktörlerin çoğu için nominal (anma) motor gücü, maksimum güç olmayacaktır. Modern tasarımlı motorların, nominal motor hızı dışındaki hızlarda çalıştırılmasında çoğu zaman daha fazla güç üretilir. Standart traktör test kodları; maksimum kuyruk mili gücünü üreten

motor hızında yapılan test, nominal motor hızında maksimum motor gücündeki tork ve standart kuyruk mili hızında (540 d/d veya 1.000 d/d) maksimum güçteki tork değerindeki yüklemelerde ölçülen güç ve yakıt tüketimini belirtmektedir (Grisso vd. 2006).

Gil-Sierra vd. (2007), enerjinin verimli kullanılmasında en önemli faktörler arasında tarım traktörlerindeki motor ve transmisyon organları olduğunu belirterek yürüttükleri bir çalışmada OECD test kodlarını kullanarak çeşitli verimlilik testleri uygulamıştır. İspanya'daki 240 traktör modelinde verimliliklerine göre 7 ayrı sınıf oluşturmuştur. OECD test kodlarından kod 1 ve Kod 2'ye göre motor hızı ve güç ölçümünde yakıt tüketimini belirlemiştir. Kuyruk mili testlerinde; nominal güç ve tam güç pozisyonlarında kademeli yükleme, standart kuyruk mili hızında tam ve kademeli yükleme ve maksimum güçte yüklemeler yaparak çeşitli testler gerçekleştirmiştir. 2005 yılında OECD standart Kod 2'de yer alan altı noktadaki farklı motor devirlerinde kısmi yüklemeleri incelemiş ve uygulamıştır. Bu maddelere karşılık gelen yakıt tüketimi değerleri ayrı ayrı belirlenmiş ve grafiklendirilmiştir (Özgür 2009).

Özgür (2009), yaptığı çalışmada; traktörlerde yüklenmelere bağlı olarak motor egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi parametrelerinin belirlenmesi ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesini amaçlanmıştır. Bunun için üç farklı marka traktöre (MF 3085, NH TD85 ve JD 5625) atölye koşullarında bir Eddy Akım dinamometresi ile üç farklı kuyruk mili hızında (540 d/d, 540E d/d ve 750 d/d) kademeli olarak artan yükler uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, üç traktörde her bir kuyruk mili uygulamasında yakıt tüketimi artışına bağlı olarak egzoz gazı sıcaklık değerlerinde doğrusal bir artış olduğunu saptamış ve güç artışına bağlı olarak yakıt tüketimi ile egzoz gazı sıcaklık değerlerindeki artışın da bu bulguyu desteklediğini bildirmiştir. Özgül yakıt tüketimi değerlerinin uygulanan güç artışına bağlı olarak azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Traktör, kuyruk mili hızı ve kuyruk mili gücü faktörlerinin ve etkileşimlerinin motor egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Üç farklı kuyruk mili uygulamasının farklı motor çalışma parametreleri bulunmasına rağmen maksimum yüklenmelere kadar, kuyruk

milinden hareket alarak çalışan birçok tarım makinası için birbirlerinin alternatifi olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Traktör testleri “traktörlerin çalışma yeteneklerinin belirlenmesi, önceden belirtilen parametrelerin dışında standart, tarafsız ve karşılaştırılabilir koşullarda tarım traktörlerinde çeşitli ölçümler yapılarak traktörün yeteneklerini ve özelliklerini önceden saptanmış standartlar dahilinde sonuçların ifade edilmesi amacıyla gerçekteştirilen denemelerdir” olarak tanımlanmaktadır. Liljedahl vd. (1996), traktör seçiminde en belirleyici ölçütün traktörün performansı olduğunu bildirmiştir. En büyük çeki gücü, traktörlerin karşılaştırılması ve değerlendirilmesinde tercih edilmektedir. Ancak, maksimum çeki gücünü; toprak, tekerlek, palet, zemin, iklim koşulları, vites ve ağırlıklar gibi pek çok faktör etkilemektedir. Bu bakımdan, tarım traktörlerinin performanslarının değerlendirilmesinde kuyruk mili performansı verilerinin kullanılmasının uygun olacağını bildirmiştir (Başer 2008).

Kısmi çeki yüklemelerinde; maksimum güçte çeki kuvvetinin %75'inde ölçülen güç, birincil toprak işleme gibi tipik ağır bir işlemi temsil edebilmektedir. Maksimum güçte çeki kuvvetinin %75'indeki yüklemde traktör, beklenmedik aşırı yükleme durumlarının üstesinden gelmek için hala bir miktar yedek güce sahip olabilir. Maksimum güçte çeki kuvvetinin %75'i ve %50'si yüklemelerdeki ortalama yakıt tüketimi, tahıl (küçük taneli) üreten çiftliklerde sırasıyla toprak işleme ve ekim işlemlerini temsil edebilir. Benzer şekilde, maksimum güçte çeki kuvvetinin %50'si yükleme testindeki ortalama yakıt tüketimi, sıralı bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan traktörler için iyi bir yakıt tüketimi tahmini verebilir. Tahıl ve sıralı bitkilerin üretimi arasındaki bu ayrım, tahıl üretimi için daha verimli traktör-uygulama eşleştirmesinin mümkün olmasından dolayı yapılmaktadır. Küçük taneli ürün uygulamalarında mevcut traktör gücünü kullanmak için aletlerin seçimi daha kolay bir şekilde başarılabilir. Bununla birlikte, sıralı bitkiler için uygulamalarda aynı sonuç geçerli olmayabilir (Grisso vd. 2014).

Çeki performansı deneyindeki amaç, maksimum çeki kuvvetini elde etmektir. Çeki gücü ilerleme hızı ve çeki kuvveti ile doğru orantılıdır. Bir traktörün çeki gücünü

etkileyen parametreler; motorun karakteristik özellikleri (motor gücü, common rail, süper şarj veya turbo şarj gibi ek donanımlar, hareket alan organların güç tüketimi, egzoz ve fan tipi vb.), vites kademesi (şanzıman tipi, vites sayısı ve hız aralığı), lastikler, çeki demiri, çeki kancası veya üç nokta askı sisteminin yerden yüksekliği, zemin yapısı, zemin durumu, zeminin yatayla yaptığı açı, yakıtın özellikleri (yoğunluğu, özgül kütlesi, buharlaşma, yoğunlaşma, tutuşma sıcaklıkları, viskozitesi, setan sayısı, yakıt sıcaklığı), traktör ek ağırlıkları, hava koşulları (sıcaklık, basınç, nem), çekilen ekipmandan arka dingile gelen ekstra yükler ile traktörün 2 WD veya 4 WD konumudur (Arıöz ve Güner 2015).

Nebraska Traktör Test Laboratuvarı'nda (NTTL) sekiz adet tarım traktörünün OECD test Kod 2'ye göre kısmi çeki yüklemeleri testlerinde yakıt tüketimini tahmin etmek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Yakıt tüketiminin bir fonksiyonu olan çeki gücü, ilerleme hızı ve motor hızı parametrelerini içeren beş farklı yakıt tüketim modeli geliştirilmiştir. En iyi yakıt tüketim modelinin belirlenmesi amacıyla traktörler, nominal motor devrinde 7,5 km/h, 10 km/h ve 13 km/h ilerleme hızlarında ve maksimum güçte çeki kuvvetinin % 30, % 40, % 50, % 60, % 70, % 75 ve % 80'inde yedi yükleme seviyesinde beton zeminde test edilmiştir. Tahmini yakıt tüketiminin hesaplanması için her model için denklemler geliştirilmiş ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve test edilen aralıkta herhangi bir ilerleme hızı için en geniş uygulanabilirliği olan ve yakıt tüketimini etkileyen çeki gücü, beton zeminde ilerleme hızı ve motor hızı faktörlerini içeren modelin en iyi toplam yakıt tüketimini hesapladığı sonucuna varılmış, test edilen her hız aralığı için tek denklemin uygulanmasıyla yakıt tüketimi tahmin edilmiştir. OECD test Kod 2'de bulunan standart şanzımanlı veya CVT şanzımanlı traktörlerin yakıt verimliliğinin kıyaslanması için kısmi çeki yüklemelerinde yakıt tüketimi testinden farklı olmadığı bildirilmiştir (Kocher vd. 2017).

Tarım ve ormancılık traktörlerinin performans özelliklerini ölçmek için test istasyonlarının uygulayacağı bir dizi standart prosedüre OECD Traktör Performans Test Kodu denilmektedir. Bu kodların kullanılmasıyla farklı ülkelerdeki araştırma ve test merkezleri tarafından yapılan traktör deneylerinde aynı yöntemlere uyulmasını ve test sonuçlarının karşılaştırılmasını mümkün hale getirmiştir. Tarım ve orman traktörlerinin

resmi testleri için birden ona kadar numaralandırılmış standart test kodu kapsamında kuyruk mili ve çeki performans testleri, OECD standart Kod 2 içerisinde bulunmaktadır (Anonymous 2016).

OECD standart Kod 2’de yer alan tanımlar aşağıda verilmiştir.

- Motor Anma (Nominal) Devri (d/d): İmalatçı tarafından bildirilen tam yükte sürekli çalışma için motorun dönme sayısıdır.

- Motor gücü (kW/BG): Volan veya krank milinden ölçülen güçtür.

- Kuyruk mili gücü (kW): Kuyruk mili olarak kabul edilen herhangi bir mil üzerinde ölçülen güçtür.

- Çeki gücü (kW): Minimum 20 m boyunca hareket ederken çeki kancasında ölçülen sürekli güçtür.

-Yakıt Tüketimi: Kütle cinsinden yakıt tüketiminin belirlenmesinde yakıt yoğunluğunun 15°C’deki değeri, hacim cinsinden yakıt tüketiminin belirlenmesinde; ölçümün yapıldığı andaki yakıt sıcaklığına karşılık gelen yoğunluk değeri kullanılmalıdır.

- Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh): Birim iş başına düşen yakıt miktarıdır.

- Özgül enerji (kWh/L): Birim hacim başına düşen enerji değeridir.

- Tekerlek patinajı (%): Belirli bir mesafe için muharrrik tekerleklerin patinajlı ve patinajsız devir sayıları arasındaki farkın patinajlı devir sayısına oranının yüzde olarak ifadesidir.

- Traktör net kütlesi: Sürücüsüz ve ilave kütlesi olmadan traktörün normal kullanımı için ilave önden çekiş parçaları ve gerekli tüm parçaları ile su, yakıt ve yağ dahil ölçülen kütledir (Anonymous 2019).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

ABD'deki resmi test istasyonu olan Nebraska Üniversitesi Traktör Test Laboratuvarı (NTTL), İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) standart kodlarına göre tarım traktörlerinin testlerini yapmaktadır. Bu çalışmada materyal olarak, Nebraska Üniversitesi Traktör Test Laboratuvarı tarafından 2004-2017 yılları arasında OECD standart Kod 2'ye göre testleri gerçekleştirilen 418 adet tarım traktörüne ait deney raporları kullanılmıştır (Anonymous 2018).

Çalışmada analizleri yapılan toplam 418 adet farklı marka ve model traktörün tamamında içten yanmalı (diesel) motor kullanılmıştır. Traktörlerin nominal motor devrindeki güçleri 45.50 kW ile 356.41 kW arasında değişmektedir. Güç ortalaması 142.21 kW'dır. Traktörlerin 370 adedi iki çeker (2 WD), 48 adedi ise dört çeker (4 WD) dir. İki çeker (2 WD) traktörlerin 95 adedi, dört çeker (4 WD) traktörlerin ise 3 adedi kademesiz hareket iletim sistemine (CVT) sahiptir. Materyal olarak kullanılan traktörlerin teknik özelliklerine göre dağılımı Çizelge 3.1'de ve traktörlerin nominal motor devrinde güçlerine göre dağılımı ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Traktörlerin teknik özelliklerine göre dağılımı

Traktör Sayısı (adet)	Teknik Özellik	Yüzde (%)
275	2 WD	65.79
95	2 WD, CVT	22.73
45	4 WD	10.76
3	4 WD, CVT	0.72

Çizelge 3.2 Traktörlerin nominal motor devrinde güçlerine göre dağılımı

Nominal Motor Devrinde Güç (kW)	Traktör Sayısı (adet)	Yüzde (%)
50>	1	0
50 ≤ < 100	152	36
100 ≤ < 150	116	28
150 ≤ < 200	67	16
200 ≤ < 250	55	13
250 ≤ < 300	7	2
300 ≤	20	5

3.2 Yöntem

Materyal olarak kullanılan 418 adet traktörün deney raporlarında yer alan kuyruk mili ve çeki gücü testlerinden elde edilen veriler Microsoft Excel programına kaydedilmiştir. Daha sonra parametreler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Traktörlerden elde edilen verilerin belirlenmesinde aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

3.2.1 Traktör testleri

OECD standart Kod 2, Tarım ve Orman Traktörleri Performansının Resmi Testleri İçin Standart OECD Kodu (OECD Standart Code for the Official Testing of Agricultural and Forestry Tractor Performance) olarak adlandırılmaktadır. OECD Kod 2'ye göre traktör testleri, zorunlu testler ve isteğe bağlı testler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Zorunlu testler: Kuyruk mili performansı testi (power take off and engine tests) ve yakıt tüketim karakteristiklerinin hesaplanması için ekstra beş nokta testi, hidrolik güç ve kaldırma gücü testi ile ağırlıksız traktörle çeki gücü ve yakıt tüketimi (drawbar power and fuel consumption) testidir. Traktörlerin farklı çalışma koşullarındaki yakıt tüketimlerinin kıyaslanmasına amacıyla yapılan ilave beş nokta testi de zorunlu testler arasında bulunmaktadır.

İsteğe bağlı testler: Zorunlu testler ile birleştirilerek eş zamanlı olarak yapılabilmektedir. İlave kuyruk mili oranı testi, kuyruk mili testi ve çeki gücü testleri süresince tüketim belirleme testi, isteğe bağlı hidrolik güç testleri, düşük sıcaklıkta ilk çalıştırma testi, ilave çeki gücü testleri, ağırlıksız traktörle 10 saat testi, kısmi çeki yüklerinde yakıt tüketimi testi, dönme alanı ve dairesi, ağırlık merkezi, frenleme, dış gürültü seviyesi (sadece tekerlekli traktörler için), su geçirmezlik ve OECD kod 5'e göre sürüş konumunda gürültü seviyesi testleridir.

Kuyruk mili performans testleri: Kuyruk mili (pto) performans testleri, Şekil 3.1'de görüldüğü gibi test sistemi kullanılarak laboratuvarında yük altında yapılmaktadır. Kuyruk mili test sisteminde; frenleme düzeneği, torkmetre, dinamometre, yakıt tüketimi ölçüm cihazı, gaz kolu kumandası, bilgisayarlı veri toplama ve işleme ünitesi ile jeneratör bulunmaktadır. Kuyruk mili devri, kuyruk mili dönme momenti (torku), yakıt tüketimi, motor yağı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt sıcaklığı, hava girişi sıcaklığı ve çevre koşulları (sıcaklık, basınç ve nisbi nem) ölçülmektedir. Kuyruk mili deneyleri kesintisiz olarak yapılmaktadır. Testlerin yapıldığı ortamın sıcaklığı 23 ± 7 °C olmalıdır.

Denemelere başlamadan önce traktörün ilk çalıştırılmasını imalatçı yapmaktadır. Aksi durumda traktör, test istasyonu tarafından çalıştırılmaktadır. Testler başladıktan sonra herhangi bir tamir ve ayarlama yapılmasına izin verilmemektedir. Testler süresince tamir ve ayar yapılması halinde, yapılan tamir ve ayarlar deney raporuna yazılmaktadır. Kuyruk mili, mafsallı mil vasıtasıyla açılı yapmayacak şekilde test sistemine bağlanmaktadır. Traktörün yakıt besleme sistemi yakıt ölçüm düzenine bağlanmaktadır. Meteorolojik veriler için ölçüm cihazları ve sensörler yerleştirilmektedir. Egzoz gazının tahliyesi için bağlantı yapılmaktadır. Yakıt sıcaklığı yakıt deposu ile motor arasındaki en uygun noktadan, yağ sıcaklığı yağlama devresinin en uygun noktasından, soğutma suyu sıcaklığı ise termostattan önce silindir bloğunun dışından veya tepesinden hava soğutmalı motorlarda imalatçı tarafından belirlenen iki noktadan, hava sıcaklığı traktörün 2 m önünden ve 1.5 m yükseklikten, hava giriş sıcaklığı ise hava filtresinin girişinden ölçülmektedir (Anonymous 2019).



Şekil 3.1 Kuyruk mili test sistemi (Anonim 2019)

Maksimum güç testi: Kuyruk mili testlerinde başlangıçta gaz kolu maksimuma alınır ve maksimum kuyruk mili gücü ve maksimum dönme momenti (torku) değerleri belirlenir. Traktör, gücün istikrarlı bir şekilde elde edilebilmesi için maksimum gücü veren devirde bir saat süreyle kesintisiz olarak çalıştırılır. Bir saat süre içerisinde gücün, $\pm \% 2$ tolerans sınırları içinde kalması gözlenir. Eğer güçteki değişim, $\pm \% 2$ 'den fazla olursa deneyler tekrar edilir. Bu süre içinde en az altı ölçmenin aritmetik ortalaması alınarak, maksimum güç olarak kaydedilir.

Değişen yük (kısmi yükleme) testleri: Bu aşama maksimum güç deneyinden sonra yapılır. Performans eğrilerinin çizilebilmesi için farklı devir ve yükler alınır. Hıza bağlı olarak saatlik yakıt tüketimi, tork ve güç ölçülür. Maksimum momentin ölçüldüğü motor devrinin en az $\%15$ 'i düşük devirden veya nominal motor devrinin $\%50$ 'si olan motor devrinden hangisi küçük ise o devirden başlanarak diğer alınacak devirler belirlenir. Maksimum tork devrinde, nominal motor devrinde, standart kuyruk mili devrinde ve maksimum güç devrinde ölçümler yapılır.

Nominal motor devrinde ve standart kuyruk mili devrinde (540 d/d veya 1000 d/d) gaz kolu maksimum gücü verecek şekilde ayarlanır. Nominal motor devrinde ölçülen tork değerinden gidilerek aşağıdaki belirtilen motor devirleri sırayla saptanmaktadır. Tork, motor hızı, saatlik yakıt tüketimi aşağıdaki belirtilen yüklerde kaydedilmektedir.

1. Nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki tork,
2. Birinci maddede elde edilen torkun % 85'i,
3. İkinci maddede elde edilen torkun % 75'i,
4. İkinci maddede elde edilen torkun % 50'si,
5. İkinci maddede elde edilen torkun % 25'i,
6. Yüksüz durumda

Standart kuyruk mili devrinde ölçülen tork değerinden gidilerek aşağıdaki belirtilen motor devirleri sırayla tespit edilmektedir.

1. Standart kuyruk mili devrinde elde edilen maksimum güçteki tork,
2. Birinci maddede elde edilen torkun % 85'i,
3. İkinci maddede elde edilen torkun % 75'i,
4. İkinci maddede elde edilen torkun % 50'si,
5. İkinci maddede elde edilen torkun % 25'i,
6. Yüksüz durumda

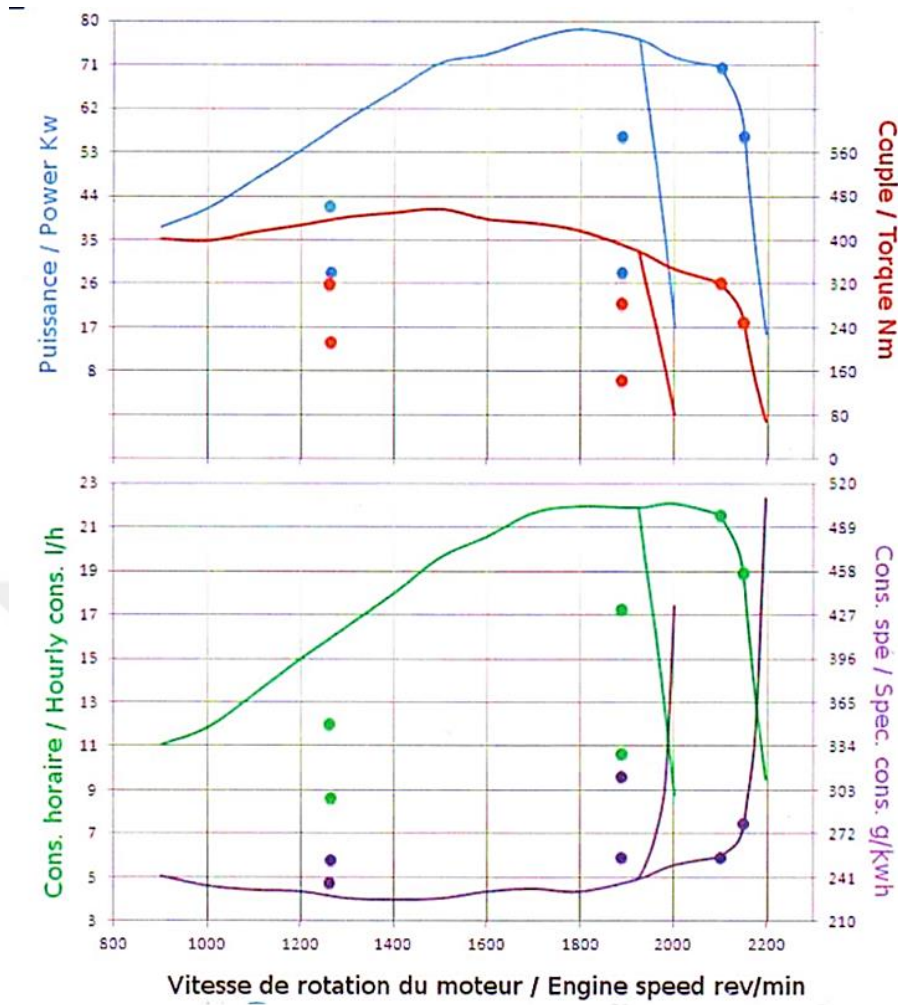
İlave beş nokta testi: OECD standard Kod 2'de performans testleri içerisinde yer alan ilave beş nokta testi, traktörlerin her türlü kuyruk mili ile çeki işlemlerinde yakıt ekonomisinin değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Standart kuyruk mili devrinde kısmi yüklemeler esnasında traktör gaz kolu kısılarak o devirdeki tork değeri göz önüne alınarak devirler tespit edilmektedir. Nominal motor devrinde maksimum güç 1. nokta olmak üzere ekstra 5 noktada değişik yüklemeler yapılmaktadır. Bu esnada tork, motor hızı ve yakıt tüketimi değerleri ölçülmektedir (Anonymous 2019).

Nebraska Traktör Test Laboratuvarı tarafından testleri yapılan bir traktöre ait kuyruk mili deneyi sonuçları Şekil 3.2’de görülmektedir.

POWER TAKE-OFF PERFORMANCE						
Power HP (kW)	Crank shaft speed rpm	Diesel Consumption Gal/hr (l/h)	lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	D.E.F. Consumption Gal/hr (l/h)	Mean Atmospheric Conditions
MAXIMUM POWER AND FUEL CONSUMPTION						
Rated Engine Speed—(PTO speed—1051 rpm)						
354.77 (264.55)	2100	20.63 (78.11)	0.408 (0.248)	17.19 (3.39)	1.24 (4.70)	
Standard Power Take-off Speed (1000 rpm)						
390.47 (291.17)	1998	21.65 (81.94)	0.388 (0.236)	18.04 (3.55)	1.51 (5.73)	
Maximum Power (1 hour)						
400.10 (298.35)	1900	21.70 (82.13)	0.380 (0.231)	18.44 (3.63)	1.50 (5.67)	
VARYING POWER AND FUEL CONSUMPTION						
354.77 (264.55)	2100	20.63 (78.11)	0.408 (0.248)	17.19 (3.39)	1.24 (4.70)	Air temperature
305.50 (227.81)	2130	18.68 (70.72)	0.429 (0.261)	16.35 (3.22)	1.11 (4.20)	73°F (23°C)
230.50 (171.88)	2143	15.24 (57.70)	0.463 (0.282)	15.12 (2.98)	0.85 (3.23)	Relative humidity
154.60 (115.29)	2156	11.35 (42.97)	0.515 (0.313)	13.62 (2.68)	0.54 (2.03)	20%
77.40 (57.72)	2165	7.97 (30.16)	0.721 (0.439)	9.71 (1.91)	0.34 (1.29)	Barometer
1.20 (0.89)	2179	4.74 (17.95)	27.692 (16.844)	0.25 (0.05)	0.25 (0.92)	28.78" Hg (97.46 kPa)
Maximum torque - 1308 lb.-ft. (1773 Nm) at 1401 rpm						
Maximum torque rise - 47.4%						
Torque rise at 1681 engine rpm - 39%						
Power increase at 1900 engine rpm - 12.7%						

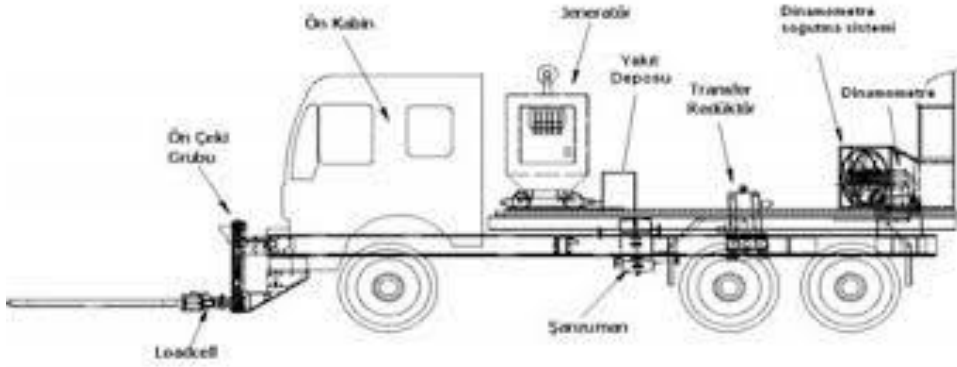
Şekil 3.2 Kuyruk mili deneyi sonuçları (Anonim 2012)

Kuyruk mili testlerinden elde edilen değerler yardımıyla devire bağlı güç, devire bağlı motor torku, devire bağlı saatlik yakıt tüketimi, devire bağlı özgül yakıt tüketimi ve güce bağlı özgül yakıt tüketimi grafikleri Şekil 3.3’de görüldüğü gibi çizilerek, deney raporlarında verilmektedir.



Şekil 3.3 Kuyruk mili test grafikleri (Anonim 2012)

Çeki gücü performans testleri: Kumanda kabini; operatör kısmı ve kumanda kısmı olarak iki kısımdır (Şekil 3.4). Kumandada; dümenleme, yakıt ölçer ve test kumanda kısımları gibi bölümler bulunmaktadır. Operatör kısmında ise bilgisayar yeri ve iletişim cihazı vardır. Akü ya da jeneratör çeki aracındadır. Çeki aracında yedek yakıt deposu da bulunmaktadır. Çeki aracı üzerinde bulunan yakıt deposundan traktöre gönderilen yakıt, yakıt ölçüm cihazından geçerken ölçüm yapılmaktadır. Traktörün yakıt deposu test esnasında kullanılmamaktadır. Yakıt tüketimi hacimsel olarak ölçülmektedir.



Şekil 3.4 Çeki test aracı (Anonim 2015)

Çeki deneylerine başlamadan önce imalatçının verdiği değerlere göre traktörün motor/tekerlek ve motor/kuyruk mili aktarma oranları kontrol edilmektedir. Her vites kademesi için nominal motor devrine göre ilerleme hızları hesaplanmaktadır. Traktörün lastik hava basınçları, firma tavsiyesine ya da katalog değerlerine göre kontrol edilmektedir. Tekelek çevresi pist üzerinde ölçülmektedir. Çeki pistine alınan traktörün çeki demiri yüksekliği imalatçının verdiği ölçüye göre kontrol edilerek yatay olarak çeki test aracına bağlanmaktadır. Çeki yükünü ölçen load-cell (yük hücresi), çeki demiri ile çeki aracının bağlantı lamasına aç yapmayacak şekilde bağlanmaktadır. Traktörün kuyruk mili devrini ölçen sistemin bilgisayara bağlantısı yapılarak devirlerin doğruluğu kontrol edilmektedir. Yakıt tüketiminin ölçülmesi amacıyla yakıt ölçüm sisteminin traktöre bağlantısı yapılmaktadır. Atmosfer koşulları (nem, basınç, sıcaklık) ile traktörün soğutma suyu ve motor yağı sıcaklığını ölçmek için ölçüm cihazları konulmaktadır. Testlere başlarken traktörün gaz kolu konumu bütün vitesler için tam gaz konumuna getirilmektedir. Traktörün geliştirdiği güce bağlı olarak jeneratörün yükleme oranına bakılmaktadır. Jeneratör devrinin 2000 d/d'yı geçmesi durumunda çeki aracının vitesi bir üst vites kademesine alınmaktadır (Ergül 2017).

Çeki test aracının traktörün arka çeki demirine bağlanmasıyla testler yapılmaktadır (Şekil 3.5). Çeki demiri ile çeki oku paralel hale getirilir. Çeki demirinin yüksekliği test süresince sabit kalmalıdır. Kuyruk mili devri sensör ile ölçülür. İlerleme hızı (teorik) ve motor devri bilgisayar ile hesaplanır. Çeki test aracındaki sensör ya da hız ölçüm tekeri yardımıyla çeki aracının gerçek hızı ölçülmektedir. Bu ölçümler kullanılarak traktör

patinajı hesaplanmakta ve %15 patinaj alınarak maksimum gücün meydana geldiği motor devrini geçmeyecek şekilde deneyler yapılır. Dinamometrenin görevi çeki arabasına tekerlekler tarafından iletilen hareketi durdurmaktır. Bu şekilde çeki test aracının hareketi önlenerek, traktör çeki yüküne maruz bırakılır. Çeki yükü yük hücresi yani loadcell ile ölçülür. Aynı anda traktörün yakıt tüketimindeki değişimler ve yakıt özgül kütlesi ölçülerek kaydedilir. Yine sensörler yardımıyla yakıtın, soğutma suyunun, motor yağının ve ortamın sıcaklığı ile bağıl nem ve atmosfer basıncı ölçülür (Ergül 2017).



Şekil 3.5 Çeki deneyi (Anonim 2016)

Çeki gücü performans testlerinde 2.5 km/h ile 17.5 km/h arasındaki hızlarda en az yedi vites kademesinde ölçümler yapılmalıdır. Testler süresince çevre sıcaklığı 35°C'yi geçmemelidir. 2.5 km/h'den yüksek ilk vites kademesi, birinci vites kademesi olarak seçilerek, testlere bu vitesten başlanmaktadır. Maksimum güçteki motor devrini ve %15 patinaj oranını geçmemek şartıyla (%15 patinajı aşıyorsa maksimum motor gücüne ulaşamamıştır.) her vites kademesi için kuyruk mili devri, çeki arabası ilerleme hızı, maksimum çeki kuvveti ve yakıt tüketimi ölçülmektedir. Daha sonra maksimum çeki gücündeki vites kademesi tespit edilmektedir. Bu vitesteki çeki kuvvetinin % 75' i alınarak, motor devri, çeki gücü, patinaj, özgül yakıt tüketimi, özgül enerji ve ilerleme hızı hesaplanmaktadır. Bu vitesteki çeki kuvvetinin %50'si alınarak, motor devri, çeki

gücü, patinaj, özgül yakıt tüketimi, özgül enerji ve ilerleme hızı hesaplanmaktadır. Maksimum çeki gücünü veren vites kademesindeki çeki kuvvetinin %75'i çeki kuvveti ile ilerleme hızı, indirgenmiş motor devrinde bir üst vitese uygulanarak motor devri, çeki gücü, patinaj, özgül yakıt tüketimi ve özgül enerji hesaplanmaktadır. Maksimum çeki gücünü veren vitesteki çeki kuvvetinin %50'si çeki kuvveti ile ilerleme hızı, indirgenmiş motor devrinde bir üst vitese uygulanarak motor devri, çeki gücü, patinaj, özgül yakıt tüketimi, özgül enerji hesaplanmaktadır. 2.5-17,5 km/h arasındaki deneyler tamamlandıktan sonra iki adet kısmi deney yapılmaktadır. İlk deneyde; 7.5 km/h ilerleme hızına en yakın vites seçilerek, maksimum güçte ve nominal motor hızında patinaj limitleri aşılmadan yukarıdaki deney kademeleri tekrar edilmektedir. 7.5 km/h ilerleme hızında ölçülen değerler test raporunda belirtilmelidir. En son 7-10 km/h ilerleme hızı arasında seçilen vites kademesinde 7.5 km/h ilerleme hızı için yapılan deneyler tekrar edilerek, aynı değerler alınmaktadır (Anonymous 2019). Çeki testinde her vites kademesi için güç, çeki kuvveti, motor hızı, ilerleme hızı, patinaj, yakıt tüketimi, özgül enerji, yakıt, soğutma suyu ve motor yağı sıcaklıkları ile atmosfer koşulları (sıcaklık, nisbi nem ve basınç) tablo halinde deney raporunda verilmektedir. Nebraska Traktör Test Laboratuvarı tarafından testleri yapılan bir traktöre ait çeki deneyi sonuçları Şekil 3.6'da görülmektedir.

DRAWBAR PERFORMANCE FUEL CONSUMPTION CHARACTERISTICS									
Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank- shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption		Temp. °F (°C)		Barom. inch Hg (kPa)
					lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	cool- ing med	Air dry bulb	
Maximum Power—5th Gear									
328.56 (245.00)	21421 (95.28)	5.75 (9.25)	2101	2.5	0.440 (0.268)	15.92 (3.14)	189 (87)	55 (13)	28.85 (97.70)
75% of Pull at Maximum Power—5th Gear									
251.91 (187.85)	16039 (71.34)	5.89 (9.48)	2136	2.0	0.476 (0.290)	14.72 (2.90)	189 (87)	62 (17)	28.65 (97.02)
50% of Pull at Maximum Power—5th Gear									
169.52 (126.41)	10686 (47.53)	5.95 (9.58)	2144	1.3	0.536 (0.326)	13.06 (2.57)	183 (84)	64 (18)	28.63 (96.95)
75% of Pull at Reduced Engine Speed—9th Gear									
251.48 (187.53)	15931 (70.86)	5.92 (9.53)	1474	1.9	0.407 (0.247)	17.23 (3.40)	182 (83)	63 (17)	28.65 (97.02)
50% of Pull at Reduced Engine Speed—9th Gear									
169.29 (126.24)	10615 (47.22)	5.98 (9.62)	1483	1.3	0.438 (0.267)	16.00 (3.15)	180 (82)	65 (18)	28.62 (96.92)

Şekil 3.6 Çeki deneyi sonuçları (Anonim 2012)

3.2.2 Traktör genel verimi

Traktörlerin genel veriminin hesaplanmasında çeki gücü ve yakıt gücünden yararlanılmıştır. Traktör genel veriminin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Sümer 2005, Sabancı 1997, Souza vd.1994).

$$\eta = 100 \frac{N_{\zeta}}{N_y}$$

Eşitlikte;

η : Traktör genel verimi

N_{ζ} = Çeki gücü (kW)

N_y : Yakıt gücü (kW)

Yukarıdaki formülde belirtilen çeki gücü değerleri deney raporlarından alınmıştır.

Yakıt gücü ise aşağıdaki formülden elde edilmiştir.

$$N_y = \frac{B_e * H}{3600}$$

Eşitlikte;

N_y : Yakıt gücü (kW)

B_e : Traktör motorunun birim zamanda tükettiği yakıt miktarı (kg/h)

H : Diesel yakıtının enerji değeri (41.870 kJ/kg)

(Sümer 2005).

3.2.3 İstatistiksel analiz

Çalışmada istatistik analiz yapmak amacıyla Minitab 19 programı kullanılmıştır. Faktörler arasındaki belirtme katsayısı R^2 , uyumsuzluk testini (lack of fit) gösteren F değeri, önemlilik durumunu gösteren P değeri ve tahmin denklemi bulunmuştur. Tahmin denklemi olarak birinci derece (linear) denklemi, ikinci derece (quadratic) denklemi ve üçüncü derece (cubic) denklemleri elde edilmiştir. Her üç denkleme ait grafikler çizilmiş, ancak tezde birinci derece grafiği verilmiştir.

Belirtme katsayısı R^2 (determinasyon), bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçını açıkladığını gösterir. Açıklanan değişimin toplam değişime oranıdır. Tahmin denklemi, X bağımsız değişkeninin değerlerinden Y bağımlı değişkenininin değerlerini tahmin etmede kullanılır. Modelin verilere doğru bir şekilde uyup uymadığını belirlemek için olasılık düzeyi P (probability) değeri bulunur. Uyumsuzluk testi F (lack of fit) bize bir regresyon modelinin verilerin zayıf bir modeli olup olmadığını söyler. Bunun nedeni, zayıf bir değişken seçimi yapılmasından veya önemli terimlerin dâhil edilmemiş olması ya da zayıf deneysel tasarımın yapılması olabilir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında; ilk önce deney raporları yayımlanmış olan 418 adet traktörlerin teknik özelliklerine göre 2 WD ve 4 WD olarak gruplandırılması yapılmıştır. Bundan sonra kuyruk mili ve çeki performansına etkili olan parametreler arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak araştırılması amacıyla 2 WD ve 4 WD gruplarının MINITAB 19 paket programı kullanılarak ayrı ayrı regresyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen regresyon analizi sonuçları ile varyans analizi sonuçları değerlendirilmiştir. Deney raporlarından elde edilen çeki gücü, çeki kuvveti ve özgül yakıt tüketimi verileri kullanılarak traktörlerin genel verimleri (η) hesaplanmış ve EK 1’de verilmiştir.

Değişen güç seviyelerinde yapılan kuyruk mili gücü testleri traktörün çeşitli tarla işlemlerinde kullanımına benzemektedir. Bu çalışmada, kuyruk mili gücünü en az hata payı ile tahmin eden nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde ve standart devirde (1000 d/d) kuyruk mili çalışmalarını temsil eden standart kuyruk mili hızında olmak üzere kuyruk mili performans testinin iki kademesinde ölçülen kuyruk mili gücü, motor devri, özgül yakıt tüketimi ve özgül enerji parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için regresyon analizi yapılmıştır.

Çeki performans testinde maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’indeki yükleme, genellikle fazla güç gereksinimi olan birinci sınıf toprak işleme aletleri (kulaklı ve diskli pulluk, çizel, dipkazan vb.) ile çalışmayı temsil edebilmektedir. Çeki verimliliği, pullukla işlenmiş ve anızlı topraklarda maksimum çeki yükünün yaklaşık %67’sinde maksimum değere ulaştığından, traktörün maksimum çeki kuvvetinin %100’ünde çalıştırılmasının gerekli olmadığı bilinmektedir. Bu çalışmada, ağırlıksız traktörlerin maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’i yüklemeye ölçülen çeki gücü, çeki kuvveti, motor devri, ilerleme hızı, özgül yakıt tüketimi ve traktör kütlesi parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için regresyon analizi yapılmıştır.

Regresyon analizlerinden elde edilen sonuç değerleri ve grafikleri aşağıda verilmiştir.

4.1 2 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonucu elde edilen tahmin denklemi, belirtme katsayısı R^2 , uyumsuzluk testi F (lack of fit) değerleri ve olasılık düzeyi P değerleri Çizelge 4.1'de, birinci, ikinci ve üçüncü derece denklem grafiği bir arada Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde birinci, ikinci ve üçüncü derece denklemlerin R^2 değerleri birbirlerine çok yakın, lack of fit F değerleri aynıdır. Modelin F değerine ve P değerine bakılarak anlamlı olup, olmadığı söylenebilir. P değeri birinci, ikinci ve üçüncü derece denklemlerde $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Birinci derece denklemin regresyon değerlerini incelediğimizde, belirtme katsayısı $R^2 = \%16.19$ değeri en düşük çıkmış, $P < 0.001$ bulunmuştur. Buradaki P'nin anlamlı olması örnek sayısının fazla olmasından ($DF=370$) kaynaklanmaktadır. Belirtme katsayısının düşük çıkması tahmin denkleminin kullanılamayacağı, yani motor devrine bakarak kuyruk mili gücünün tahmin edilemeyeceği anlamına gelmektedir. $R^2 = \%16.19$ değeri ile kuyruk mili gücü değişkenindeki toplam varyasyonun $\%16.19$ 'u açıklanabilirken, $\%83.81$ 'i açıklanamaz demektir. Kuyruk mili gücü ile motor devri arasındaki ilişki $R=0.4$ olup, ilişkinin güçlü olması için R değerinin 1'e yakın olması istenmektedir. R değerinin 1'e yakın olması verilerin doğrusal bir eğriye ne kadar iyi uyduğunu göstermektedir. İstatistiksel analiz sonucu motor devri yardımıyla kuyruk mili gücü değerinin elde edilme hipotezi yetersizdir.

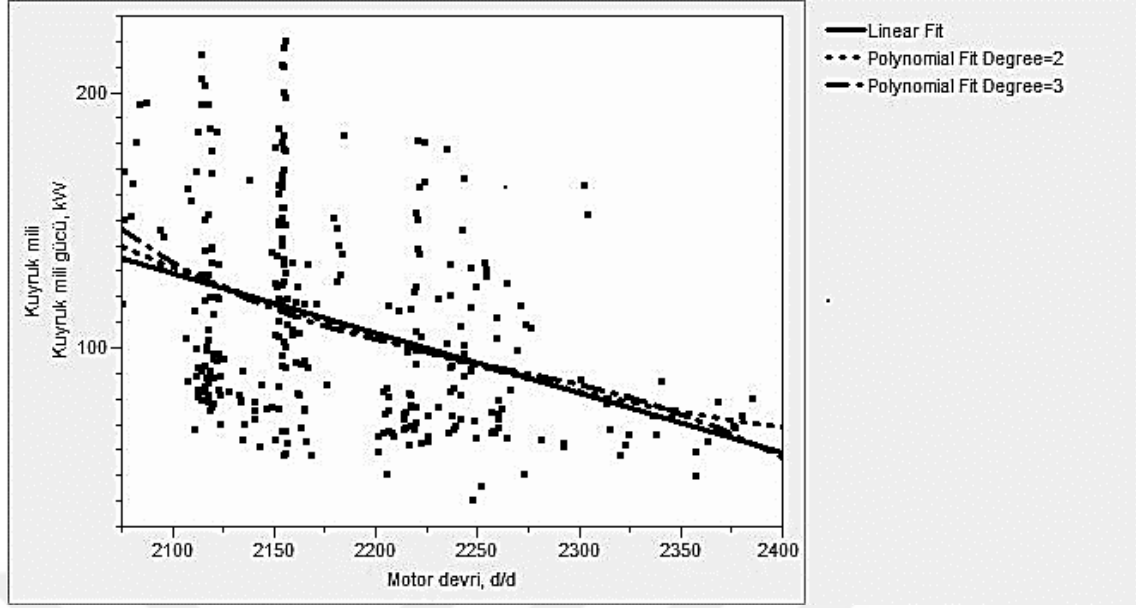
Şekil 4.1'de görüldüğü gibi motor devri ile kuyruk mili gücü arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Yani, motor devri arttıkça kuyruk mili gücü azalmıştır. Tez çalışmasında tüm traktörlerin kuyruk mili devri 1000 d/d olduğundan grafikte görüldüğü üzere kuyruk mili gücünün 1000 d/d'nın elde edildiği devirden sonra

azalması beklenen bir durumdur. Deney raporlarında ve kitaplar incelendiğinde; kuyruk mili gücünün standart kuyruk mili devrine kadar yada nominal motor devrine kadar arttığı, standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinden sonra yada nominal motor devrinin elde edildiği noktada azalmaya başladığı görülmektedir. Nominal motor devrinden sonraki motor devirlerinde performans düşük verimli olmaktadır. Kuyruk mili hızları genellikle motorun maksimum devrine oldukça yakın devirlerde elde edilmektedir. Böylelikle güç iletilen makina kuyruk miline gelen yükleri en iyi şekilde karşılayabilmektedir.

Başer (2008) “Tarım Traktörlerinde Biyodizelin Kullanılması ile Performans Değerlerinin Belirlenmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasında 2 WD bir traktörün kuyruk mili performans testlerinde petrodizel yakıtının kullanılması ile motor devri arttıkça kuyruk mili gücünün arttığını, gücün maksimum değerine ulaştığı devirden sonra motor devri attıkça kuyruk mili gücünün azaldığını bulmuştur.

Çizelge 4.1 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85’inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Regression Analysis: Kuyruk Mili Gücü (kW) versus Motor Devri (d/d)				
Denklemin tipi	Belirtme Katsayısı (R ²) (%)	Lack of Fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	16.19	2.08	0.001	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 621,1 - 0,2343 Motor Devri (d/d)
İkinci Derece	16.40	2.08	0.001	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 2252 - 1,711 Motor Devri (d/d) + 0,000334 Motor Devri (d/d) ²
Üçüncü Derece	16.60	2.08	0.001	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 46418 - 61,33 Motor Devri (d/d) + 0,02714 Motor Devri (d/d) ² - 0,000004 Motor devri (d/d) ³



Şekil 4.1 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci, ikinci, üçüncü derece denklem grafiği

4.2 2 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonucu elde edilen tahmin denklemi, belirtme katsayısı R^2 değerleri, uyumsuzluk testi F (lack of fit) değerleri ve olasılık düzeyi P değerleri Çizelge 4.2'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

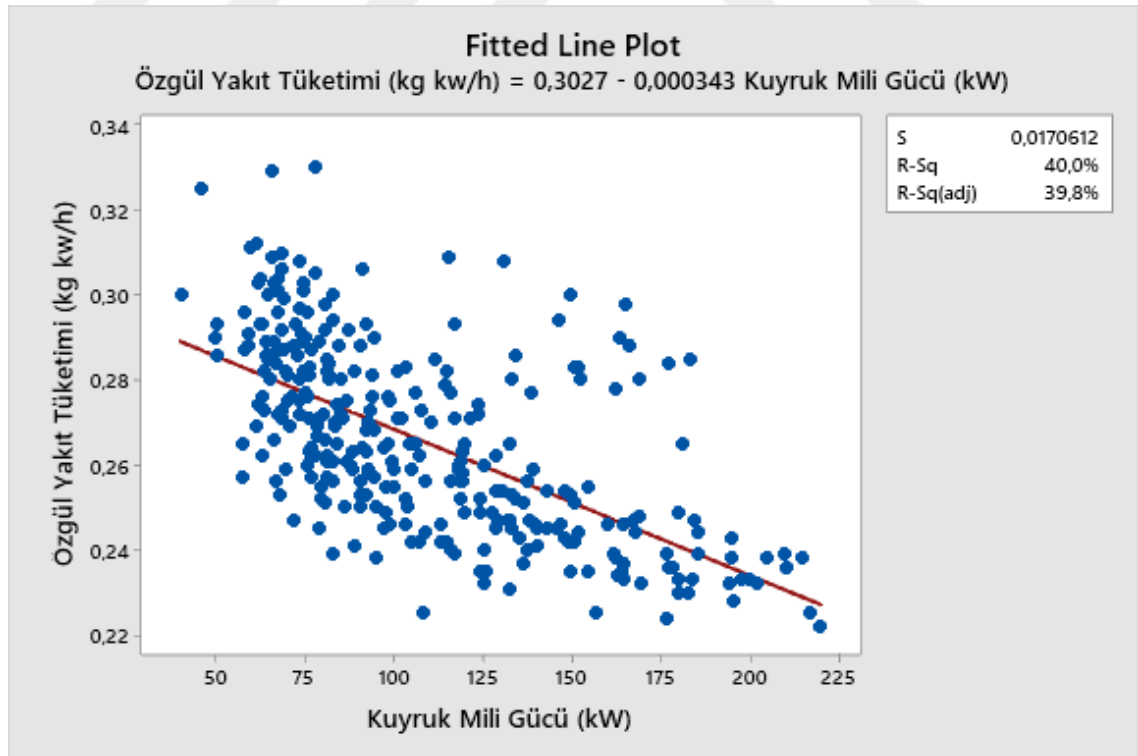
Çizelge 4.2 incelendiğinde en küçük R^2 ve P değeri birinci derece denklemde, en büyük R^2 değeri ve en küçük F değeri ise üçüncü derece tahmin denkleminde elde edilmiştir. Birinci derece denklemi $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Burada belirtme katsayısı R^2 ve lack of fit F değerlerinin tüm denklem tiplerinde birbirine yakın olması ve P değerinin en düşük çıkması açısından tahmin denklemi olarak birinci derece denkleminin seçilmesi uygun olacaktır. İkinci ve üçüncü derece denklemlerin elde edilmesi genellikle R^2 'nin yükseltilmesi içindir. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Kuyruk mili gücünün dolayısıyla motor

devrinin artması özgül yakıt tüketimini azaltmaktadır. Deney raporları incelendiğinde özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada ulaşıldığı görülmektedir. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır.

Özgür (2009) “Tarım Traktörlerinde Yüklenmelerin Bazı Motor Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasında ölçülen traktör yakıt tüketimi değerleri ve kuyruk miline uygulanan güç değerlerinin oranlanmasıyla hesaplanan özgül yakıt tüketimi değerlerinin, uygulanan güç artışına bağlı olarak azalma eğiliminde olduğunu bulmuştur. Özgür (2009), aynı çalışmasında; Işıktepe'nin (2008), araştırmasında kuyruk mili yüklerine bağlı olarak özgül yakıt tüketimi değerlerinde azalmaları saptadığına yer vermiştir. Sümer ve ark. (1998), yürüttükleri bir araştırma sonuçlarına göre traktörlere kuyruk milinden uygulanan ilk yük kademelerinde özgül yakıt tüketimlerinin en yüksek seviyede bulunduğu, bu nedenle traktörlerin işletmede minimum özgül yakıt tüketiminde çalıştırılması yani efektif olarak kullanılması için orta ve üstündeki güçlerde çalıştırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Son yük kademelerinde özgül yakıt tüketiminin minimum seviyede olduğunu, ancak bu yükler altında kararsız bir çalışma görüldüğünden, traktörün bu güçler altında çalıştırılmamasını önerdikleri belirtmiştir. Saral ve Avcıoğlu (2002) “Motorlar ve Traktörler” isimli ders kitabında; özgül yakıt tüketiminin motorun yapısına çok fazla bağlı olduğu, genel olarak nominal devir sayısının altında ve ona yakın bir noktada en düşük değerini aldığı yazılmıştır.

Çizelge 4.2 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme Katsayısı (R ²) (%)	Lack of Fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	40.00	6.41	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3027 - 0,000343 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	41.24	6.30	0.006	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3221 - 0,000698 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000001 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	42.39	6.19	0.007	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3745 - 0,002135 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000013 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² - 0,000000 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



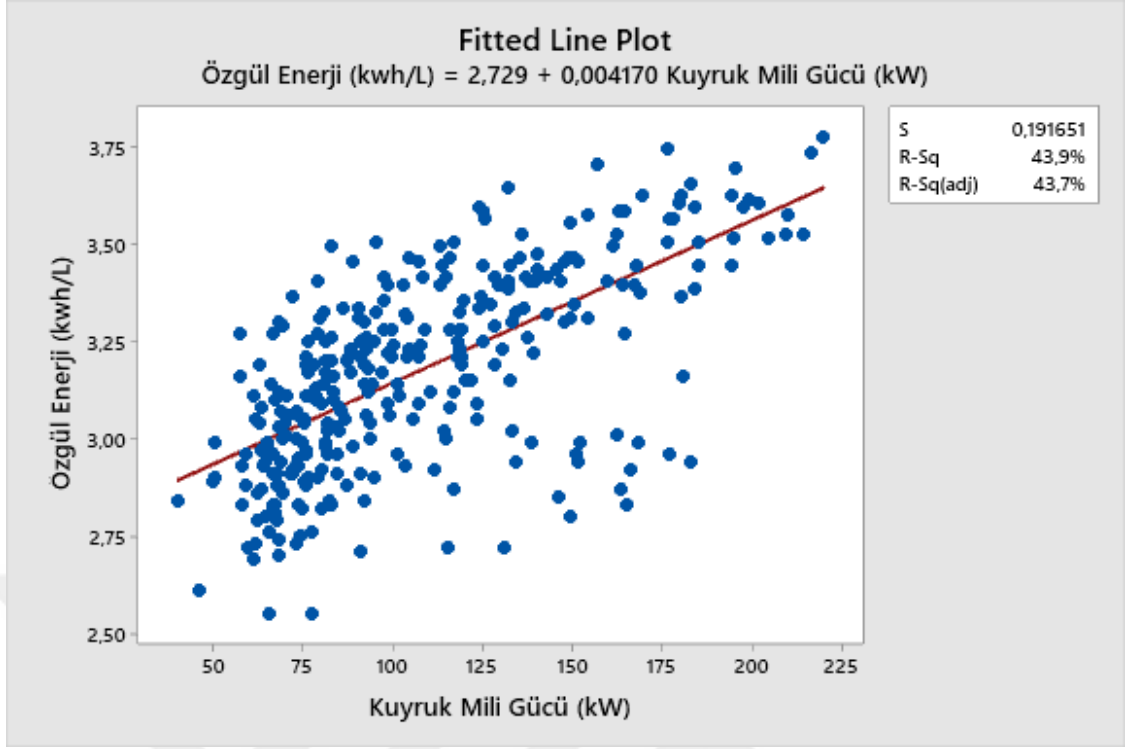
Şekil 4.2 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun % 85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.3 2 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonucu elde edilen tahmin denklemi, belirtme katsayısı R^2 değerleri, uyumsuzluk testi (lack of fit) F değerleri ve P değerleri Çizelge 4.3'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.3'de verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde ve en düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiştir. Birinci derece denklemi $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Seçim yaparken en yüksek R^2 , en düşük F ve P değerleri esas alınır. Burada R^2 ve F değerleri arasındaki farkın az olması ve P değerinin en düşük birinci derece denklemde elde edilmesinden dolayı tahmin denklemi olarak birinci derece denklemi seçilebilir. Şekil 4.3'de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır. Deney raporlarında kuyruk mili gücü değeri arttıkça özgül enerji değerinin de arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.3 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül Enerji (kWh/l) versus kuyruk Mili Gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R^2) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	43.86	6.86	0.001	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,729 + 0,004170 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	44.23	6.84	0.120	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,606 + 0,006417 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000009 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	45.04	6.76	0.020	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,092 + 0,02049 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000127 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² + 0,000000 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



Şekil 4.3 2 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85’inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.4 2 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki

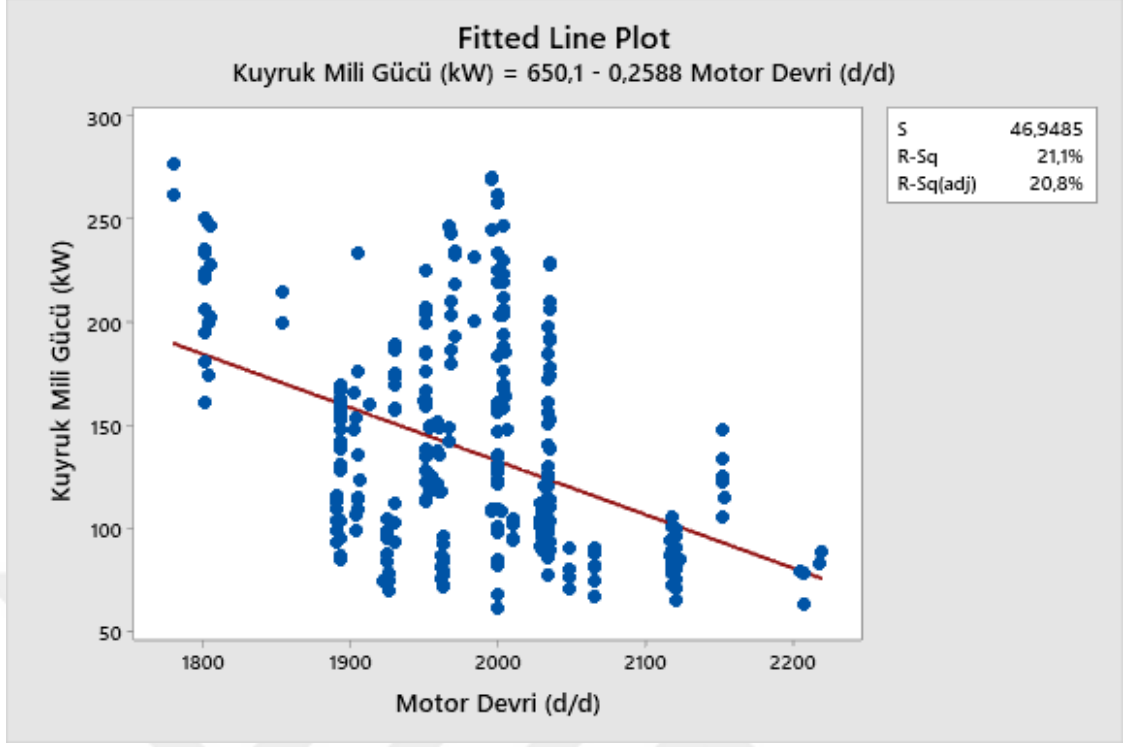
İki WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.4’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.4’de verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde P değerleri birinci ve üçüncü derece denklemlerde en düşük, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. P değerinin anlamlı olması örnek sayısının fazla olmasından ($DF=370$) kaynaklanmaktadır. Ancak belirtme katsayısı R^2 en yüksek üçüncü derece denklemde elde edilmiş ve %26.41 bulunmuştur. P değerlerinin önemli çıkması olumlu, ancak belirtme katsayılarının düşük olması olumsuz bir durumdur. Belirtme katsayısının düşük çıkması tahmin denkleminin kullanılamayacağı, yani motor devrine bakarak kuyruk mili gücünün tahmin edilemeyeceği anlamına gelmektedir. $R^2 = 21.06$ değeri ile kuyruk mili gücü değişkenindeki toplam varyasyonun %21.06’sı açıklanabilirken, %78.94’ü açıklanamaz demektir. P değerine bakıldığında motor devri ile kuyruk mili

gücü arasındaki ilişki önemli, ancak belirtme katsayısına bakıldığında ise motor devrinden yararlanarak kuyruk mili gücünü tahmin etme oranı düşüktür. Motor devri yardımıyla kuyruk mili gücünün elde edilme hipotezi yetersizdir.

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi motor devri ile kuyruk mili gücü arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Motor devri arttıkça kuyruk mili gücü azalmıştır. Tez çalışmasında tüm traktörlerin kuyruk mili devri 1000 d/d olduğundan grafikte de görüldüğü gibi kuyruk mili gücünün 1000 d/d'nin elde edildiği devirden sonra azalması beklenen bir durumdur. Kitaplar ve deney raporları incelendiğinde; kuyruk mili gücünün standart kuyruk mili devrine yada nominal motor devrine kadar arttığı, standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinde yada nominal motor devrinin elde edildiği noktada azalmaya başladığı görülmektedir.

Çizelge 4.4 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Kuyruk mili gücü (kW) versus motor devri (d/d)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	21.06	9.12	0.001	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 650,1 - 0,2588 Motor Devri (d/d)
İkinci Derece	22.14	9.07	0.025	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 2484 - 2,110 Motor Devri (d/d) + 0,000466 Motor Devri (d/d) ²
Üçüncü Derece	26.41	8.44	0.001	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 64073 - 95,51 Motor Devri (d/d) + 0,04759 Motor Devri (d/d) ² - 0,000008 Motor Devri (d/d) ³



Şekil 4.4 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

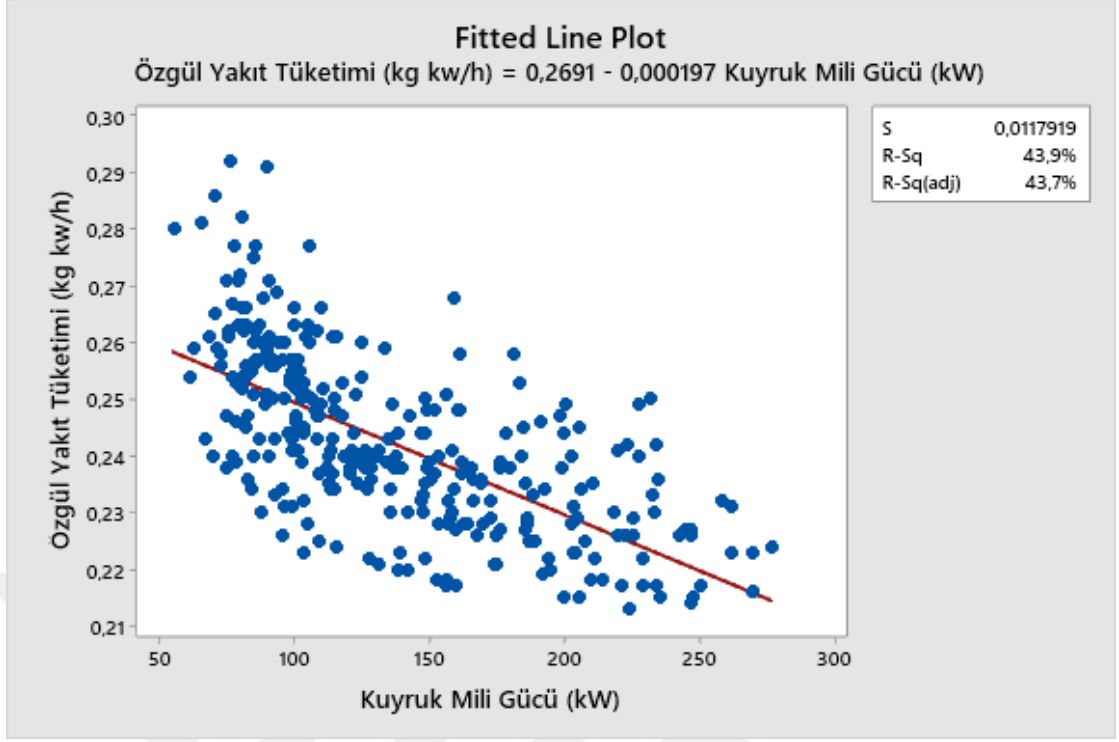
4.5 2 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.5’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.5’de verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde P değerleri birinci ve ikinci derece tahmin denklemlerinde en düşük ve $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Oluşturulan tahmin denklemi kullanılarak tahmin edilen özgül yakıt tüketiminin doğruluk derecesi yani R^2 birinci derece denklemde $R^2 = \%43.86$, ikinci derece denklemde $R^2 = \%46.89$ ve üçüncü derece denklemde ise en yüksek $R^2 = \%47.22$ bulunmuştur. Belirtme katsayıları önceki verilere göre yüksek olup, modelin temsil değeri $\%47.22$ ’dir. Yani, bağımlı değişken olan özgül yakıt tüketimi varyasyonunun $\%47.22$ ’si kadarının çalışılan bağımsız değişken olan kuyruk mili gücü ile açıklandığını gösterir. Modelin temsil yeteneğini gösteren bir diğer değer olan lack of fit değeri $F = 5.49$ olarak en düşük üçüncü derece denklemde elde edilmiştir.

Şekil 4.5’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Şekilde görülmesi de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır. Deneysel raporlarında özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada ulaşıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.5 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	43.86	5.82	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,2691 - 0,000197 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	46.89	5.51	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,2900 - 0,000506 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000001 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	47.22	5.49	0.133	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3093 - 0,000931 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000004 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² - 0,000000 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



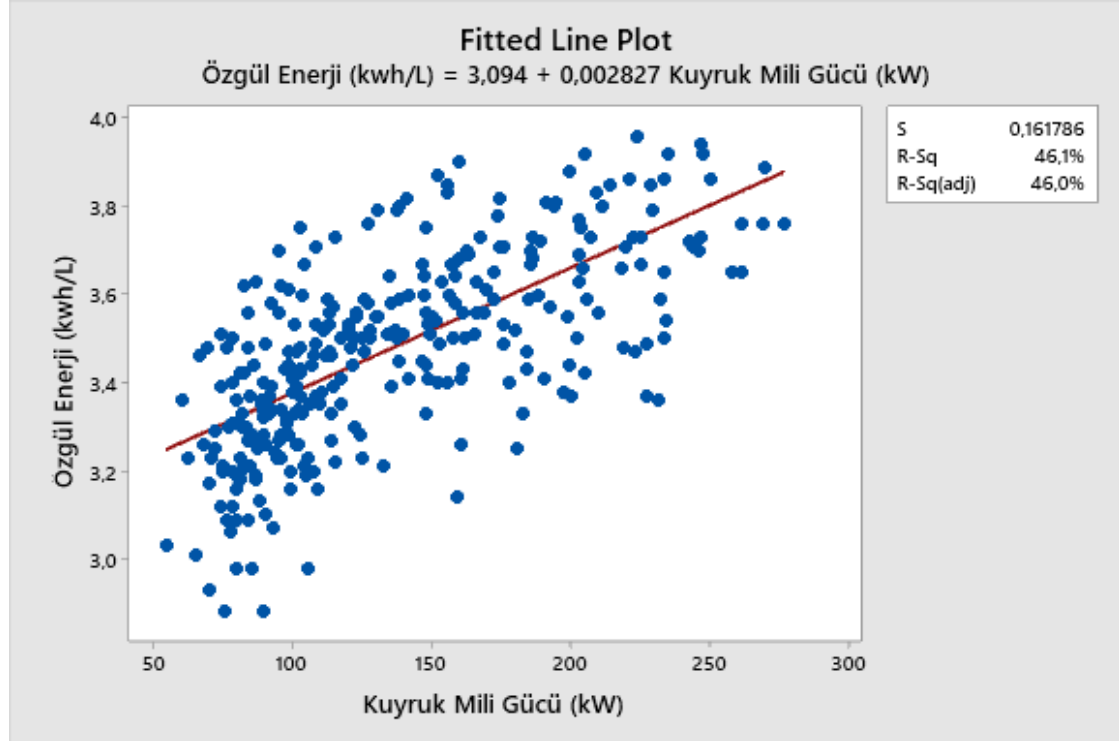
Şekil 4.5 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.6 2 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.6'da, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde en düşük P değerleri birinci ve ikinci derece denklemlerde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. En yüksek R^2 değeri ise üçüncü derece denklemde ve en düşük F değeri ise ikinci ve üçüncü derece denklemlerde elde edilmiştir. En yüksek R^2 değeri 48.21'dir. Bağımlı değişken olan özgül enerjinin %48.21'i kadarının bağımsız değişken olan kuyruk mili gücü ile açıklandığını göstermektedir. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır. Deney raporları incelendiğinde kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerjinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.6 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül enerji (kWh/l) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	46.11	6.50	0.001	Özgül Enerji (kWh/l) = 3,094 + 0,002827 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	48.03	6.00	0.001	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,861 + 0,006266 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000011 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	48.21	6.00	0.265	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,662 + 0,01065 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000040 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² + 0,000000 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



Şekil 4.6 2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği

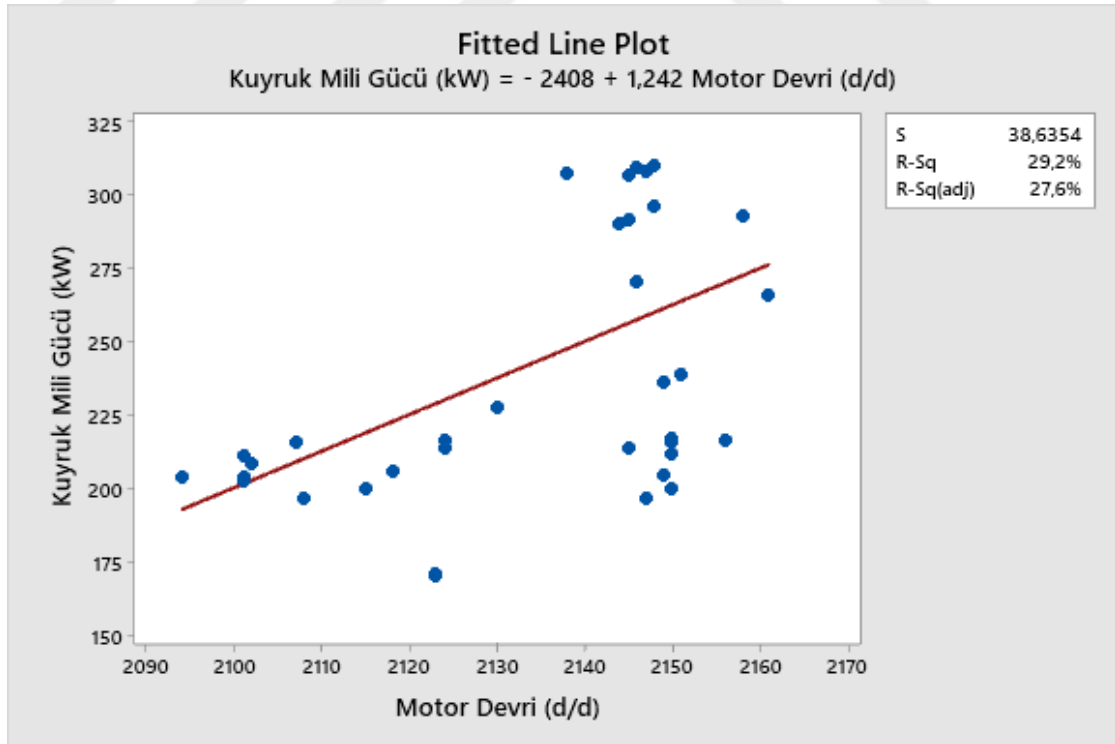
4.7 4 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.7'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Seçim yaparken en yüksek R^2 , en düşük F ve en düşük P değerleri esas alınır. Burada elde edilen R^2 ve F değerleri arasındaki farkın az olması, en düşük P değerinin de birinci derece denklemde bulunmasından dolayı birinci derece denklemi tahmin denklemi olarak seçilebilir. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi motor devri arttıkça kuyruk mili gücü artmıştır.

Kitaplar ve deney raporları incelendiğinde; kuyruk mili gücü, standart kuyruk mili devrine yada nominal motor devrine kadar artmakta, standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinde yada nominal motor devrinin elde edildiği noktada azalmaya başlamaktadır. 2 WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin analizinde motor devri arttıkça kuyruk mili gücünün azaldığı bulunmuştur. Oysa, 4 WD traktörler için yapılan aynı analizde motor devri arttıkça kuyruk mili gücünün arttığı bulunmuştur. Bunun nedeni; analizi yapılan traktörlere ait sıkıştırma oranı, ağırlık, vites kutusu, yakıt donanımı ve hareket iletim sistemi farklılıklarından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.7 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Kuyruk mili gücü (kW) versus motor devri (d/d)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	29.17	4.39	0.001	Kuyruk Mili Gücü (kW) = - 2408 + 1,242 Motor Devri (d/d)
İkinci Derece	29.27	4.62	0.810	Kuyruk Mili Gücü (kW) = - 23230 + 20,82 Motor Devri (d/d) - 0,00460 Motor Devri (d/d)^2
Üçüncü Derece	35.90	4.29	0.043	Kuyruk Mili Gücü (kW) = 18169928-25629 Motor Devri (d/d) + 12,05 Motor Devri (d/d)*Motor Devri (d/d) - 0,001888 Motor Devri (d/d)*Motor Devri (d/d)*Motor Devri (d/d)



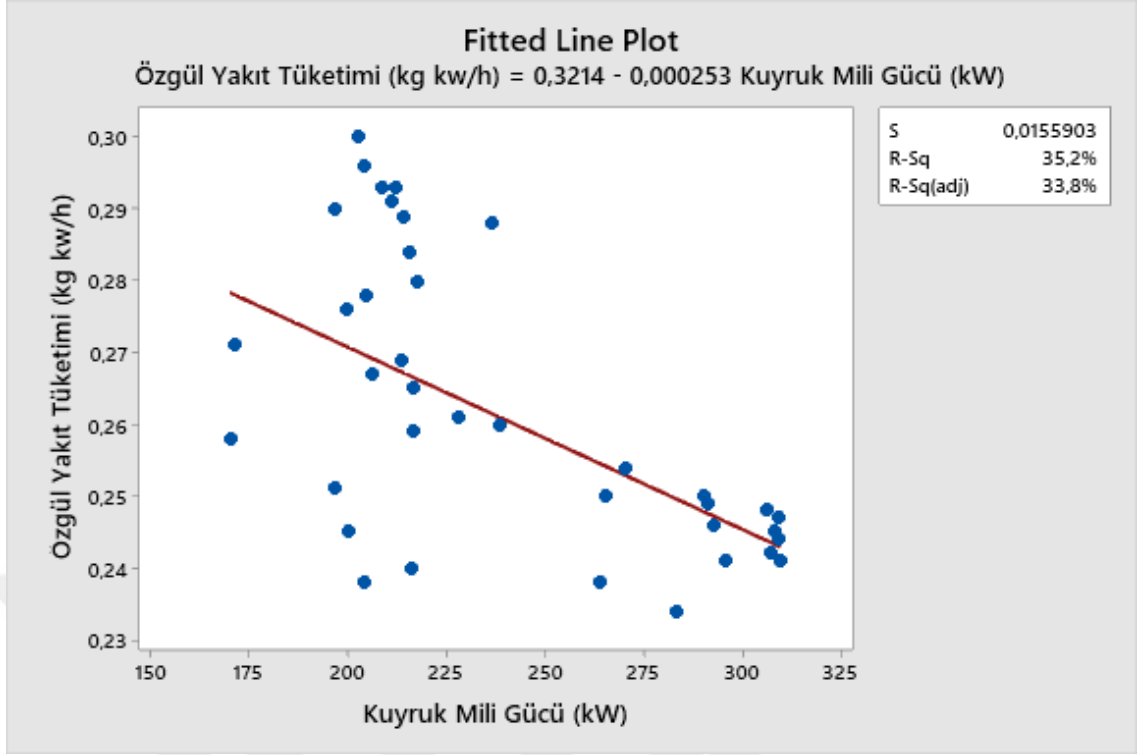
Şekil 4.7 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.8 4 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85'inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.8'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde en yüksek R² değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, P<0.001 ile anlamlıdır. Şekil 4.8'de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır. Deney raporlarında özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada ulaşıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.8 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	35.19	24.97	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3214 - 0,000253 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	36.07	12.69	0.436	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,2448 + 0,000377 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000001 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	39.45	9.56	0.124	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = - 0,5258 + 0,01026 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000043 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² + 0,000000 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



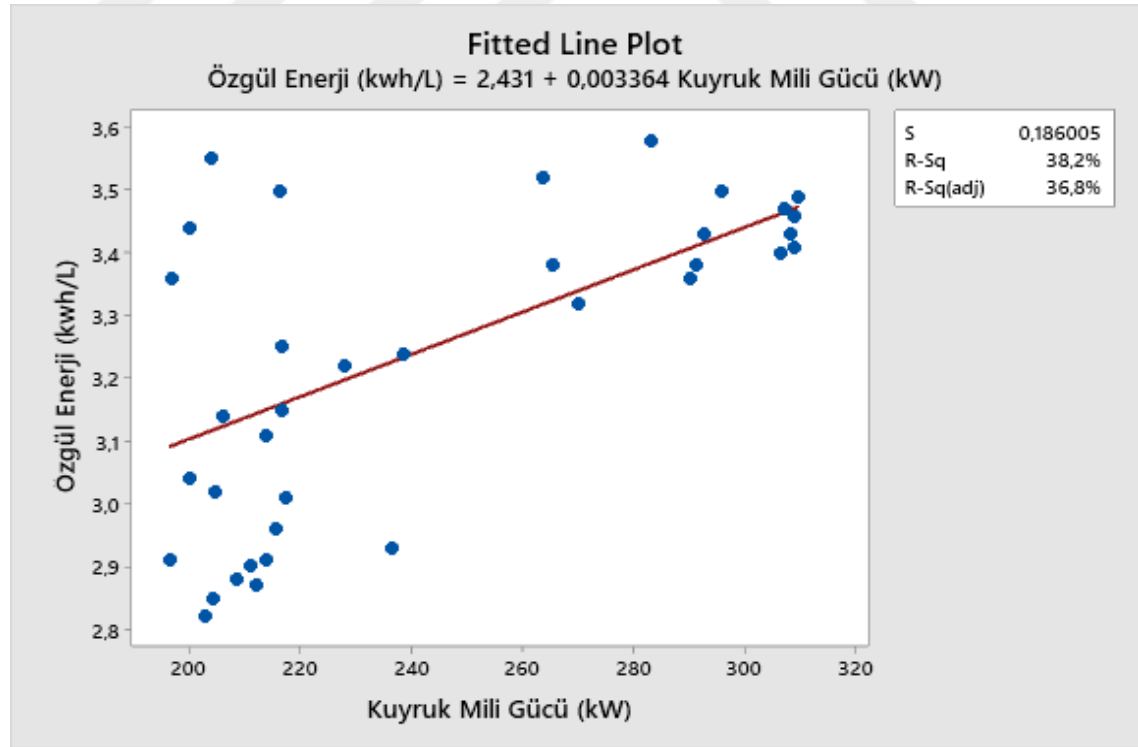
Şekil 4.8 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85’inde kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.9 4 WD Traktörler İçin Nominal Motor Devrinde Elde Edilen Maksimum Motor Gücündeki Torkun %85’inde Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.9’da, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.9’da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde en yüksek R² değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, P<0.001 ile anlamlıdır. Şekil 4.9’da görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır. Deney raporlarında kuyruk mili gücü değeri arttıkça özgül enerji değerinin de arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.9 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül enerji (kWh/l) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	38.17	27.16	0.001	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,431 + 0,003364 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	38.17	13.27	0.950	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,323 + 0,00423 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000002 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	40.45	9.51	0.212	Özgül Enerji (kWh/l) = 19,95 - 0,2088 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000846 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² - 0,000001 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



Şekil 4.9 4 WD traktörler için nominal motor devrindeki torkun %85'inde kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği

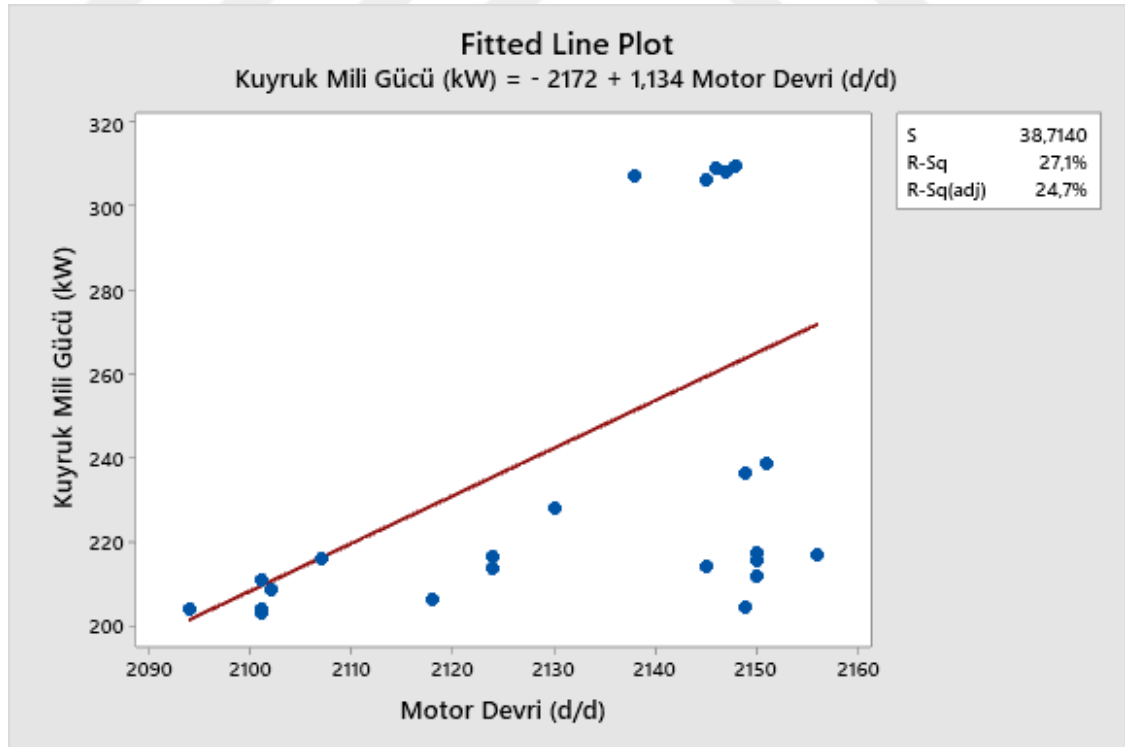
4.10 4 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Motor Devri İle Kuyruk Mili Gücü Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.10'da, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde en yüksek R^2 , en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri birinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri tüm denklemlerde $P>0.001$ 'dir. Birinci derece denklemi ile ikinci derece denkleminin R^2 ve F değerlerindeki farkın az olması, en düşük P değerinin de birinci derece denklemde bulunmasından dolayı birinci derece denkleminin tahmin denklemi olarak seçilmesi uygundur. Şekil 4.10'da görüldüğü gibi motor devri arttıkça kuyruk mili gücü artmıştır. Kitaplarda ve deney raporlarında kuyruk mili gücünün standart kuyruk mili devrine yada nominal motor devrine kadar arttığı, standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinde yada nominal motor devrinin elde edildiği noktada gücün azalmaya başladığı görülmektedir.

2 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin analizinde motor devri arttıkça kuyruk mili gücünün azaldığı bulunmuştur. Oysa, 4 WD traktörler için yapılan aynı analizde motor devri arttıkça kuyruk mili gücünün arttığı bulunmuştur. Bunun nedeni; analizi yapılan traktörlere ait sıkıştırma oranı, ağırlık, vites kutusu, yakıt donanımı ve hareket iletim sistemi farklılıklarından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.10 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Kuyruk Mili Gücü (kW) versus Motor Devri (d/d)				
Denklemin tipi	Belirtme Katsayısı (R ²) (%)	Lack of Fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	27.14	9.42	0.002	Kuyruk Mili Gücü (kW) = - 2172 + 1,134 Motor Devri (d/d)
İkinci Derece	29.94	9.71	0.290	Kuyruk Mili Gücü (kW) = - 128924 + 120 Motor Devri (d/d) - 0,0281 Motor Devri (d/d)^2
Üçüncü Derece	46.97	7.63	0.006	Kuyruk Mili Gücü (kW)=40773862- 57636 Motor Devri (d/d)+ 27,16 Motor Devri (d/d)*Motor Devri (d/d)- 0,00426 Motor Devri (d/d)*Motor Devri (d/d)*Motor Devri (d/d)



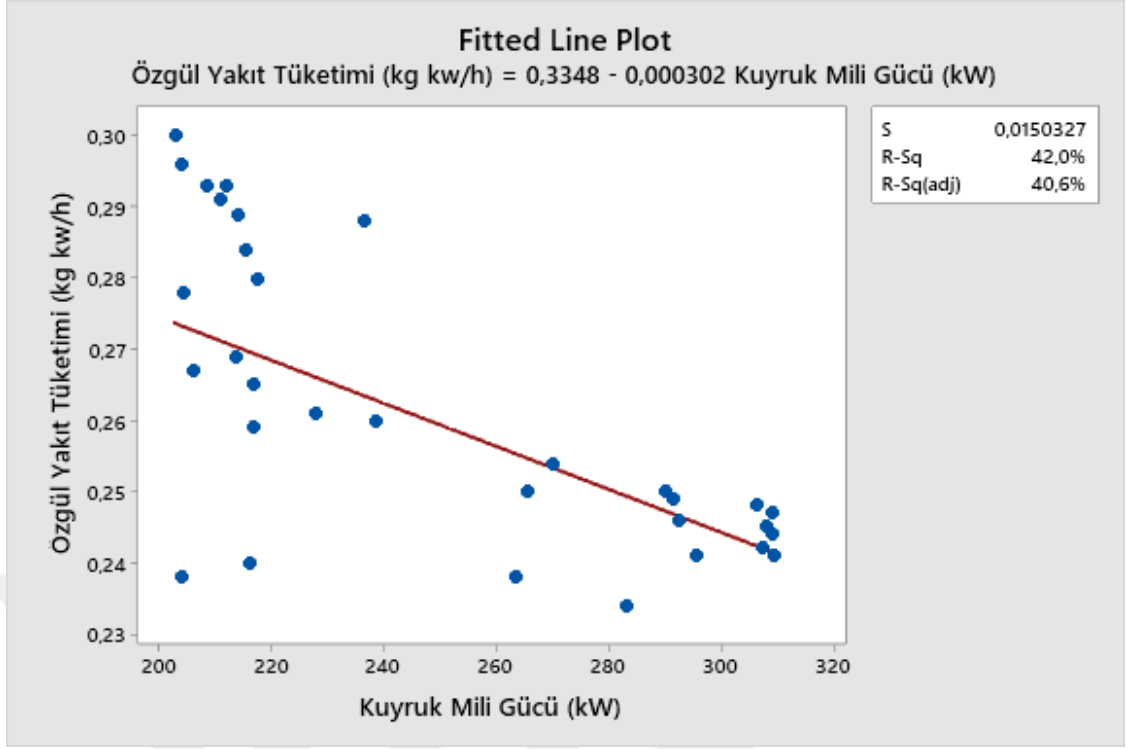
Şekil 4.10 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.11 4 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.11’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.11’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Kitaplarda ve deney raporları incelendiğinde; kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir. Özgül yakıt tüketimi en düşük değerini maksimum gücün elde edildiği noktada almaktadır. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır.

Çizelge 4.11 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme Katsayısı (R^2) (%)	Lack of Fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	42.02	28.99	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3348 - 0,000302 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	42.95	14.68	0.430	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,4597 - 0,001299 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000002 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	43.41	9.72	0.583	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = - 0,344 + 0,00828 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000036 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² + 0,000000 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



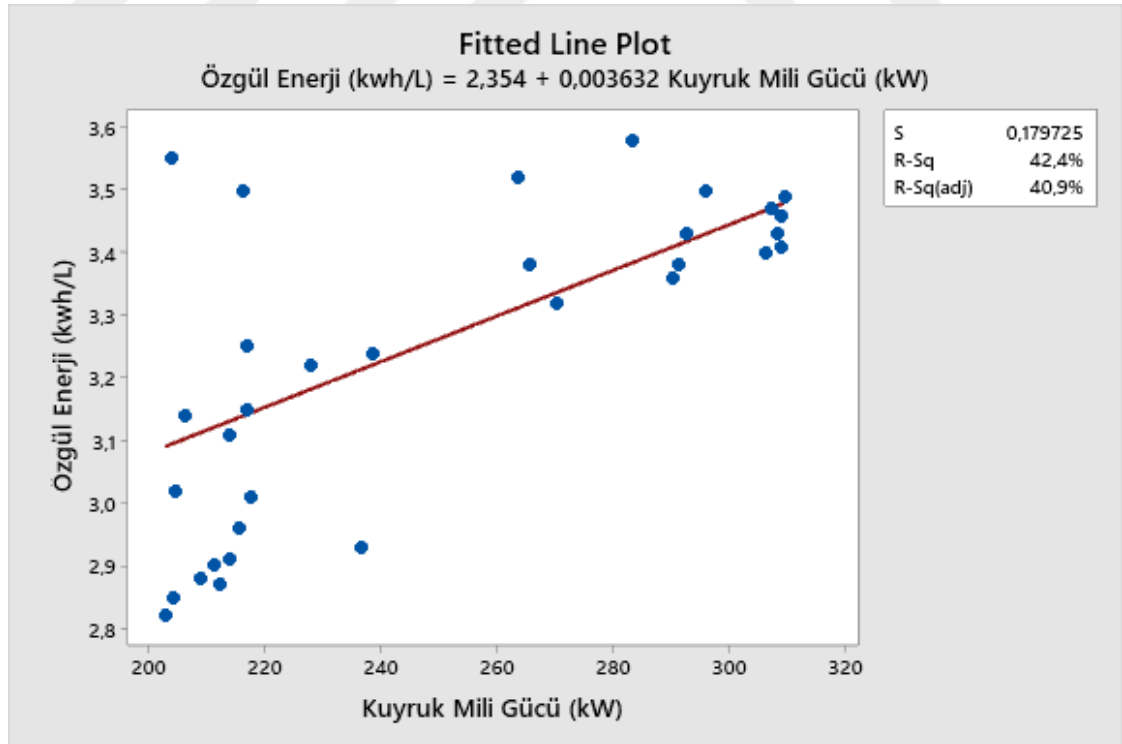
Şekil 4.11 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.12 4 WD Traktörler İçin Standart Kuyruk Mili Hızında Kuyruk Mili Gücü İle Özgül Enerji Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.12’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.12’de verilmiştir. Çizelge 4.12 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.12’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır. Deney raporlarında kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerjinin de arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.12 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül enerji (kWh/l) versus kuyruk mili gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	42.39	29.43	0.001	Özgül Enerji (kWh/l) = 2,354 + 0,003632 Kuyruk Mili Gücü (kW)
İkinci Derece	42.91	14.66	0.553	Özgül Enerji (kWh/l) = 1,231 + 0,01260 Kuyruk Mili Gücü (kW) - 0,000017 Kuyruk Mili Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	43.86	9.90	0.428	Özgül Enerji (kWh/l) = 15,14 - 0,1532 Kuyruk Mili Gücü (kW) + 0,000633 Kuyruk Mili Gücü (kW) ² - 0,000001 Kuyruk Mili Gücü (kW) ³



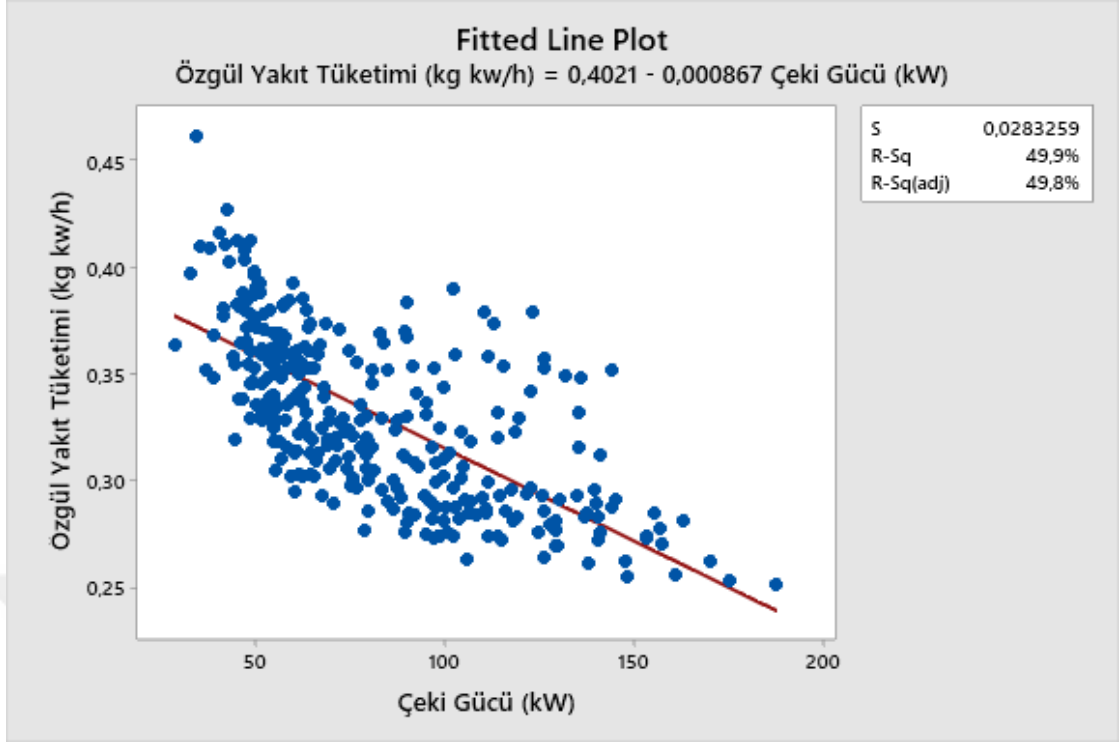
Şekil 4.12 4 WD traktörler için standart kuyruk mili hızında kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.13 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.13'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.13'de verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. Tüm denklemlerdeki P değerleri $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. En yüksek R^2 değeri %54.91'dir. Buna göre, bağımlı değişken olan özgül yakıt tüketiminin %54.91'i kadarının bağımsız değişken olan çeki gücü ile açıklanmıştır. Belirtme katsayısı R^2 , F değerlerinin tüm denklem tiplerinde birbirine yakın olması, P değerlerindeki aynı olmasından dolayı tahmin denklemi olarak birinci derece denkleminin seçilmesi uygun olmaktadır. Şekil 4.13'de görüldüğü gibi çeki gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde çeki gücü arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.13 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus çeki gücü (kW)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	49.90	4.81	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,4021 - 0,000867 Çeki Gücü (kW)
İkinci Derece	53.02	4.51	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,4494 - 0,002030 Çeki Gücü (kW) + 0,000006 Çeki Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	54.91	4.33	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,5399 - 0,005318 Çeki Gücü (kW) + 0,000042 Çeki Gücü (kW) ² - 0,000000 Çeki Gücü (kW) ³



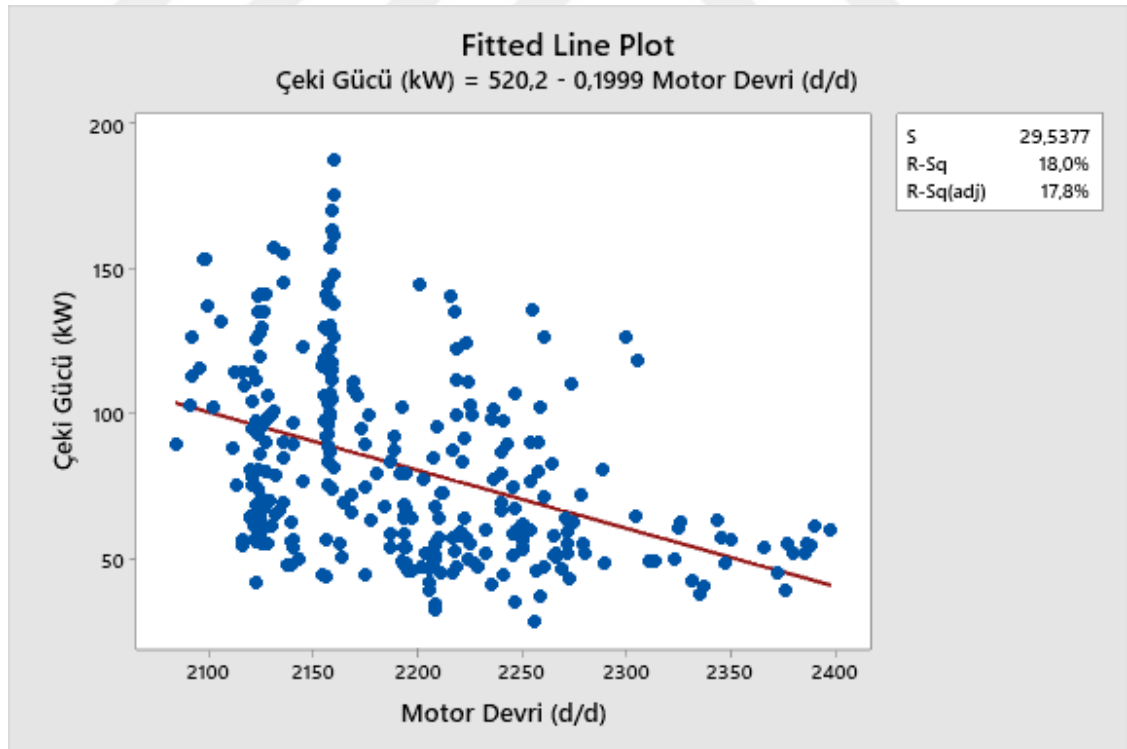
Şekil 4.13 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.14 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75’inde Motor Devri İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.14’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.14’de verilmiştir. Çizelge 4.14 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri birinci ve ikinci derece denklemlerde elde edilmiştir. Tüm denklemlerde R^2 ve F değerleri birbirine yakın bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.14’de görüldüğü motor devri arttıkça çeki gücü azalmıştır. Deney raporlarında motor devri arttıkça çeki gücünün azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.14 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Çeki gücü (kW) versus motor devri (d/d)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	17.99	2.21	0.001	Çeki Gücü (kW) = 520,2 - 0,1999 Motor Devri (d/d)
İkinci Derece	18.34	2.21	0.212	Çeki Gücü (kW) = 2189 - 1,703 Motor Devri (d/d) + 0,000338 Motor Devri (d/d) ²
Üçüncü Derece	18.43	2.22	0.522	Çeki Gücü (kW) = - 23272 + 32,50 Motor Devri (d/d) - 0,01496 Motor Devri (d/d) ² + 0,000002 Motor Devri (d/d) ³



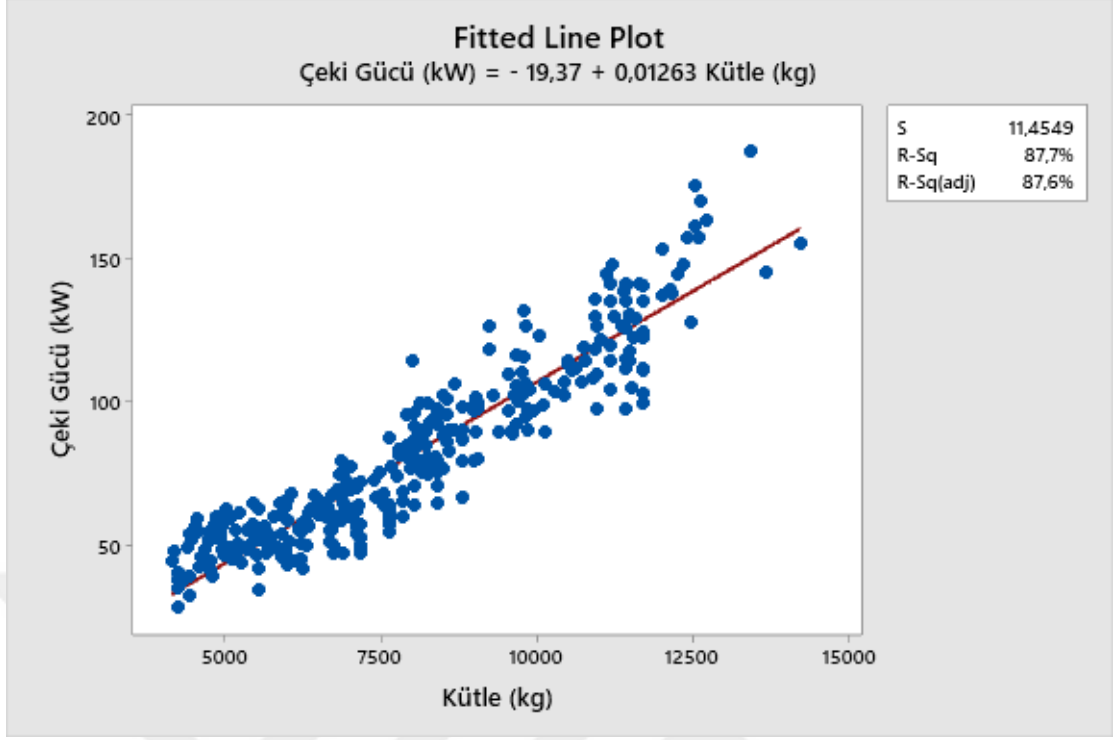
Şekil 4.14 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.15 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Traktör Kütlesi İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.15'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.15'de verilmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. P değeri birinci, ikinci ve üçüncü derece denklemlerde $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. $R^2 = 89.25$ değeri ile en yüksektir. En yüksek belirtme katsayısına bakıldığında çeki gücündeki değişimin %89.25'i traktör kütlesi tarafından açıklanabilirken, %10.75'i açıklanamamaktadır. Bu sonuçlara göre traktör kütlesi ile çeki gücü arasında kuvvetli bir ilişkiden söz edilebilir. Şekil 4.15'de görüldüğü gibi traktör kütlesi arttıkça çeki gücü artmıştır.

Çizelge 4.15 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Çeki Gücü (kW) versus Kütle (kg)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R^2) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	87.67	2.76	0.001	Çeki Gücü (kW) = - 19,37 + 0,01263 Kütle (kg)
İkinci Derece	88.93	2.43	0.001	Çeki Gücü (kW) = 21,60 + 0,002097 Kütle (kg) + 0,000001 Kütle (kg) ²
Üçüncü Derece	89.25	2.35	0.001	Çeki Gücü (kW) = 85,58 - 0,02290 Kütle (kg) + 0,000004 Kütle (kg) ² - 0,000000 Kütle (kg) ³



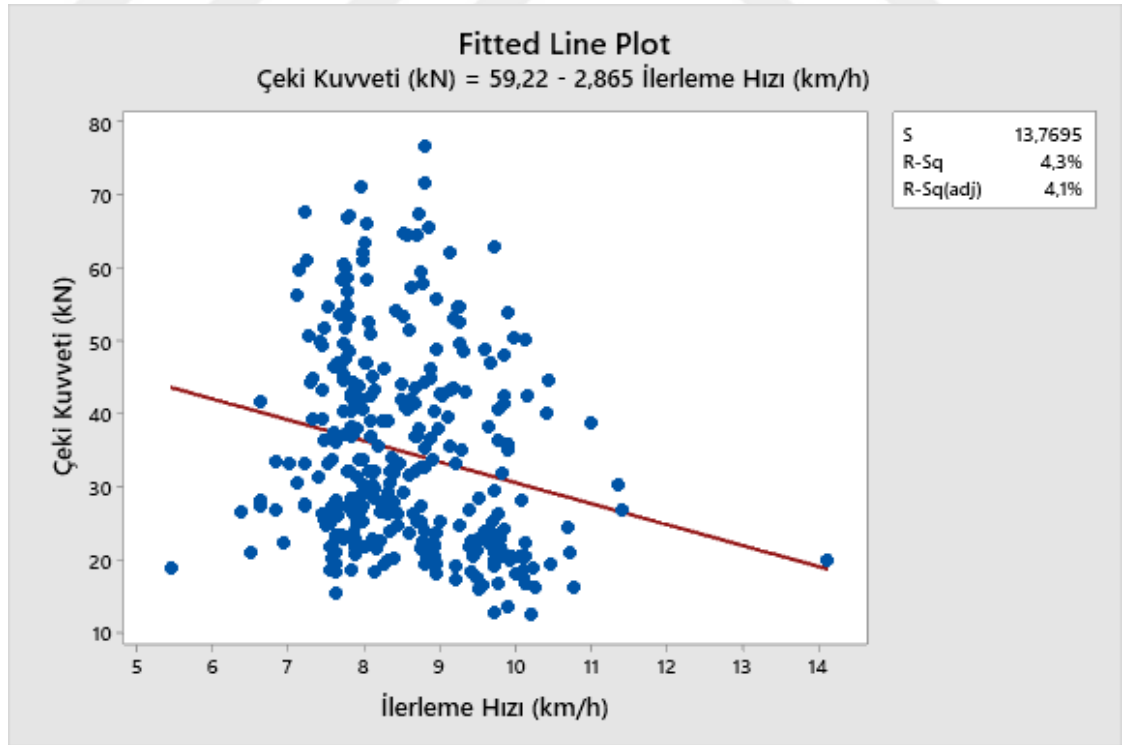
Şekil 4.15 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.16 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75’inde İlerleme Hızı İle Çeki Kuvveti Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.16’da, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.16’da verilmiştir. Çizelge 4.16 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş ve $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.16’da görüldüğü ilerleme hızı arttıkça çeki kuvveti azalmıştır. Deney raporlarında ilerleme hızı arttıkça çeki kuvvetinin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.16 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Çeki kuvveti (kN) versus ilerleme hızı (km/h)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	4.32	2.21	0.001	Çeki Kuvveti (kN) = 59,22 - 2,865 İlerleme Hızı (km/h)
İkinci Derece	5.45	2.19	0.005	Çeki Kuvveti (kN) = - 2,75 + 11,31 İlerleme Hızı (km/h) - 0,7984 İlerleme Hızı (km/h) ²
Üçüncü Derece	7.44	2.12	0.079	Çeki Kuvveti (kN) = - 572,9 + 202,6 İlerleme Hızı (km/h) - 21,89 İlerleme Hızı (km/h) ² + 0,7638 İlerleme Hızı (km/h) ³



Şekil 4.16 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.17 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Kuvveti İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

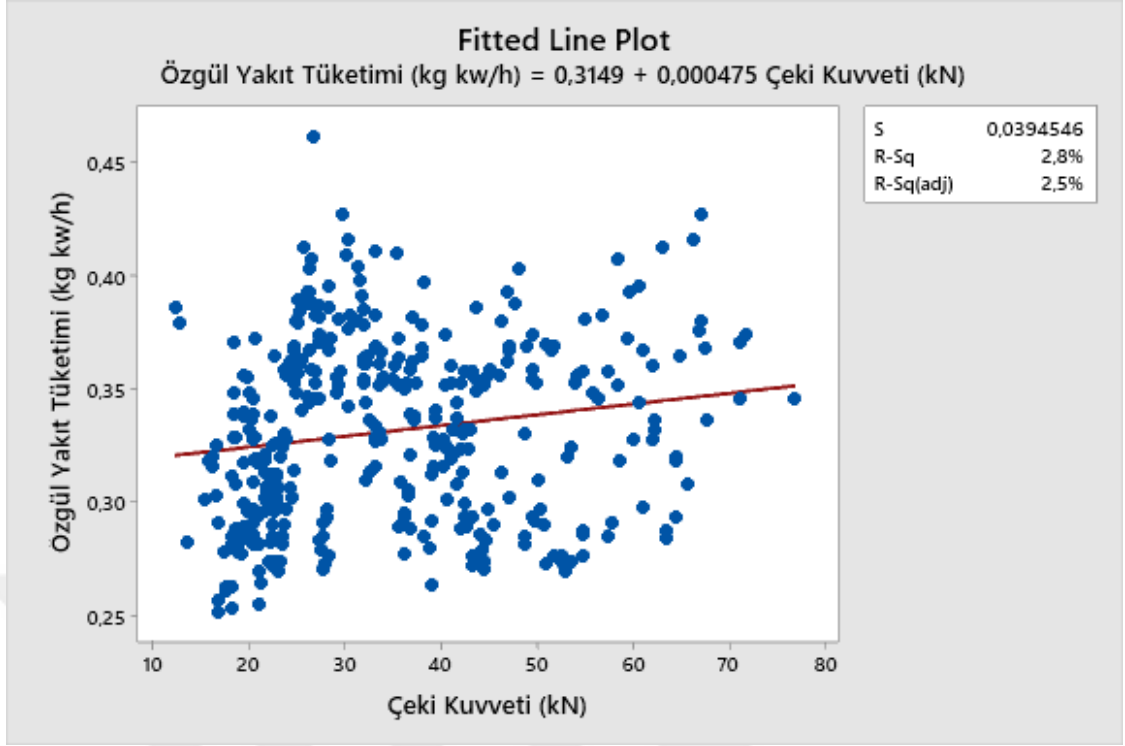
İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.17'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.17'de verilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde; en yüksek $R^2=10.75$ ve en düşük $F=2.44$ değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri birinci ve üçüncü derece denklemde elde edilmiş, $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Belirtme katsayılarının düşük çıkması olumsuz bir durumdur. P değerlerinin düşük çıkması örnek sayısının fazla olmasından dolayıdır. Modelin temsil değeri olan en yüksek $R^2=10.75$ ve diğer temsil değeri en düşük $F=2.44$ üçüncü derece denklemde bulunmuştur. Özgül yakıt tüketimi ile çeki kuvveti arasında ilişki önemlidir. Ancak en yüksek belirtme katsayısına bakıldığında; özgül yakıt tüketimindeki değişimin %10.75'i çeki kuvveti tarafından açıklanabilirken, %89.25'i açıklanamaz demektir. Çeki kuvvetine bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin tahmin edilmesi hipotezi yetersizdir. Şekil 4.17'de çeki kuvveti arttıkça özgül yakıt tüketiminin arttığı görülmektedir. Oysa deney raporları incelendiğinde çeki kuvveti arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir. Analizin farklı sonuç vermesinin nedeni; 4 WD traktörler nominal motor devrine 7.5 km/h hızda ulaşılabilirken, 2 WD traktörler nominal motor devrine 7.5 km/h hızın üzerindeki hızlarda (9-10 km/h) ulaşabilmektedir. 2 WD traktörler için nominal motor devrinin elde edildiği çeki kuvvetinin %75'i için analizde dağılımın 7.5 km/h hızda değil, daha yüksek hızlarda gerçekleşmesinden dolayı çeki kuvveti artarken özgül yakıt tüketimi de artıyormuş gibi gözükmektedir. Ayrıca, 2 WD traktörlerin zemine tutunma yeteneğinin 4 WD traktörlere kıyasla daha az olmasından dolayı özgül yakıt tüketimi artmış olabilir.

Küçüksarıyıldız (2006) "Traktörlerde Çeki Performansı Üzerine Bazı Faktörlerin Etkisi" isimli yüksek lisans tez çalışmasında 2 WD bir traktörde çeki kuvvetinin artmasıyla, özgül yakıt tüketiminin azaldığını bulmuştur. Çeki kuvveti artışının efektif

motor gücünü artırmasından dolayı özgül yakıt tüketiminin azaldığını ve çeki kuvvetinin özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.17 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus çeki kuvveti (kN)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	2.79	2.50	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3149+0,000475 Çeki Kuvveti (kN)
İkinci Derece	3.77	2.65	0.054	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,2892 + 0,001978 Çeki Kuvveti (kN) - 0,000019 Çeki Kuvveti (kN) ²
Üçüncü Derece	10.75	2.44	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,1117 + 0,01752 Çeki Kuvveti (kN) - 0,000426 Çeki Kuvveti (kN) ² + 0,000003 Çeki Kuvveti (kN) ³



Şekil 4.17 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

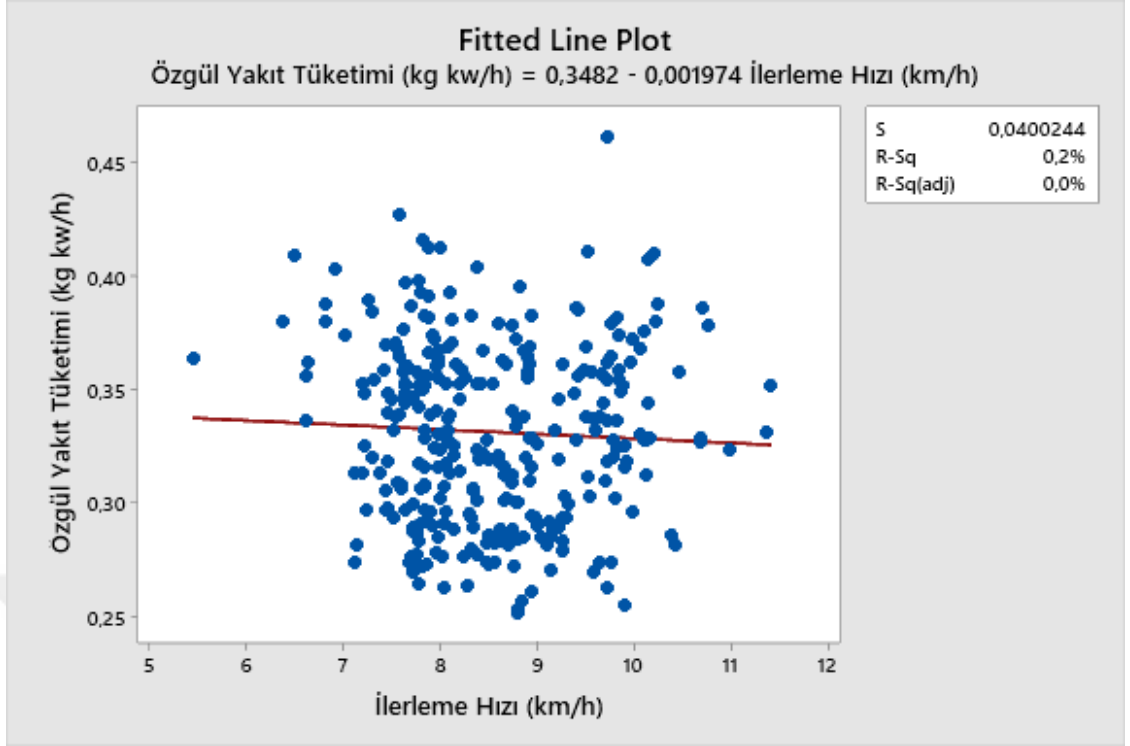
4.18 2 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75’inde İlerleme Hızı İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.18’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.18’de verilmiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. En düşük P değeri ise ikinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Belirtme katsayılarının düşük çıkması olumsuz bir durumdur. P değerinin düşük çıkması örnek sayısının fazla olmasından dolayıdır. En yüksek $R^2 = \%6.02$ olan belirtme katsayısına bakıldığında özgül yakıt tüketimindeki değişimin $\%6.02$ ’si ilerleme hızı tarafından açıklanabilirken, $\%93.98$ ’i açıklanamaz demektir. İlerleme hızına bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin tahmin edilmesi hipotezi yetersizdir. Ancak analiz sonucu ile deney sonuçları aynı

bulunmuştur. Şekil 4.18’de görüldüğü gibi ilerleme hızı arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde ilerleme hızı arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.18 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus ilerleme hızı (km/h)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	0.23	2.20	0.355	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3482 - 0,001974 İlerleme Hızı (km/h)
İkinci Derece	6.01	2.12	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,9380 - 0,1399 İlerleme Hızı (km/h) + 0,007957 İlerleme Hızı (km/h) ²
Üçüncü Derece	6.02	2.05	0.861	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 1,040 - 0,1764 İlerleme Hızı (km/h) + 0,01226 İlerleme Hızı (km/h) ² - 0,000167 İlerleme Hızı (km/h) ³



Şekil 4.18 2 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

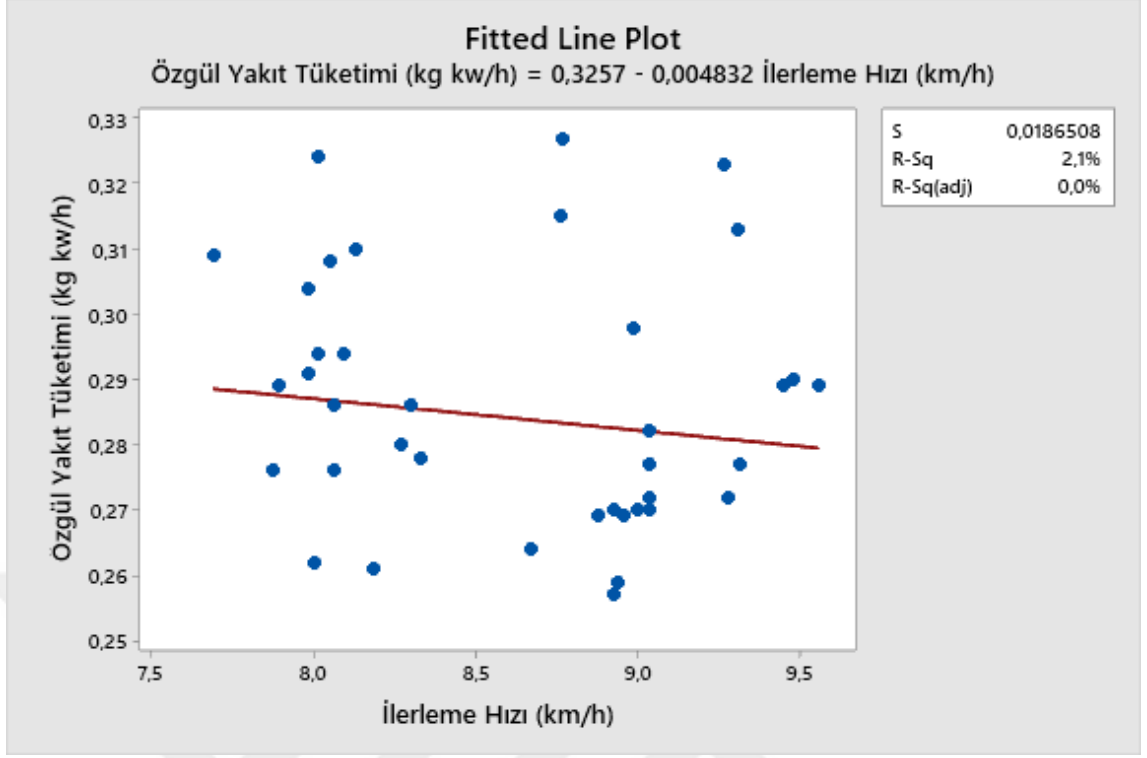
4.19 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde İlerleme Hızı İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.19'da, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.19'da verilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri üçüncü derece denklemde, en düşük F değeri ve en düşük P değeri ikinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri denklemlerin tümünde yüksek olup, $P > 0.001$ bulunmuştur. Belirtme katsayısı en yüksek $R^2 = \%13.33$ 'dür. Özgül yakıt tüketimindeki değişimin $\%13.33$ 'ü ilerleme hızı tarafından açıklanabilirken, $\%86.67$ 'si açıklanamaz demektir. İlerleme hızına bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin tahmin edilmesi hipotezi yetersizdir. Buna rağmen analiz sonucu ile deney sonuçları aynı bulunmuştur. Şekil 4.19'da görüldüğü gibi ilerleme hızı

arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde ilerleme hızı arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.19 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus ilerleme hızı (km/h)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	2.06	10.99	0.330	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3257 - 0,004832 İlerleme Hızı (km/h)
İkinci Derece	13.25	10.02	0.020	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 2,281 - 0,4584 İlerleme Hızı (km/h) + 0,02621 İlerleme Hızı (km/h) ²
Üçüncü Derece	13.33	10.38	0.850	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = - 0,26 + 0,419 İlerleme Hızı (km/h) - 0,0748 İlerleme Hızı (km/h) ² + 0,00387 İlerleme Hızı (km/h) ³



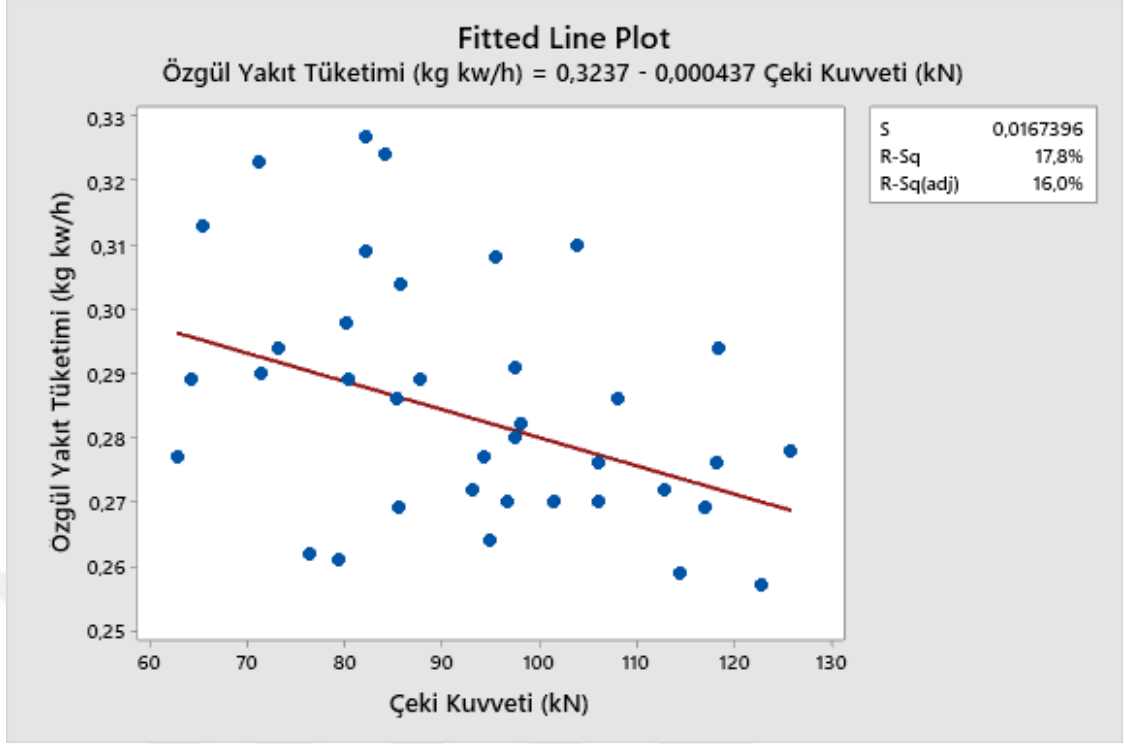
Şekil 4.19 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.20 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75’inde Çeki Kuvveti İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.20’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.20’de verilmiştir. Çizelge 4.20 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde $P > 0.001$ olarak bulunmuştur. Şekil 4.20’de görüldüğü gibi çeki kuvveti arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde çeki kuvveti arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.20 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus çeki kuvveti (kN)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	17.81	9.75	0.003	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3237 - 0,000437 Çeki Kuvveti (kN)
İkinci Derece	19.28	5.26	0.376	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,2632 + 0,000900 Çeki Kuvveti (kN) - 0,000007 Çeki Kuvveti (kN) ²
Üçüncü Derece	20.48	3.69	0.425	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = - 0,0257 + 0,01066 Çeki Kuvveti (kN) - 0,000114 Çeki Kuvveti (kN) ² + 0,000000 Çeki Kuvveti (kN) ³



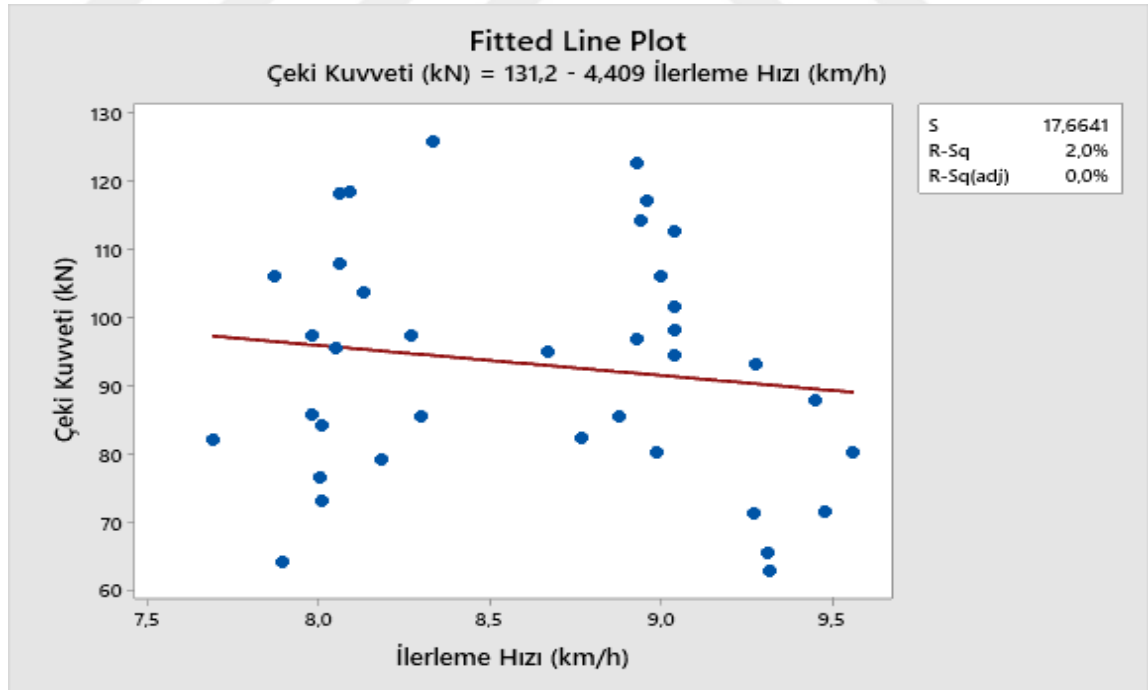
Şekil 4.20 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.21 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75’inde İlerleme Hızı İle Çeki Kuvveti Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.21’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.21’de verilmiştir. Çizelge 4.21 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri ise ikinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.21’de görüldüğü gibi ilerleme hızı arttıkça çeki kuvveti azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde ilerleme hızı arttıkça çeki kuvvetinin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.21 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Çeki kuvveti (kN) versus ilerleme hızı (km/h)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	1.96	0.90	0.348	Çeki Kuvveti (kN) = 131,2 - 4,409 İlerleme Hızı (km/h)
İkinci Derece	27.12	15.19	0.001	Çeki Kuvveti (kN) = - 2659 + 643,0 İlerleme Hızı (km/h) - 37,40 İlerleme Hızı (km/h) ²
Üçüncü Derece	27.68	0.34	0.566	Çeki Kuvveti (kN) = 4006 - 1664 İlerleme Hızı (km/h) + 228,2 İlerleme Hızı (km/h) ² - 10,17 İlerleme Hızı (km/h) ³



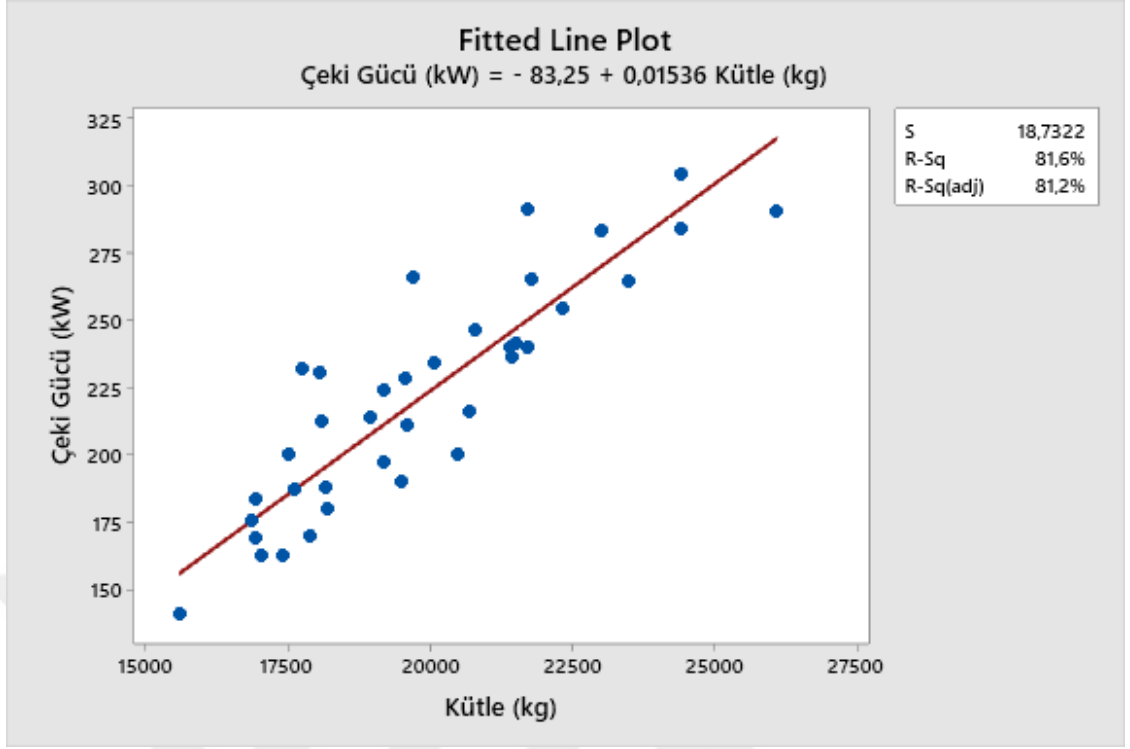
Şekil 4.21 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde ilerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.22 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Traktör Kütlesi İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.22'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.22'de verilmiştir. Çizelge 4.22 incelendiğinde en yüksek R² değeri üçüncü derece denklemde, en düşük F değeri ikinci derece denklemde ve en düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri P<0.001 ile anlamlı bulunmuştur. Belirtme katsayısı en yüksek R²=%82.27 bulunmuştur. En yüksek belirtme katsayısına bakıldığında çeki gücündeki değişimin %82.27'si traktör kütlesi tarafından açıklanabilirken, %17.73'ü açıklanamaz demektir. Bu sonuçlara göre traktör kütlesi ile çeki gücü arasında kuvvetli bir ilişkiden söz edilebilir. Şekil 4.22'de görüldüğü gibi traktör kütlesi arttıkça çeki gücü artmıştır.

Çizelge 4.22 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Çeki gücü (kW) versus kütle (kg)				
Denklem tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	81.56	4.73	0.001	Çeki Gücü (kW) = - 83,25 + 0,01536 Kütle (kg)
İkinci Derece	82.25	4.68	0.200	Çeki Gücü (kW) = - 309,7 + 0,03762 Kütle (kg) - 0,000001 Kütle (kg) ²
Üçüncü Derece	82.27	4.83	0.812	Çeki Gücü (kW) = - 20 - 0,0051 Kütle (kg) + 0,000002 Kütle (kg) ² - 0,000000 Kütle (kg) ³



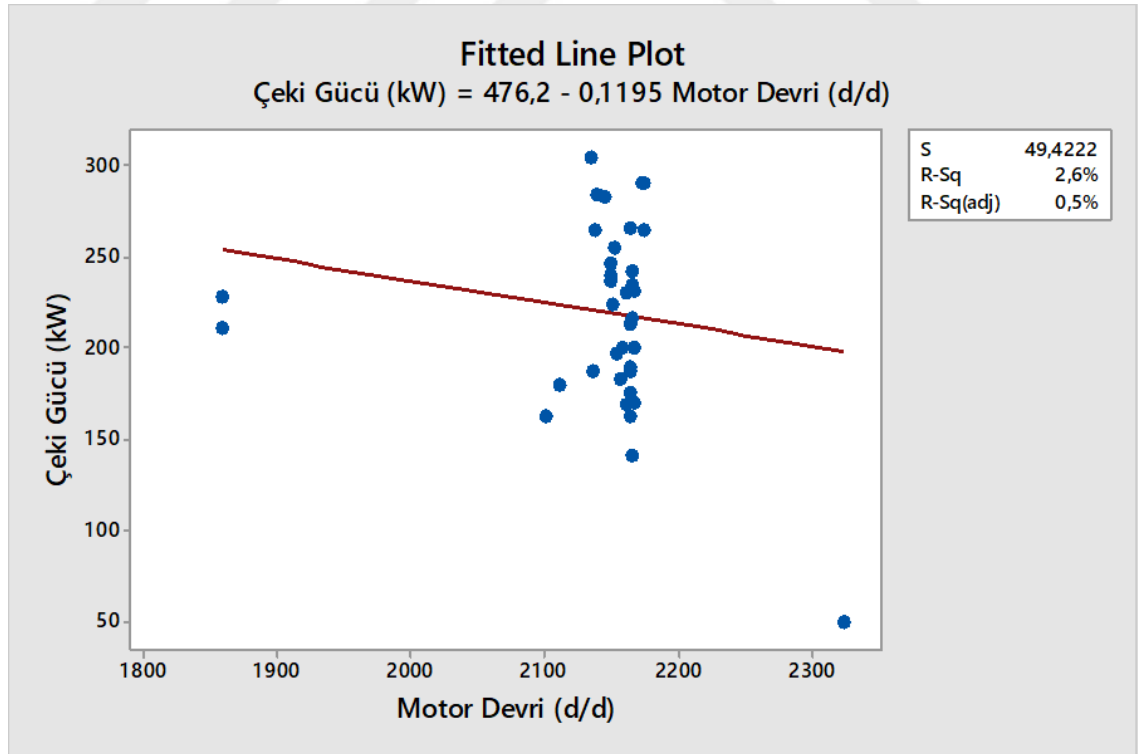
Şekil 4.22 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.23 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75’inde Motor Devri İle Çeki Gücü Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.23’de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.23’de verilmiştir. Çizelge 4.23 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri ve en düşük P değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. P değeri denklemlerin tümünde $P > 0.001$ olarak bulunmuştur. En düşük F değeri birinci derece denklemde elde edilmiştir. Şekil 4.23’de görüldüğü gibi motor devri arttıkça çeki gücü azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde motor devri arttıkça çeki gücünün azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.23 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Çeki gücü (kW) versus motor devri (d/d)				
Denklemin tipi	Belirtme katsayısı (R ²) (%)	Lack of fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) denklemi
Birinci Derece	2.68	1.24	0.272	Çeki Gücü (kW) = 476,2 - 0,1195 Motor Devri (d/d)
İkinci Derece	19.78	5.54	0.007	Çeki Gücü (kW) = - 7344 + 7,536 Motor Devri (d/d) - 0,001868 Motor Devri (d/d) ²
Üçüncü Derece	28.28	5.77	0.002	Çeki Gücü (kW) = 150617 - 219,5 Motor Devri (d/d) + 0,1065 Motor Devri (d/d) ² - 0,000017 Motor Devri (d/d) ³



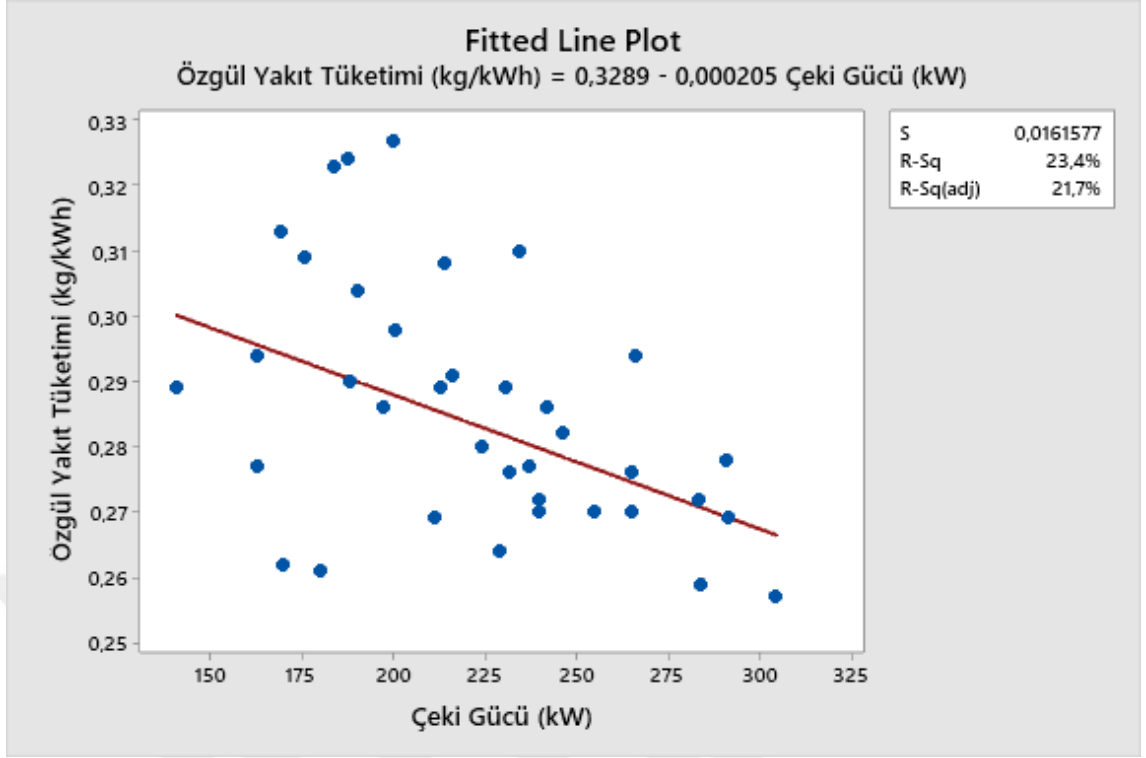
Şekil 4.23 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde motor devri ile çeki gücü arasındaki birinci derece denklem grafiği

4.24 4 WD Traktörler İçin Maksimum Güçte Nominal Motor Devrindeki Çeki Kuvvetinin %75'inde Çeki Gücü İle Özgül Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişki

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi sonuç değerleri Çizelge 4.24'de, birinci derece denklem grafiği ise Şekil 4.24'de verilmiştir. Çizelge 4.24 incelendiğinde en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri ise birinci ve ikinci derece denklemlerde elde edilmiş olup, $P=0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.24'de görüldüğü gibi çeki gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Deney raporları incelendiğinde çeki gücü arttıkça özgül yakıt tüketiminin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.24 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75'inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin regresyon analizi değerleri

Özgül yakıt tüketimi (kg/kWh) versus çeki gücü (kW)				
Denklem tipi	Belirtme Katsayısı (R^2) (%)	Lack of Fit (F)	P	Tahmin (Regresyon) Denklemi
Birinci Derece	23.43	13.77	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,3289 - 0,000205 Çeki Gücü (kW)
İkinci Derece	28.45	8.75	0.001	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = 0,2195 + 0,000792 Çeki Gücü (kW) - 0,000002 Çeki Gücü (kW) ²
Üçüncü Derece	29.53	3.00	0.002	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kWh) = - 0,0282 + 0,004247 Çeki Gücü (kW) - 0,000018 Çeki Gücü (kW) ² + 0,000000 Çeki Gücü (kW) ³



Şekil 4.24 4 WD traktörler için maksimum güçteki çeki kuvvetinin %75’inde çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki birinci derece denklem grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Tarım Traktörleri Resmi Testi OECD Standart Kod 2'ye göre deney sonuçlarının olumlu ya da olumsuz olmasıyla ilgili bir kriter bulunmamaktadır. OECD Standart Kod 2'ye göre deney raporlarında traktörlerin kuyruk mili ve çeki performansları belirtilmekte olup, herhangi bir kriter olmadığından performans değerlendirmesi yapılmamaktadır. Bu nedenle, kuyruk mili ve çeki performanslarına ilişkin istatistiksel analiz sonuçları objektif olarak değerlendirilmiş ve sonuçlarla ilgili herhangi bir yargıda bulunulmamıştır.

Çalışmada analizi yapılan tüm traktörler için traktör genel verimleri hesaplanmış ve traktör genel verimi (η) aritmetik ortalaması 29.04 olarak bulunmuştur. Traktör genel verimlerinin sunulduğu tablo (EK 1) incelendiğinde; traktör genel verimi ile özgül yakıt tüketimi arasında ters orantılı bir ilişki olduğu görülmektedir. Genel olarak, traktör genel verimi arttığında özgül yakıt tüketimi azalmaktadır. Traktör genel verimi ile özgül yakıt tüketimi arasında tespit edilen ters yönlü ilişki beklenen bir sonuçtur.

İki WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85'inde parametrelerin istatistiksel ve grafiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. Motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin birinci, ikinci ve üçüncü derece denklemlerin R^2 değerleri birbirlerine çok yakın, lack of fit F değerleri aynıdır. P değeri birinci, ikinci ve üçüncü derece denklemlerde $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Birinci derece denklemin regresyon değerlerini incelediğimizde belirtme katsayısı $R^2 = \%16.19$ değeri en düşük çıkmış, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. P'nin anlamlı olması örnek sayısının fazla olmasından ($DF=370$) kaynaklanmaktadır. Belirtme katsayısının düşük çıkması tahmin denkleminin kullanılmayacağı, yani motor devrine bakılarak kuyruk mili gücünün tahmin edilemeyeceği anlamına gelmektedir. $R^2 = \%16.19$ değeri ile kuyruk mili gücü değişkenindeki toplam varyasyonun $\%16.19$ 'u açıklanabilirken,

%83.81'i açıklanamaz demektir. Kuyruk mili gücü ile motor devri arasındaki ilişkide $R=0.4$ değeri bulunmuştur. İlişkinin güçlü olması için R değerinin 1'e yakın olması istenmektedir. İstatistiksel analiz sonucu motor devri yardımıyla kuyruk mili gücü değerinin elde edilme hipotezi yetersizdir.

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi motor devri arttıkça kuyruk mili gücü azalmıştır. Deney raporlarında ve kitaplarda kuyruk mili gücü standart kuyruk mili devrine kadar yada nominal motor devrine kadar artmakta, standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinden sonra yada nominal motor devrinin elde edildiği noktada azalmaya başlamaktadır. Tez çalışmasında değerlendirmeye alınan tüm traktörlerin kuyruk mili devri 1000 d/d olduğundan grafikte de görüldüğü gibi kuyruk mili gücünün 1000 d/d'nın elde edildiği devirden sonra azalması beklenen bir durumdur.

2. Kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en küçük R^2 ve P değeri birinci derece denklemde, en büyük R^2 değeri ve en küçük F değeri ise üçüncü derece tahmin denkleminde elde edilmiştir. Birinci derece denklemi $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Belirtme katsayısı R^2 ve F değerlerinin tüm denklem tiplerinde birbirine yakın olması ve P değerinin en düşük çıkması açısından tahmin denklemi olarak birinci derece denkleminin seçilmesi uygun olmaktadır. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Kuyruk mili gücünün dolayısıyla motor devrinin artması özgül yakıt tüketimini azaltmaktadır. Özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada ulaşılmaktadır. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır.

3. Kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiştir. Birinci derece denklemi $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Tüm denklemlerde R^2 ve F değerleri arasında farkın az olması ve en düşük P değeri birinci derece denklemde elde edilmesinden dolayı tahmin denklemi olarak birinci derece denklemi seçilmiştir. Şekil 4.3'de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır.

İki WD traktörler için standart kuyruk mili hızında parametrelerin istatistiksel ve grafiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. Motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin P değerleri birinci ve üçüncü derece denklemlerde $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. P'nin anlamlı olması örnek sayısının fazla olmasından ($DF=370$) kaynaklanmaktadır. Belirtme katsayısı R^2 en yüksek üçüncü derece denklemde elde edilmiş ve %26.41 bulunmuştur. Belirtme katsayısının düşük çıkması tahmin denkleminin kullanılamayacağı, yani motor devrine bakarak kuyruk mili gücünün tahmin edilemeyeceği anlamına gelmektedir. $R^2 = \%21.06$ değeri ile kuyruk mili gücü değişkenindeki toplam varyasyonun %21.06'sı açıklanabilirken, %78.94'ü açıklanamaz demektir. P değerine bakıldığında motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişki önemli, ancak belirtme katsayısına bakıldığında ise motor devrinden yararlanarak kuyruk mili gücünü tahmin etme oranı düşüktür. İstatistiksel analiz sonucu motor devri yardımıyla kuyruk mili gücünün elde edilme hipotezi yetersizdir.

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi motor devri arttıkça kuyruk mili gücü azalmıştır. Tez çalışmasında tüm traktörlerin kuyruk mili devri 1000 d/d olduğundan grafikte de görüldüğü gibi kuyruk mili gücünün 1000 d/d'nın elde edildiği devirden sonra azalması beklenen bir durumdur. Kuyruk mili gücü, standart kuyruk mili devrine yada nominal motor devrine kadar artmakta, standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinde yada nominal motor devrinin elde edildiği noktada azalmaya başlamaktadır.

2. Kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin P değerleri birinci ve ikinci derece tahmin denklemlerinde en düşük ve $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Oluşturulan tahmin denklemleri kullanılarak tahmin edilen özgül yakıt tüketiminin doğruluk derecesi yani R^2 birinci derece denklemde $R^2 = \%43.86$, ikinci derece denklemde $R^2 = \%46.89$ ve üçüncü derece denklemde ise en yüksek $R^2 = \%47.22$ bulunmuştur. Belirtme katsayıları önceki verilere göre yüksek olup, modelin temsil değeri %47.22'dir. Bağımlı değişken olan özgül yakıt tüketimi varyasyonunun %47.22'si kadarının bağımsız değişken olan kuyruk mili gücü ile açıklandığını gösterir. Modelin temsil yeteneğini gösteren diğer bir değer olan lack of fit $F=5.49$ olarak en

düşük üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. Şekil 4.5’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketiminin azalmıştır. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır. Özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada ulaşılmaktadır.

3. Kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin en düşük P değerleri birinci ve ikinci derece denklemlerde elde edilmiş, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. En yüksek R^2 değeri üçüncü derece denklemde, en düşük F değeri ise ikinci ve üçüncü derece denklemlerde elde edilmiştir. En yüksek R^2 değeri %48.21’dir. Bağımlı değişken olan özgül enerjinin %48.21’i kadarının bağımsız değişken olan kuyruk mili gücü ile açıklandığını göstermektedir. Şekil 4.6’da görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır.

Dört WD traktörler için nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde parametrelerin istatistiksel ve grafiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. Motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Birinci ve ikinci derece denklemlerinde R^2 ve F değerleri arasındaki farkın az olması ve en düşük P değerinin de birinci derece denklemde bulunmasından dolayı birinci derece denklemi tahmin denklemi olarak seçilebilir. Şekil 4.7’de görüldüğü gibi motor devri arttıkça kuyruk mili gücü artmıştır. Kuyruk mili gücü standart kuyruk milinin elde edildiği motor devrinden sonra yada nominal motor devrine ulaşıldığı noktada azalmaya başlayacaktır. Nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde motor devrine bağlı olarak kuyruk mili gücünün 2 WD traktörlerde azalırken 4 WD traktörlerde artmasının nedeni; analizi yapılan traktörlere ait sıkıştırma oranı, ağırlık, vites kutusu, yakıt donanımı ve hareket iletim sistemi farklılıklarından kaynaklanabilir.

2. Kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlıdır. Şekil 4.8’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada ulaşılmaktadır. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır.

3. Kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P < 0.001$ ile anlamlıdır. Şekil 4.9’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır.

Dört WD traktörler için standart kuyruk mili hızında parametrelerin istatistiksel ve grafiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. Motor devri ile kuyruk mili gücü arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 , en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri birinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri tüm denklemlerde $P > 0.001$ ’dir. Birinci derece denklemi ile ikinci derece denkleminin R^2 ve F değerleri arasındaki farkın az olması, en düşük P değerinin de birinci derece denklemde bulunmasından dolayı birinci derece denkleminin tahmin denklemi olarak seçilmesi uygundur. Şekil 4.10’da görüldüğü gibi motor devri arttıkça kuyruk mili gücü artmıştır. Standart kuyruk mili hızında motor devrine bağlı olarak kuyruk mili gücünün 2 WD traktörlerde azalırken 4 WD traktörlerde artmasının nedeni; analizi yapılan traktörlere ait sıkıştırma oranı, ağırlık, vites kutusu, yakıt donanımı ve hareket iletim sistemi farklılıklarından kaynaklanabilir.

2. Kuyruk mili gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri $P < 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.11’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır. Özgül yakıt tüketiminin en düşük değerine maksimum gücün elde edildiği noktada

ulaşmaktadır. Şekilde görülmese de belli bir güçten sonra özgül yakıt tüketimi artmaya başlayacaktır.

3. Kuyruk mili gücü ile özgül enerji arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.12’de görüldüğü gibi kuyruk mili gücü arttıkça özgül enerji artmıştır.

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde parametrelerin istatistiksel ve grafiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. Çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. Tüm denklemlerdeki P değerleri $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. En yüksek R^2 değeri %54.91’dir. Bağımlı değişken olan özgül yakıt tüketiminin %54.91’i kadarı bağımsız değişken olan çeki gücü ile açıklanmıştır. Belirtme katsayısı R^2 , F değerlerinin tüm denklem tiplerinde birbirine yakın olması, P değerlerinin aynı olmasından dolayı tahmin denklemi olarak birinci derece denkleminin seçilmesi uygun olmaktadır. Şekil 4.13’de görüldüğü gibi çeki gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır.

2. Motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin en yüksek belirtme katsayısı R^2 üçüncü derece denklemde, en düşük F değeri birinci ile ikinci derece denklemlerde elde edilmiştir. Tüm denklemlerde R^2 ve F değerleri birbirine yakın bulunmuştur. En düşük P değeri birinci derece denklemde elde olup, $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.14’de görüldüğü gibi motor devri arttıkça çeki gücü azalmıştır.

3. Traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. P değeri birinci, ikinci ve üçüncü derece denklemlerde $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. R^2 =%89.25 değeri ile en yüksektir. En yüksek belirtme katsayısına bakıldığında çeki gücündeki değişimin %89.25’i traktör kütlesi tarafından açıklanabilirken, %10.75’i açıklanamaz demektir. Bu sonuçlara göre

traktör kütlesi ile çeki gücü arasında kuvvetli bir ilişkiden söz edilebilir. Şekil 4.15’de görüldüğü gibi traktör kütlesi arttıkça çeki gücü artmıştır.

4. İlerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin en yüksek belirtme katsayısı R^2 ile en düşük F değeri üçüncü derece denklemde ve en düşük P değeri birinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.16’da görüldüğü ilerleme hızı arttıkça çeki kuvveti azalmıştır.

5. Çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek $R^2=10.75\%$ ve en düşük $F=2.44$ değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri birinci ve üçüncü derece denklemde elde edilmiş, $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Belirtme katsayılarının düşük çıkması olumsuz bir durumdur. P değerlerinin düşük çıkması örnek sayısının fazla olmasından dolayıdır. Modelin temsil değeri olan en yüksek $R^2=10.75\%$ ve diğer temsil değeri en düşük $F=2.44$ üçüncü derece denklemde bulunmuştur. Özgül yakıt tüketimi ile çeki kuvveti arasında ilişki önemlidir. Ancak en yüksek belirtme katsayısına bakıldığında; özgül yakıt tüketimindeki değişimin 10.75% i çeki kuvveti tarafından açıklanabilirken, 89.25% i açıklanamaz demektir. Çeki kuvvetine bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin tahmin edilmesi hipotezi yetersizdir. Şekil 4.17’de görüldüğü gibi çeki kuvveti arttıkça özgül yakıt tüketiminin arttığı görülmektedir. Analizde traktör dağılımının 7.5 km/h hızda değil, daha yüksek hızlarda gerçekleşmesinden dolayı çeki kuvveti artarken özgül yakıt tüketimi de artıyormuş gibi gözükmektedir. 2 WD traktörlerin zemine tutunma yeteneğinin 4 WD traktörlere kıyasla daha az olmasından dolayı da özgül yakıt tüketimi artmış olabilir.

6. İlerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde bulunmuştur. En düşük P değeri ise ikinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P<0.001$ ile anlamlıdır. Belirtme katsayılarının düşük çıkması olumsuz bir durumdur. P değerinin düşük çıkması örnek sayısının fazla olmasından dolayıdır. En yüksek belirtme katsayısı $R^2=6.02\%$ ’dir. En yüksek belirtme katsayısına bakıldığında özgül yakıt tüketimindeki değişimin 6.02% ’si ilerleme hızı tarafından açıklanabilirken, 93.98% i açıklanamaz demektir. İlerleme hızına bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin tahmin edilmesi hipotezi yetersizdir. Analiz sonucu ile

deney sonuçları aynı bulunmuştur. Şekil 4.18’de görüldüğü gibi ilerleme hızı arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır.

Dört WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde parametrelerin istatistiksel ve grafiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

1. İlerleme hızı ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri üçüncü derece denklemde, en düşük F değeri ve en düşük P değeri ikinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri denklemlerin tümünde yüksek olup, $P>0.001$ bulunmuştur. Belirtme katsayısı en yüksek $R^2=0.13.33$ ’dür. Özgül yakıt tüketimindeki değişimin %13.33’ü ilerleme hızı tarafından açıklanabilirken, %86.67’si açıklanamaz demektir. İlerleme hızına bağlı olarak özgül yakıt tüketiminin tahmin edilmesi hipotezi yetersizdir. Analiz sonucu ile deney sonuçları aynı bulunmuştur. Şekil 4.19’da görüldüğü gibi ilerleme hızı arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır.

2. Çeki kuvveti ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. En düşük P değeri ise birinci derece denklemde $P>0.001$ olarak bulunmuştur. Şekil 4.20’de görüldüğü gibi çeki kuvveti arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır.

3. İlerleme hızı ile çeki kuvveti arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük F değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri ise ikinci derece denklemde elde edilmiş olup, $P<0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.21’de görüldüğü gibi çeki kuvveti arttıkça ilerleme hızı azalmıştır.

4. Traktör kütlesi ile çeki gücü arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri üçüncü derece denklemde, en düşük F değeri ikinci derece denklemde ve en düşük P değeri ise birinci derece denklemde elde edilmiştir. P değeri $P<0.001$ ile anlamlıdır. Belirtme katsayısı en yüksek $R^2=0.82.27$ bulunmuştur. En yüksek belirtme katsayısına bakıldığında çeki gücündeki değişimin %82.27’si traktör kütlesi tarafından açıklanabilirken, %17.73’ü açıklanamaz demektir. Bu sonuçlara göre traktör kütlesi ile çeki gücü arasında kuvvetli

bir ilişkidenden söz edilebilir. Şekil 4.22’de görüldüğü gibi traktör kütlesi arttıkça çeki gücü artmıştır.

5. Motor devri ile çeki gücü arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ve en düşük P değeri üçüncü derece denklemde elde edilmiştir. P değeri denklemlerin tümünde $P > 0.001$ olarak bulunmuştur. En düşük F değeri birinci derece denklemde elde edilmiştir. Şekil 4.23’de görüldüğü gibi motor devri arttıkça çeki gücü azalmıştır.

6. Çeki gücü ile özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkinin en yüksek R^2 değeri ile en düşük F değeri üçüncü derece denklemde, en düşük P değeri ise birinci ve ikinci derece denklemlerde elde edilmiştir. $P = 0.001$ ile anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.24’de görüldüğü gibi çeki gücü arttıkça özgül yakıt tüketimi azalmıştır.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde özetle şu tespitler yapılabilir:

İki WD traktörler için hem nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde, hemde standart kuyruk mili hızındaki parametreler için yapılan istatistiksel analizler aynı sonuçları vermiştir.

Dört WD traktörler için hem nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde, hemde standart kuyruk mili hızındaki parametreler için yapılan istatistiksel analizler aynı sonuçları vermiştir.

İki WD traktörler için hem nominal motor devrinde elde edilen maksimum motor gücündeki torkun %85’inde, hemde standart kuyruk mili hızında yapılan istatistiksel analizlerin sonucuna göre; pratikte yapılan çalışmalardan farklı olarak motor devri arttıkça, kuyruk mili gücünün azaldığı bulunmuştur.

İki WD traktörler için maksimum güçte nominal motor devrindeki çeki kuvvetinin %75’inde yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre; pratikte yapılan çalışmalardan farklı olarak çeki kuvveti arttıkça, özgül yakıt tüketiminin arttığı bulunmuştur.

5.2 Öneriler

OECD standart Kod 2 kapsamında yapılan kuyruk mili testleri laboratuvar koşullarında, çeki gücü performans testleri ise beton zemin üzerinde gerçekleştirilmektedir. OECD standart Kod 2'ye göre kuyruk mili ve çeki testleri yapılan traktörlerin tarla performanslarının belirlenmesi amacıyla ileri çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Traktör gücünün belirlenmesinde işletmelerin üretim alanı büyüklüğü, üretim şekli ve ürün deseni gibi faktörlerin etkili olduğunu araştırmalar ortaya koymuştur. Bu bakımdan uygun güç büyüklüğünün seçilmesinde traktörün performans değerleri ile işletmenin ihtiyaçları birlikte değerlendirilmelidir.

Tanıtım ve bilgilendirme amacıyla hazırlanan yazılı ve görsel materyallerin içeriğinde traktörün teknik özelliklerinin yanısıra performans bilgilerine de yer verilmelidir.

Tez çalışmasının sonuçları; üreticilere, traktör kullanıcılarına ve araştırmacılara traktörlerin genel performansı ile ilgili bilgiler sağlayabilecektir.

Son yıllarda traktör imalatçıları tarafından traktörlerin nominal motor devirlerinin düşürüldüğü ve güçlerin traktörlerin verimli olarak kullanıldığı motor devirlerinde elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Altıntaş, N. 2015. Eskişehir İli Tarım İşletmelerinde Traktör Kullanımının Ekonomik Analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 319, Ankara. Web Sitesi:<http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/27486/10084578.pdf?show>, Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- Anonymous. 2018. Nebraska Tractor Test Laboratory. Test Reports. Web Sitesi: <https://tractortestlab.unl.edu/testreports>, Erişim Tarihi: 02.08.2018.
- Anonymous. 2019. OECD Standard Code For The Official Testing Of Agricultural And Forestry Tractor Performance (Code 2). Paris, France. Web Sitesi: <http://www.oecd.org/agriculture/tractors/codes/02-oecd-tractor-codes-code-02.pdf>, Erişim Tarihi: 28.01.2019.
- Anonymous. 2016. OECD Agricultural Codes and Schemes. Web Sitesi: <http://www.oecd.org/agriculture/tractors/OECD-Tractor-Codes-Brochure-EN.pdf>, Erişim Tarihi: 28.01.2019.
- Anonim. 2019. 4. Traktörler. Web Sitesi: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/15619/mod_resource/content/0/4.%20%C3%9Cnite-Tar%C4%B1m%20Makinalar%C4%B1-Trakt%C3%B6rler.pdf, Erişim Tarihi: 29.03.2019.
- Arıöz, M., ve Güner, M. 2015. Tahrik Tipinin ve Ek Ağırlıkların Traktörün Bazı Karakteristiklerinin Etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2015, 11 (2), 97-104. Web Sitesi:[https://tarmakder.org.tr/images/stories/MAKALELER/2015/2015_vol11\(2\)/2015_vol11\(2\)_97-104.pdf](https://tarmakder.org.tr/images/stories/MAKALELER/2015/2015_vol11(2)/2015_vol11(2)_97-104.pdf), Erişim Tarihi: 04.24.2019.
- Başer, E. 2008. Tarım Traktörlerinde Biyodizelin Kullanılması ile Performans Değerlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 74, Kahramanmaraş. Web Sitesi: <https://docplayer.biz.tr/7165986-Tarim-traktorlergnde-bgyodgzeln-kullanilmasi-gle-performans-degerlergngn-belgrlenmesg.html>, Erişim Tarihi: 22.04.2019.
- Ergül, İ. 2016. Türkiye'deki Tarım Traktörlerinin Enerji Verimliliği Sınıflandırmasına Yönelik Bir Sistem Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojleri Mühendisliği Anabilim Dalı, 157, Ankara.
- Grisso, R. B., Perumpral, J. V., Roberson, G. T. ve Pitman, R. 2014. Using Tractor Test Data For Selecting Farm Tractors. Virginia Cooperative Extension, Publication: 442-072. Web Sitesi:https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/442/442-072/442-072_pdf.pdf, Erişim Tarihi: 21.08.2019.

- Grisso, R. B., Vaughan, D. H. ve Roberson, G. T. 2006. Method for Fuel Prediction for Specific Tractor Models, An ASABE Meeting Presentation, Paper Number: 061089. Web Sitesi: https://www.researchgate.net/publication/240620349Method_for_Fuel_Prediction_for_Specific_Tractor_Models, Erişim Tarihi: 21.08.2019.
- Küçüksarıyıldız, H. 2006. Traktörlerde Çeki Performansı Üzerine Bazı Faktörlerin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Eğitimi Ana Bilim Dalı, 39, Konya.
- Kocher, M. F., Smith, B. J., Hoy, R. M., Woldstad, J. C. ve Pitla, S. K. 2017. Fuel Consumption Models for Tractor Test Reports Biological Systems Engineering: Papers and Publications. University of Nebraska, Lincoln. Web sitesi: https://www.researchgate.net/publication/318416899_Fuel_Consumption_Models_for_Tractor_Test_Reports, Erişim tarihi: 12.08.2019.
- Özgür, Z. 2009. Tarım Traktörlerinde Yüklenmelerin Bazı Motor Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, 68, Çanakkale.
- Saral, A. ve Avcıoğlu, A. O. 2002. Motorlar ve Traktörler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1529, Ders Kitabı: 482, 268, Ankara.
- Sümer, S. K., Sabancı, A. ve Ülker, K. 1998. Tarım Traktörlerinde, Güç ve Yüklenme Koşullarına Bağlı Olarak, Özgül Yakıt Tüketimi ve Ekzoz Gazı Sıcaklığı Arası İlişkilerin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi. Tekirdağ. Web Sitesi: https://www.researchgate.net/publication/331546131_tarim_traktorlerinde_guc_ve_yuklenme_kosullarina_bagli_olarak_ozgul_yakit_tuketimi_ve_egzoz_gazi_sicakligi_aras_i_liskilerin_incelenmesi_uzerine_bir_arastirma, Erişim Tarihi: 20.08.2019.
- Sümer, S. K. 2005. Değişik Lastik ve Tekerlek Düzenlemelerinin Traktör Çeki Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 179, Adana. Web sitesi: <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/ZWqKyxYv-492013-34.pdf>, Erişim Tarihi: 26.04.2019.
- Taşbaş, H., Aygül, A., İlban, B. ve Cıvcıv, M. 2003. Tarım Traktörlerinin OECD Test Koduna (Code 2) Göre Performans Değerleri 1992-2002. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü, 141, Ankara.

EK Traktörlere Ait Teknik Özellikler

Traktör	Teknik Özellik	Nominal Motor Devrinde Güç (kW)	Kütle (kg)	Çeki Gücü (kW)	Çeki Kuvveti (kN)	Özgül Yakıt Tüketimi (kg/kwh)	Genel Verim (%)
1	4 WD CVT	332,46	19543	301,3	126,75	0,236	32,71
2	4 WD CVT	309,61	19572	280,31	114	0,233	33,46
3	2 WD	86,7	4989	77,28	28,11	0,311	24,36
4	2 WD	190,74	10052	156,97	68,43	0,272	25,82
5	4 WD	225,88	16930	217,07	86,94	0,281	29,15
6	4 WD	240,59	21725	369,3	156,02	0,26	32,45
7	2 WD	132,55	9943	124,29	54,11	0,247	32,57
8	2 WD	144,19	9884	133,73	57,64	0,247	31,61
9	2 WD CVT	164,25	10714	138,17	69,12	0,245	29,45
10	2 WD CVT	177,48	10777	148,25	62,2	0,246	28,86
11	2 WD	78,4	4958	73,31	31,19	0,271	29,35
12	2 WD	86,43	5429	81,05	33,17	0,26	30,71
13	2 WD	92,79	6414	84,44	39,51	0,262	29,75
14	4 WD	245,15	17593	240	112,24	0,274	29,65
15	4 WD	272,12	20480	257,53	109,6	3,08	29,55
16	4 WD	246,78	16930	236,58	94,91	0,287	28,66
17	4 WD	247,33	19488	242,94	114,4	0,263	30,93
18	4 WD	248,34	18922	273,99	127,18	0,273	30,82
19	2 WD	191,9	11489	166,06	77,79	0,24	30,93
20	2 WD	252,26	13435	238,77	102,54	0,219	34,53
21	2 WD	226,82	12539	206,39	87,64	0,229	34,25
22	2 WD	228,63	12417	199,7	94,86	0,229	32,57
23	2 WD	209,73	12356	188,76	88,29	0,226	34,25
24	2 WD	194,18	11412	177,72	74,29	0,226	34,95
25	2 WD CVT	240,97	12639	218,85	84,25	0,233	33,71
26	2 WD	248,73	12528	222,01	94,86	0,225	34,25
27	2 WD CVT	240	12721	208,16	89,97	0,235	31,72

28	4 WD	229,42	17876	217,92	101,94	0,241	33,85
2gdnr9	2 WD CVT	105,24	6811	94,38	37,33	0,256	30,38
30	2 WD	202,55	12177	175,54	82,61	0,231	32,21
31	2 WD	65,49	4928	61,24	25,99	0,275	29,05
32	4 WD	248,43	17735	296,39	141,68	0,24	33,46
33	4 WD	230,65	17023	208,52	97,25	0,245	31,5
34	4 WD	249,73	20690	276,2	129,85	0,263	29,86
35	2 WD	96,55	6060	86,01	40,15	0,263	28,95
36	2 WD	76,4	4450	65,96	33,07	0,283	26,06
37	2 WD	86,74	4500	72,09	29,02	0,266	26,54
38	2 WD	135,88	9670	117,86	56,32	0,242	30,82
39	2 WD	116,74	7815	107,02	51,13	0,255	30,49
40	2 WD CVT	212,89	12274	186,23	79,62	0,233	32,45
41	2 WD	228,63	12417	199,7	94,86	0,229	32,57
42	2 WD	204,6	11662	180,69	72,97	0,226	30,39
43	2 WD	186,95	11598	165,58	80,02	0,225	33,72
44	2 WD	170,61	10736	152,6	73,63	0,231	33,33
45	2 WD	141,83	9702	128,51	55,66	0,242	31,97
46	2 WD	155,52	9822	136,13	66,32	0,231	32,7
47	2 WD	141,89	9863	124,82	60,6	0,239	31,73
48	2 WD	78,72	4735	68,68	35,11	0,265	31,73
49	2 WD	80,76	4500	68,38	27,24	0,267	26,96
50	2 WD	202,55	12177	175,54	82,61	0,231	32,21
51	4 WD	235	26113	368,61	167,86	0,262	31,38
52	2 WD	73,2	5670	68,2	29,01	0,269	29,65
53	2 WD	98,3	6885	89,1	43,11	0,257	29,86
54	2 WD	67,2	5910	58,7	29,55	0,275	27,83
55	2 WD	66,2	5670	61,1	25,95	0,279	28,01
56	2 WD	111,2	7780	104,7	50,57	0,252	31,27
57	2 WD	120,1	7615	110,7	53,92	0,25	31,16

58	2 WD CVT	174,1	11190	147,5	67,9	0,243	29,86
59	2 WD	57,1	4770	50	24,56	0,274	28,2
60	2 WD	72,3	4920	65,8	31,61	0,263	28,95
61	2 WD	77,2	5990	75,4	32,3	0,271	29,76
62	2 WD	71,1	5850	62,2	25,6	0,278	27,74
63	2 WD	87,3	5985	84,3	36,52	0,267	30,82
64	2 WD	76,7	5910	67,7	34,13	0,281	27,56
65	2 WD CVT	206,95	12156	179,23	67,04	0,236	31,97
66	2 WD	188,7	11260	166,71	59,42	0,228	33,72
67	2 WD CVT	188,67	11562	157,54	81,72	0,237	31,38
68	2 WD	168,95	9677	148,71	53,44	0,233	32,45
69	2 WD	151,87	9673	134,49	64,9	0,235	32,09
70	4 WD	251,97	17509	255,81	106,7	0,253	31,61
71	4 WD	248,29	16835	225,32	109,61	0,255	31,38
72	4 WD	198,15	15574	180,11	85,45	0,249	31,85
73	2 WD	75,46	4747	66,8	24,35	0,268	28,57
74	2 WD	71,87	4906	67,55	28,69	0,279	28,86
75	2 WD	73,86	4155	60,32	25,83	0,275	25,75
76	2 WD	65,23	4123	55,67	23	0,25	29,65
77	2 WD	92,7	6793	87,17	38,76	0,27	30,07
78	2 WD	97,02	6954	92	42,82	0,273	29,86
79	2 WD	203,13	11226	190,6	72,01	0,232	34,67
80	2 WD CVT	183,43	11013	157,77	65,63	0,238	31,38
81	2 WD	186,39	10925	166,92	65,05	0,232	33,33
82	2 WD	169,62	10927	151,38	79,72	0,248	31,04
83	2 WD	176,99	11358	162,19	78,16	0,229	34,53
84	2 WD	172,87	11480	151,16	70,13	0,241	30,93
85	2 WD	85,07	6616	81,12	37,74	0,275	29,76
86	2 WD	86,79	4550	74,09	28,9	0,249	29,55
87	2 WD	85,18	4849	76,62	40,48	0,271	28,47

88	2 WD	78,25	4536	69,4	26,58	0,257	29,75
89	2 WD	124,39	8038	110,72	47,13	0,246	31,04
90	2 WD	114,31	7768	103,73	52,45	0,25	30,28
91	2 WD	105,63	7763	94,68	42,45	0,25	30,6
92	2 WD CVT	136,42	8289	118,64	56,81	0,25	30,71
93	2 WD	159,96	10614	142,56	74,98	0,242	31,85
94	2 WD	148,23	10290	133,75	58,78	0,241	32,33
95	2 WD	83,5	5786	76,2	29,98	0,276	28,66
96	2 WD	135,88	10111	127,34	55,99	0,242	33,59
97	2 WD	126,73	9612	115,41	49,5	0,259	30,39
98	2 WD	77,81	5484	70,68	37,09	0,256	30,28
99	2 WD	136,54	8038	123,42	58,6	0,245	31,73
100	2 WD	153,93	11519	134,66	62,55	0,246	30,17
101	2 WD CVT	162,33	10145	140,56	56,76	0,235	31,73
102	2 WD	160,98	11433	148,04	70,75	0,235	33,85
103	2 WD	172,87	11480	151,16	70,13	0,241	30,93
104	2 WD	86,7	6730	74,9	36,43	0,288	25,42
105	2 WD	122,71	8414	117,01	50,76	0,251	32,7
106	2 WD	133,57	8246	126,99	55,01	0,255	31,85
107	2 WD	135,02	8494	129,67	51	0,247	33,33
108	2 WD	106,85	8201	101,33	43,55	0,265	30,28
109	2 WD	107,31	8387	101,52	43,75	0,261	31,16
110	2 WD	120,46	8219	113,94	49,22	0,262	31,04
111	2 WD	86,81	6947	80,13	33,4	0,268	29,54
112	4 WD	233,59	21790	336,17	157,95	0,265	31,72
113	2 WD	107,79	6845	98,27	49,75	0,252	30,81
114	4 WD	238,67	20074	306,46	141,42	0,28	30,7
115	4 WD	243,42	21491	309,91	144,34	0,272	32,8
116	4 WD	239,95	19690	338,79	157,63	0,281	31,38
117	2 WD CVT	205,6	11500	168,9	80,84	0,221	31,96

118	2 WD CVT	149,7	8815	129,2	48,23	0,244	29,24
119	2 WD CVT	146,1	8980	123,2	52,09	0,239	29,76
120	2 WD CVT	138,1	8815	116,7	42,64	0,242	28,47
121	2 WD	142,9	8110	127,6	52,17	0,227	32,82
122	2 WD	132	8590	115,7	47,48	0,232	31,64
123	2 WD CVT	124,5	8815	104,9	37,8	0,246	28,86
124	2 WD	123,4	8225	110,1	44,18	0,236	31,73
125	2 WD CVT	107	8815	87,4	32,3	0,26	28,57
126	2 WD	112,5	8500	99	48,48	0,238	30,71
127	2 WD CVT	96,7	7105	81,6	37,94	0,262	27,21
128	2 WD CVT	110,8	7090	88,9	34,4	0,242	27,83
129	2 WD	110,3	6790	88,8	42,6	0,229	30,28
130	2 WD CVT	88,7	7105	75,4	27,45	0,266	26,3
131	2 WD	96,1	6350	81,6	30,6	0,232	31,61
132	2 WD CVT	78,7	7105	71	26,52	0,273	26,45
133	2 WD	87,8	6470	77,7	35,4	0,246	30,93
134	2 WD CVT	152,69	9063	128,24	54,51	0,265	26,78
135	2 WD	142	8125	116,2	48,68	0,26	26,87
136	2 WD	127,7	8000	105	48,9	0,269	20,43
137	2 WD	118,3	7980	98,9	55,71	0,26	27,29
138	2 WD	104,2	8040	79,8	44,69	0,284	23,17
139	2 WD	204,96	10929	175,01	90,4	0,263	28,1
140	2 WD	191,81	9827	161,68	62,52	0,268	27,21
141	2 WD	168,36	9768	141,15	54,27	0,27	26,78
142	2 WD	151,57	9648	130,56	67,52	0,278	26,45
143	2 WD	132,65	9593	115,32	59,14	0,279	26,71
144	2 WD	87,1	6680	66,6	27,3	0,281	26,06
145	2 WD	89,3	5868	75,5	33,3	0,279	26,14
146	2 WD	95,5	5955	77,7	34,98	0,265	26,46
147	2 WD	86,9	5215	74,5	33,53	0,26	28,38

148	2 WD	80,4	5225	59,8	29,1	0,27	23,69
149	2 WD	70,7	5035	61,7	30,42	0,267	28,01
150	2 WD	101,5	6615	77,2	36,7	0,268	24,85
151	2 WD	90,6	6225	74,5	32,7	0,266	26,71
152	2 WD	84,3	6015	65,7	35,8	0,257	25,75
153	2 WD	76,2	6000	55,4	29,7	0,267	24,09
154	2 WD	94,8	5525	80,1	29,68	0,259	27,92
155	2 WD	82,5	5655	66,5	30,34	0,272	25,67
156	2 WD	82	5565	67,8	30,94	0,272	26,22
157	2 WD	76	5655	60,4	22,39	0,271	25,22
158	2 WD	73,5	5505	59	21,63	0,28	24,64
159	2 WD	72,1	5525	44,9	16,8	0,299	21,23
160	2 WD	73,8	5145	58,7	26,4	0,268	25,75
161	2 WD	85,6	5155	67,4	29,65	0,259	26,22
162	2 WD	83	4945	69,6	25,76	0,259	27,82
163	2 WD	72	4655	61,4	30,58	0,264	27,82
164	4 WD CVT HYDRO	79,59	6897	59,84	27,01	0,343	18,86
165	2 WD	85,4	5452	70,4	36,8	0,269	27,04
166	2 WD	81,6	5473	66	32,9	0,261	26,46
167	2 WD	75,3	5370	62,2	30,9	0,286	25
168	2 WD	64,8	5080	55,7	27,6	0,288	25,9
169	2 WD	122	7925	102,6	47,3	0,264	26,54
170	2 WD	112,8	7165	92,2	42,7	0,268	26,22
171	2 WD	98,1	5860	80,9	44,2	0,271	26,14
172	4 WD	355,7	24435	396,34	163,77	0,234	35,53
173	4 WD	356,41	23024	365,71	149,96	0,236	33,46
174	4 WD	355,98	24435	369,31	152,3	0,232	35,39
175	4 WD	353,02	20804	318,22	130,86	0,238	32,57
176	4 WD	356,26	22344	329,18	135,43	0,238	33,46

177	2 WD	202,42	12020	172,55	76,48	0,227	32,21
178	2 WD	180,52	12487	158,91	66,06	0,228	33,07
179	2 WD CVT	238,78	14238	204,91	85,86	0,228	32,21
180	4 WD	264,55	18132	245	95,28	0,248	32,09
181	4 WD	241,1	18187	224,45	105,26	0,229	34,81
182	4 WD	229,45	17386	203,55	83,39	0,229	33,2
183	4 WD	311,07	19182	289,08	130,02	0,247	32,45
184	4 WD	304,02	18094	272,63	106,74	0,238	32,33
185	4 WD	273,96	19182	254,18	113,93	0,25	31,97
186	2 WD CVT	228,15	13683	190,72	89,23	0,23	31,38
187	4 WD	334,92	21389	311,53	124,23	0,24	33,19
188	4 WD	334,94	18053	292,56	117,14	0,24	31,27
189	2 WD	224,96	12603	193,37	82,92	0,222	33,19
190	2 WD	218,96	12018	193,59	86,81	0,225	33,07
191	2 WD	160,71	10971	137,09	57,95	0,234	31,73
192	2 WD	164,04	10514	142,93	73,1	0,234	31,97
193	2 WD	148,29	10455	128,79	66,07	0,239	31,16
194	2 WD	204,86	11437	174,87	84,79	0,224	32,82
195	2 WD	94,1	5580	72,4	27,1	0,242	28,01
196	2 WD	96,8	6160	72	33,5	0,247	26,14
197	2 WD CVT	90,9	6290	65,9	27,1	0,259	24,36
198	2 WD	81,1	5960	61,8	24,2	0,259	25,28
199	2 WD	87,8	6220	64,7	24,1	0,247	25,59
200	2 WD	90,7	5630	72,1	31,4	0,236	28,95
201	2 WD	82,8	6090	57,4	25,9	0,24	25,07
202	2 WD	80,6	5640	65,1	34	0,225	29,15
203	2 WD	91,9	5330	70,5	34,7	0,242	27,3
204	2 WD	79,6	6250	54,3	24,5	0,245	23,95
205	2 WD	70,6	5240	56,1	22	0,256	28,19
206	2 WD	77,2	4740	56,8	27,7	0,25	25,36

207	2 WD	76,8	4580	54,4	26,7	0,264	22,8
208	2 WD	66,8	4240	48,6	27,9	0,257	23,62
209	2 WD	72	4240	52,4	24,8	0,27	23,11
210	2 WD	72,9	4750	53,4	25,9	0,252	25,21
211	2 WD CVT	189,4	11720	159,3	75,65	0,262	27,56
212	2 WD CVT	94,5	7160	77	35,7	0,283	24,85
213	2 WD	72,1	6730	61	35,35	0,288	24,7
214	2 WD CVT	77,2	6895	59,2	26,6	0,286	23,62
215	2 WD CVT	80,4	7160	64,3	31	0,284	24,42
216	2 WD	79,6	6730	65,8	30,6	0,291	24,22
217	2 WD CVT	86,1	7160	68,1	28,5	0,279	25,36
218	2 WD	95,4	6870	75,2	29,72	0,277	24,49
219	2 WD CVT	108,5	7530	81,9	32,6	0,257	25,59
220	2 WD	106,8	6870	85,8	40,12	0,276	25,03
221	2 WD CVT	114,7	7530	83,1	36,5	0,26	26,29
222	2 WD CVT	146,63	8022	121,07	60,32	0,262	26,62
223	2 WD	90,4	6315	75	28,1	0,256	30,59
224	2 WD	117,1	6870	93,3	44,69	0,274	25,14
225	2 WD CVT	121,2	7530	88,7	33,6	0,259	25,43
226	2 WD CVT	134,88	8022	111,27	45,34	0,264	26,78
227	2 WD CVT	113	8390	86	41,6	0,246	28,85
228	2 WD	79,4	6190	70,7	27	0,273	28
229	2 WD	76,6	5515	55	21	0,292	23,68
230	2 WD	94,1	6220	58,9	24	0,273	23,3
231	2 WD	95,3	6680	72,4	30	0,266	28,19
232	2 WD	98,8	6220	71,2	29,3	0,268	24,7
233	2 WD	108,7	7395	94,5	32,4	0,267	28,28
234	2 WD	114,7	7395	95,2	32,7	0,267	28,56
235	2 WD	123,6	7645	101,4	43,1	0,264	28,66
236	2 WD	141,6	7920	124,5	40,2	0,267	28,19

237	2 WD	136	7920	111,7	35,7	0,268	26,95
238	2 WD CVT	89,3	7150	65,6	28,9	0,255	26,13
239	2 WD	89	6305	73,8	27,2	0,262	27,91
240	2 WD CVT	82	7150	60,2	27,2	0,262	24,77
241	2 WD CVT	103,2	7625	84,3	37,2	0,26	26,62
242	2 WD CVT	97,5	7625	80,4	36,4	0,261	26,78
243	2 WD	98,7	6575	83,3	31,2	0,267	26,95
244	2 WD CVT	94,1	7625	76,1	36,2	0,258	26,61
245	2 WD	52,7	4220	45,1	16,4	0,305	24,35
246	2 WD	57,2	4285	47,7	18	0,278	26,61
247	2 WD	45,5	4235	36,2	24,9	0,285	24,57
248	2 WD CVT	97,6	7145	82,8	38,6	0,282	24,93
249	2 WD	108,5	8025	92,3	40,9	0,255	31,16
250	2 WD CVT	121	8390	92,8	44,9	0,243	29,49
251	2 WD	116,9	8025	102,3	45,2	0,25	32,33
252	2 WD	105,2	6700	88,5	39,6	0,248	30,39
253	2 WD CVT	102,1	7635	82	37,9	0,259	26,71
254	2 WD	94	6700	80	35,3	0,253	30,28
255	2 WD CVT	96,1	7635	78,7	36,3	0,26	27,13
256	2 WD	94,8	6315	79,5	30,6	0,252	30,71
257	2 WD	88,9	6700	73,1	32,2	0,254	30,82
258	2 WD CVT	90,3	7635	73	33,5	0,261	26,22
259	2 WD CVT	131,8	8390	100,8	42,1	0,245	28,57
260	2 WD	138,05	8403	125,85	57,66	0,258	30,6
261	2 WD	90,43	5073	76,88	29,68	0,291	25,29
262	2 WD	86,3	5700	67,8	37,3	0,274	25,82
263	2 WD	88,6	5440	75,5	27,7	0,278	26,87
264	2 WD	84	4960	61	23,4	0,288	25,29
265	2 WD	80,5	4710	66	25,7	0,251	27,74
266	2 WD	78,9	5670	64,9	31,1	0,284	26,87

267	2 WD	77,7	5350	63,6	21,5	0,285	25,44
268	2 WD	76,4	4600	59,9	22,4	0,275	25,9
269	2 WD	69,2	4410	50,5	24,6	0,28	25,67
270	2 WD	58,8	4410	42,2	20,2	0,28	24,16
271	2 WD CVT	174,5	11700	145,3	60	0,228	31,97
272	2 WD	138,7	8685	120,6	53,4	0,247	33,59
273	2 WD	153,5	8685	132,6	60,1	0,244	31,97
274	2 WD CVT	139,8	8480	118,2	53,9	0,246	32,33
275	2 WD CVT	227,3	11190	186,3	67	0,243	29,76
276	2 WD CVT	214	11190	174,8	80,9	0,241	28,1
277	2 WD CVT	196,8	11190	159,8	57	0,243	28,29
278	2 WD CVT	150	8375	120,7	56	0,258	26,71
279	2 WD	149,9	9000	127,1	47,8	0,252	29,15
280	2 WD CVT	160,4	8375	123,9	56,4	0,256	26,46
281	2 WD	155,1	9000	126,5	47,2	0,25	28,19
282	2 WD CVT	133,3	8250	103,6	49,5	0,24	28,1
283	2 WD	124,8	8340	102,3	44,1	0,24	29,55
284	2 WD CVT	137,7	8375	106,5	49,4	0,261	25,29
285	2 WD CVT	116,4	7845	89,3	41,2	0,245	26,87
286	2 WD	114,9	6895	94,4	41,6	0,243	28,66
287	2 WD CVT	120,1	8250	96,6	45,1	0,241	27,92
288	2 WD	113,2	8140	98,2	42,7	0,242	30,39
289	2 WD CVT	110	7845	84,9	38,9	0,249	25,67
290	2 WD	105,2	6895	84,1	37	0,244	28,29
291	2 WD CVT	103	7845	78,1	35,4	0,252	25,82
292	2 WD	101,8	6645	82,6	32	0,248	29,86
293	2 WD	100,4	6895	80,2	34,9	0,244	28,01
294	2 WD	96,5	6645	81,1	31	0,252	28,1
295	2 WD CVT	161	11430	127,3	61,69	0,242	30,07
296	2 WD CVT	161,2	11720	130,6	62,68	0,263	26,46

297	2 WD CVT	158,6	11700	134,3	63,5	0,231	31,5
298	2 WD	183,7	9240	157,3	72,13	0,263	27,74
299	2 WD	170,4	9240	149,5	52,14	0,263	28,1
300	2 WD	153,4	9030	130,7	60,14	0,25	29,35
301	2 WD	139,1	9030	115,7	54,16	0,258	27,92
302	2 WD CVT	195,9	11430	163,5	65,08	0,237	30,6
303	2 WD CVT	177,5	11720	145,5	69,15	0,261	26,87
304	2 WD CVT	177,1	11430	143,3	56,85	0,238	30,17
305	2 WD CVT	174,1	11190	147,5	67,9	0,243	29,86
306	2 WD CVT	227,7	11430	183,2	73,98	0,234	30,49
307	2 WD CVT	162,4	11190	137,7	62,6	0,251	29,45
308	2 WD CVT	210,8	11720	176,2	70,72	0,258	27,74
309	2 WD CVT	216,4	11430	176,1	70,32	0,234	30,71
310	2 WD CVT	209,7	11700	179,5	77,13	0,227	32,57
311	2 WD CVT	191,7	11700	162,9	77,8	0,227	32,33
312	2 WD	85,6	5155	67,4	29,65	0,259	26,22
313	2 WD	82,8	6090	57,4	25,9	0,24	25,07
314	2 WD	81,1	5960	61,8	24,2	0,259	25,29
315	2 WD	191,39	9791	164,31	63,91	0,259	28,57
316	2 WD	185,26	10952	159,31	71,22	0,228	32,21
317	2 WD	180,52	12487	158,91	66,06	0,228	33,07
318	2 WD	224,96	12603	193,37	82,92	0,222	33,2
319	2 WD	220	12025	191,28	85,43	0,223	33,46
320	2 WD	207,05	11117	181,39	89,33	0,259	29,25
321	2 WD	202,42	12020	172,55	76,48	0,227	32,21
322	2 WD	112,5	8500	99	48,48	0,238	30,71
323	2 WD	118,3	7980	98,9	55,71	0,26	27,3
324	2 WD CVT	119,2	8815	87,4	32,3	0,247	28,57
325	2 WD	123,4	8225	110,1	44,18	0,236	31,73
326	2 WD CVT	104,9	7105	81,6	37,94	0,252	27,21

327	2 WD	104,2	8040	79,8	44,69	0,284	23,18
328	2 WD CVT	107,6	7420	88,4	44,2	0,243	28,57
329	2 WD	101,5	6615	77,2	36,7	0,268	24,85
330	2 WD CVT	93,7	7105	75,4	27,45	0,256	26,3
331	2 WD	103	6510	84,9	39,2	0,232	30,39
332	2 WD	90,6	6225	74,5	32,7	0,266	26,71
333	2 WD	92,5	6170	73,4	28,4	0,243	28,66
334	2 WD	84,3	6015	65,7	35,8	0,257	25,75
335	2 WD	76,2	6000	55,4	29,7	0,267	24,09
336	2 WD	142,9	8110	127,6	52,17	0,227	32,82
337	2 WD CVT	131,3	8815	104,9	37,8	0,235	28,86
338	2 WD	132	8590	115,7	47,48	0,232	31,5
339	2 WD	127,7	8000	105	48,9	0,269	25,98
340	2 WD	164,04	10514	142,93	73,1	0,234	31,97
341	2 WD	169,27	9784	143,26	55,26	0,269	27,3
342	2 WD	170,93	9795	145,43	56,47	0,258	28,29
343	2 WD	152,1	9530	128,76	66,36	0,262	27,83
344	2 WD	160,71	10971	137,09	57,95	0,234	31,73
345	2 WD CVT	152,69	9063	128,24	54,51	0,265	26,79
346	2 WD CVT	151,97	9289	125,99	53,63	0,237	29,55
347	2 WD	148,29	10455	128,79	66,07	0,239	31,16
348	2 WD CVT	154,46	10117	139,22	57,28	0,242	31,85
349	2 WD	132,36	9541	113,01	57,58	0,277	26,38
350	2 WD	142,59	9866	125,37	59,42	0,229	32,95
351	2 WD	142	8125	116,2	48,68	0,26	26,87
352	2 WD	150,87	8550	130,13	62,53	0,224	32,57
353	2 WD	127,7	8000	105	48,9	0,269	25,98
354	2 WD	141,61	8550	123,54	58,99	0,228	32,95
355	2 WD	132,84	9392	115,77	51,96	0,232	32,45
356	2 WD CVT	183,8	11500	150,9	72,08	0,22	32,33

357	2 WD CVT	205,6	11500	168,9	80,84	0,221	31,97
358	2 WD CVT	146,1	8980	123,2	52,09	0,239	29,76
359	2 WD CVT	157,7	8815	129,2	48,23	0,239	29,25
360	2 WD CVT	143,6	8815	116,7	42,64	0,235	28,47
361	2 WD CVT	152,69	9063	128,24	54,51	0,265	26,79
362	2 WD	118,3	7980	98,9	55,71	0,26	27,3
363	2 WD	129,41	8550	112,76	53,69	0,233	31,85
364	2 WD	119,52	9042	104,07	49,52	0,235	31,85
365	2 WD	204,86	11437	174,87	84,79	0,224	32,82
366	2 WD	83	4945	69,6	25,76	0,259	27,83
367	2 WD	79,6	6250	54,3	24,5	0,245	23,95
368	2 WD	80,6	5640	65,1	34	0,255	29,15
369	2 WD	72	4655	61,4	30,58	0,264	27,83
370	2 WD	73,8	5145	58,7	26,4	0,268	25,75
371	2 WD	70,6	5240	56,1	22	0,256	28,19
372	2 WD CVT	238,78	14238	204,91	85,86	0,228	32,21
373	2 WD CVT	228,15	13683	190,72	89,23	0,23	31,38
374	2 WD	91,9	5330	70,5	34,7	0,242	27,3
375	2 WD	76	5655	60,4	22,39	0,271	25,22
376	2 WD	90,7	5630	72,1	31,4	0,236	28,95
377	2 WD	87,8	6220	64,1	24,1	0,247	25,59
378	2 WD	82,5	5655	66,5	30,34	0,272	25,67
379	2 WD	94,1	5580	72,4	27,1	0,242	28,01
380	2 WD CVT	90,9	6290	65,9	27,1	0,259	24,36
381	2 WD	94,8	5525	80,1	29,68	0,259	27,92
382	2 WD	96,8	6160	72	33,5	0,247	26,14
383	4 WD	229,45	17386	203,55	83,39	0,229	33,2
384	4 WD	273,96	19182	254,18	113,93	0,25	31,97
385	4 WD	264,55	18132	245	95,28	0,248	32,09
386	4 WD	241,1	18187	224,45	105,26	0,229	34,81

387	4 WD	311,07	19182	289,08	130,02	0,247	32,45
388	4 WD	355,7	24435	396,34	163,77	0,234	35,53
389	4 WD	356,41	23024	365,71	149,96	0,236	33,46
390	4 WD	355,98	24435	369,31	152,3	0,232	35,39
391	4 WD	354,56	23512	344,99	141,62	0,237	33,85
392	4 WD	356,26	22344	329,18	135,43	0,238	33,46
393	4 WD	335,73	21727	310,35	129,21	0,241	33,07
394	4 WD	340,11	21425	306,54	126,21	0,234	33,07
395	4 WD	304,02	18094	272,63	106,74	0,238	32,33
396	2 WD	105,81	7473	96,25	48,43	0,245	31,97
397	2 WD CVT	127,71	8149	108,91	51,94	0,26	29,55
398	2 WD	94,3	7015	77,5	37,6	0,27	26,3
399	2 WD	116,4	7015	101,2	26,5	0,264	27,21
400	2 WD	104,9	7015	90,6	44,3	0,267	28,1
401	2 WD	79	5995	59	27,4	0,296	23,69
402	2 WD CVT	174,46	10553	145,85	57,93	0,236	30,71
403	2 WD CVT	170,36	10911	143,89	59,5	0,239	30,07
404	2 WD CVT	148,76	9813	125,75	50,54	0,24	30,6
405	2 WD	108,82	7926	102,68	39,4	0,279	29,25
406	2 WD	104,45	7108	91,49	34,87	0,277	29,45
407	2 WD	86,7	6730	74,9	36,43	0,288	25,52
408	2 WD	135,88	9670	117,86	56,32	0,242	30,82
409	2 WD	72	4220	52,4	24,8	0,27	23,12
410	2 WD	68,64	4384	60,63	23,15	0,301	25,07
411	2 WD	72,53	4418	64,63	25,13	0,313	24,22
412	2 WD	76,8	4580	54,4	26,7	0,264	22,81
413	2 WD	80,93	4815	70,3	27,54	0,292	25,52
414	2 WD	76,7	5188	64,4	36,5	0,258	28,38
415	2 WD	112,8	7165	92,2	42,7	0,268	26,22
416	2 WD	122	7925	102,6	47,3	0,264	26,54

417	2 WD	98,1	5860	80,9	44,2	0,271	26,14
418	2 WD	81,6	5473	66	32,9	0,261	26,46



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Melih ÖZBAYER

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 03.05.1961

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon
Bölümü (1985)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve
Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı (Aralık 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Gümüşhane Tarım İl Müdürlüğü (1988-1990)

Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Ankara Tarım İl Müdürlüğü (1990-1991)

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü
(1991-1994)

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü (1994-
2011)

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (2011-2018)

Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (2018-)