

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TRAKTÖRLERDE KUYRUK MİLİ
(540 ve 750 d/dak) ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Murat IŞIKTEPE

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Sarp Korkut SÜMER

Ekim, 2008

ÇANAKKALE

**TRAKTÖRLERDE KUYRUK MİLİ
(540 ve 750 d/dak) ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Murat IŞIKTEPE

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Sarp Korkut SÜMER

Ekim, 2008

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MURAT İŞİKTEPE tarafından YRD. DOÇ. DR. SARP KORKUT SÜMER yönetiminde hazırlanan “TRAKTÖRLERDE KUYRUK MİLİ (540 ve 750 d/dak) ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Sarp Korkut SÜMER
.....

Yönetici

.....
Yrd. Doç. Dr. Gıyasettin ÇİÇEK
.....

Jüri Üyesi

.....
Yrd. Doç. Dr. Habib KOCABIYIK
.....

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi:...../...../.....

.....
Prof. Dr. Neşet AYDIN
.....

Müdür vekili

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

“Traktörlerde Kuyruk Mili (540 ve 750 d/dak) Çalışma Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma” konulu yüksek lisans tezimin gerçekleşmesinde başından sonuna kadar benden desteğini esirgemeyen, büyük bir sabır ve özveriyle beni yönlendiren başta danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Sarp Korkut SÜMER olmak üzere, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Öğretim Üyeleri Sayın Doç.Dr. İsmail KAVDIR, Doç.Dr. Sakine ÖZPINAR, Yrd.Doç.Dr. Habib KOCABIYIK, Lapseki Meslek Yüksek Okulu Öğretim Görevlisi Sayın Yrd. Doç.Dr. Gıyasettin ÇİÇEK ve Tarım Makinaları Bölümü araştırma görevlileri Arş.Gör. M. Burak BÜYÜKCAN ile Arş.Gör. Arda AYDIN’a gösterdikleri yardım, paylaştıkları bilgi ve katkıları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yapılabilmesi için ihtiyaç duyduğum gerekli donanımı sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Daire Başkanlığı’na (BAP), Uzel Makine Sanayi A.Ş.’ne, New Holland Trakmak A.Ş.’ne ve John Deere Makinaları Ltd. Şti.’ne desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca manevî desteklerinden dolayı değerli aileme, Işıl ERDEN’e ve tüm dostlarıma her zaman yanımda oldukları için saygı ve sevgilerimi sunarım.

Murat IŞIKTEPE

SİMGELER VE KISALTMALAR

- pto** : Kuyruk mili (Power Take Off)
rpm : Dakikadaki devir sayısı (Rotate per minute)
d/dak : Dakikadaki devir sayısı
MFWD : Dört tekerleğinden tahrikli (Mechanical Four Wheel Drive)
ÖYT : Özgül yakıt tüketimi
B_e : Traktör motorunun birim zamanda tükettiği yakıt miktarı
N_ç : Motorun geliştirdiği güç miktarı
MF : Massey Ferguson 3085
NH : New Holland TD85
JD : John Deere 5625

TRAKTÖRLERDE KUYRUK MİLİ (540 ve 750 d/dak) ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ÖZET

Bu çalışmada, traktörlerde 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hızları arasındaki farklılıkların atölye koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için, benzer teknik özelliklerde üç farklı marka traktöre (Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625), atölye koşullarında bir kuyruk mili dinamometresi (eddy current) ile yükler uygulanmıştır. Her iki kuyruk mili uygulaması için ayrı ayrı yürütülen denemelerde traktör kuyruk mili torku, traktör motoruna ait yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi ve soğutma suyu sıcaklığı parametreleri belirlenmiştir. Traktörlerin kuyruk millerine, 540 d/dak ve 750 d/dak çalışma hızlarında, uygulanan yük adımlarında ölçülen tork değerleri sırasıyla 88 Nm–888 Nm ve 63 Nm–638 Nm arasında değişmiştir. Veri analizleri, maksimum dinamometre yüklerine kadar (0–50 kW) 540 yerine 750 uygulamasının yakıt tüketimi değerlerinde Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625 traktörleri için sırasıyla %7.56–12.63, %7.59–14.64 ve %1.00–2.80, oranlarında artışlara neden olduğunu göstermiştir. Araştırma bulguları, 750 uygulamasının 540 uygulamasına kıyasla daha düşük kuyruk mili torku, daha yüksek yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi değerlerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, 750 d/dak kuyruk mili uygulamasının maksimum yüklenmelere kadar, birçok kuyruk milinden hareketli tarım makinası için 540 uygulamasına önemli bir alternatif olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Traktör, 540 d/dak, 750 d/dak, kuyruk mili.

Not: Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Daire Başkanlığı tarafından 2007–75 nolu projeden desteklenmiştir.

**A RESEARCH ON DETERMINING OF THE WORKING SPECIALITY OF
TRACTOR'S PTO (540 and 750 rpm)**

ABSTRACT

The objective of this study was to determine differences between the standard 540 rpm and 750 rpm pto (power take-off) revolution in tractors. Loads were applied to three tractors (Massey Ferguson 3085, New Holland TD85, and John Deere 5625) with similar technical specifications, by means of a pto dynamometer (Eddy-current) under stable conditions. Measurements were made of tractor pto torque, engine fuel consumption, specific fuel consumption and cooling water temperatures on the basis of load steps applied at 540 and 750 pto applications. The torque values measured for 540 and 750 applications at load steps (5-50 kW) were found to be between 88 Nm-888 Nm and 63 Nm-638 Nm, respectively. Data analysis showed the fuel consumption increase rates caused by 750 application instead of 540 application varied between 7.56-12.63%, 7.59-14.64% and 1.00-2.80% respectively, for Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 and John Deere 5625 tractors at all load steps (5-50 kW) applied to the pto. Besides, specific fuel consumption decreased with power increase for both pto applications in each tractor. Findings showed that the 750 rpm pto application had lower pto torque, higher fuel consumption and specific fuel consumption values than those of the 540 rpm pto application for the all tested tractors. In conclusion, the 750 rpm pto application for many pto-driven machines can be significant alternative to 540 rpm application up to maximum pto loads of tractors.

Keywords: Tractor, 540 rpm, 750 rpm, Pto

Note: The present M.Sc thesis was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Commission under the project no of 2007-75.

İÇERİK

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Tarım Traktörü.....	3
1.3. Kuyruk Mili.....	4
BÖLÜM 2.....	11
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
BÖLÜM 3.....	21
MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Deneme alanı özellikleri	21
3.1.2. Meteorolojik veriler.....	23
3.1.3. Araştırmada kullanılan traktörler.....	23
3.1.4. Kuyruk mili dinamometresi ve veri toplama sistemi	24
3.1.5. Yakıt tüketimi ölçüm sistemi.....	26
3.1.6. Motor soğutma suyu sıcaklığı ölçüm sistemi	28
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Tam yüklenme pozisyonunda yapılan ölçümler	29
3.2.2. Kısmi yüklenmelere bağlı olarak yapılan ölçümler.....	30

3.2.3. Motor soğutma suyu sıcaklığı ölçümü	32
3.2.4. Yakıt tüketimi ölçümü.....	33
3.2.5. Özgül yakıt tüketiminin belirlenmesi.....	33
3.2.6. İstatistiksel analiz	34
BÖLÜM 4.....	35
BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Deneme Faktörlerinin Tork Üzerindeki Etkileri	36
4.2. Deneme Faktörlerinin Yakıt Tüketimi Üzerindeki Etkileri	37
4.3. Deneme Faktörlerinin Özgül Yakıt Tüketimi Üzerindeki Etkileri.....	41
BÖLÜM 5.....	47
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
BÖLÜM 6.....	50
KAYNAKLAR.....	50
EKLER.....	I
TABLolar.....	IX
ŞEKİLLER.....	X
YAŞAM ÖYKÜSÜ.....	XII

BÖLÜM 1

GİRİŞ

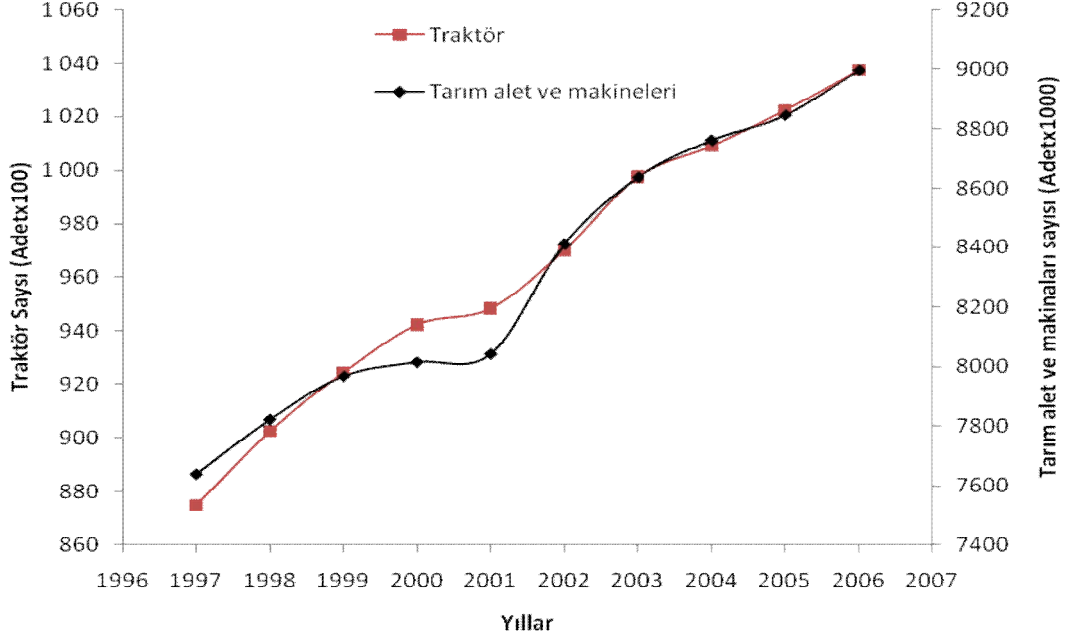
1.1. Genel

Mekanizasyon ileri teknolojilerin uygulanmasını, ayrıca toprak, su, gübre, ilaç ve diğer girdilerin etkin kullanımını olanaklı kılarak tarımda verimliliği sağlayan önemli bir üretim aracıdır. Kalkınmış ülkeler tarımında verimlilikte sağlanan gelişmelerin tümünde mekanizasyon anahtar rol oynamıştır. Küresel rekabet ortamında bu rol kuşkusuz giderek artan önemle sürecektir (Evcim ve diğ., 2004).

Tarımda makinalaşma (tarımsal mekanizasyon) deyimiiyle, tarımsal işlemlerin makina ve enerji kullanımıyla gerçekleştirilmesi anlaşılmaktadır. Bu yolla daha hızlı ve daha büyük kapasitede üretim mümkün olabilmektedir. Tarımda makina kullanımı, diğer tarım teknolojisi uygulamalarından farklı olarak, verim artışını doğrudan etkilememekle beraber; kırsal kesimde yeni üretim yöntemlerinin uygulanmasını sağlamaktadır. Bu yönüyle diğer teknolojik uygulamaların etkinliğini ve ekonomikliliğini artırmakta ayrıca çalışma koşullarını iyileştirmektedir. Böylece, uygun teknolojilerin kullanımına olanak sağlayarak belirli büyüklüğe sahip üretim alanlarından daha fazla verim alınmasına yardımcı olmaktadır (Saral ve diğ., 2002).

Tarımsal mekanizasyon daha kapsamlı bir mercek altına alınacak olursa; günümüz koşullarında tarımda makine kullanımı herkes tarafından kabul edilen ve kullanılması muhakkak bir olgu haline geldiği görülmektedir. Bundan sonra alınacak yol, tarımda kullanılan makine teknolojisindeki ilerlemeleri her geçen gün bir adım daha ileri götürmek olmalıdır. Ülkemiz koşullarında da tarım ve tarımsal mekanizasyon hızla boyut değiştirmekte, dünyada uygulanan yeni tarım ve makina teknolojileri kısa zamanda Türkiye tarımında da yerini almaktadır. Günümüzde insan gücünü azaltıcı teknolojik gelişmelerin tarım makinalarındaki etkisi ve traktörlerde oluşan son yenilikler ülkemizdeki traktör ve tarım makinalarının sayısını ve çeşitliliğini etkilemektedir. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayımlanan verilere

göre, son zamanlarda gelişen teknoloji ile birlikte traktörlerin ve tarım makinalarının sayısında ve çeşidinde önemli sayılabacak bir artış görülmüştür (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Türkiye’deki traktör ve tarım alet makinaları varlığının yıllara göre dağılımı (TÜİK, 2008).

1996 – 2006 yılları arasındaki traktör, tarım alet ve makine varlığını kapsayan istatistik çalışmaları, 10 yıllık süreçte tarım traktörleri ve tarımda kullanılan alet ve makinalarının tümünde artan oranda bir yükseliş olduğunu göstermektedir. Her geçen gün hızla ilerleyen teknoloji, traktörler ve tarım makinalarında da etkisini hissettirmiş ve her geçen gün yeni traktör ve tarım makinaları Türkiye tarımındaki yerini almaya başlamıştır. Şekil 1.1 incelendiğinde istikrarlı bir şekilde artan bir eğilim ancak 1999 ile 2001 yılları arasında artışın biraz daha yavaşladığı görülmektedir. Eğrinin bu istikrarlı yükselişini bozan yıllarda, ülkenin yaşadığı ekonomik sorunların etkisinden kaynaklanan bir yavaşlama olduğu düşünülebilir. Sosyal ve ekonomik yaşam şartları elverdiği sürece traktör ve tarım makinaları sayılarındaki kararlı artış yıldıan yıla devam edecektir. Bu artış traktör teknolojisi ve tarım makinaları teknolojileri ile ilgili yapılacak olan yeni çalışmalara verilmesi gereken önemi ve ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır.

Yapılacak olan yeni çalışmalar tarımda kullanılan ve kullanılacak olan makine teknolojisini göz önüne alarak makina teknolojilerine tam anlamıyla odaklanmalıdırlar. Tarımda kullanılan makina teknolojisi tanımlanacak olursa; teknolojik uygulamaların etkinliği, ekonomiklik ve kullanım kolaylığı gibi tarımda makinalaşmanın getirdiği gelişim göstergeleri arasında sayılan faktörlerdeki ilerlemenin etkisiyle meydana gelmiş oluşumlardır. Genel olarak bu etkinin büyük çoğunluğu traktörler ve belirli bir güç kaynağından hareket alarak insan gücünü azaltıcı makinalarda açık bir şekilde görülebilir. Sayılan gelişim göstergelerini amaç olarak ele alırsak hedeflere ulaşmanın en kısa yolu da mevcut teknolojileri geliştirerek ve mevcut teknolojileri iyi tanıyıp en etkin biçimde kullanmaktır.

1.2. Tarım Traktörü

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 (TS 3999, 1983).



Şekil 1.2 Günümüz tarım koşullarında kullanılan gelişmiş bir traktör

Tarımda verimin artışına destek verecek olan makinalaşmanın ilk ve en önemli faktörü traktördür. Bütün tarımsal faaliyetlerin hemen hemen her aşamasında kullanılan alet ve makinaların (kendi yürürler hariç) çalışabilmesi için ihtiyaç duyduğu enerjiyi traktörden almaktadırlar. Tarım traktörleri bu enerjiyi, tarım alet ve makinalarına çeşitli güç çıkış noktaları (hidrolik, üç nokta askı düzeni, çeki kancası, kuyruk mili) ile iletebilmektedir. Günümüzde tarım makinalarına uygulanan teknolojik gelişmeler ve makinaların farklı özellikleri, traktörlerin enerji çıkış noktalarında yeni düzenlemeleri tetiklemektedir. Son zamanlarda gelişen tarım makinalarının, çeşitli güç gereksinimlerini daha etkin ve ekonomik olarak karşılanabilmesi için çok sayıda araştırma yürütülmekte ve olumlu sonuçları, traktörler üzerindeki motor, aktarma organları ve güç çıkış noktalarında yeni düzenlemelere sebep olmaktadır. Özellikle traktör kuyruk mili kullanımıyla ilgili bazı yeni alternatifler, traktör üreticileri tarafından uygulamaya sunulan önemli gelişmeler arasındadır.

1.3. Kuyruk Mili

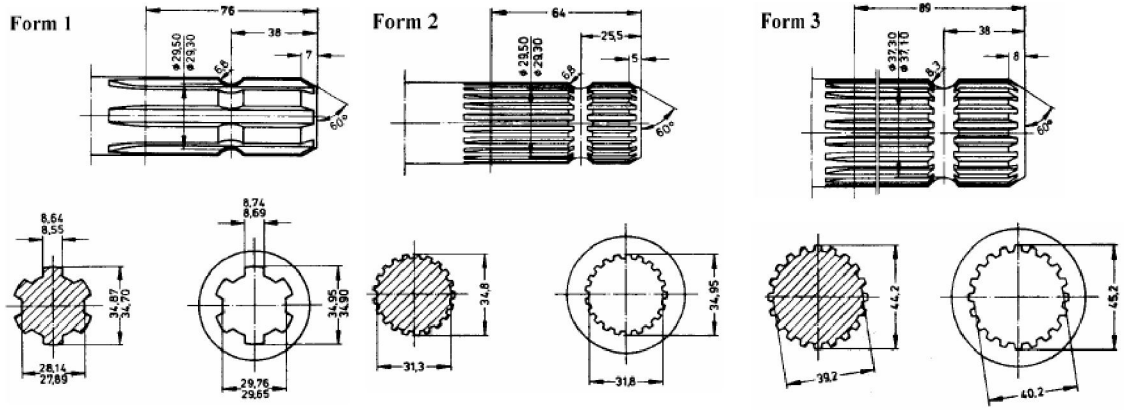
Kuyruk mili, tarım traktörlerinden tarım alet ve makinalarına güç ileten ve nominal (anma) motor devrinde 540 d/dak, 750 d/dak veya 1000 d/dak hızlarında dönen kamalı mildir (TS 3999, 1983).

Kuyruk milleri profilleri uluslar arası ISO-Norm çizgileri doğrultusunda standartlaştırılmıştır. Profillere ait bazı teknik ölçüler ve çalışma koşulları hakkında teknik bilgiler Şekil 1.3 ve Tablo 1.1’de verilmiştir.

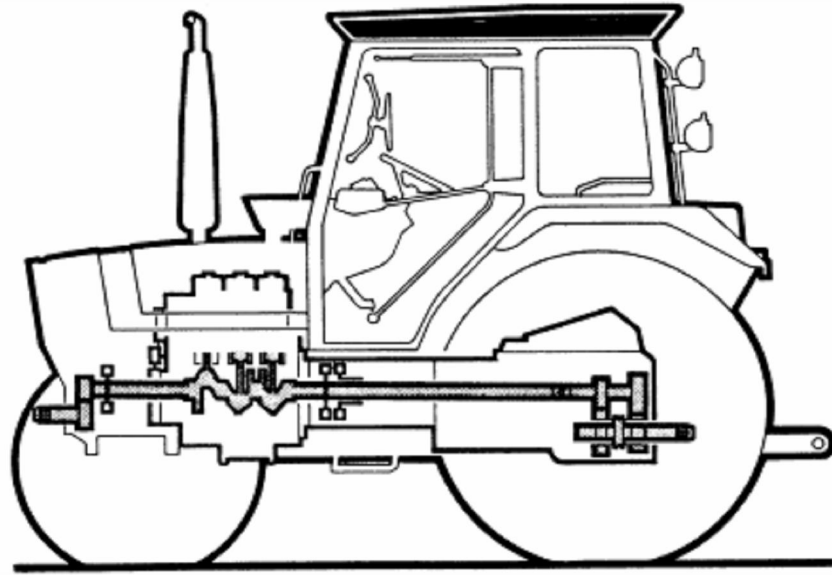
Kuyruk mili ile hareket verilen tarım alet ve makinalarının çalışabilmesi için kuyruk milinin belirli bir hız ve tork değerine sahip olması gerekir. Traktör motorunda üretilen hızın ve kuvvetin kuyruk miline iletim hattı Şekil 1.2’de görülmektedir (Anonim 2008).

Tablo 1.1 Kuyruk mili profillerinin özellikleri

	Form 1	Form 2	Form 3
Devir sayısı (d/dak)	540	1000	1000
Maks. traktör gücü (kW), (PS)	48 65	92 125	182 180
Kuyruk mili kökü çapı (mm)	35	35	45
Profil şekli	Kama şeklinde diş açılmış	İvolüt (sarılmış) diş açılmış	
Diş sayısı	6	21	20
Faydalı uzunluğu (mm)	76	64	89

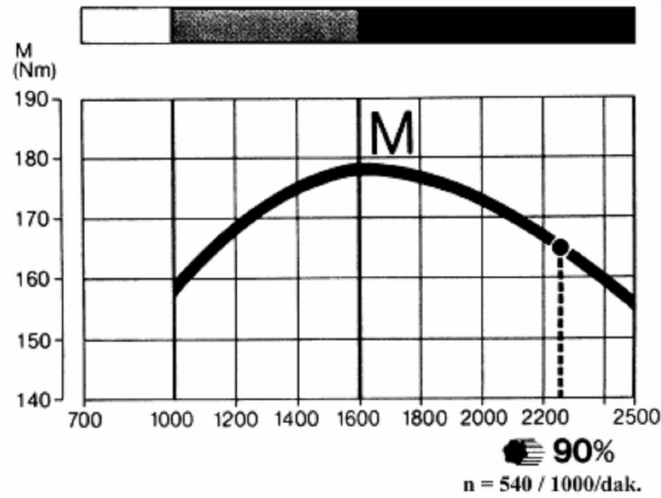


Şekil 1.3 Kuyruk mili profillerinin şematik gösterimi ve ölçüleri



Şekil 1.4 Kuyruk mili hareket iletim hattı

Traktörler üreticiler tarafından standart olarak üretilen 540 d/dak, 750 d/dak ve 1000 d/dak kuyruk mili hız değerlerine sahiptir. 540 d/dak kuyruk mili hızı bugün güç ihtiyacı 55 kW'a kadar olan askılı tip aletle çalışırken kullanılmaktadır. 1000 devir/dakikalık kuyruk mili hızı ise bugün güç ihtiyacı 55 kW'ın üzerinde olan aletlerle çalışırken kullanılmaktadır. Yüksek devirlerle güç taşınırken az da olsa güç kaybı oluşabilir. Kuyruk milleri buna rağmen büyük güçleri aktarabilecek boyutlarda yapılmaktadır. İlaveten hafif askılı aletlerin devir sayılarının azaltılması ile kullanılmaları halinde özgül yakıt tüketimleri optimum sınırlar içerisinde tutulabilmektedir. Traktörlerin patinajı azaltan bir kuyruk mili hızı için asgari bir motor hızına ihtiyacı vardır. Traktörlerin hafif askılı aletlerle çalışabilmeleri için gücün bir kısmında çekide kullanabileceği yada optimum özgül yakıt tüketimini sağlayan 750 d/dak gibi azaltılmış kuyruk mili devirlerine ihtiyaç vardır (Anonim 2008).



Şekil 1.5 Kuyruk mili karakteristik eğrisi, M=Tork (Anonim 2008).

Her marka ve her model traktör için elde edilen kuyruk mili devri aynı olmasına karşın, standart kuyruk mili hızları her traktörde farklı motor hızlarında sağlanmaktadır. Örneğin 540 d/dak kuyruk mili hızı bir traktörde 2200 d/dak'lık motor hızında sağlanırken başka bir traktörde 1950 d/dak'lık motor hızında sağlanabilir. Standart kuyruk mili hız değerlerinin sağlandığı motor hızları, motor nominal (anma) hızının yaklaşık %90'ına karşılık gelen hız değerleridir. İki ayrı standart kuyruk mili hızı seçeneğine sahip traktörlerdeki standart kuyruk mili hızı ise

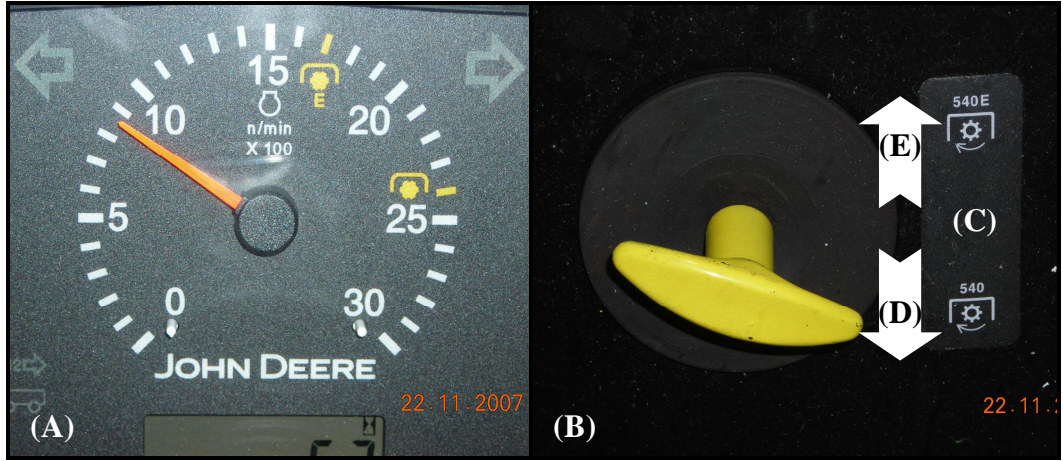
hareket iletim oranındaki değişimler ile benzer motor hızlarında sağlanmaktadır (Şekil 1.5) (Anonim 2008).

Kuyruk mili hızlarının motorun maksimum hızına oldukça yakın bir bölgede karşılanması, güç iletilen makine tarafından kuyruk miline gelen yüklerin en iyi şekilde karşılanması isteği ve gerekliliği içindir. Ancak, standart devirde güç ihtiyacı çok düşük olan bazı tarım makinalarında motorun yüksek hızlarda çalıştırılması, gereksiz enerji ve dolayısıyla yüksek miktarda yakıt tüketimi, diğer bir ifadeyle ekonomik olmayan bir uygulamaya neden olmaktadır. Traktör imalatçıları tarafından uygun motor devrinde, standart kuyruk mili hızlarında kuyruk mili ile çalışmalarda yakıt tüketimini azaltan başka bir ifade ile motor verimine uygun kuyruk mili verimi veren güç çıkış noktalarıyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Anonim 2008). Traktörün çalışma verimliliğinin bilinmesi kadar, çalıştırılan makinanın tork, devir sayısı ve güç ihtiyacı da önemlidir. Bu özelliklerin bilinmesi durumunda, ilgili makinanın verimli olarak kullanılabilceği güç sınıfındaki traktör özellikleri de belirlenebilir. Yakıt tüketimi, gereksiz güç kullanımı gibi sayılan olumsuzluklar dikkate alınarak traktör üreticileri tarafından, motorun daha düşük devirlerinde 540 d/dak standart kuyruk mili hızı değerine karşılık 540E d/dak kuyruk mili hızı, 1000 d/dak standart kuyruk mili hızına karşılık 1000E d/dak kuyruk mili hız ya da iki standart kuyruk mili hızları arasında tork gereksinimi daha az olan makinaları çalıştırmak için 750 d/dak standart kuyruk mili hızının sağlanabildiği gibi transmisyon sistemleri geliştirilmiştir. 540 ve 540E devir sayılarını sağlayan ünite, motor devrini kuyruk miline iki farkı iletim oranı ile aktarmaktadır. Bu sayede daha yüksek olan iletim oranı ile daha düşük motor hızında standart olan kuyruk mili devir sayısı (540 d/dak-540E d/dak ya da 1000 d/dak-1000E d/dak) sağlanabilmektedir. İki oran arasındaki değişim, mekanik ya da elektro-hidrolik olarak yapılabilmektedir (Sümer ve diğ., 2004).

Motorda oluşan verim kaybı, kuyruk milinden tarım makinasına aktarılan tork ve güç miktarı üzerinde doğrudan etkili olduğundan, periyodik ve pratik olarak kuyruk milinin verimini ortaya koyan ölçümler yapılmaktadır. Bu işlemler için, genellikle çeşitli tip ve özelliklerde bir kuyruk mili dinamometresi kullanılmaktadır. Dinamometre ile traktör maksimum kuyruk mili gücü belirlenebilmektedir. Belirli

periyotlarla yapılacak ölçümler, traktör motorunun verimi hakkında kullanıcıları bilgilendirmektedir.

Şekil 1.6’da kuyruk mili hız değişimlerinin yapıldığı mekanik kontrol elemanı görülmektedir. Şekilde görülen kuyruk mili kontrol elemanı 540 d/dak ve 540E d/dak hız seçeneğine sahip bir traktöre ait olup, 540E hız seçeneği “ekonomik kuyruk mili” olarak da adlandırılan 540E ve diğer bir hız seçeneğinin alternatifi olan 1000E ifadeleri ile kullanıcılara sunulmaktadır. 1000E olarak adlandırılan ekonomik kuyruk mili uygulamasının sağlandığı transmisyon sistemi, Türkiye’de kullanıcılara sunulan traktörler üzerinde mevcut değildir (Sümer ve diğ., 2004).

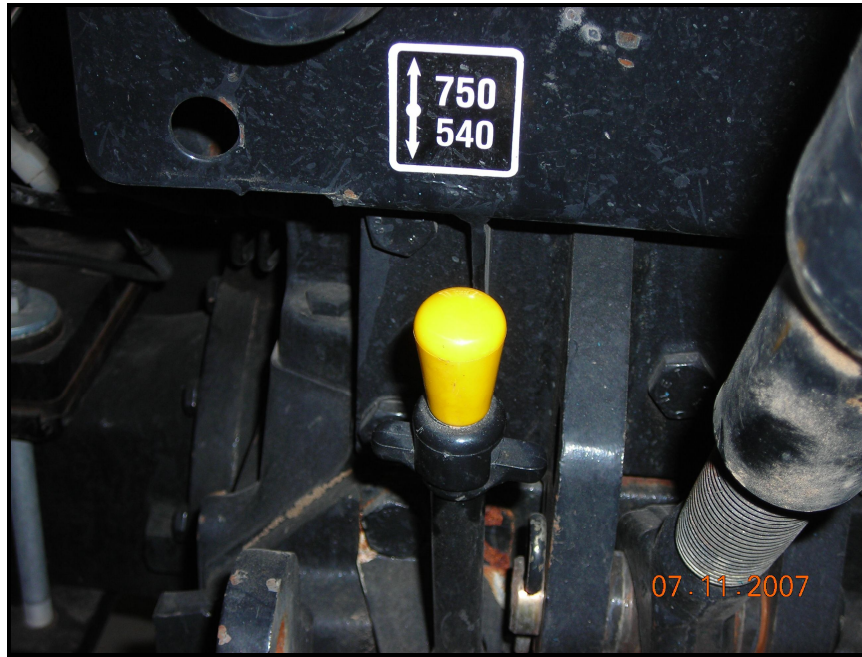


Şekil 1.6 Ekonomik kuyruk mili özelliğine sahip bir traktöre ait kontrol elemanı ve gösterge etiketi (A) ile (B) motor devir göstergesi

Şekil 1.6’da verilen traktör motoruna ait motor devir göstergesi (B) üzerinde, traktör hareket iletim sistemi tarafından sağlanabilen kuyruk mili hızları ve karşılık gelen motor devirleri gösterilmiştir. Bu göstergeye göre, 540 d/dak kuyruk mili hızına karşılık gelen motor hızı 2200 d/dak ve 540E d/dak kuyruk mili hızına karşılık gelen motor hızı ise 1700 d/dak’da elde edilmektedir. Görüldüğü gibi kuyruk mili standart hızı, 540E konumu kullanılarak 540 d/dak konumuna kıyasla, 500 d/dak daha düşük motor devrinde elde edilebilmektedir. Şekil 1.6’da görülen etiket (C), kontrol elemanının (D) yukarı konumunda 540E d/dak, aşağı konumunda ise (E) 540 d/dak hızlarının sağlanabileceğini ifade etmektedir. Şekil 1.6’daki gösterge dikkate

alınacak olursa, kontrol elemanının aşağı konumunda motor devir sayısının 2200 d/dak olması durumunda, kuyruk mili devir sayısı 540 d/dak olacaktır. Yukarı konumda ise kuyruk mili devir sayısı, motor devrinin 1700 d/dak olması durumunda 540 d/dak (Ekonomik) ve 2200 d/dak olması durumunda ise 750 d/dak olacaktır.

Bazı traktörlerdeki bu etikette, özellikle yerli modellerde 540E yerine 750 kullanılmaktadır (Şekil 1.7). Çiftçiler bu yeni uygulamayı 540E (ekonomik kuyruk mili standart devri) yerine daha çok 750 olarak bilmektedir. 540E, üreticiler tarafından 540'a bir alternatif olarak küçük güç gereksinimli makinalar ile çalışılması durumunda yakıt tasarrufu sağlayan bir uygulama olarak tanıtılırken, 750 d/dak uygulaması için herhangi bir yönlendirme yapılmamaktadır. Bu çalışmada, çiftçiler tarafından bazı harman makinaları ve diskli gübre dağıtma makinaları gibi makinalar için tercih edilen 750 d/dak kuyruk mili hızının, 540 d/dak hızı ile arasındaki teknik ve ekonomik farklılıkların atölye koşullarında incelenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.7 Ekonomik kuyruk mili özelliğine sahip bir traktöre ait kontrol elemanı ve 750 olarak gösterilmiş etiket

Bu çalışmada, 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hız seçeneklerine sahip, benzer motor ve aktarma organları özelliklerindeki traktörlerin atölye koşullarında

kuyruk mili performansları belirlenmiştir. Kuyruk mili dinamometresi ile yapılan çalışmalarda, 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hız seçenekleri sabit tutularak ayrı ayrı kademeli olarak yüklenmeler yapılmıştır. Her yük kademesinde eş zamanlı olarak kuyruk mili tork, hız, güç ve traktör yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir. Bunun yanında eş zamanlı olarak motor soğutma suyu sıcaklığı ve çevre sıcaklığı ölçülmüştür. Yapılan bu araştırmanın gelişen traktör teknolojisindeki kuyruk mili performanslarının atölye koşullarında teknik özelliklerinin belirlenmesi ve kullanıcılar için daha açıklayıcı, net, anlaşılabilir bilgilerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Kullanılan yeni kuyruk mili teknolojileri teknik olarak değerlendirilerek kullanıcılara seçtikleri kuyruk mili hızı ve kullandıkları makineler konusunda yön vereceği düşünülerek üreticiler tarafından tam olarak belirtilmeyen özellikler gibi eksikliklerin giderilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde, araştırmada ele alınan konular ile ilişkili olarak daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmalar özetlenmiş, üçüncü bölümünde kullanılan materyal ve yöntem açıklanmış, dördüncü bölümde araştırma bulgularına yer verilmiş ve sonuçlar tartışılmış, beşinci bölümde ise sonuç ve öneriler açıklanmıştır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Thomas ve diğ. (2005) günümüzde neredeyse bütün traktörlerde mevcut olan kuyruk mili özelliklerini baz alarak bilimsel bir çalışma yürütmüşlerdir. Yürütülen bu çalışmada hidrolik ve mekanik transmisyon sistemine sahip bir test traktörü kullanılmıştır. Projenin amacına uygun olarak test traktöründe çeşitli tasarımlar, geliştirmeler ve testler uygulanmıştır. Hidrolik transmisyon sistemini kısmen devre dışı bırakılarak, hidrolik transmisyon sisteminde hiçbir değişiklik yapmadan ve mekanik transmisyon sistemini kullanarak her çalışma koşulu için testler uygulanmış ve bilgisayar ile kontrolü yapılmıştır. Testlerden birisinde bir kuyruk mili dinamometresi kullanılarak kuyruk mili gücüne karşı özgül yakıt tüketimi eğrisi oluşturulmuştur. Yapılan testlerin tekrarı hidrolik transmisyon sistemi içinde uygulanarak alınan verilerin değerlendirilmesi sonucu iletilen güç açısından hidrolik transmisyon sisteminin mekanik transmisyon sistemine göre %18 daha verimli olduğu ve özgül yakıt tüketimi açısından ise mekanik transmisyon sisteminin hidrolik transmisyon sistemine göre %25 daha verimli olduğu bulunmuştur.

Gil-Sierra ve diğ. (2007) dünyadaki petrol rezervinin giderek azaldığını vurgulayarak enerjinin verimli bir şekilde kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Enerjinin verimli kullanılması hususunda, en önemli faktörler arasında da tarım traktörlerindeki motor ve transmisyon organları olduğunu belirterek yürüttükleri çalışmanın önemini vurgulamışlardır. Yapılan çalışmada OECD test kodlarını kullanarak çeşitli verimlilik testleri uygulanmıştır. İspanya'daki 240 traktör modelinde verimliliklerine göre sınıflandırma yapılarak 7 ayrı sınıf oluşturulmuştur. OECD test kodlarından kod 1 ve kod 2 izlenerek motor hızı ve güç ölçümünde yakıt tüketimini belirlenmiştir. Kuyruk mili testlerinde ise; nominal güç ve tam güç pozisyonlarında, kademeli yükleme uygulanarak, standart kuyruk mili hızında, tam ve kademeli yükleme uygulanarak ve maksimum güçte yüklemeler uygulanarak çeşitli testler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yeni kodlamaya göre Mart 2005'deki OECD 2 kodunda bulunan 6 madde incelenmiş ve uygulanmıştır. Bu maddelere göre; (1) nominal hızdaki maksimum güce, (2) nominal hızdaki %80 güce, (3) %90 nominal hızdaki %80 güce, (4) %90 nominal hızdaki %40 güce, (5) %60 nominal hızdaki

%60 güce, (6) %60 nominal hızdaki %40 güce karşılık gelen yakıt tüketimi değerleri ayrı ayrı belirlenerek grafiklendirilmiştir.

Grisso ve diğ. (2004) Nebraska Traktör Test Laboratuvarı (NTTL) raporlarına göre ASAE standartlarının kullanıldığı test verilerini inceleyerek yıllık özgül yakıt tüketimi hakkında bir çalışma yürütmüşlerdir. Elden edilen bilgilere göre yıllık özgül volümetrik yakıt tüketiminin geçen 20 yılda %4.8 azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca bu raporlardan faydalanarak yeni eşitlikler bulunmuştur ve yıllık yakıt tüketiminin tahmini yapılmıştır. Eşitlikleri bulmak için yapılan testlerde kuyruk mili gücü için yakıt tüketimi belirlenmiştir. Testler %100, %85, %65, %45, %20 ve %0.1 kuyruk mili güç seviyeleri için ayrı ayrı uygulanmıştır. Elde edilen yakıt tüketimi verileri kullanılarak özgül hacimsel yakıt tüketimi (L/kW·h) hesaplanmıştır. 720 traktörden alınan veriler kullanılarak hesaplanan özgül hacimsel yakıt tüketimi için yeni eşitlikler geliştirilmiştir.

Turner (1993) Alberta Tarım Makinaları Araştırma Merkezi'nde (AFMRC) yürüttüğü bir araştırmada tarladaki çeki performansını belirlemek için basit bir sistem geliştirmiştir. Geliştirilen bu sistem standart çeki verimini direkt olarak ölçemeyeceğini, ancak bunun yerine kullanılacak güçleri ölçebileceğini belirtmiştir. Çeki veriminin hesaplanmasında giren çeki gücü olarak motor gücü yerine kuyruk mili gücü kullanılmıştır. Kuyruk mili gücünün belirlenmesinde kuyruk mili dinamometresi kullanılmıştır. Motor tam güç pozisyonunda çalışırken dinamometre ile motorun stop ettiği noktaya kadar yüklemeler uygulanmıştır. Motorun stop ettiği noktada kuyruk milinin maksimum güç değeri belirlenmiştir. Elde edilen bu maksimum gücü çeki verimliliğinin hesaplanmasında giren çeki gücü yerine kullanılmıştır.

Kim ve diğ. (2005) Nebraska Traktör Test laboratuvarında yürütülen testlerin raporlarını değerlendirerek, 1959 ile 2002 yılları arasında performans testi yapılmış 926 diesel tarım traktörü verilerini düzenleyerek performans gelişimi hakkında bir inceleme yapmışlardır. Bu çalışmadaki performans analizleri, özgül hacimsel yakıt tüketimi, birim ağırlık başına düşen güç, çeki katsayısı, maksimum tork artışı ve

gürültü seviyesi ölçümlerini içermektedir. Ölçümleri traktörlerin kuyruk mili güç seviyelerini ve şasi tipleri baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

Test raporlarındaki yakıt tüketimi değerleri, ölçülen güç oranlarında birim zamandaki harcanan yakıt hacmi eşdeğer özgül hacimsel yakıt tüketimine dönüştürülerek hacimsel özgül yakıt tüketimi belirlenmiştir ve kıyaslamalar yapılmıştır. Bulunan sonuçlara göre; kuyruk mili testlerinde 1959 yılından 2002 yılına kadar yakıt ekonomikliğinin %20.5 gelişme gösterdiği belirtilmiştir. İncelenen diğer bir konu olan birim ağırlık başına düşen güç belirlenirken kuyruk mili gücü kullanılarak kuyruk mili gücü başına düşen ağırlık yıllara göre analiz edilip çeşitli grafikler oluşturulmuştur. Çeki katsayıları hesaplanıp kıyaslamalar yapılırken ölçülen kuyruk mili güç seviyeleri baz alınmıştır. Ayrıca 1959 yılından 2002 yılına kadar yapılan testlerde belirlenmiş olan maksimum tork artışı kıyaslamaları da kuyruk mili güç seviyeleri arasında yapılmıştır. Maksimum tork artışı 10 yıllık periyotlar halinde 37–75 kW aralığındaki kuyruk mili gücüne sahip traktörlerde ortalama olarak %18.4 artış gösterdiği ve 2001–2002 yılları arasında ise %27.7 artış gösterdiği belirtilmiştir.

Zoz ve diğ. (2002) yürüttükleri bir araştırmada iletilen güç verimliliği açısından paletli ve tekerlekli yürüme organlarının çeki verimliliği performanslarını kıyaslamışlardır. Genel olarak paletli yürüme organlarına sahip traktörler daha iyi görünse de tarla etkinliği ve yakıt tüketimi açısından aralarında çok az fark olduğu belirtilmiştir. Güneybatı Teksas Eyalet Üniversitesi ve Alberta Tarım Makinaları Araştırma Merkezi'nde yapılan son testlerde, iletilen güç verimliliği için bütün traktör performans ölçümlerinde, giren gücün çeki gücüne oranı iletilen güç olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada çeki gücü doğrudan ölçülmüştür. Ancak giren güç olarak motor gücü yerine buna eşdeğer karşılık gelen kuyruk mili gücü ölçülmüştür. Motor gücü ile kuyruk mili gücünün tam olarak eşdeğer olmadığı, bazı güç çıkış noktaları, pompalar ve akslarda güç kaybı olduğu belirtilmiştir. Daha önceden ölçülmüş motor gücü verilerinden faydalanılarak kuyruk mili gücü için bir R^2 değeri hesaplanmış ve motor gücüne eşdeğer kuyruk mili gücü elde edilmiştir. Kuyruk mili gücü ölçümü motor gücü ölçününe göre daha kolay olduğu için ve kayıplardan

dolayı bu yöntemin daha mantıklı olduğu öne sürülmüştür. Çeki verimliliği için sadece akslardan sonraki kayıpların etkili olduğu belirtilmiştir. Güç iletim verimliliğinin hesaplanmasında kullanılacak olan kuyruk mili gücü sabit bir dinamometre ile ölçülmüştür. Tarla testleri yapıldıktan sonra önceden elde edilen kuyruk mili güç verileri motor gücü değerlerine dönüştürülerek güç iletim verimliliği hesaplanmıştır.

Downs ve diğ. (2006) günümüzde tarım maliyetleri arasında en önemli kısmın enerji maliyeti olduğunu belirterek, Nebraska Traktör Test Laboratuvarı'nda yapılan testleri incelemişler ve çiftçilere enerji ve verimlilik seçimi konusunda yardımcı olacak bir çalışma yürütmüşlerdir. Üretici temsilcilerinin traktör üretim bandından çıktıktan sonra bazı testler yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu testlerin transmisyon tipi, kuyruk mili hızı, fren tipi ve diğerlerini testleri içermesi gerektiği belirtilmiştir. Yapılan kuyruk mili testlerinde, maksimum kuyruk mili gücü ve yakıt tüketimi nominal motor hızında ve nominal kuyruk mili hızında ölçümler yapılmıştır. Kuyruk mili testleri için bir dinamometre kullanılmış ve çeşitli kademelerde yükleme uygulanarak yakıt tüketimi belirlenmiştir. Bunlara bağlı olarak ta yakıt verimliliği hesaplanmıştır. Kuyruk mili testleri için yükleme ne olursa olsun motor hızının sabit tutulması gerektiğini, bu yüzdende en iyi yakıt verimliliğinin %100 olduğunda elde edildiği alınan sonuçlar doğrultusunda görülmüştür. Yüklenme azaltıldığında yakıt veriminin düşeceği, çünkü kuyruk mili hızında gerekli gücün azalmasına karşın motor hızının aynı şekilde devam etmesi gerektiği bulunmuştur. Kuyruk mili testlerinde yapılacak olan %25 yükleme için tam güç pozisyonundaki yakıt veriminin sadece yarısı kadar olacağı tespit edilmiştir. Ayrıca saatlik yakıt tüketiminden faydalanılarak yıllık yakıt tüketiminin tahmini yapılmıştır. Bunun gibi çalışmalar çeki gücü içinde yapılarak tüketilen enerji miktarının belirlenmesinde izlenecek yollar ve enerji-verimlilik seçimi konusunda faydalı olacak bilgiler ortaya çıkarılmıştır.

Turner ve diğ. (1997) Alberta Tarım Makinaları Araştırma Merkezinde yapılan traktör testlerinden faydalanarak paletli ve MFWD yürüme organlarına sahip iki farklı tip traktör test verilerini karşılaştırarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Yürütülen

bu çalışmada killi tınlı toprak tipine sahip bir alanda işlenmiş ve işlenmemiş iki farklı toprak koşulunda sürdürülmüş ve iki farklı tip yürüme organına sahip traktörlerin tarla performansları karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar yapılırken giren güç olarak daha önce yapılan kuyruk mili testlerinde elde edilen kuyruk mili gücü kullanılmıştır. Üreticilerin verdiği motor gücü ile ölçülen kuyruk mili gücü karşılaştırıldığında, genelde motor gücünün kuyruk mili gücünden %5-%10 fazla olduğu bulunmuştur. Bundan yararlanarak yakıt verimliliği çeki verimliliği gibi bilgilerin elde edilmesinde hesaplamalardaki giren güç yerine eşdeğer kuyruk mili gücü kullanılmıştır. Yapılan testler traktör tipi, toprak koşulları, araç çeki oranı ve motor torku olmak üzere 4 farklı kategori için gerçekleştirilmiştir. Nominal motor hızında tork değeri %100 olacak şekilde 0.3, 0.4, 0.5 ve 0.6 araç çeki oranında %75, %85, %95 ve %105 tork aralıklarında 50 saniyelik periyotlarla tork ve çeki verileri kaydedilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek değişik araç çeki oranları ve toprak koşulları için öneriler yapılmıştır.

Koertner ve diğ. (1977), bir traktörde enerji gereksinimini ve tüketilen yakıt miktarını ölçmek için bir düzenek geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın iki önemli amacı şöyle vurgulanmıştır: (1) Tarla çalışmalarında, diesel motora sahip bir traktörün motor devri, yakıt pompası ölçüm supabı konumu ve geri dönen yakıt sıcaklığı değerlerinin belirlenmesi. (2) Nebraska Üniversitesi deney laboratuvarında kuyruk mili gücünü ölçen dinamometre ile elde edilen verilere dayanarak traktörün yakıt tüketimi, güç çıkışı ve eşdeğer kuyruk mili gücü için, yukarıdaki verilere ilişkin bazı eşitlikler elde etmek. Çalışmada, bir elektriksel izleme tertibatı ve bir sensör kullanılmıştır. Kullanılan sensör üzerindeki ölçüm supabının konumları, bu izleme tertibatı ile kaydedilerek, tarla koşullarında çalışan bir traktörün güç çıkışı ve yakıt tüketimi belirlenmiştir. Elde ettikleri bu verilere göre çeşitli grafikler oluşturulup yorumlanmıştır.

Elde edilen veriler regresyon yöntemine göre analiz edilmiştir. Güç çıkışı için, korelasyon katsayısı 0.906 ve tahmin edilen standart hata 4.781 kW olarak bulunmuştur. Yakıt tüketimi için ise korelasyon katsayısı, 0.915 ve tahmin edilen standart hata, 1.385 olarak bulunmuştur.

Reid (1979), tarla koşullarında çalışmakta olan bir traktörün yakıt tüketimini belirleyebilmek için ucuz ve kullanımı basit bir düzenek geliştirmiştir. Geliştirilen yakıt ölçme düzeneğini traktörün yakıt sistemine yerleştirerek sisteme, düşey konumda iki adet dereceli yakıt deposu monte edilmiştir. Yakıtın motora bu depolardan geçerek iletilmesi sağlanmıştır. Çalışma süresi sonunda, tüketilen yakıt miktarı, depo üzerindeki dereceler okunarak belirlenmiştir. Sistemin maksimum yakıt tüketim kapasitesi, 22.697 L/h olarak bulunmuştur. Yine yapılan kalibrasyon çalışmalarında, traktörün kuyruk miline bir hidrolik dinamometre ile 67.11 kW, 29.83 kW ve 14.91 kW yüklerini ayrı ayrı uygulanarak yakıt tüketimi değerlerini sırası ile 127.26 mL/min, 166.26 mL/min ve 321.48 mL/min olarak bulunmuştur. Tekrarlı ölçümlerde varyasyon katsayısı sırasıyla % 1.84, % 1.42, % 1.81 ve standart sapma değerleri sırasıyla 0.0389, 0.0394, 0,0978 olarak bulunmuştur.

Araştırma sonunda, yakıt ölçme sisteminin tarımsal işlemlerde enerji tasarrufunun sağlanmasında önemli faktörlerden biri olduğu belirtilmiş ve sistemin basit, kullanımı kolay ve uygulama koşullarında güvenilir bir şekilde kullanılabilceğini vurgulanmıştır.

Balcı (1982), traktör motor gücü ve egzoz gazı sıcaklığı arasındaki ilişkilerin saptanması üzerine bir çalışma yürütmüştür. Denemelerde, FI-640 ve U-445 traktörleri kullanılmıştır. Güç ölçümü için hidrolik tip bir kuyruk mili dinamometresi kullanılarak, ölçümlerde güç kademesi olarak U-445 traktöründe, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 km BG, FI-640 traktöründe, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 km BG seçilmiştir. Egzoz gazı sıcaklığı bir Pyrometre ile yapılmıştır. Pyrometreye ait Pycouple egzoz içerisine takılarak değerler kaydedilmiştir. Yakıt tüketimi ölçümleri için basit bir düzenek kullanılarak yapılmıştır. Traktörden ayrı bir yerde bulunan yakıt deposundaki seviye zaman tutularak tüketim belirlenmiş ve bu değer özgül yakıt tüketimi cinsinden (g/BG-h) olarak hesaplanmıştır.

Ölçmeler, FI-640 traktöründe 5 kez, U-445 traktöründe 3 kez yapılmıştır. Elde edilen verilerin aritmetik ortalaması alınmış ve sıcaklığın sabitleştiği noktada gözlenmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla her iki traktör için güç-egzoz gazı

sıcaklığı ve güç-özgül yakıt tüketimi aralarındaki ilişkiyi gösteren grafikler elde edilmiştir. Bu grafiklere göre, FI-640 traktöründe güce bağlı olarak egzoz gazı sıcaklığında doğrusal bir artış görülmüştür. U-445 traktöründe bu doğrusal artış 35 BG' ne kadar görülmekte, ancak 35 BG'nden sonra doğrusal özelliğini kaybetmekte olup egzoz gazı sıcaklığında ani bir artış ve sonra duraklama oluşmuştur. Güç ile özgül yakıt tüketimindeki ilişkiye göre, U-445 traktöründe güç artışı ile yakıt tüketiminde de orantılı bir artış olurken, F-640 traktöründe düzensiz bir azalma oluşmaktadır.

Sonuç olarak, bu ilişkiler dikkate alınarak kullanılacak bir ısıölçer ile traktörün, çeşitli tarımsal işler sırasındaki yüklenme boyutları, sürücü tarafından gözlenebileceği ve böylece, güç gereksinmesine bağlı daha uygun traktör kullanımının sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Pang ve diğ. (1985), traktör yakıt tüketiminin belirlenmesi için dolaylı bir yöntem geliştirmişlerdir. Günümüzde kullanılan yakıt ölçme sistemlerinin güvenilir bir şekilde çalışmasına rağmen, yakıt iletim hattı bağlantı noktalarına ulaşılmanın yetersiz olduğu bazı traktörlerde, ölçme sisteminin bağlanma işlemi zor ve zaman alıcı olduğunu belirterek, bu nedenle traktör yakıt tüketimi ölçümünde daha yeni ve daha kolay bir yöntem bulunması için denemeler yapmışlardır. Kurulan deney düzeneğinde bir hidrolik dinamometre, termokup (ısı çifti), portatif yakıt tüketimi ölçüm sistemi, datalogger, sinyal üretici, bilgisayar sistemi ve MF 1150 traktörü bulunmaktadır.

Hidrolik dinamometre ile traktör kuyruk miline farklı yükler uygulanmış ve bu yüklerde oluşan yakıt tüketimi, yakıt tüketimi ölçme sistemi ile belirlenmiş ve termokup ile egzoz sıcaklıkları ölçülmüştür. Egzoz termokupundan alınan sıcaklık sinyali, önce sinyal üreticisine daha sonra, düzeltme devresinden geçerek çeviriciye gelerek, egzoz gazı sıcaklık değeri uygulanan farklı yükler için bu yolla belirlenmiştir. Elde edilen yakıt tüketimleri ve egzoz gazı sıcaklıkları arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur ve bu ilişki bir grafik ile gösterilmiştir.

Yapılan bu deneylerin amacı, traktör performansının incelenmesidir. 20 çalışmanın tamamı 14 kW ile 69 kW güç sınırlarında 5 ayrı kuyruk mili hızında yapılmıştır (1100, 1000, 900, 800, 700 d/min). Deney sonuçlarında varyasyon katsayısı 0.992 ve standart hata 0.07 L/h olarak bulunmuştur.

Bastaban (1994), traktör ve traktörle çalışan alet ve makinaların tarla koşullarında performanslarını belirlemek için genel amaçlı bir ölçüm seti kurmuştur. Yapılan çalışmada ilerleme hızı, yakıt tüketimi, üç nokta çeki kuvveti, kuyruk mili devri ve kuyruk mili gücünün ölçümü amaçlanmıştır. Kurulan ölçüm setinde, bilgisayar, kesintisiz güç kaynağı, hız radarı, yakıt sensörü, dataloger, kuyruk mili takometresi, hız monitörü ve kuvvet sensörleri bulunmaktadır.

Denemenin yürütülmesi sırasında yakıt tüketimini ölçmek için, akış ölçer sensörler kullanılmıştır. Sensörlerden biri yakıt deposundan enjektörlere giden ana boru hattına monte edilmiştir. Diğer sensör, enjektörlerden yakıt deposuna geri dönen yakıt miktarını ölçmek için, yakıt deposuna dönen geri dönüş borusuna monte edilmiştir. Kuyruk mili gücü ölçümünde bir kuyruk mili takometresi kullanılmıştır.

Onurbaş ve Ceylan (1996), motorun dönme momenti ile yakıt tüketimi ve devir sayısı arasında korelasyon kurmuşlardır. Elde edilen korelasyonlardan her traktör motoruna ait, karakteristik dokuz sayı belirlenmiştir. Bu katsayılar yardımıyla, motorun çalışma sırasında ölçülen yakıt tüketimi ve devir sayısı değerleriyle o andaki dönme momentine iyi bir yaklaşım sağlanabildiği görülmüştür.

Uygulamada kullanılan 20 traktöre ait motor denemelerinde 12 noktadaki dönme momenti, yakıt tüketimi ve devir sayısı değerleri temel veri olarak kullanılmıştır. Bu verilerden yararlanılarak, dönme momenti (T) ile devir sayısı (N) ve yakıt tüketimi farkı (f) arasında regresyon eşitlikleri kurulmuş ve her traktöre ait katsayılar (a_{ij}) belirlenmiştir. İstatistiksel analizde a_{23} , a_{31} ve a_{32} katsayıları tüm traktörler için sıfır olarak bulunmuştur. Regresyon eşitliklerine ait korelasyon katsayıları, iki traktör dışında $r^2 = 0.994$ ve Tümosan 74–80 N traktörünün

korelasyon katsayısı $r^2 = 0.979$ olarak belirlenmiştir. Katsayılardan yararlanılarak dönme momenti, aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunabilmektedir.

$$T = (a_{11}.f+a_{12}.f^2+a_{13}.f^3) + (a_{21}.f+a_{22}.f^2+a_{23}.f^3).N + (a_{31}.f+a_{32}.f^2+a_{33}.f^3).N^2$$

Sonuç olarak, uygulamalarda yakıt tüketimi ve devir sayısı ölçümüyle dönme momentinin hesaplanmasının, düşük bir hata payıyla yapılabildiği belirlenmiştir.

Lin ve Buckmaster (1996), mekanik güç transferine alternatif olarak, bir hidrolik güç transfer sisteminin verimliliğini incelemişlerdir. Geliştirilen sistemin yakıt verimliliğini değerlendirmek için matematiksel bir model geliştirilmiştir. Çalışmada, Ford New Holland Model traktör motoru kullanılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen, motor torku, özgül yakıt tüketimi, motor hızı, transmisyon oranı, alet güç gereksinimi, motor gücü ve performans verileri arasındaki ilişkiler grafikler haline getirilmiştir. Bu grafikler yardımıyla, hidrolik güç transferi ile mekanik güç transferi karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, hidrolik güç transmisyonunun kullanıldığı traktör motorunun yakıt tüketiminin, motor performans optimizasyonunun yapılması ile %7 azaltılacağı ve hidrolik güç transferinde düşük verimlerden kaçınmak için, işletme hızının sınırlandırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Onurbaş (1996), diesel motorunda dönme momentinin dolaylı olarak belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada, egzoz gazı sıcaklığı ve egzoz gazı basıncından yararlanılmıştır. Termik motorların çalışma durumunu belirten en önemli karakteristik büyüklükler, motor devir sayısı ve dönme momentidir. Bu iki büyüklükten yararlanılarak işletme noktası ve motor gücü belirlenebilir. Motor devri çeşitli aletler kullanılarak kolayca ölçülebilmektedir. Fakat dönme momentinin direkt ölçülmesi devir sayısı ölçümü kadar kolay değildir. Bu nedenle, bir motorun dönme momentinin kabul edilebilir hata payıyla detaylı olarak belirlenebilmesinin uygulamada büyük yarar sağlayacağı düşünülmüştür.

Çalışmada materyal olarak kullanılan motor, dört zamanlı, tek silindirli, direkt püskürtmeli ve hava soğutmalı Lombardini 6 LD 360 tip diesel motor olup anma gücü 5.5 kW (3600 1/min)'tır. Denemelerde, motorun frenlenerek dönme momentinin belirlenmesinde hidrolik dinamometre kullanılmıştır. Motor devrinin ölçümünde mekanik dijital takometre, egzoz gazı toplam basıncının ölçümünde pivot borulu mikro manometre ve egzoz gazı sıcaklığının ölçümünde civalı takometreden yararlanılmıştır.

Motor dönme momenti ile devir sayısı, egzoz basıncı ve/veya egzoz sıcaklığı arasındaki ilişkiler istatistiksel analize tabi tutularak regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Denklemlerin belirlenmesinde kademeli regresyon kullanılmıştır. Dönme momenti ile devir sayısı ve egzoz gazı toplam basıncı arasında, dönme momenti ile devir sayısı ve egzoz gazı sıcaklığı arasında ve dönme momenti ile devir sayısı, egzoz gazı toplam basıncı ve egzoz gazı sıcaklığı arasında korelasyonlar kurulmuştur.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanı özellikleri

Araştırmada denemeler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Teknolojik ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi'nde (TETAM) bulunan Tarım Makinaları Bölümü Araştırma ve Uygulama Atölyesinde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Tarım makinaları bölümü araştırma ve uygulama atölyesi

Çalışmanın yürütüldüğü atölye, dinamometre testleri sırasında uygun şekilde düzenlenerek denemelerin sağlıklı koşullarda yürütülmesi sağlanmıştır. Atölye denemeleri sırasında yakıt ikmali ile oluşabilecek aksamaların önlenerek ölçümlerin kesintisiz yapılabilmesi için 200 lt kapasiteli ek yakıt deposu kullanılmıştır (Şekil 3.2). Çalışmaların kısmen kapalı bir ortamda yürütüleceği ve ortamda oluşacak egzoz gazlarının olumsuz etkileri dikkate alınarak, motor egzozundan yayılan gazların, bir alüminyum alaşımlı boru kullanılarak atölye dışına atılması sağlanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Yakıt deposu



Şekil 3.3. Egzoz gazı tahliye borusu

Ayrıca atölye, denemeler sırasında test sisteminde meydana gelebilecek aksaklıklara müdahale edebilecek ve giderebilecek donanımlara sahip özelliktedir.

3.1.2. Meteorolojik veriler

Atölye koşullarında yapılan denemelerden alınan sonuçların doğruluğunun sağlanması için çalışma ortamında hava sıcaklığı ve bağıl nem ölçümleri belirli aralıklarla yapılmıştır. Test sonuçlarında iklim koşullarından kaynaklanan hataları önlemek ve gereken düzeltmeler yapmak için alınmış bu veriler; hava bağıl nemi % 50–65 ve ortam sıcaklığı 16–20°C olarak ölçülmüş ancak bu aralıktaki meteorolojik veriler kuyruk mili test standartlarına göre çalışmayı etkilemeyecek seviyelerde olduğundan göz ardı edilmiştir.

3.1.3. Araştırmada kullanılan traktörler

Yürütülen deneysel çalışmalarda Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625 traktörleri kullanılmıştır (Şekil 3.5). Bu traktörler araştırmalarda kullanılmak üzere sırası ile Uzel Makine Sanayi A.Ş., New Holland Trakmak A.Ş. ve John Deere Makinaları Ltd. Şti. kuruluşları tarafından tahsis edilmiştir.



Şekil 3.4 Araştırmada kullanılan traktörler

Traktörlerin seçimi bölge ve ülkenin traktör parkında yer alan marka ve modellerin dağılımı göz önüne alınarak yapılmıştır. Kullanılan traktörlere ait teknik özellikler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Araştırmada kullanılan traktörlere ait teknik özellikler

Özellikler	Massey Ferguson 3085	New Holland TD85	John Deere 5625
Motor			
Motor tipi	4 zamanlı, diesel	4 zamanlı, diesel	4 zamanlı, diesel
Silindir sayısı	4, Turbo	4, Turbo	4, Turbo
Silindir hacmi (dm ³)	4.04	3.9	4.5
Maksimum güç (kW) BG	(62.5) 85	(62.5) 85	(62.5) 85
Max. güçte motor devri (d/dak)	2400	2500	2500
Hız kutusu			
Tipi	Tam senkromeçli	Tam senkromeçli	Tam senkromeçli
Hız kademesi	12 ileri 4 geri	12 ileri 12 geri	9 ileri 3 geri
Kuyruk mili			
Tipi	Bağımsız	Bağımsız	Bağımsız
Standart devri (d/dak)	540 ve 750	540 ve 750	540 ve 750
Motor devri (540/750) (d/dak)	1979	2200	2400
Yönlendirme sistemi			
Çalışma yöntemi ve tipi	Hidrostatik	Hidrostatik	Hidrostatik
Genel ölçüler			
Toplam kütle, yüksüz, kabinsiz (kg)	3228	2940	2890

3.1.4. Kuyruk mili dinamometresi ve veri toplama sistemi

Çalışmada deneme traktörlerinde kuyruk mili testlerini gerçekleştirmek amacı ile özel olarak tasarlanmış hava soğutmalı eddy akımlı bir kuyruk mili dinamometresi kullanılmıştır. EC (Eddy Current) kuyruk mili dinamometresi, çekilebilir bir römork üzerine monte edilmiş bir düzendir (Şekil 3.6). Kuyruk mili dinamometresinin çalışmasını sağlayan ana parça, üzerinde özel elektrik sargılarının bulunduğu bir mildir. Çalışma prensibi, traktör tarafından döndürülmek istenen bu mile elektrik sargıları ile frenleme yaparak elde edilen frenleme kuvvetinin yük hücreleri ile ölçülmesi esasına dayanır. Kuyruk mili test dinamometresinde, kayış kasnak vasıtasıyla ana mile bağlantısı yapılmış ikinci bir mil daha bulunmaktadır. Bu iki mil dinamometrenin birçok uygulamaya uyum göstermesine olanak sağlamaktadır. Tork ve hız algılayıcıları ana mil üzerinde bulunmakta, 1200–3000 devir/dakika arasındaki hıza sahip şaftların ölçümleri bu mile monte edilerek yapılmaktadır. 1200 devir/dakika'dan küçük hıza sahip şaftların ölçümü ise ikinci mile monte edilerek yapılmaktadır. Kuyruk mili test dinamometresinin bu ana parçaları özel olarak bir muhafaza içine alınmıştır. Ayrıca dinamometre, iki adet

işletme şaftı, şaft ile dinamometre bağlantısını sağlayan 1 adet şaft adaptörü ve sabitlemeyi sağlamak için 2 adet tekerlek takozu gibi yardımcı parçalara sahiptir.



şekil 3.5 Kuyruk mili test dinamometresi

EC kuyruk mili dinamometresi, uzaktan müdahaleye olanak sağlayan, bir bilgisayar yazılımı (Power Net Commander LT) aracılığı ile kumanda edilebilmelidir. şekil 3.6'de kullanıcı ara yüzü de görülen yazılım ile ölçülen parametreler ile ilgili kalibrasyonlar ve gerekli kontroller yapılabilmektedir. Kullanılan yazılım ile kuyruk mili hızı sabit tutularak istenilen yük aralıklarında ve istenilen zaman aralıklarında yüklenme yapılabilmektedir. Bu yazılım ile alınan verilerin birbirleriyle olan ilişkileri incelenebilir ve bu ilişkilere bağlı olarak istenilen grafikler oluşturulabilmektedir. Değişkenlerin birimlerine kolaylıkla müdahale edilebilir ve oluşturulan grafiklerdeki en yüksek, en düşük, ortalama değer gibi önemli noktalar görülebilmektedir. Dinamometre üzerinde mevcut olan elektronik adaptörlere uygun algılayıcıların bağlantısı yapılarak ihtiyaç duyulan verilerin alınması sağlanmaktadır (şekil 3.6). Power Net Commander LT yazılımı ile kuyruk mili hızı, torku, gücü, motor soğutma suyu ve çalışma ortamı sıcaklığı değerleri ölçülebilmektedir. Bu veriler anlık olarak bilgisayar monitöründen görülebilmekte ve istenilen aralıklarda sisteme kaydetmektedir.



Şekil 3.6 Bilgisayar destekli veri toplama sistemi

3.1.5. Yakıt tüketimi ölçüm sistemi

Araştırmanın deney aşamalarından biri olan yakıt tüketiminin belirlenmesinde; yakıt deposu ve motorun enjeksiyon pompası arasındaki gidiş hattından geçen yakıt miktarını ölçen bir adet, enjektörlerden depoya geri dönen yakıt miktarını ölçen geri dönüş hattında da 1 adet olmak üzere iki adet Macnaught M05 marka oval dişli tip sıvı akışmetresi ve her iki sayaç tarafından ölçülen miktarın farkını gösteren dijital göstergeden oluşan bir sistem kullanılmıştır. Akışmetrelerden alınan sinyallerin okunabilmesi için kullanılan Red lion CUB 5 marka elektronik dijital sayaç ile akış metreler uygun pozisyonda ahşap bir zemin üzerine sabitlenmiştir. Sistem enerjisini traktör akümülatöründen alabilmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Akışmetre ve yakıt tüketimi ölçüm sistemine montajı

Akışmetrelerin çalışma prensibi, içerisindeki hücrede yataklanmış iki adet oval dişli hareketiyle sıvıyla dolu hacmin yer değiştirmesi şeklindedir. Her bir turda dişliler akış metreye giren sıvıyı diğer tarafa ilettiğinde akış metreden 1 sinyal alınır. Akış metre içersinden 1 lt sıvı geçişi tamamlandığında akış metreden toplam olarak 1552 sinyal alınmış olur. Akış metreden alınan sinyallerin sayısal değerler olarak okunması, birbiriyle toplanması, çıkarılması ya da dijital göstergenin menüsüne girilen katsayılarla çeşitli hesaplamaların yapılması kullanılmış olan bu elektronik dijital sayaç ile mümkündür. Elektronik dijital sayaç içerisindeki menüye girilen

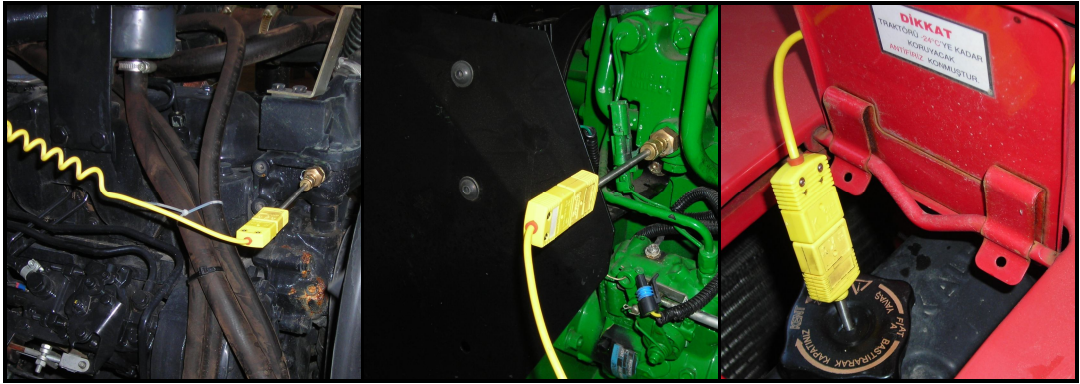
uygun katsayı, sayaç üzerindeki ekrandan geçen yakıt miktarının ml olarak okunması sağlanabilmektedir. Kronometre ile zaman tutularak daha sonraki hesaplamalarda kullanılmak üzere belirli yakıt miktarının geçtiği zaman tespit edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Elektronik dijital sayaç ve kronometre

3.1.6. Motor soğutma suyu sıcaklığı ölçüm sistemi

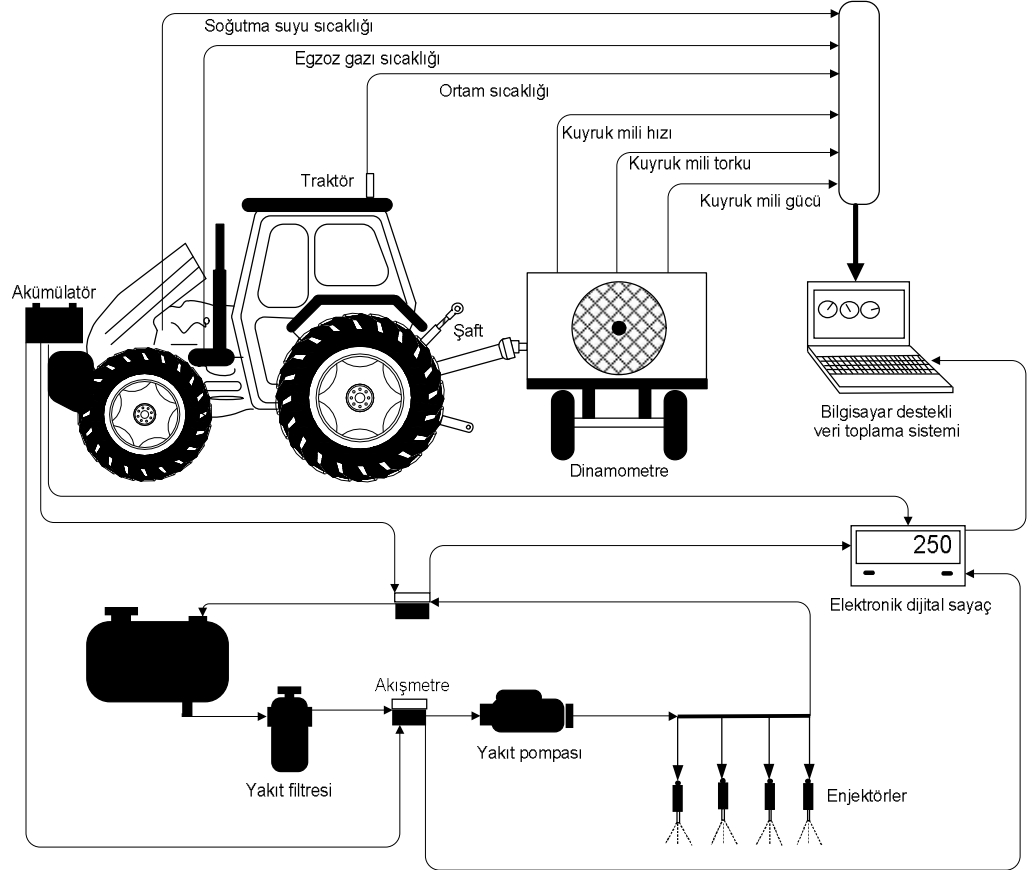
Kuyruk mili test dinamometresi ile performans ölçümleri yapılırken bunun yanında yüklenmelere bağlı olarak motor soğutma suyundaki değişimde gözlenmiştir. Motor soğutma suyu sıcaklığının ölçümleri için dinamometreye ait sıcaklık algılayıcıları kullanılmıştır. Sinyal olarak algılanan sıcaklık değerleri sayısal değerlere dinamometre yazılımı ile dönüştürülerek verilerin okunabilmesi ve depolanması sağlanmıştır. Sıcaklık algılayıcılarının soğutma sistemine montajını yapabilmek için özel aparatlar hazırlanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Motor soğutma suyu ölçüm sensörü bağlantıları

3.2. Yöntem

Yürütülen atölye denemelerinde üç deneme traktöründe ilgili ölçümler, kuyruk miline uygulanan tam ve kısmi yükler için yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan ölçüm sistemleri şematik olarak Şekil 3.10’da verilmiştir.



Şekil 3.10 Araştırmada kullanılan ölçüm sistemlerinin şematik gösterimi

3.2.1. Tam yüklenme pozisyonunda yapılan ölçümler

Test traktörlerinde deneme aşamasına başlamadan önce dinamometrenin tork kalibrasyon ayarlamaları yapılmış, kuyruk mili hızının doğruluğu optik takometre kullanılarak kontrol edilmiş ve ölçümler alınırken test traktörlerinin çalışma sıcaklığına ulaşmış olması için başlangıçta 15–25 dakika süreyle rölantide çalıştırılmıştır. OECD Code 2 standartlarına bağlı kalınarak yapılan tam yüklenme pozisyonunda alınan ölçümler 540 devir/dakika koşullarında her bir test traktörü için yapılmıştır. Test traktörü çalışma sıcaklığına ulaştıktan sonra tam gaz

pozisyonundayken 540 devir/dakika hız konumunda sabitlenerek motorun stop ettiği noktaya kadar yükleme gerçekleştirilmiştir. Bu yükleme sonucunda test traktörünün motorunun ürettiği maksimum kuyruk mili gücü değeri belirlenmiştir. Kuyruk mili hızının sabitlenmesi ve yüklenmeler dinamometre yazılımından kolaylıkla ve hassas bir şekilde ayarlanmış ve istenen koşullar sağlanmıştır. Her bir traktör için yapılan çalışmada denemede kullanılan Massey Ferguson 3085, New Holland TD 85 ve John Deere 5625 traktörleri için maksimum güç değerleri sırasıyla 52 kW, 54 kW ve 54 kW olarak bulunmuştur.

Elde edilen maksimum güç değerleri, çalışmanın asıl amacını oluşturmada kullanılan kısmi yüklenmelere bağlı olarak yapılan ölçümlerin üst sınır değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.2.2. Kısmi yüklenmelere bağlı olarak yapılan ölçümler

Tam yüklenme pozisyonunda ölçümler yapıldıktan sonra denemenin kısmi yüklenmelere bağlı olarak yapılan ölçüm aşamasına geçilmeden motorun tekrar çalışma sıcaklığına ulaşip ulaşmadığı ve diğer ayarlar kontrol edilmiştir. Daha sonra dinamometre traktöre bağlanarak uygun pozisyona alınmış, konumdan dolayı herhangi bir kaybın meydana gelmemesi için kuyruk mili ile dinamometre milinin paralel olmasına özen gösterilerek sabitlenmesi sağlanmıştır.

Traktörlerin kuyruk mili hızı 540 d/dak ve 750 d/dak olacak şekilde iki çalışma aşaması için hız sabitlenmiştir. Kuyruk mili hızı sabitlendiğinde, traktörlerin kuyruk mili çalışma hızının ilk koşulu için 540 d/dak'da hızını koruyabildiği noktaya kadar dinamometre yazılımından kademeli olarak artan yüklenmeler uygulanmıştır. Yüklenmeler Massey Ferguson 3085, New Holland TD 85 ve John Deere 5625 traktörlerinin her üçü için de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 kW aralığında gerçekleştirilebilmiştir. Bir önceki aşama olan tam yükleme pozisyonunda belirlenen maksimum güç değerlerine yakın 5'in katı olan güç kademesi üst sınır olarak belirlenmiştir. Farklı kuyruk mili devirlerinin teknik özellikleri arasındaki değişimi

tespit edebilmek için 540 d/dak koşulundaki uygulamalar 750 d/dak içinde tekrarlanmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Kuyruk mili dinamometresi ve test traktörlerine bağlantısı

Şekil 3.12’de görülen Massey Ferguson 3085 traktörünün kontrol elemanından üzerinde yazılı olan 540 E konumuna getirilerek, traktörün dijital devir göstergesinde (Şekil 3.12 a) 540 d/dak devir değeri okunana kadar gaz konumu arttırılmıştır. Bu durumda kuyruk milinden 750 devir/dakika hız değeri elde edilmiştir. New Holland TD 85 traktörü için kontrol elemanı 750 konumuna getirilerek devir saatinde işaretli olan 540 seviyesine kadar devir arttırılmıştır (Şekil 3.12 c, 3.12 f). Bu konumda kuyruk milinden 750 d/dak hız elde edilmiştir. John Deere 5625 traktörü içinde kontrol elemanı 540 E konumuna getirilerek devir saatinde işaretli olan 540 konumuna kadar devir seviyesine ulaşana kadar gaz konumu arttırılmıştır (Şekil 3.12 b, 3.12 e). Kuyruk mili hızı 750 d/dak olarak okunmuş ve bu pozisyonlarda hız sabitlenmiştir.



Şekil 3.12 540 devir/dakika ve 750 devir/dakika için kontrol elemanları ve devir göstergeleri

Dinamometre yazılımı ile sabitlenen kuyruk mili hızında uygulanan yükü karşılık oluşan tork değişimi gözlenmiştir. Bilinen hız ile tork değerleri dikkate alınarak yazılım tarafından güç değerleri hesaplanmaktadır. Ölçümler her bir güç kademesi için 540 d/dak ve 750 d/dak hız koşullarında 5 dakikalık periyotlar halinde yapılmış her 2 saniyede 1 veri alınacak şekilde test aşamaları yürütülmüştür. Alınan veriler düzenlenerek aralarındaki ilişkiler incelenmiştir.

3.2.3. Motor soğutma suyu sıcaklığı ölçümü

Dinamometre ile yüklenme uygulamaları gerçekleştirilirken alınan hız, tork, güç verilerinin yanında eş zamanlı olarak motor soğutma suyu sıcaklığı verileri de alınarak gösterdikleri değişimler incelenmiştir.

Araştıramaya başlamadan önce traktörler üzerinde, motor soğutma suyu sıcaklığında herhangi bir kayba uğramadan ve her traktör için soğutma sisteminin benzer yerlerine sıcaklık algılayıcıları özel aparatlarla monte edilmiştir.

Dinamometre sistemine ait sıcaklık algılayıcıları ölçüm amaçlarına uygun bir şekilde soğutma sisteminin uygun yerlerine yerleştirilmiştir. Sıcaklık algılayıcıları soğutma sistemine monte edilirken motor sıcaklığını yaklaşık olarak aynen görülebildiği uygun bir konuma monte edilmesine dikkat edilmiştir ve başka bir sıcaklık algılayıcısı da çalışma ortamına bırakılmıştır. Sıcaklık algılayıcıları ile dinamometredeki mevcut adaptörlerin bağlantısı sağlanarak sinyaller alınmış, alınan sinyaller sayısal veri olarak yazılımda görülmüştür. Elde edilen sıcaklık verileri ve oluşan grafikler veri depolama sistemine kaydedilmiştir. Çalışmanın standartlara uygun olması için denemelerin yapıldığı ortamın sıcaklık ve nem değerleri ölçülmüş, çalışmayı etkileyecek seviyede olmadığı belirlenmiştir.

3.2.4. Yakıt tüketimi ölçümü

Yürütülen çalışmada her bir yükleme adımında 250 ml yakıtın tüketildiği zaman ölçülerek yakıt tüketimi belirlenmiştir. Yakıtın ölçüm sisteminden geçmeye başladığı an zaman sayacı başlatılmış, sisteminin dijital sayacından tüketilen yakıt miktarı 250 ml olarak okunduğunda zaman sayacı durdurulmuştur. Okunan 250 ml yakıt miktarı sayaç içerisindeki menüye gerekli katsayılar girilerek alınan sinyaller ml cinsinden hacim büyüklüğüne dönüştürülmüştür. Daha sonra bu veriler değerlendirilerek saatlik yakıt tüketimi (L/h) ve özgül yakıt tüketimi (g/kW·h) değerleri belirlenmiştir. Yakıt tüketim ölçümleri dinamometre ile yapılan ölçümler ile eş zamanlı ve 3 tekerrürlü yapılmıştır.

3.2.5. Özgül yakıt tüketiminin belirlenmesi

Özgül yakıt tüketimi, traktörlerin geliştirebildiği birim güce karşılık tükettiği yakıt miktarının ölçüsüdür (OECD, 1995). Hesaplanan çeki gücü değerleri ve birim zamanda tüketilen yakıt tüketim değerleri kullanılarak, her bir çalışma koşulu için özgül yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir. Bunun için Eşitlik (3.1)'den yararlanılmıştır (Sabancı, 1997).

$$\text{ÖYT} = \frac{B_e}{N_\zeta} \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

ÖYT = Özgül yakıt tüketimi (kg/kW · h),

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

N_ζ = Motorun geliştirdiği güç miktarı (kW)

Eşitlik (3.1)'de yer alan B_e değerleri, dinamometre ölçümleri sırasında L/h olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu değerler, Diesel yakıtının özgül yoğunluk değeri (0.827 kg/L) ile kg/h birimine dönüştürülerek kullanılmıştır.

3.2.6. İstatistiksel analiz

Yapılan testler sonucu elde edilen verilerin daha doğru ve ayrıntılı şekilde yorumlanabilmesi için; 3 x 2 x 10 şeklinde bölünmüş parseller deneme deseninde, Minitab istatistik paket programı kullanılarak varyans analizleri yapılmıştır. Analiz kapsamında araştırmada incelenen üç faktörün (traktör, kuyruk mili hızı, kuyruk mili gücü) ölçümlerle belirlenen traktör yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi, kuyruk mili torku üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan test traktörlerinin 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hızlarında performanslarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi için gelişmiş bir dinamometre sistemi kullanılarak tork, yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi ve motor soğutma suyu sıcaklığı parametreleri belirlenmiştir. Çalışmada, test traktörlerinin 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hızlarındaki çalışma koşullarında kuyruk mili ile çalışma karakteristiklerinin ve traktörler üzerinde bulunan motorların kısmi olarak performans karakteristiklerinin tanımlanması hedeflenmiştir. Denemeler daha önce de belirtildiği gibi, tam yük ve kademeli (kısmi) yüklenme koşullarında yürütülmüştür. Ölçülen ve hesaplanan traktör performans ölçütleri (Kuyruk mili torku, kuyruk mili hızı, traktör yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi,) arasındaki ilişkiler, oluşturulan grafikler yardımı ile değerlendirilmiştir. Ayrıca deneme faktörlerinin (traktör, kuyruk mili hızı, güç) traktör performans parametreleri ve etkileşimleri üzerindeki etkileri varyans analizi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

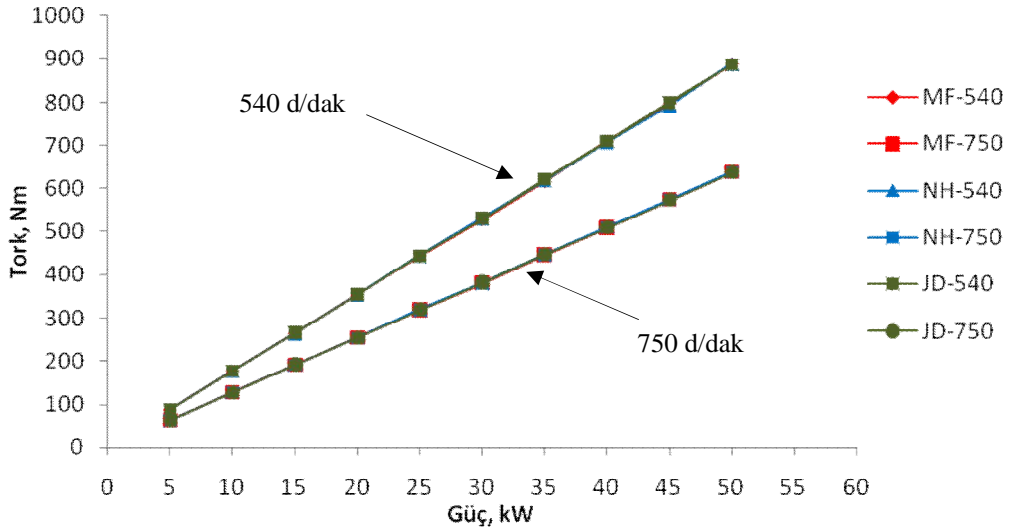
Denemelerde ele alınan faktörler ve bu faktörler arasındaki etkileşimlerin ölçüm parametreleri üzerindeki etkilerinin açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilebilmesi için, analizler ile elde edilen bazı ortalama değerleri de içeren çizelgeler hazırlanmıştır. Deneme faktörleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Deneme faktörleri

Traktörler	Massey Ferguson, New Holland, John Deere
Kuyruk mili hızları	540 d/dak, 750 d/dak Kuyruk mili hızları
Kuyruk mili yükleri	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 kW yük kademeleri
Traktörler x Kuyruk mili hızları	İki faktör arasındaki etkileşim,
Traktörler x Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	Üç faktör arasındaki etkileşim

4.1. Deneme Faktörlerinin Tork Üzerindeki Etkileri

Araştırmada kullanılan Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625 test traktörlerinin üçünde de tork değerleri, kuyruk miline uygulanan yük kademelerine bağlı olarak artış eğilimi göstermektedir (Şekil 4.1). Tork ve hız değerlerinin gücün birer fonksiyonu olmaları nedeniyle, tork ve güç arasındaki ilişkinin doğru orantılı çıkması genel bir kural olarak düşünülebilir.



Şekil 4.1 Traktör kuyruk mili gücüne bağlı tork değişimleri

Şekil incelendiğinde üç traktör için her iki kuyruk mili hızında uygulanan yüke bağlı olarak tork değerinin arttığı görülmektedir. Çalışmada kuyruk miline yüklerin sabit hızlarda (540 d/dak ve 750 d/dak) uygulanması nedeniyle her bir kuyruk mili hızı için tüm traktörlerin tork değerlerindeki değişimler grafiklerde görülemeyecek kadar küçük bulunmuştur. Test traktörlerinin kuyruk millerine dinamometre ile kademeli olarak uygulanan yüklerde elde edilen tork değerleri 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hızları için sırasıyla 88-888 Nm ve 63-638 Nm arasında değişmektedir.

Faktörler arasındaki etkileşimler için ölçülen ortalama en küçük tork değeri (63.60 Nm) JD*750 d/dak*5 kW etkileşiminde, en büyük tork değeri ise (888.80 Nm) NH*540 d/dak*50 kW etkileşiminde elde edilmiştir. Faktörler ve

etkileşimlerinin tork değeri üzerindeki etkileri ifade eden varyans analizi sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 Faktörler ve Etkileşimlerinin Tork Üzerindeki Etkilerini Gösteren Varyans Analizi Tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Traktörler	2	0.23 ^{ns}	0.798
Kuyruk mili hızları	1	543677.83**	0.000
Kuyruk mili yükleri	9	619985.05**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili hızları	2	0.14 ^{ns}	0.869
Traktörler x Kuyruk mili yükleri	18	1.00 ^{ns}	0.463
Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	9	16580.27**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	18	1.60 ^{ns}	0.072
Error	120		

(* , **) sırasıyla P<0,05 ve P<0,01 önem düzeyi ns: istatistiksel olarak önemsiz
Faktör A: Traktörler, Faktör B: 540-750, Faktör C: kuyruk mili yükleri

Varyans analizi sonuçlarına göre çalışmada kullanılan traktörlerin tork üzerinde etkili olmadığı, buna karşılık kuyruk mili hızı ve gücündeki değişimin istatistiksel anlamda tork üzerindeki etkisinin önemli olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2). İncelenen faktörlerin etkileşimleri dikkate alındığında sadece kuyruk mili gücü ile hızı arasındaki etkileşim (BxC) önemli bulunmuştur. A faktörü ile diğer faktör etkileşimlerinin önemsiz bulunması, bu faktörün tek başına tork üzerinde etkisiz bulunması olarak düşünülebilir.

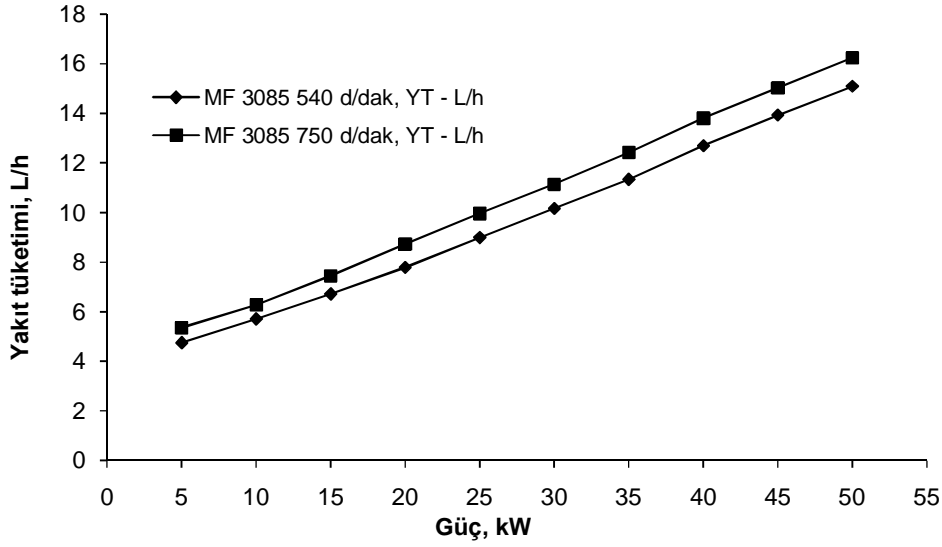
4.2. Deneme Faktörlerinin Yakıt Tüketimi Üzerindeki Etkileri

540 d/dak ve 750 d/dak sabit kuyruk mili hızlarında traktör kuyruk miline dinamometre ile uygulanan her bir yük kademesinde yakıt tüketim değerleri ölçülmüştür. Denemelerde elde edilen yakıt tüketimi değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.1’de verilmiştir.

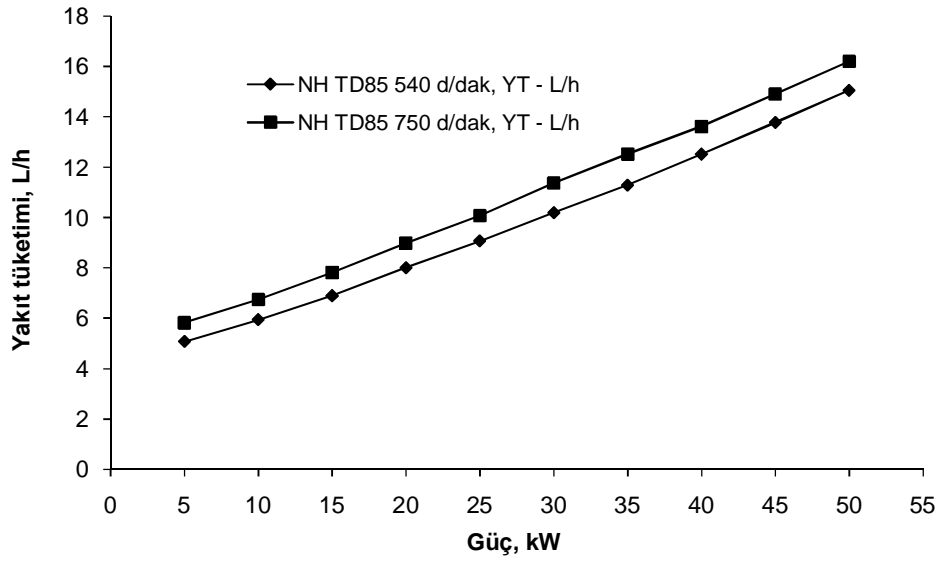
Tablo 4.3 Test traktörlerinin yakıt tüketimi değerleri ve standart sapmaları

Kuyruk mili gücü (kW)	Yakıt Tüketimi, (L/h)					
	540, d/dak			750, d/dak		
	MF 3085	NH TD85	JD 5625	MF 3085	NH TD85	JD 5625
5	4,76 ^f ± 0,04	5,09 ^e ± 0,07	6,62 ^b ± 0,02	5,36 ^d ± 0,03	5,83 ^c ± 0,01	6,73 ^a ± 0,04
10	5,72 ^f ± 0,05	5,95 ^e ± 0,05	7,45 ^b ± 0,07	6,27 ^d ± 0,04	6,75 ^c ± 0,04	7,52 ^a ± 0,04
15	6,73 ^f ± 0,06	6,90 ^e ± 0,07	8,44 ^b ± 0,01	7,45 ^d ± 0,04	7,82 ^c ± 0,05	8,52 ^a ± 0,04
20	7,79 ^f ± 0,03	8,02 ^e ± 0,03	9,52 ^b ± 0,04	8,73 ^d ± 0,02	9,00 ^c ± 0,03	9,63 ^a ± 0,02
25	9,00 ^f ± 0,02	9,08 ^e ± 0,01	10,55 ^b ± 0,03	9,96 ^d ± 0,03	10,08 ^c ± 0,03	10,74 ^a ± 0,04
30	10,17 ^e ± 0,10	10,21 ^e ± 0,03	11,66 ^b ± 0,07	11,15 ^d ± 0,02	11,38 ^c ± 0,19	11,96 ^a ± 0,04
35	11,34 ^e ± 0,05	11,30 ^e ± 0,01	12,92 ^b ± 0,01	12,43 ^d ± 0,04	12,54 ^c ± 0,09	13,28 ^a ± 0,07
40	12,70 ^d ± 0,02	12,53 ^d ± 0,09	14,33 ^b ± 0,12	13,80 ^c ± 0,06	13,63 ^c ± 0,06	14,50 ^a ± 0,12
45	13,93 ^e ± 0,08	13,78 ^f ± 0,04	15,38 ^b ± 0,06	15,02 ^c ± 0,08	14,92 ^d ± 0,10	15,68 ^a ± 0,09
50	15,09 ^d ± 0,04	15,07 ^e ± 0,10	16,50 ^b ± 0,14	16,23 ^c ± 0,05	16,21 ^c ± 0,10	16,83 ^a ± 0,03

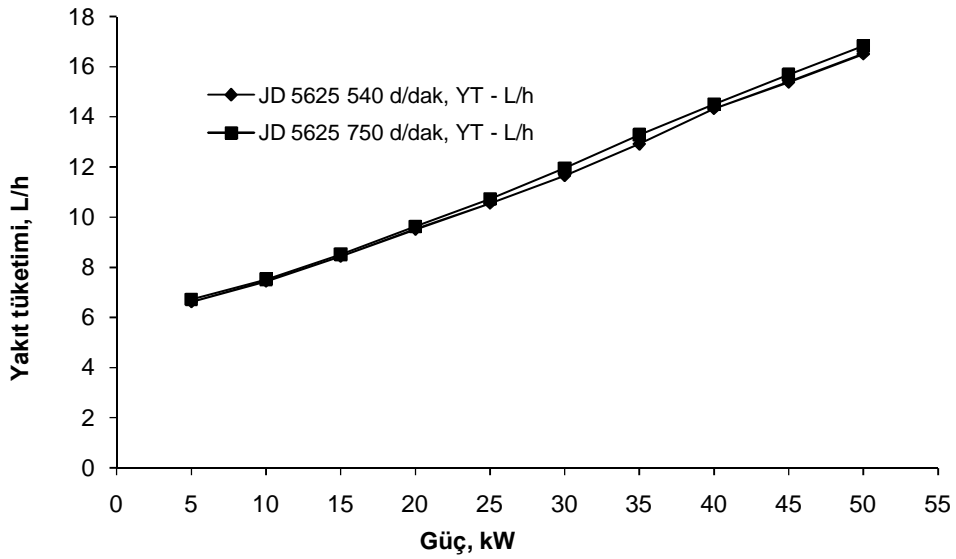
Massey Ferguson 3085, New Holland TD 85 ve John Deere 5625 traktörleri için yakıt tüketimi değerleri kuyruk miline uygulanan yük kademelerine bağlı olarak üç traktörde de artış göstermektedir (Şekil 4.2, 4.3, 4.4, Tablo 4.3).



Şekil 4.2 Massey Ferguson 3085 test traktörü için güç- yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.3 New Holland TD85 test traktörü için güç- yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.4 John Deere 5625 traktörü için güç-yakıt tüketimi değişimi

Kuyruk mili yüklemelerinde, traktör kuyruk milinde istenilen hız sabitlendikten sonra yapılan yüklemelerin her artan kademesinde motor hızında azalma oluşmuştur ve bu sebeple kuyruk mili hızında da azalma meydana gelmiştir. Artan her güç kademesinde standart kuyruk mili hızını tekrar elde etmek için gaz

seviyesi arttırılarak kuyruk mili hızı sabitlenmiştir. Traktör motorunun sabit kuyruk mili hızında değişen her güç kademesinde yüklenmelere cevap verebilmesi için değiştirilen her hız seviyesine yani motorun ihtiyaç duyduğu enerjinin arttırılması ile mümkün olmaktadır. Diğer bir ifadeyle kuyruk milinden istenilen hızın sabit olması koşulunda kuyruk miline gelen yüklerdeki değişime bağlı olarak yakıt tüketimi de değişim göstermiştir. Denemelerde kullanılan her bir traktör için 540 d/dak kuyruk mili hızından 750 d/dak kuyruk mili hızına geçildiğinde aynı güç kademesi için birim zamanda tüketilen yakıt miktarında artış belirlenmiştir (Tablo 4.3). 750 d/dak kuyruk mili hızının 540 d/dak kuyruk mili hızı ile aynı motor hızlarında elde edilmesine karşın, daha yüksek olan 750 d/dak kuyruk mili hızında yapılan yüklenmelerin karşılanabilmesi için motoru diğer uygulamaya kıyasla daha fazla yakıt tükettiği düşünülmektedir.

540 d/dak uygulamasına kıyasla 750 d/dak uygulamasındaki bu yakıt tüketimi artışının, Massey Ferguson ve New Holland traktörlerinde benzer oranlarda iken John Dere traktöründe bu iki traktöre göre daha küçük oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu durum güç-yakıt tüketimi değişim eğrilerinde de görülebilmektedir. Massey Ferguson 3085, New Holland TD 85 ve John Deere 5625 traktörleri için 540 d/dak uygulaması yerine 750 d/dak uygulaması ile oluşan ortalama yakıt tüketimi artışı sırasıyla 9.92%, 11.16% 1.70% oranlarındadır. John Dere 5625 traktöründe 540 ve 750 d/dak kuyruk mili hızlarının sağlandığı motor hızının (2400 d/dak) Massey Ferguson 3085 ve New Holland TD 85 traktörlerinde daha küçük değerlerde (sırasıyla 1950 d/dak, 2200 d/dak) olması, sözü edilen yakıt tüketimi farklılıklarını açıklayıcı bir özellik olarak düşünülebilir.

Yapılan varyans analizleri sonucunda faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. En büyük yakıt tüketimi değeri (16.872 L/h) JD*750 d/dak*50kW ve en küçük yakıt tüketimi değeri (4.760 L/h) MF*540 d/dak*5kW etkileşimlerinde elde edilmiştir. Faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4 Faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Traktörler	2	6991.79**	0.000
Kuyruk mili hızları	1	5595.77**	0.000
Kuyruk mili yükleri	9	53811.26**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili hızları	2	727.15**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili yükleri	18	20.95**	0.000
Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	9	26.74**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	18	2.19**	0.006
Eror	120		

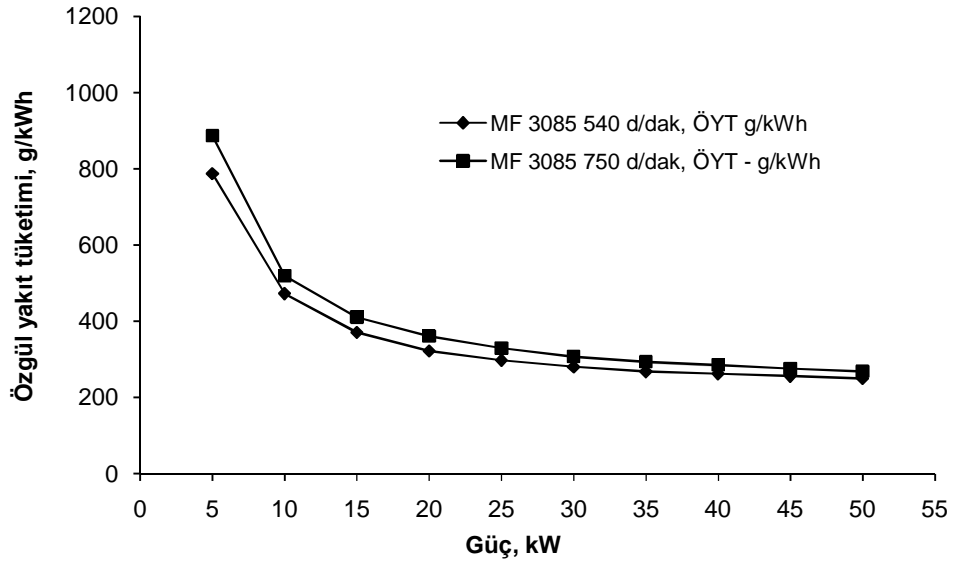
(* , **) sırasıyla $P < 0,05$ ve $P < 0,01$ önem düzeyi ns: istatistiksel olarak önemsiz
Faktör A: Traktörler, Faktör B: 540-750, Faktör C: kuyruk mili yükleri

Varyans analizi sonuçlarına göre incelenen üç faktörün de (Traktör, Kuyruk mili hızı, kuyruk mili gücü) tek başına traktör yakıt tüketimi üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimleri de istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

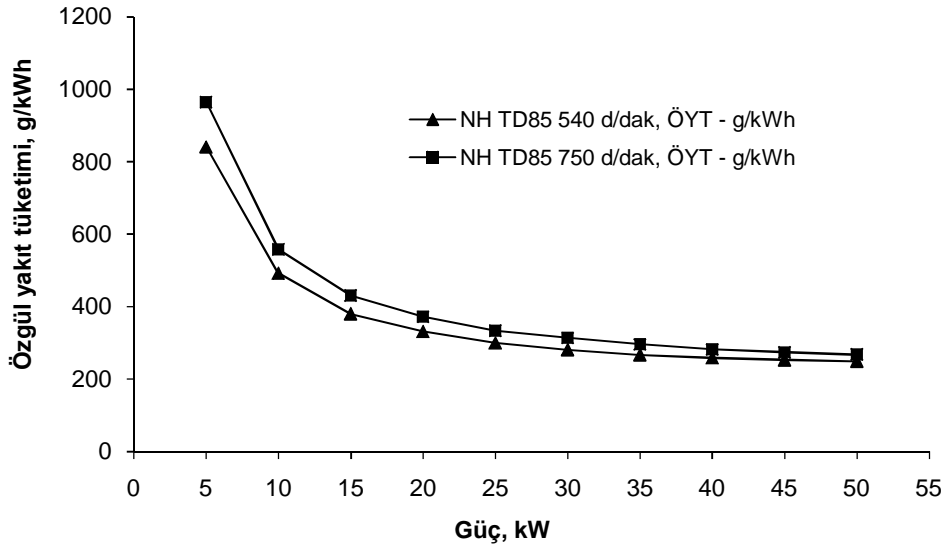
4.3. Deneme Faktörlerinin Özgül Yakıt Tüketimi Üzerindeki Etkileri

Denemelerde ölçülen yakıt tüketimi değerleri kullanılarak en önemli performans ölçütlerinden biri olan özgül yakıt tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Güç değerleri ile özgül yakıt tüketimi değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.5, 4.6, 4.7' de verilmiştir. Denemelerde kullanılan üç traktörde de özgül yakıt tüketimi değerlerinin, kuyruk miline uygulanan yüke bağlı olarak azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır. Buna karşın daha önce belirtildiği gibi yakıt tüketimi değerleri kuyruk miline uygulanan yük kademelerine bağlı olarak artış göstermektedir. İki değerlendirme parametresi arasındaki bu ters orantı, özgül yakıt tüketimi değerinin (g/kW-h) birim güç başına tüketilen yakıt miktarı olarak hesaplanmasından kaynaklanmaktadır.

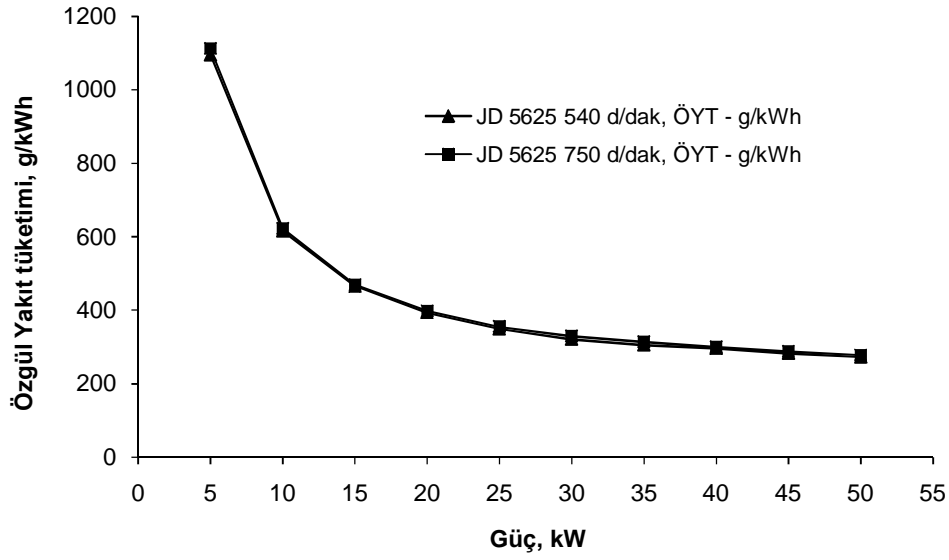
Denemelerde kullanılan her bir traktör için 540 d/dak yerine 750 d/dak kuyruk mili hızı ile çalışılması durumunda aynı yük elde edilen özgül yakıt tüketimi değerinin daha küçük olduğu saptanmıştır. (Şekil 4.5, 4.6,4.7).



Şekil 4.5 Massey Ferguson 3085 test traktörü için güç-özlük yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.6 New Holland TD85 test traktörü için güç-özlük yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.7 John Deere 5625 traktörü için güç-özüyl yakıt tüketimi değışimi

540 d/dak uygulamasına kıyasla 750 d/dak uygulamasındaki yakıt tüketimi artışının, Massey Ferguson ve New Holland traktörlerinde benzer oranlarda iken John Dere traktöründe bu iki traktöre göre daha küçük oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu durum güç-özüyl yakıt tüketimi değışim eğrilerinde de görülebilmektedir. Massey Ferguson 3085, New Holland TD 85 ve John Deere 5625 traktörleri için 540 d/dak uygulaması yerine 750 d/dak uygulaması ile özüyl yakıt tüketimi değerlerine oluşun ortalama artış oranları, yakıt tüketimi için saptanan oranlar ile eşit değerlerdedir (sırasıyla 9.92%, 11.16% 1.70%).

Varyans analizi sonucunda özüyl yakıt tüketimi için en büyük değer JD*750d/dak*5kW etkileşiminde 1112.8 g/kWh, en küçük değer ise NH*540d/dak*50kW etkileşiminde 249.18 g/kWh olarak bulunmuştur. Varyans analiz tablosu Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5 Faktörler ve etkileşimlerinin özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Traktörler	2	9096.02**	0.000
Kuyruk mili hızları	1	4437.04**	0.000
Kuyruk mili yükleri	9	91742.70**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili hızları	2	661.96**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili yükleri	18	1102.85**	0.000
Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	9	195.28**	0.000
Traktörler x Kuyruk mili hızları x Kuyruk mili yükleri	18	37.41**	0.000
Error	120		

(*, **) sırasıyla $P < 0,05$ ve $P < 0,01$ önem düzeyi ns: istatistiksel olarak önemsiz
Faktör A: Traktörler, Faktör B: 540-750, Faktör C: kuyruk mili yükleri

Varyans analizi sonuçlarına göre incelenen üç faktörün (Traktör, Kuyruk mili hızı, kuyruk mili gücü) ve etkileşimlerinin traktör özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Tarımsal işlemlerde traktör çalışma performansı, birim zamanda tüketilen yakıt miktarı yerine, birim zamanda birim güç başına tüketilen yakıt miktarı dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Diğer bir ifade ile özgül yakıt tüketimi, traktörün çalışma performansının değerlendirilmesinde yakıt tüketimi değerine göre daha belirleyici bir ölçüttür. Bu bağlamda, deneme traktörlerinin güç-özgül yakıt tüketimi arasındaki ilişkiler incelendiğinde (Şekil 4.5, 4.6,4.7), küçük güç uygulamalarında çalışma performansının yakıt tüketimi açısından verimli olmadığı sonucu çıkarılabilir. Bu ilişkiler, traktör kuyruk milinin üç traktörde de yaklaşık 15 kW ve üzerindeki yüklerde daha verimli olduğunu göstermektedir. Sözü edilen yakıt tüketimi bakımından dikkate alınan performans ölçütü, güç artışına bağlı olarak artma eğilimindedir.

Sümer ve diğ. (1998) yürüttükleri bir araştırmada üç farklı traktöre kuyruk millerinden atölye tipi hidrolik bir dinamometre ile yükler uygulamışlar ve her yük kademesi için özgül yakıt tüketimi değerlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre traktörlere uygulanan ilk yük kademelerinde özgül yakıt tüketimleri en yüksek seviyede bulunmuştur. Bu nedenle, traktörlerin işletmede minimum özgül yakıt tüketiminde yani efektif olarak kullanımı için orta ve üstündeki güçlerde çalıştırılması gerektiği rapor edilmiştir. Araştırmacılar son yük kademelerinde özgül

yakıt tüketiminin minimum seviyede olduğunu. fakat, bu yükler altında traktörlerde kararsız bir çalışma görüldüğü için, traktörün bu güçler altında çalıştırılmamasını önermişlerdir.

Grisso ve diğ. (2004) Nebraska Traktör Test Laboratuvarı (NTTL) raporlarına göre ASAE standartlarının kullanıldığı test verilerini inceleyerek özgül yakıt tüketimi hakkında bir çalışma yürütmüşlerdir. Özgül yakıt tüketiminin belirlenmesi için yapılan testlerde kuyruk mili gücü için yakıt tüketimi belirlenmiştir. Testler 720 değişik traktörde 540 d/dak ve 1000 d/dak kuyruk mili hızları için %100, %85, %65, %45, %20 ve %0.1 kuyruk mili güç seviyeleri için ayrı ayrı uygulanmıştır. Elde edilen yakıt tüketimi verileri kullanılarak özgül hacimsel yakıt tüketimi (L/kW·h) hesaplanmıştır. Kullandıkları diesel motorlu traktörlerde özgül yakıt tüketimi değerlerinin 201.5-470.8 g/kW h aralığında değiştiğini bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada da 249.18-1095.6 g/kWh değerleri arasında bulunmuştur. İki çalışma arasında yakın bir ilişki olduğu ancak çalışma koşullarının (kuyruk mili hızları vb), traktörlerin motor ve enerji veriminin farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Grisso ve diğ. yaptığı çalışma sonucunda oluşan grafikler bu çalışmadaki eğrilere karakteristik olarak benzerdir.

Elde edilen değerler daha önce çalışılmış diğer araştırmalar ile karşılaştırıldığında, yapılan bu çalışmada elde edilen değerlerin daha önce test edilen traktörlerin değerlerine çok yakın olduğu görülmüştür. TAMTEST (Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü) tarafından yapılan New Holland test traktöründe 540 d/dak kuyruk mili hızındaki 46.5 kW gücü sağladığı anda ölçülen yakıt tüketimi değeri 13.77 L/h, özgül yakıt tüketimi değeri 249 g/kWh olarak bulunmuştur. Bu çalışmada da New Holland TD85 test traktörü ile yapılan ölçümlerde 540 d/dak kuyruk mili hızında ve 45 kW güç kademesinde ölçülen yakıt tüketimi değeri 13.78 L/h, özgül yakıt tüketimi değeri 253.26 g/kWh olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçların birbirine yakın çıkması çalışmanın doğru ve sağlıklı yapıldığının göstergesidir.

Nebraska test merkezi tarafından yapılan başka bir çalışmada, John Deere 5625 traktörü için 2200 d/dak motor hızında elde edilen 266 g/kWh olarak elde edilmiştir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada Nebraska Test Merkezi ile benzer sonuçlar taşıdığından yürütülen çalışmayı desteklemektedir.

Denemelerde traktörlerin çalışma durumu hakkında bilgi verebileceği düşünülerek ölçülen soğutma suyu sıcaklığı değerlerinde, önemli görülebilecek bir değişim gözlenmemiştir. Her bir traktörün soğutma suyu sıcaklık değerleri birbirlerine göre küçük farklılıklar göstermiştir. Traktörlerin soğutma sistemindeki teknik farklılıklar, sözü edilen değişimin sebebi olarak gösterilebilir. Örneğin her traktörün soğutma sisteminde farklı termostat kullanılması ve bu termostatların değişik açılma derecelerine sahip olmaları ölçülen soğutma suyu sıcaklığı değerleri üzerinde etkili olabilir.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada 540 d/dak ve 750 d/dak'lık kuyruk mili hızlarında deneme traktörlerinin kuyruk millerine uygulanan yüklerde traktör yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi ve kuyruk mili tork değişkenleri belirlenmiştir.

Yüklenmelere bağlı olarak oluşan tork değerleri 540 d/dak kuyruk mili hızı için 88-888 Nm arasında, 750 d/dak kuyruk mili hızı için ise 63-638 Nm arasında değişim göstermiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere aynı güç kademesinde kuyruk mili hızındaki değişim, tork değerlerini de değiştirecektir. Diğer bir ifadeyle kuyruk milinden hareketli olan tarım makinalarının tork ihtiyaçları farklı olduğundan, 540 d/dak hız ile çalışan bir tarım makinasının çalışma özellikleri 750 d/dak kuyruk mili hızı ile farklılık gösterebilir. 750 d/dak hıza sahip kuyruk mili seçeneği fazla tork gereksinimi olmayan tarım makinalarında 540 d/dak ve 1000 d/dak kuyruk mili hızlarına alternatif olarak kullanılabilen bir hız seçeneğidir.

Dinamometre testi sırasında tork güç ve hız ölçümlerine paralel olarak yakıt tüketimi değerleri de ölçülmüştür. Elde edilen veriler işlenerek yapılan hesaplamalar sonucu özgül yakıt tüketimi değerleri de belirlenmiştir. Yakıt tüketimi değerleri güç değerleri ile orantılı olarak artış göstermesine karşın özgül yakıt tüketimi değerleri gücün artmasıyla birlikte azalmıştır. Ortalama özgül yakıt tüketimi değerleri Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625 traktörleri için aynı güç kademesinde 540 d/dak kuyruk mili hız seçeneğinden 750 d/dak kuyruk mili hız

seçeneğine geçildiğinde sırasıyla 9.92%, 11.16% ve 1.70% değerlerinde artış göstermiştir.

Yakıt tüketimi değerleri ise 540 d/dak yerine 750 d/dak kuyruk mili hızı ile çalışılması durumunda belirli bir artış eğilimi göstermiştir. İki kuyruk mili hızı arasındaki yakıt tüketimi artış oranı, uygulanan tüm yükler dikkate alındığında (5-50kW), Massey Ferguson 3085 için 7.56–12.63%, New Holland TD85 için 7.59-14.64% ve John Deere 5625 traktörü için 1.00–2.80% değerleri arasında değişim göstermiştir.

Soğutma suyu sıcaklığı değerleri ise Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625 traktörleri için sırasıyla 63–77 °C, 66–72 °C ve 79–87 °C değerlerindedir. Soğutma suyu sıcaklıkları arasında görülen bu farklılığın soğutma sistemlerinde kullanılan farklı termostat özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hızları sadece atölye koşullarında durağan olarak karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde özellikle yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi parametreleri üzerinde durulmuştur. Ancak, bu çalışmanın yapılacak tarla çalışmaları ile desteklenmesi yerinde olacaktır. Örneğin diskli gübre dağıtma makinasının 540 d/dak yerine 750 d/dak kuyruk mili hızı ile çalıştırılması durumunda, iş genişliğinin artacağı ve bu durumun yapılan işin bitirilme süresi üzerinde etkili olacağı ihtimal dahilindedir. Bu nedenlerle her iki kuyruk mili hızı arasındaki farklılıklar (iş genişliği, çalışma süresi, yakıt tüketimi,

tork vb.), kuyruk milinden hareketli değişik tarım makinaları için gerçek çalışma koşullarında karşılaştırılmalıdır.

BÖLÜM 6

KAYNAKLAR

- Anonim, 2004. New Holland TD 85 Kullanım Kitabı. New Holland Traktör A.Ş. Yayınları.
- Anonim, 2008a., (08.Kasım 2008) Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, Traktör Tekniği Kitabı (http://www.tarim.gov.tr/sanal_kutuphane/basili/permem/kitapweb/tarmekkit/bilgi/b210.pdf)
- Balcı, Y., 1982. Traktör Motor Gücü ve Egzoz Gazı Sıcaklığı Arasındaki İlişkilerin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü. Lisans Tezi. (18)s.
- Bastaban S., 1994. Traktör Performansını Belirlemek İçin Kullanılan Genel Amaçlı Ölçüm ve Datalogger Seti. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal kongresi, Antalya, 10–22 Eylül, Sayfa: 14–23
- Downs H.W., Hansen R.W., 2006. Selecting Energy-Efficient Tractors. Colorado State University. Cooperative Extension. 9/98. Reviewed 1/05. no. 5.007.
- Engürülü, B., Ö. Çiftçi, M. Gölbaşı, H.Ç. Başaran and M. Akkurt. 2005. Traktör Tekniği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Ankara Ziraat Üretim İşletmesi, Personel ve Makina Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Evcim, Ü., Ulusoy, E., Gülsoylu, E., Sındır, K. O., İçöz, E., 2004. Türkiye tarımı makinalaşma durumu. *VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 3–7 Ocak 2005.*

- Gil-Sierra, J. Ortiz-Cañavate, J., Gil-Quirós, V., Casanova-Kindelán J., 2007. Energy Efficiency in Agricultural Tractors: a Methodology for Their Classification. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 23(2): 145-150.
- Grisso, R. D., Kocher, M. F., Vaughan D. H., 2004. Predicting Tractor Fuel Consumption. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 20(5): 553–561.
- Kim, K.U., Bashford, L.L., Sampson, B.T., 2005. Improvement of Tractor Performance. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 21(6): 949–954.
- Koertner, R.G., Bashford, L.L., Lane, D.E., 1977. Tractor Instrumentation for Measuring Fuel and Energy Requirements. *Transactions of the ASAE*. Vol. 20(3): 402-405.
- Lin, T., Buckmaster, D.R., 1996. Evaluation of an Optimized Engine-Fluid Power Drive System to Replace Mechanical Tractor Power Take-Offs. *Transactions of the ASAE* Vol. 39(5): 1605-1610
- OECD, 1995. OECD Standart Codes for The Official Testing of Agricultural and Forestry Tractors. Codes 1to 8. Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris.
- Onurbaş, A., 1996. Diesel Motorlarında Egzoz Gazı Basıncı ve Egzoz Gazı Sıcaklığından Yararlanılarak Dönme Momentinin Belirlenmesi. 6. *Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. Bildiriler, Ankara*, Sayfa: 128-135.
- Onurbaş, A., Ceylan M., 1996. Türkiye’de Kullanılan Traktör Motorları Dönme Momentinin Yakıt Tüketimi ve Devir Sayısından Yararlanılarak

Belirlenmesi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. Bildiriler, Ankara, Sayfa: 604-606

Pang, S.N., G.C. Zoerb, G. Wang. 1985. Tractor Monitor Based on Indirect Fuel Measurement. *Transactions of the ASAE*. Vol. 28(4): 994 -998.

Reid, J.T., 1979. A System for Measuring Tractor Fuel Use on Small Plots. *Transactions of the ASAE*. Vol. 22(1): 57-58.

Sabancı, A. 1997. *Tarım Traktörleri*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Genel Yayın No: 46. Adana

Saral, A., Avcioğlu O., A., 2002. *Motorlar ve Traktörler*. Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü Ders kitabı: 482. Yatın no:1529. Ankara

Sümer S.K., Has, M., Sabancı, A., 2004. Türkiye’de Üretilen Tarım Traktörlerine Ait Teknik Özellikler. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19(1):17-26. Adana.

Sümer, S.K., Sabancı, A., Ülker, K., 1998. Tarım Traktörlerinde, Güç ve Yükleme Koşullarına Bağlı Olarak, Özgül Yakıt Tüketimi ve Egzoz Gazı Sıcaklığı Arası İlişkilerin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma 18. *Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi*. Tekirdağ.

Thomas, R. S., Buckmaster, D. R., 2005. Development of a Computer-Controlled, Hydraulic, Power Take-Off (PTO) System. *Transactions of the ASAE*. Vol. 48(5): 1669–1675.

TS 3999, 1983. Tarım Traktörleri ile İlgili Terim ve Tanımlar. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara

Turner, R. J. 1993. A Simple System for Determining Tractive Performance in The Field. An Asae/Csae Meeting Presentation. Paper No. 93-1574.

Turner, R. J., Shell L. R., Zoz, F. M., 1997. Field Performance of Rubber Belted and MFWD Tractors in Southern Alberta Soils. SAE The Engineering Society For Advancing Mobility Land Sea Air and Space. Society of Automotive Engineers, 972730.

TÜİK, 2008., (8 Haziran 2008). Tarım alet ve makinaları sayımı verileri http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=49&ust_id=13

Zoz, F. M., Turner, R. J., Shell L. R., 2002. Power Delivery Efficiency: a Valid Measure Of Belt and Tire Tractor Performance. *Transactions of the ASAE*. Vol. 45(3): 509–518.

EKLER

İstatistiksel tanımlamalar: Tork, YT, ÖYT

Massey Ferguson, 540 d/dak

Variable	GucDeg	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
Tork	5	88.800	0.249	0.789	88.000	90.000
	10	177.40	0.306	0.966	176.00	179.00
	15	264.90	0.277	0.876	264.00	266.00
	20	354.20	0.249	0.789	353.00	355.00
	25	443.60	0.400	1.26	442.00	446.00
	30	528.70	0.300	0.949	527.00	530.00
	35	616.70	0.396	1.25	615.00	619.00
	40	709.70	0.367	1.16	708.00	711.00
	45	797.30	0.396	1.25	795.00	799.00
	50	888.00	0.394	1.25	886.00	890.00
YT	5	4.7600	0.0231	0.0400	4.7200	4.8000
	10	5.7167	0.0260	0.0451	5.6700	5.7600
	15	6.7233	0.0348	0.0603	6.6600	6.7800
	20	7.7933	0.0203	0.0351	7.7600	7.8300
	25	8.9967	0.0120	0.0208	8.9800	9.0200
	30	10.167	0.0601	0.104	10.050	10.250
	35	11.340	0.0321	0.0557	11.280	11.390
	40	12.697	0.00882	0.0153	12.680	12.710
	45	13.930	0.0462	0.0800	13.850	14.010
	50	15.093	0.0240	0.0416	15.060	15.140
ÖYT	5	786.86	3.75	6.50	780.29	793.29
	10	472.74	2.17	3.76	468.85	476.35
	15	370.78	1.92	3.33	367.35	374.00
	20	322.21	0.826	1.43	320.75	323.61
	25	297.65	0.437	0.756	296.98	298.47
	30	280.33	1.64	2.84	277.13	282.57
	35	267.92	0.718	1.24	266.57	269.02
	40	262.51	0.188	0.326	262.17	262.82
	45	256.04	0.857	1.49	254.56	257.53
	50	249.63	0.390	0.675	249.14	250.40

Massey Ferguson, 750 d/dak

Variable	GucDeg	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
Tork	5	64.800	0.249	0.789	64.000	66.000
	10	127.40	0.163	0.516	127.00	128.00
	15	191.20	0.291	0.919	190.00	192.00
	20	255.00	0.258	0.816	254.00	256.00
	25	319.50	0.342	1.08	318.00	321.00
	30	381.00	0.258	0.816	380.00	382.00
	35	445.70	0.213	0.675	445.00	447.00
	40	509.60	0.221	0.699	509.00	511.00
	45	573.60	0.221	0.699	573.00	575.00
	50	636.60	0.306	0.966	635.00	638.00
YT	5	5.3567	0.0186	0.0321	5.3200	5.3800
	10	6.2767	0.0219	0.0379	6.2500	6.3200
	15	7.4533	0.0240	0.0416	7.4200	7.5000
	20	8.7333	0.00882	0.0153	8.7200	8.7500
	25	9.9667	0.0145	0.0252	9.9400	9.9900
	30	11.147	0.0145	0.0252	11.120	11.170
	35	12.427	0.0260	0.0451	12.380	12.470
	40	13.803	0.0318	0.0551	13.750	13.860
	45	15.023	0.0448	0.0777	14.960	15.110
	50	16.233	0.0273	0.0473	16.180	16.270
ÖYT	5	886.27	3.13	5.43	880.05	890.04
	10	518.90	1.72	2.98	516.88	522.32
	15	410.83	1.38	2.39	408.90	413.50
	20	361.02	0.386	0.668	360.44	361.75
	25	329.64	0.488	0.846	328.70	330.34
	30	307.31	0.338	0.585	306.67	307.82
	35	293.63	0.560	0.969	292.61	294.54
	40	285.36	0.664	1.15	284.19	286.49
	45	276.05	0.822	1.42	274.86	277.63
	50	268.50	0.449	0.777	267.61	269.06

New Holland, 540 d/dak

Variable	GucDeg	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
Tork	5	88.700	0.213	0.675	88.000	90.000
	10	177.70	0.213	0.675	177.00	179.00
	15	263.90	0.277	0.876	262.00	265.00
	20	354.60	0.221	0.699	353.00	355.00
	25	444.60	0.221	0.699	444.00	446.00
	30	531.80	0.389	1.23	529.00	533.00
	35	619.70	0.260	0.823	619.00	621.00
	40	707.30	0.473	1.49	705.00	709.00
	45	793.50	0.764	2.42	789.00	796.00
	50	888.80	1.81	5.73	878.00	895.00
YT	5	5.0867	0.0441	0.0764	5.0200	5.1700
	10	5.9533	0.0296	0.0513	5.9100	6.0100
	15	6.9000	0.0404	0.0700	6.8500	6.9800
	20	8.0167	0.0145	0.0252	7.9900	8.0400
	25	9.0767	0.00882	0.0153	9.0600	9.0900
	30	10.210	0.0173	0.0300	10.180	10.240
	35	11.303	0.00333	0.00577	11.300	11.310
	40	12.530	0.0529	0.0917	12.430	12.610
	45	13.780	0.0252	0.0436	13.730	13.810
	50	15.067	0.0593	0.103	14.980	15.180
ÖYT	5	841.17	7.03	12.18	830.69	854.54
	10	492.45	2.39	4.14	488.79	496.95
	15	380.50	2.26	3.91	377.63	384.95
	20	331.59	0.667	1.15	330.36	332.65
	25	300.27	0.263	0.455	299.82	300.73
	30	281.43	0.508	0.880	280.50	282.25
	35	266.99	0.0833	0.144	266.91	267.16
	40	259.02	1.06	1.84	257.01	260.61
	45	253.26	0.475	0.822	252.33	253.88
	50	249.18	0.963	1.67	247.79	251.03

New Holland, 750 d/dak

Variable	GucDeg	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
Tork	5	64.500	0.307	0.972	63.000	66.000
	10	127.50	0.167	0.527	127.00	128.00
	15	191.00	0.258	0.816	190.00	192.00
	20	254.40	0.400	1.26	253.00	256.00
	25	319.40	0.221	0.699	318.00	320.00
	30	380.10	0.314	0.994	379.00	382.00
	35	446.00	0.211	0.667	445.00	447.00
	40	510.20	0.249	0.789	509.00	511.00
	45	574.20	0.249	0.789	573.00	576.00
	50	637.30	0.213	0.675	636.00	638.00
YT	5	5.8267	0.00667	0.0115	5.8200	5.8400
	10	6.7500	0.0208	0.0361	6.7200	6.7900
	15	7.8200	0.0265	0.0458	7.7700	7.8600
	20	9.0000	0.0173	0.0300	8.9700	9.0300
	25	10.083	0.0186	0.0321	10.060	10.120
	30	11.377	0.108	0.187	11.240	11.590
	35	12.533	0.0533	0.0924	12.480	12.640
	40	13.633	0.0328	0.0569	13.570	13.680
	45	14.917	0.0561	0.0971	14.810	15.000
	50	16.210	0.0551	0.0954	16.110	16.300
ÖYT	5	964.33	0.990	1.71	963.34	966.31
	10	558.24	1.79	3.10	555.86	561.74
	15	431.18	1.57	2.71	428.22	433.55
	20	372.12	0.673	1.17	370.94	373.27
	25	333.52	0.553	0.957	332.83	334.61
	30	313.64	2.98	5.16	309.83	319.51
	35	296.19	1.29	2.24	294.85	298.78
	40	281.86	0.675	1.17	280.55	282.79
	45	274.11	1.04	1.79	272.15	275.67
	50	268.10	0.911	1.58	266.42	269.55

John Dere - 540 d/dak

Variable	GucDeg	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
Tork	5	88.700	0.335	1.059	88.000	91.000
	10	177.00	0.211	0.667	176.00	178.00
	15	266.40	0.306	0.966	265.00	268.00
	20	354.40	0.306	0.966	353.00	356.00
	25	443.10	0.314	0.994	442.00	445.00
	30	530.70	0.367	1.16	529.00	533.00
	35	620.30	0.367	1.16	618.00	622.00
	40	709.60	0.476	1.51	707.00	712.00
	45	799.40	0.884	2.80	794.00	803.00
	50	885.30	1.10	3.47	878.00	890.00
YT	5	6.6233	0.0133	0.0231	6.6100	6.6500
	10	7.4467	0.0418	0.0723	7.4000	7.5300
	15	8.4367	0.00333	0.00577	8.4300	8.4400
	20	9.5200	0.0252	0.0436	9.4700	9.5500
	25	10.553	0.0203	0.0351	10.520	10.590
	30	11.653	0.0384	0.0666	11.610	11.730
	35	12.920	0.00577	0.0100	12.910	12.930
	40	14.327	0.0733	0.127	14.180	14.400
	45	15.377	0.0328	0.0569	15.330	15.440
	50	16.503	0.0809	0.140	16.360	16.640
ÖYT	5	1095.6	1.89	3.27	1093.8	1099.4
	10	616.01	3.36	5.81	612.34	622.71
	15	465.19	0.254	0.439	464.72	465.59
	20	393.68	0.985	1.71	391.74	394.96
	25	349.10	0.650	1.13	348.01	350.26
	30	321.35	1.07	1.85	320.13	323.47
	35	305.28	0.132	0.229	305.10	305.54
	40	296.23	1.49	2.57	293.26	297.72
	45	282.58	0.650	1.13	281.65	283.83
	50	272.98	1.34	2.32	270.65	275.28

John Deere, 750 d/dak

Variable	GucDeg	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
Tork	5	63.600	0.163	0.516	63.000	64.000
	10	127.30	0.423	1.34	125.00	129.00
	15	191.10	0.314	0.994	190.00	193.00
	20	254.10	0.233	0.738	253.00	255.00
	25	319.30	0.300	0.949	318.00	321.00
	30	381.90	0.277	0.876	380.00	383.00
	35	447.30	0.153	0.483	447.00	448.00
	40	510.30	0.367	1.16	509.00	512.00
	45	573.20	0.249	0.789	572.00	574.00
	50	636.80	0.249	0.789	636.00	638.00
YT	5	6.7300	0.0208	0.0361	6.6900	6.7600
	10	7.5233	0.0233	0.0404	7.5000	7.5700
	15	8.5233	0.0233	0.0404	8.5000	8.5700
	20	9.6267	0.0133	0.0231	9.6000	9.6400
	25	10.737	0.0233	0.0404	10.700	10.780
	30	11.957	0.0260	0.0451	11.910	12.000
	35	13.283	0.0437	0.0757	13.230	13.370
	40	14.503	0.0689	0.119	14.420	14.640
	45	15.680	0.0503	0.0872	15.580	15.740
	50	16.827	0.0186	0.0321	16.790	16.850
ÖYT	5	1112.8	3.60	6.23	1105.7	1117.6
	10	622.29	2.06	3.56	619.86	626.38
	15	469.78	1.23	2.12	468.44	472.23
	20	398.09	0.567	0.981	396.96	398.66
	25	355.13	0.734	1.27	353.90	356.44
	30	329.63	0.697	1.21	328.39	330.80
	35	313.86	1.02	1.76	312.62	315.87
	40	299.85	1.43	2.47	298.08	302.68
	45	288.20	0.903	1.56	286.41	289.29
	50	278.28	0.284	0.492	277.72	278.63

Varyans Analiz Tabloları

Factor	Type	Levels	Values
Traktör	fixed	3	1, 2, 3
KM	fixed	2	1, 2
Guc	fixed	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Analysis of Variance for Tork, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Traktör	2	1	1	0	0.23	0.798
KM	1	839680	839680	839680	543677.83	0.000
Guc	9	8617792	8617792	957532	619985.05	0.000
Traktör*KM	2	0	0	0	0.14	0.869
Traktör*Guc	18	28	28	2	1.00	0.463
KM*Guc	9	230466	230466	25607	16580.27	0.000
Traktör*KM*Guc	18	44	44	2	1.60	0.072
Error	120	185	185	2		
Total	179	9688197				

S = 1.24276 R-Sq = 100.00% R-Sq(adj) = 100.00%

Analysis of Variance for Yakıt Tüketimi, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Traktör	2	57.542	57.542	28.771	6991.79	0.000
KM	1	23.027	23.027	23.027	5595.77	0.000
Guc	9	1992.900	1992.900	221.433	53811.26	0.000
Traktör*KM	2	5.984	5.984	2.992	727.15	0.000
Traktör*Guc	18	1.552	1.552	0.086	20.95	0.000
KM*Guc	9	0.990	0.990	0.110	26.74	0.000
Traktör*KM*Guc	18	0.162	0.162	0.009	2.19	0.006
Error	120	0.494	0.494	0.004		
Total	179	2082.651				

S = 0.0641483 R-Sq = 99.98% R-Sq(adj) = 99.96%

Analysis of Variance for Özgül Yakıt Tüketimi, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Traktör	2	158083	158083	79042	9096.02	0.000
KM	1	38556	38556	38556	4437.04	0.000
Guc	9	7174941	7174941	797216	91742.70	0.000
Traktör*KM	2	11504	11504	5752	661.96	0.000
Traktör*Guc	18	172501	172501	9583	1102.85	0.000
KM*Guc	9	15272	15272	1697	195.28	0.000
Traktör*KM*Guc	18	5851	5851	325	37.41	0.000
Error	120	1043	1043	9		
Total	179	7577752				

S = 2.94783 R-Sq = 99.99% R-Sq(adj) = 99.98%

TABLÖLAR

Tablo 1.1 Kuyruk mili profillerinin özellikleri.....	5
Tablo 3.1 Araştırmada kullanılan traktörlere ait teknik özellikler	24
Tablo 4.1 Deneme faktörleri	35
Tablo 4.2 Faktörler ve Etkileşimlerinin Tork Üzerindeki Etkilerini Gösteren Varyans Analizi Tablosu.....	37
Tablo 4.3 Test traktörlerinin yakıt tüketimi değerleri ve standart sapmaları.....	38
Tablo 4.4 Faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.	41
Tablo 4.5 Faktörler ve etkileşimlerinin özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.	44

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Türkiye'deki traktör ve tarım alet makineleri varlığının yıllara göre dağılımı (TÜİK, 2008).	2
Şekil 1.2 Günümüz tarım koşullarında kullanılan gelişmiş bir traktör	3
Şekil 1.3 Kuyruk mili profillerinin şematik gösterimi ve ölçüleri	5
Şekil 1.4 Kuyruk mili hareket iletim hattı.....	5
Şekil 1.5 Kuyruk mili karakteristik eğrisi, $M=Tork$ (Anonim 2008).	6
Şekil 1.6 Ekonomik kuyruk mili özelliğine sahip bir traktöre ait kontrol elemanı ve gösterge etiketi (A) ile (B) motor devir göstergesi.....	8
Şekil 1.7 Ekonomik kuyruk mili özelliğine sahip bir traktöre ait kontrol elemanı ve 750 olarak gösterilmiş etiket	9
Şekil 3.1 Tarım makineleri bölümü araştırma ve uygulama atölyesi	21
Şekil 3.2. Yakıt deposu	22
Şekil 3.3. Egzoz gazı tahliye borusu.....	22
Şekil 3.4 Araştırmada kullanılan traktörler	23
Şekil 3.5 Kuyruk mili test dinamometresi.....	25
Şekil 3.6 Bilgisayar destekli veri toplama sistemi.....	26
Şekil 3.7 Akışmetre ve yakıt tüketimi ölçüm sistemine montajı.....	27
Şekil 3.8 Elektronik dijital sayaç ve kronometre.....	28
Şekil 3.9 Motor soğutma suyu ölçüm sensörü bağlantıları	28

Şekil 3.10 Araştırmada kullanılan ölçüm sistemlerinin şematik gösterimi.....	29
Şekil 3.11 Kuyruk mili dinamometresi ve test traktörlerine bağlantısı	31
Şekil 3.12 540 devir/dakika ve 750 devir/dakika için kontrol elemanları ve devir göstergeleri	32
Şekil 4.1 Traktör kuyruk mili gücüne bağlı tork değişimleri.....	36
Şekil 4.2 Massey Ferguson 3085 test traktörü için güç- yakıt tüketimi değişimi	38
Şekil 4.3 New Holland TD85 test traktörü için güç- yakıt tüketimi değişimi	39
Şekil 4.4 John Deere 5625 traktörü için güç-yakıt tüketimi değişimi	39
Şekil 4.5 Massey Ferguson 3085 test traktörü için güç-özlük yakıt tüketimi değişimi	42
Şekil 4.6 New Holland TD85 test traktörü için güç-özlük yakıt tüketimi değişimi ...	42
Şekil 4.7 John Deere 5625 traktörü için güç-özlük yakıt tüketimi değişimi.....	43

YAŞAM ÖYKÜSÜ

1984 yılında Edirne’de doğdu. İpsala Serhat ilköğretim okulunda ve İpsala ortaokulunda olmak üzere ilköğretim eğitimini tamamladı. Daha sonra 1998 – 2002 yılları arasında Aydın Söke Ziraat Teknik Lisesinde eğitimine devam etti. 2002 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi programını kazandı. 2005 – 2006 eğitim-öğretim yılında Tarım Makinaları Bölümünü okuyarak lisans eğitimini tamamladı. Mezun olduğu yıl yüksek lisans eğitimine Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim dalında başladı. Yüksek lisans eğitiminin bir dönemini de 2007 yılında Erasmus öğrenci değişim programı ile Macaristan Szent Istvan Üniversitesi, Makine Mühendisliği Fakültesi, Otomotiv Teknolojileri Bölümünde eğitim alarak devam etti. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümünde yüksek lisans eğitimine geri döndü ve halen devam etmektedir.