

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM TRAKTÖRLERİNDE YÜKLENMELERİN
BAZI MOTOR PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Zafer ÖZGÜR

TARIM MAKİNALARI ANABİLİMDALI

Tezin Sunulduğu Tarih: **23.06.2009**

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Sarp Korkut SÜMER

ÇANAKKALE

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

ZAFER ÖZGÜR tarafından **YRD. DOÇ. DR. SARP KORKUT SÜMER** yönetiminde hazırlanan “**TARIM TRAKTÖRLERİNDE YÜKLENMELERİN BAZI MOTOR PARAMETRELERİ ÜZERİNDE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....

Yönetici

.....

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

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

Prof. Dr. Neşet AYDIN

Müdür vekili

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

TEŞEKKÜR

“Tarım traktörlerinde yüklenmelerin bazı motor parametreleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi” 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 Üyesi Sayın Doç.Dr. İsmail KAVDIR, Doç.Dr. Sakine ÖZPINAR, Yrd.Doç.Dr. Habib KOCABIYIK, Tarımsal Yapılar ve Sulama Öğreti Üyesi Yrd.Doç.Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ ’a gösterdikleri yardım, paylaştıkları bilgi ve katkıları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Zafer ÖZGÜR

ÖZET

TARIM TRAKTÖRLERİNDE YÜKLENMELERİN BAZI MOTOR PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Zafer ÖZGÜR

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sarp Korkut SÜMER

Tarih: Sayfa Sayısı: 46

Bu çalışmada, traktörlerde yüklenmelere bağlı motor egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi parametrelerinin belirlenmesi ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için ülkemizde yaygın kullanıma sahip üç farklı marka traktöre (Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625) atölye koşullarında bir Eddy Akım dinamometresi ile farklı kuyruk mili uygulamalarında (540, 540E, 750) kısmi yükler uygulanmıştır. Denemeler her bir traktör için ayrı ayrı yürütülmüş ve motor parametreleri uygulanan yüklerle eşzamanlı olarak ölçülmüştür. Tüm denemelerde egzoz gazı sıcaklığı değerleri 181.10-603.40 °C arasında, motor soğutma suyu sıcaklığı değerleri 63.20-83.40 °C arasında, yakıt tüketimi değerleri 3.15-15.68 L/h arasında ve özgül yakıt tüketimi değerleri ise 230.37-1112.79 g/kWh arasında değişmiştir. Araştırma bulguları, traktör kuyruk mili yük artışına bağlı olarak egzoz gazı sıcaklığı ve yakıt tüketimi parametrelerinde de belirgin artışların, özgül yakıt tüketiminde ise benzer oranlarda azalmaların olduğunu ortaya koymaktadır. Soğutma suyu sıcaklığı değerleri ise güç değişimine bağlı olarak çok küçük değişimler eğilimindedir. Varyans analizi sonuçlarına göre Traktör, kuyruk mili uygulaması ve kuyruk mili gücü faktörleri ve etkileşimlerinin tüm ölçüm parametreleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. Çalışmada üç kuyruk mili uygulamasının farklı motor çalışma parametrelerine sahip olmalarına karşın maksimum yüklenmelere kadar, birçok kuyruk milinden hareketli tarım makinası için birbirlerine alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Traktör, kuyruk mili, motor performans parametreleri

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF LOADS ON SOME ENGINE PARAMETERS FOR AGRICULTURAL TRACTORS

Zafer ÖZGÜR

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF SCIENCE AND ENGINEERING

AGRICULTURAL MACHINERY

Advisor: Ass.Proff.Dr. Sarp Korkut SÜMER

Date:

Page Number: 46

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the load based engine exhaust temperature, cooling water temperature, fuel consumption and specific fuel consumption parameters and to examine the relationship between them. To this end, partial loads have been applied to three different tractor brands that are widely used in our country (Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 and John Deere 5625) under workshop conditions at different PTO speeds (540, 540E, 750) by using an Eddy Current dynamometer. The trials have been carried out separately for each tractor and the engine parameters have been measured concurrently with the applied loads. In all trials the exhaust gas temperature has been found to be between 181.10-603.40 °C, the engine cooling water temperature between 63.20-83.40 °C, the fuel consumption between 3.15-15.68 L/h and the specific fuel consumption to be between 230.37-1112.79 g/kWh. According to the results of the research there is a distinct increase in the exhaust gas temperature and fuel consumption parameters due to the increase of PTO and there is a decrease with similar ratios in specific fuel consumption. Whereas cooling water temperature values tend to decrease very slightly due to power change. According to variance analysis results it has been determined that the PTO speed and PTO power factors and their interactions have statistically significant ($P<0.01$) effects on all the measured parameters. As a result of the study it has been concluded that even though the three PTO speeds have different engine operation parameters, they can be used as alternatives for each other for many PTO driven agricultural machines.

Key words: Tractor, PTO, engine performance parameters

İÇERİK	SAYFA
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ.....	ii
İNİTİHAL (AŞIRMA) BEYAN BELGESİ.....	iii
TEŞEKKÜR.....	İv
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	iv
BÖLÜM 1- GİRİŞ.....	2
1.1. Yakıt Tüketimi ve Özgül Yakıt Tüketimi.....	4
1.2. Egzoz Gazı ve Motor Suyu Sıcaklığı.....	5
BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
BÖLÜM 3 - MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Deneme Alanı Özellikleri.....	15
3.1.2. Meteorolojik Veriler.....	16
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Traktörler.....	17
3.1.4. Kuyruk Mili Dinamometresi ve Veri Toplama Sistemi.....	18
3.1.5. Yakıt Tüketimi Ölçüm Sistemi.....	19
3.1.6. Motor Egzoz Gazı ve Soğutma Suyu Sıcaklığı Ölçüm Sistemi.....	21
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Tam Yüklenme Pozisyonunda Yapılan Ölçümler.....	22
3.2.1.2. Kısmi Yüklenmelere Bağlı Olarak Yapılan Ölçümler.....	23
3.2.2. Motor Soğutma Suyu Sıcaklığı Ölçümü.....	24
3.2.3. Yakıt Tüketimi Ölçümü.....	25
3.2.4. Özgül Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi.....	25
3.2.5. İstatistiksel Analiz	26
BÖLÜM 4 - BULGULAR ve TARTIŞMA.....	27
4.1. Kuyruk Mili Gücü ile Egzoz Gazı Sıcaklığı Arası İlişkiler.....	27
4.2. Kuyruk Mili Gücü ile Soğutma Suyu Sıcaklığı Arası İlişkiler.....	29
4.3. Kuyruk Mili Gücü ile Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler.....	31
4.4. Kuyruk Mili Gücü ile Özgül Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler.....	33
4.5. Egzoz gazı sıcaklığı ile Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler.....	35
4.6. Soğutma Suyu Sıcaklığı ile Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler	37
4.7. İstatistiksel Analiz Sonuçları	38

BÖLÜM 5 - SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR.....	44
Ekler	I
Çizelge Listesi	XII
Şekil Listesi	XIII
Özgeçmiş.....	XIV

BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Günümüzde dünyamızda baş gösteren enerji sıkıntılarına karşı nitelik ve nicelikli üretim, tarımsal üretimde de bilinçli mekanizasyonu en ideal şartlarda gerçekleştirmeyi zorunlu hale getirmektedir.

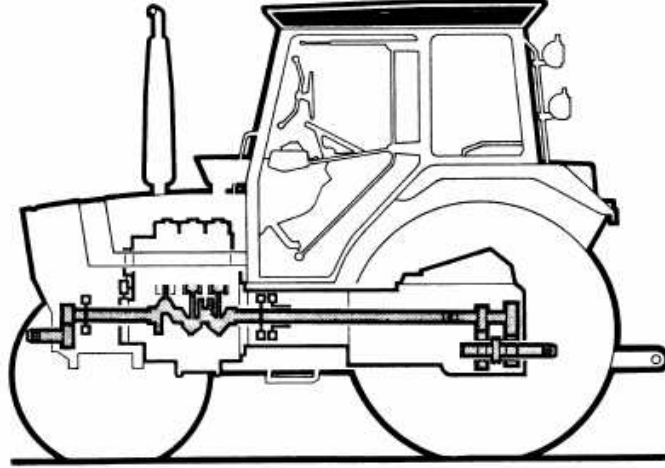
Tarımsal mekanizasyon uygulamalarında verimliliğin sağlanması için, tarımsal işletmelerde traktörün yeteneklerinin bilinmesi ve buna uygun şekilde kullanılması ile işletmeci işletmede mevcut traktör ve iş makinelerinin kullanım etkinliğini arttırarak işletme giderlerinin azalmasını sağlayabilir.

Tarımsal mekanizasyon araçları, kuvvet ve iş makineleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Tarımsal mekanizasyon içinde kuvvet makinesi olarak traktör, en önemli konuma sahiptir. 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).

Tarımda verimin artışına destek verecek olan makinalaşmanın ilk ve en önemli faktörü traktördür. Bütün tarımsal faaliyetlerin hemen hemen her aşamasında kullanılan alet ve makinaların geneli çalışması için ihtiyaç duyduğu enerjiyi traktörden almaktadır. Tarım traktörleri bu enerjiyi, tarım alet ve makinalarına yukarıda verilen traktör tanımında da ifade edildiği gibi farklı şekillerde iletebilmektedir. Günümüzde tarım makinalarına uygulanan teknolojik gelişmeler ve makinaların farklı özellikleri, traktörlerin enerji çıkış noktalarının da gelişmelerini etkilemektedir. Günümüzde gelişen tarım makinalarının çeşitli güç gereksinimlerinin daha etkin ve ekonomik olarak karşılanabilmesi için çok sayıda araştırma yürütülmekte ve olumlu sonuçları, güç çıkış noktalarına aktarılmaktadır.

Traktör motorunda geliştirilen güç; tarım makineleriyle kuyruk mili, hidrolik sistem ya da çeki elemanları (Çeki demiri, üç nokta bağlantı düzeni) ile iletilebilir. Bu gücün yeterli oranda kuyruk mili gücüne ya da çeki gücüne dönüştürülememesi durumunda; traktör ile birlikte kullanılan tarım makineleri ile yapılan işlemlerin tamamlanabilmesi için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Bu ise, traktörün gereğinden fazla güç ve yakıt tüketimine neden olacaktır (Sabancı, 1997; Srivastava ve ark., 1993).

Kuyruk milinden hareket alarak çalışan makinelerin normal işlevlerini yerine getirebilmeleri ve verimli olarak kullanılabilmesi için gerekli olan tork, hız ve güç değerlerinin kuyruk mili tarafından sağlanabilmesi gereklidir. Şekil 1’de şematik bir traktör ve motorunda üretilen hız ve torkun kuyruk miline iletim hattı görülmektedir.



Şekil 1.1. Kuyruk mili hareket iletim hattı (Işıktepe, 2008).

Traktörler üreticiler tarafından standart olarak üretilen kuyruk mili devirleri 540 devir/dakika, 750 devir/dakika ve 1000 devir/dakika ‘dır. Ancak her marka ve her model traktör için elde edilen kuyruk mili devri farklı motor hızlarında sağlanır. Örneğin 540 devir/dakika kuyruk mili devri için bir traktör 2200 devir/dakika’lık motor hızında sağlarken başka bir traktör 1950 devir/dakika’lık motor devrinde sağlayabilir. Standart 540 devir/dakika kuyruk mili hızının sağlandığı motor hızları, motor nominal hızının yaklaşık % 90’ına karşılık gelen hız değerleridir. 1000 devir/dakika standart kuyruk mili hızı ise hareket iletim oranındaki değişimler ile benzer motor hızlarında sağlanmaktadır.

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 makinalarının motorun yüksek devirlerinde çalıştırılması, gereksiz enerji ve dolayısıyla yüksek miktarda yakıt tüketimi diğer bir ifadeyle ekonomik olmayan bir uygulamaya neden olmaktadır. Sayılan olumsuzluklar dikkate alınarak traktör üreticileri tarafından, motor volanının daha düşük devirlerinde 540 devir/dakika standart kuyruk mili hızının sağlanabildiği transmisyon sistemleri geliştirilmiştir. Ekonomik kuyruk mili (540E) olarak adlandırılan bu transmisyon özelliği bulunan traktörlerde 540 ve 540E uygulamalarında, volan hızı kuyruk miline iki farkı iletim oranı ile aktarılmaktadır. Bu

sayede daha yüksek olan iletim oranı ile daha düşük motor devrinde standart devir sayısı (540 devir/dakika) sağlanabilmektedir.

Traktörlerin yıllık çalışma süresi ve çalışma koşullarına bağlı olarak, motorlarındaki eskime ve çalışma verimindeki azalmalar, kullanıcılar tarafından genellikle fark edilmemekte ya da önemsenmemektedir. Bu durum, traktörün aynı işi daha fazla yakıt tüketerek yerine getirmesi ile ya da aynı işin yerine getirilememesi ile ortaya çıkmaktadır. İşletmelerde önemli kayıplara neden olabilecek bu koşulların önceden görülmesi ve önlemlerin alınması gereklidir.

Traktör motorunda sözü edilen olumsuz değişimlerin algılanması ve değerlendirilmesi için, belirli periyotlarla sıcaklık ve yakıt tüketimi gibi parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Motorda oluşan verim kaybı, kuyruk milinden tarım makinesine aktarılan tork ve güç miktarı üzerinde doğrudan etkili olduğundan, periyodik ve pratik olarak kuyruk milinin verimini ortaya koyan ölçümler yapılmalıdır. Bu işlemler için, durağan koşullarda genellikle atölye tipi hidrolik bir kuyruk mili dinamometresi kullanılmaktadır. Dinamometre ile traktör maksimum kuyruk mili gücü belirlenebilmektedir. Belirli periyotlarla yapılacak ölçümler, traktör motorunun verimi hakkında kullanıcıları bilgilendirmektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın kullanıma sahip üç farklı marka traktöre atölye koşullarında bir Eddy Akım dinamometresi ile farklı kuyruk mili uygulamalarında (540, 540E, 750) farklı yükler uygulanarak, traktör motorunun egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi parametrelerinin yüklenmelere bağlı değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen ilişkiler incelenerek traktörün çalıştığı farklı güç kademelerinin sözü edilen parametreler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda edinilen bilgilerin, benzer konularda çalışmalar yürüten araştırmacılara, traktör kullanıcılarına ve üreticilerine referans olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada belirlenen traktör motoruna ait yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi, egzoz gazı sıcaklığı ve soğutma suyu sıcaklığı parametreleri bu bölümde alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

1.1. Yakıt Tüketimi ve Özgül Yakıt Tüketimi

Motor, silindirler içindeki yakıtı yakarak ortaya çıkan ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren bir makinadır. Birim zamanda üretilen güç başına tüketilen yakıt miktarına

özgül yakıt tüketimi denir. Özgül yakıt tüketimi motorun yük durumuna göre değişim gösterir. Örneğin, tam gazdaki yakıt tüketimi yarım gazdakinden daha azdır.

Belirli açışal hıza göre saptanan saatlik yakıt tüketimi ve güç değerlerine dayanılarak özgül yakıt tüketimi eğrisi çizilebilir. Güç ve özgül yakıt tüketimi eğrilerinde iki önemli nokta vardır. Bunlardan biri maksimum güç diğeri minimum özgül yakıt tüketimi noktalarıdır. Bir motorun çalışma özellikleri, anılan bu iki nokta arasında olmalıdır. Uygulama koşullarında motorun maksimum güçteki çalışması arzu edilmez. Çünkü bu koşullarda özgül yakıt tüketimi % 1-2 oranında artar. Bu nedenle motorun daha küçük güç üretmesi göze alınarak ayarlar ve çalışmalar buna göre yapılmaktadır (Sabancı,1993; Bilginperk,1992).

1.2. Egzoz Gazı ve Motor Suyu Sıcaklığı

İçten yanmalı motorlarda, motor milinden alınan faydalı işin, motora yakıtla verilen enerjiye oranı, fren termik verimi olarak tanımlanır. Motora verilen yakıtın sahip olduğu ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürürken, bir takım kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıplar; egzoz, soğutma, sürtünme ve radyasyon gibi yollarla olmaktadır. Fren termik veriminin artırılabilmesi için, bu kayıpların azaltılması ve toplam kayıptaki paylarının bilinmesi gereklidir. Kayıp enerjilerin ve efektif gücün belirlenerek değerlendirilmesine ısı balansı denilmektedir. Isı balansı, bir motorun ekonomikliğini belirlediği gibi çeşitli kayıplar hakkında da fikir vermektedir.

İçten yanmalı motorlarda, maksimum çevrim sıcaklığı motorun yapısal özellikleri nedeniyle sınırlandırılmıştır. Bu nedenle; pistonlu içten yanmalı motorlarda, motor parçalarının sıcaklıklarının kontrol edilebilmesi için soğutma sistemine ihtiyaç vardır. Dört zamanlı bir dizel motorunda soğutma yoluyla oluşan ısı kaybı % 20-28 arasında değişmektedir. Bu ısı kaybı; soğutma suyuna ve yağlama yağına geçen ısıyı kapsamaktadır. Yalnızca yağlama yağına ortalama % 8'lik bir kayıp söz konusudur.

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

Sümer ve ark. (1998), traktörlerde güç ve yüklenme koşullarına bağlı olarak egzoz gazı sıcaklığı ve özgül yakıt tüketimi arası ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmada; Fiat-640, Fiat-54C ve Universal-445 traktörleri kullanılmış ve bu traktörler 540 standart kuyruk mili hızında çalıştırılırken atölye koşullarında hidrolik bir kuyruk mili dinamometresi ile kademeli olarak yüklenmiştir. Uygulanan her yük için maksimum 1000 °C'ye kadar ölçüm sağlayan bir termometre ile egzoz gazı sıcaklıkları ve yakıt tüketimi ölçüm seti ile yakıt tüketimleri ölçülmüştür.

Çalışma sonunda elde edilen değerler yardımıyla egzoz gazı sıcaklığı, güç ve özgül yakıt tüketimi arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Kuyruk miline uygulanan yük kademelerindeki artışa bağlı olarak her üç traktöründe özgül yakıt tüketiminde azalma olduğu saptanmıştır. Traktörün işletmede efektif olarak kullanımı için minimum özgül yakıt tüketimi ile çalıştırılması gerekmektedir. Bu nedenle, traktörün orta ve yüksek güç düzeylerinde çalıştırılmasının, işletme için daha ekonomik kullanım sağlayacağı bildirilmiştir.

İşıktepe (2008), traktörlerde 540 devir/dakika ve 750 devir/dakika kuyruk mili hızları arasındaki farklılıkların atölye koşullarında belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüştür. 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 uygulamıştır. 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 belirlemiştir. Traktörlerin kuyruk millerine, 540 devir/dakika ve 750 devir/dakika 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 koymuştur. Sonuç olarak, 750 kuyruk mili uygulamasının maksimum yüklenmelere kadar,

birçok kuyruk milinden hareketli tarım makinası için 540 uygulamasına önemli bir alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

Atal (2006), kuyruk milinden hareket alan makinalar ile çalışılması durumunda gerekli tork, devir sayısı ve güç miktarının belirlenmesinde kullanılan torkmetrenin, laboratuvar ve atölye koşullarında kalibrasyonunu yapmıştır. Kalibre edilmiş olan torkmetre ile atölye tipi bir hidrolik kuyruk mili dinamometresinin birbirleri ile bağlantılı olarak çalıştırılarak bilgisayar destekli bir ölçüm sistemi kullanılarak, traktöre uygulanan yükler karşılığında, kuyruk miline ait devir sayısı, tork ve güç değerlerini ölçmüştür.

Çalışmada, torkmetre ile doğru ölçümlerin yapılabilmesi için gerekli sistemin oluşturulması ve işletmelerde kullanılan traktörlerin kullanma koşulları ve süresine bağlı olarak azalan motor veriminin değerlendirilmesinde kullanılan atölye tipi hidrolik dinamometre ile yapılan ölçümlerin doğruluk düzeyinin saptanmasını amaçlamıştır.

Çalışma sonunda, hidrolik dinamometrenin %1.7 gibi önemli sayılmayacak bir hata payı ile atölye koşullarında kullanılabileceği ve torkmetre ile, traktör kuyruk milinden hareket alan tarım makinalarının deneylerinde ve ilgili araştırmalarda, kalibrasyon çalışmalarında oluşturulan regresyon eşitlikleri yardımıyla, kuyruk miline ait tork, devir ve güç değerlerinin doğru olarak ölçülebileceğini belirtmiştir. Ayrıca bu sistem kullanılarak farklı yüklerde, 540E devir/dakika ve 540 devir/dakika traktör kuyruk mili devirlerinin çalışma özelliklerini belirlemiştir.

Thomas ve ark. (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 ark. (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 kullanılarak 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 ark. (2004), Nebraska Traktör Test Laboratuvarı (NTTL) raporlarına göre ASAE standartlarının 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 kullanılabilir 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 ark. (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. 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 gösterirken ve 2001–2002 yılları arasında ise %27.7 artış gösterirken belirtilmiştir.

Zoz ve ark. (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 olma riski, 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 ölçümüne 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 ark. (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 arkerlerini 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 edilirdiği alınan sonuçlar doğrultusunda görülmüştür. Yükleme 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 ark. (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 verirdiği 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 ark. (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, FI-640 traktöründe düzensiz bir azalma oluşmaktadır.

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

Pang ve ark. (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 çift), 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 üreticine 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, datalogger, 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. Arker 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 sağlanabilirdi 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 yapılabilirdi 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)'tir. Denemelerde, motorun frenlenerek dönme momentinin belirlenmesinde hidrolik dinamometre kullanılmıştır. 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 litre 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 edilebilecek 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. Çalışmalar sürecinde ölçülen hava bağıl nemi % 50–65 arasında, ortam sıcaklığı ise 16–20°C arasında değişim göstermiştir. Bu verilerin düzeyleri ve değişim aralıkları, kuyruk mili test standartlarına göre motor çalışma karakteristikleri üzerinde etkili olacak seviyelerde değildir. Bu nedenle meteorolojik verilerin olası etkisi dikkate alınmamıştır.

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Traktörler

Yürütülen deneysel çalışmalarda Massey Ferguson 3085, New Holland TD85 ve John Deere 5625 traktörleri kullanılmıştır (Şekil 3.4). 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 Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 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	4.04	3.9
Maksimum güç (kW) BG	(62.5) 85	(62.5) 85	(62.5) 85
Max. güçte motor devri (d/dak)	2400	2400	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 540E	540 ve 540E	540 ve 540E
Motor devri (540/540E) (d/dak)	1979/1421	2200/1715	2400/1700
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

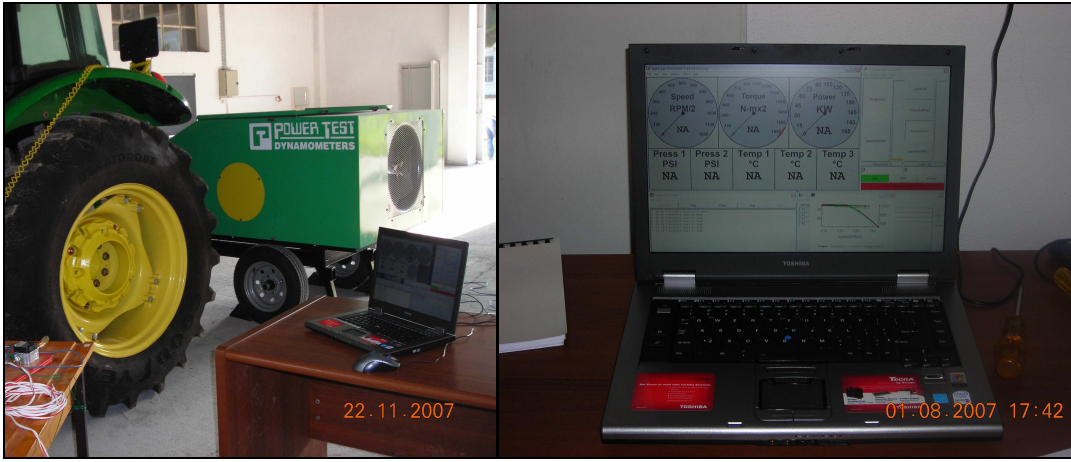
Çalışmada deneme traktörlerinde kuyruk mili testlerini gerçekleştirmek amacı ile özel olarak tasarlanmış hava soğutmalı eddy akımlı bir kuyruk mili dinamometresi kullanılmıştır. EC (Eddy Current) kuyruk mili dinamometresi, çekilebilir bir römork üzerine monte edilmiş bir düzendir (Şekil 3.5). Kuyruk 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'da 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

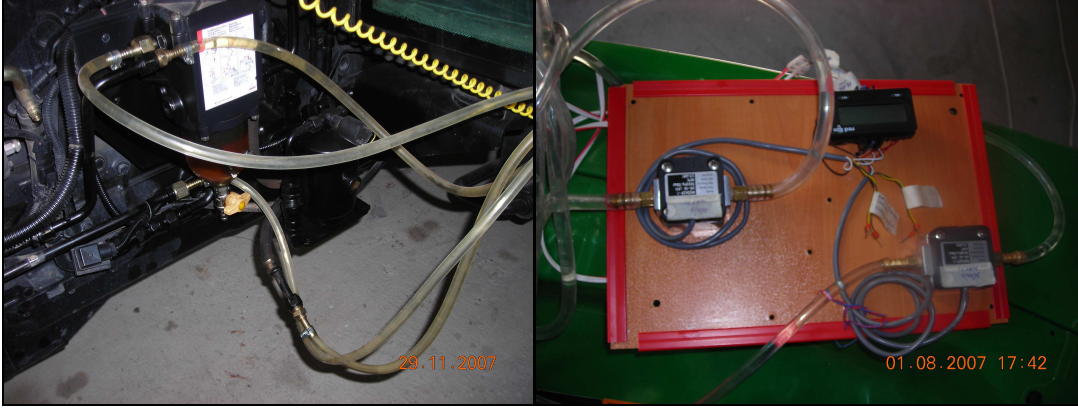
yazılım ile alınan verilerin birbirleriyle olan ilişkileri incelenebilir ve bu ilişkilere bağlı olarak istenilen grafikler oluşturulabilmektedir. Değişkenlerin birimlerine kolaylıkla müdahale edilebilir ve oluşturulan grafiklerdeki en yüksek, en düşük, ortalama değer gibi önemli noktalar görülebilmektedir. 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. Akış metre ve yakıt tüketimi ölçüm sistemine montajı

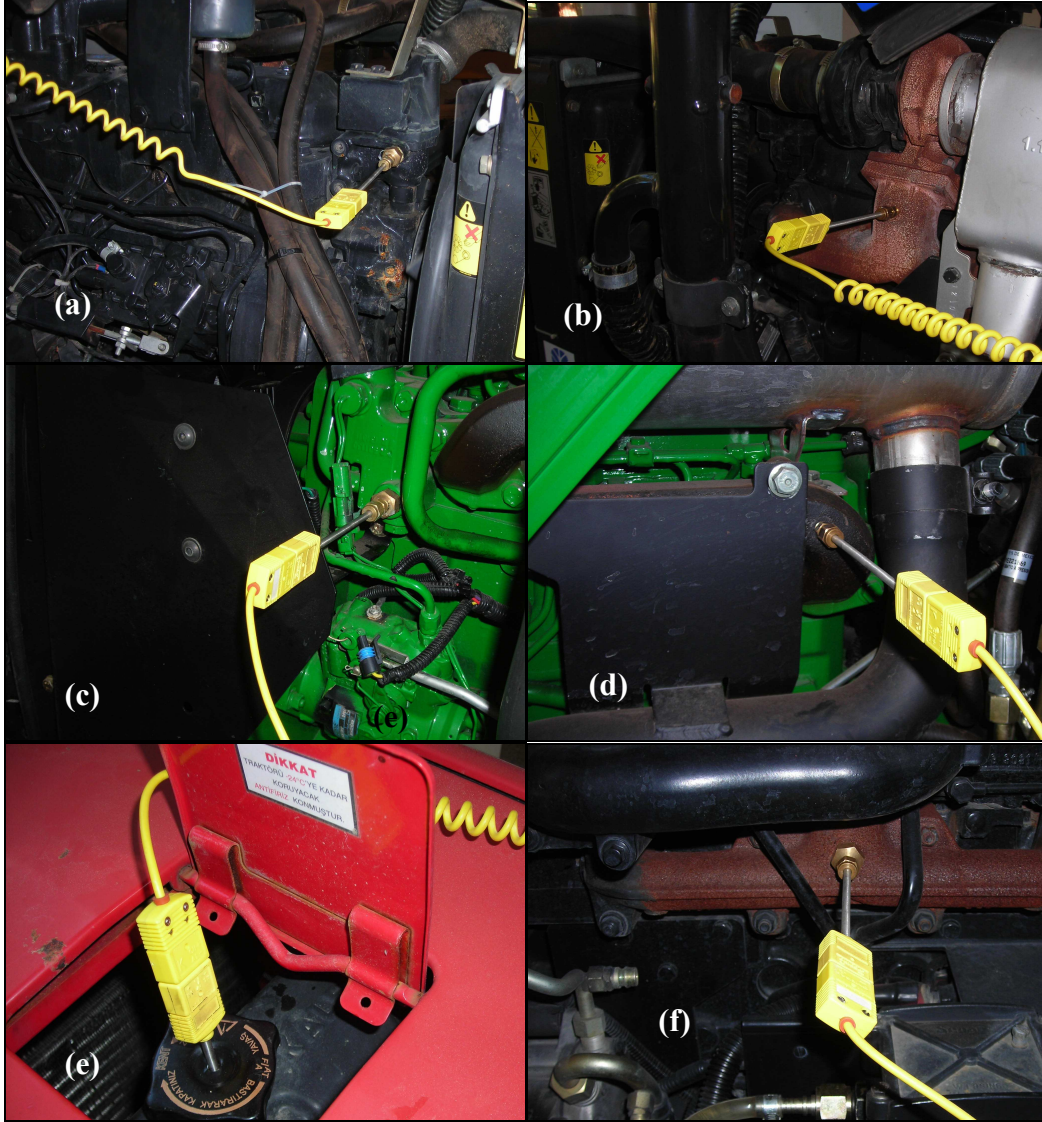
Akışmetrelerin çalışma prensibi, içerisindeki hücrede yataklanmış iki adet oval dişli hareketiyle sıvıyla dolu hacmin yer değiştirmesi şeklindedir. Her bir turda dişliler akış metreye giren sıvıyı diğer tarafa ilettiğinde akış metreden 1 sinyal alınır. Akış metre içersinden 1 lt sıvı geçişi tamamlandığında 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 Egzoz Gazı ve 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).

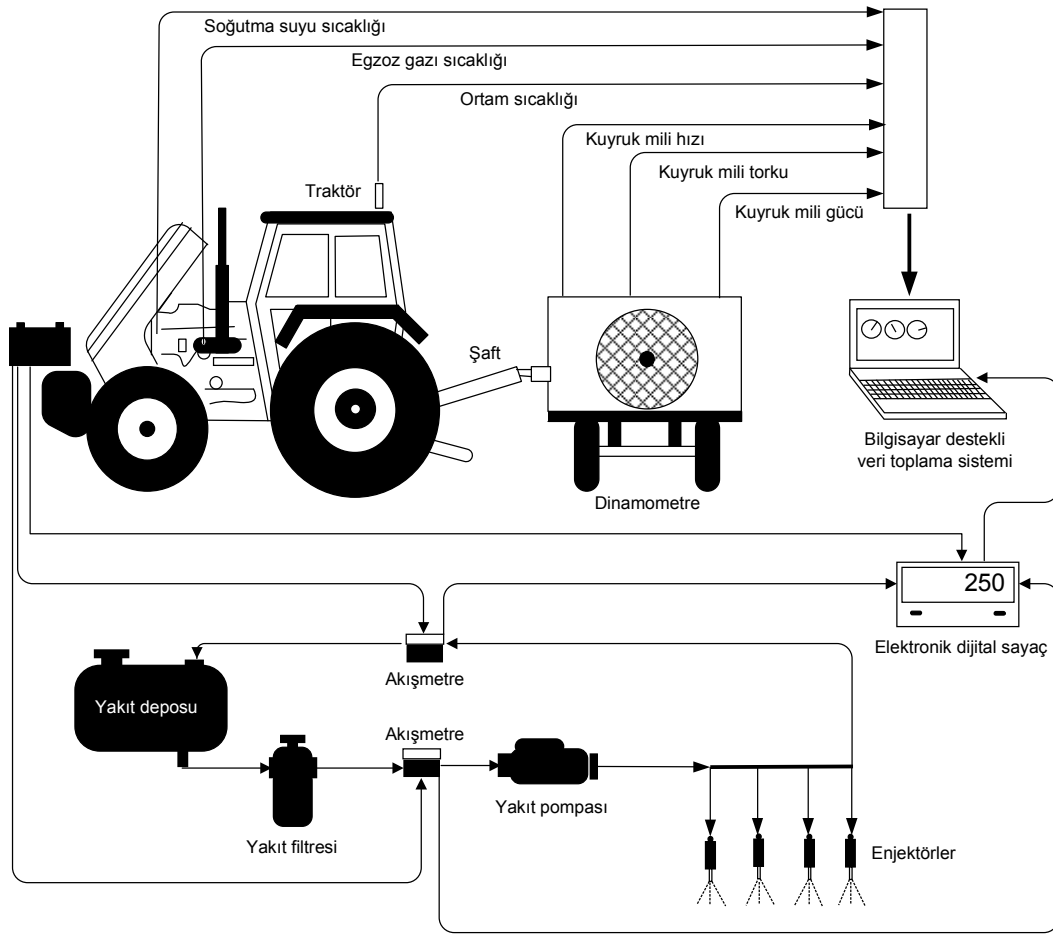


Şekil 3.9. Motor sıcaklık algılayıcıları (a) NHTD85 su (b) NHTD85 egzoz, (c) JD5625 su, (d) JD5625 egzoz, (e) MF3085 su, (f) MF3085 egzoz

Şekilde görülen algılayıcıların her bir traktöre bağlantısı için egzoz manifoldları uygun yerlerinden delinerek bağlantı aparatları yapılmıştır. Soğutma suyu teması için de, basınçlı surun sızması önlenecek şekilde ilgili bağlantı aparatları yaptırılmıştır.

3.2. Yöntem

Atölye koşullarında durağan olarak yürütülen denemelerde üç deneme traktörünün kuyruk miline tam ve kısmi yükler uygulanarak, gerekli parametreler belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan ölçüm sistemleri şematik olarak Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Araştırmada kullanılan ölçüm sistemlerinin şematik gösterimi

3.2.1. Tam Yükleme Pozisyonunda Yapılan Ölçümler

Traktör kuyruk milini yüklemeleri öncesinde kuyruk miline dinamometresinin kalibrasyonu yapılmıştır (Şekil 3.11.). Bunun için yaptırılan 30 kg kütle ile dinamometrenin tork ölçüm sistemine sabit bir yük uygulanmıştır. Yürütülen kalibrasyon çalışmaları sonrasında her bir traktör yüklemesinde kuyruk milinin 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 pozisyonunda iken 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 tam yük denemesinde 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.



Şekil 3.11. Kuyruk mili dinamometresi kalibrasyonu.

Elde edilen maksimum güç değerleri, kuyruk miline uygulanan kısmi yüklerin üst sınır değerlerinin belirlenmesinde dikkate alınmıştır.

3.2.1.2. 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.

Denemeler traktörün üç kuyruk mili seçeneğinde (540, 540E,750) yürütülmüştür. Üç kuyruk mili uygulaması için yürütülen denemelerde 540 devir/dakika ve 750 devir/dakika kuyruk mili hızlarında kademeli olarak artan yükler uygulanmıştır. Yüklemeler 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 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. (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Kuyruk mili dinamometresi ve test traktörlerine bağlantısı

3.2.2. Motor Soğutma Suyu Sıcaklığı Ölçümü

Dinamometre ile kuyruk miline uygulanan her bir yük kademesinde motor egzoz gazı sıcaklığı, yakıt tüketimi ile eş zamanlı olarak soğutma suyu sıcaklığı parametresi de ölçülmüştür.

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 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 (Şekil 3.9).

3.2.3. 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.

3.2.4. 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).

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

Eşitlikte;

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

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

N_φ = 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.

3.2.5. 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 iki faktörün (traktör, kuyruk mili gücü) ölçümlerle belirlenen traktör yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi, egzoz gazı sıcaklığı ve motor soğutma suyu sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Atölye koşullarında yürütülen denemelerde elde edilen, traktör kuyruk mili yüklerine bağlı motor egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi parametreleri incelenerek, aralarındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Ayrıca, denemelerde ele alınan faktörler (traktörler, kuyruk mili uygulamaları ve kuyruk mili gücü) ve bu faktörler aralarındaki etkileşimlerin ölçüm parametreleri üzerindeki etkileri istatistiksel olarak varyans analizi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

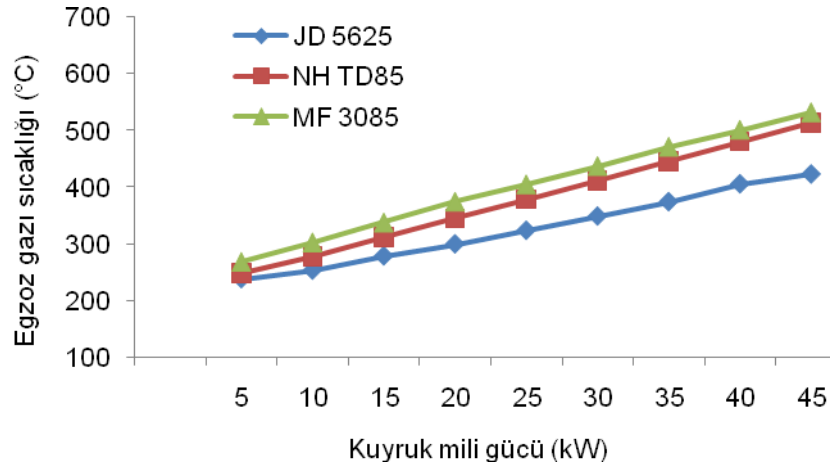
4.1. Kuyruk Mili Gücü ile Egzoz Gazı Sıcaklığı Arası İlişkiler

Traktör kuyruk miline uygulanan her bir yük kademesinde ölçülen motor egzoz gazı sıcaklık değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

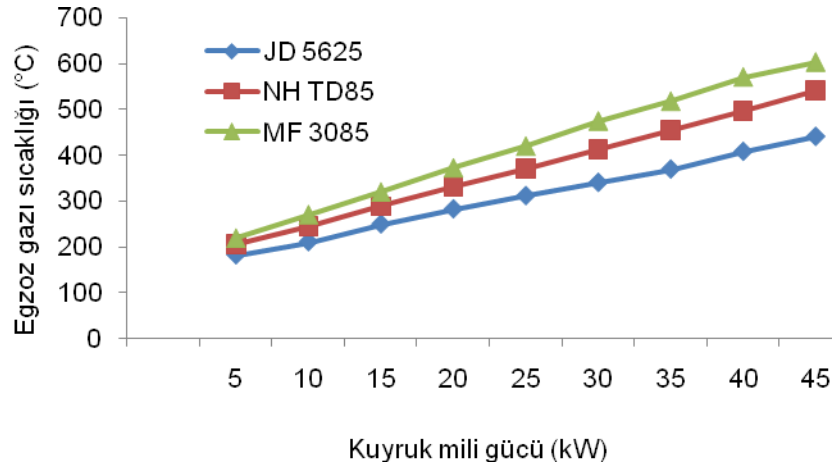
Çizelge 4.1. Motor egzoz gazı sıcaklık değerleri

Kuyruk mili gücü (kW)	Egzoz gazı sıcaklığı (°C)								
	540			540E			750		
	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085
5	238.00	248.30	267.80	181.10	203.70	219.30	232.00	267.20	276.80
10	253.10	277.60	302.20	209.80	244.00	270.50	256.60	293.90	308.30
15	278.20	311.80	337.30	248.80	286.90	320.00	281.30	324.80	342.90
20	299.30	345.60	373.90	281.60	330.40	372.40	302.00	354.80	376.00
25	323.30	378.90	404.60	310.50	368.80	420.00	331.40	387.90	414.80
30	348.50	412.00	437.00	339.50	411.20	474.80	356.70	419.10	443.00
35	373.80	446.10	471.20	368.50	452.80	518.00	374.20	448.90	477.00
40	405.30	481.00	501.00	407.20	494.40	570.90	406.90	480.20	504.20
45	422.50	514.70	531.90	439.90	540.30	603.40	428.60	511.50	532.70

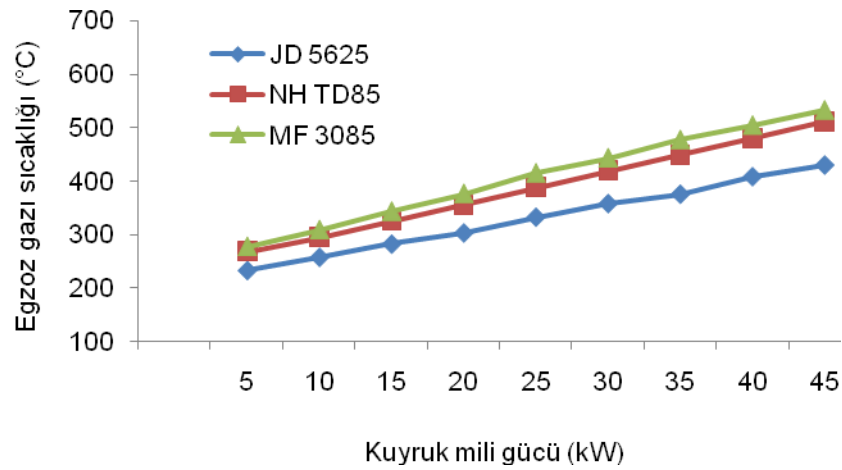
Çizelge 4.1 incelendiğinde John Deere 5625, New Holland TD85 ve Massey Ferguson 3085 traktörleri için elde edilen egzoz gazı sıcaklıklarının, üç kuyruk mili uygulamasında da yük kademelerine bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Sözü edilen eğilimler Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.1. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı egzoz gazı sıcaklığı değişimi



Şekil 4.2. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı egzoz gazı sıcaklığı değişimi



Şekil 4.3. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı egzoz gazı sıcaklığı değişimi

Tüm yük kademeleri için en düşük egzoz gazı sıcaklık değerleri John Deere 5625 traktöründe, en yüksek değerler ise MF 3085 traktöründe ölçülmüştür (Çizelge 4.1, Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3). NH TD85 traktörüne ait egzoz gazı sıcaklık değerleri ise iki traktör arasında yer almıştır. Her bir traktörün üç kuyruk mili uygulamasında elde edilen egzoz sıcaklığı verileri incelendiğinde, MF 3085 traktöründe 540E uygulamasında traktörün 25 kW kuyruk mili yükünden sonra diğer uygulamalara göre (540, 750) daha fazla artma eğiliminde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Bu eğilim diğer iki traktörde belirgin olmamakla birlikte, özellikle 40, 45 kW kuyruk mili yüklerinde görülmektedir.

MF 3085 traktöründe 540E uygulamasında sözü edilen egzoz gazı sıcaklığındaki artışların diğer traktörlere kıyasla daha fazla olmasının, bu traktörde 540E uygulamasının diğer iki traktöre kıyasla (JD 5625 ve NH TD85 traktörleri için sırasıyla 1700 devir/dakika, 1715 devir/dakika) daha düşük motor hızında (1421 devir/dakika) sağlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumun MF 3085 traktörünün belirli bir yük kademesinden sonra zorlanmasının bir sonucu olarak düşünülebilir.

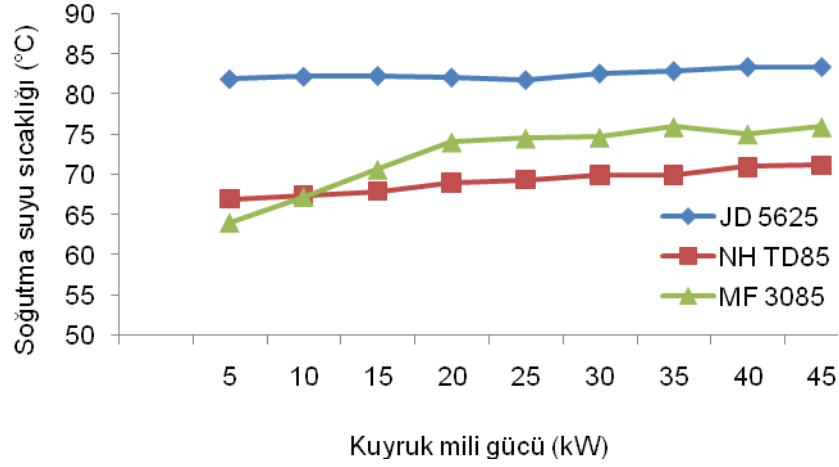
4.2. Kuyruk Mili Gücü ile Soğutma Suyu Sıcaklığı Arası İlişkiler

Traktör kuyruk miline uygulanan her bir yük kademesinde ölçülen motor soğutma suyu sıcaklık değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

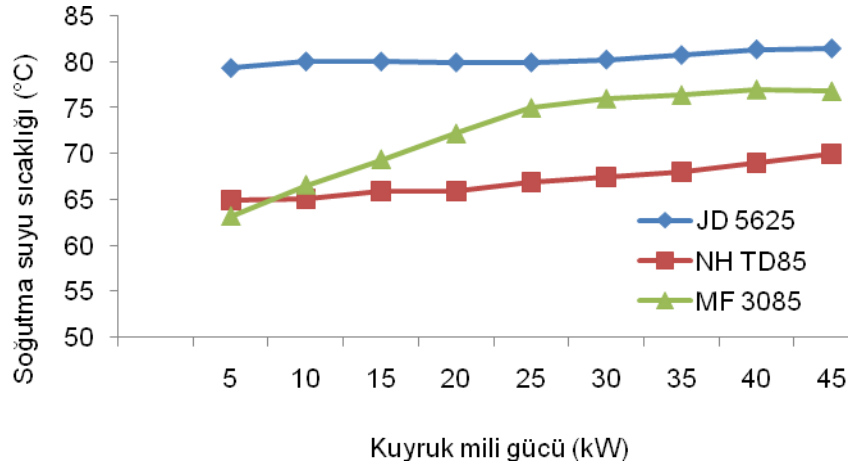
Çizelge 4.2. Motor soğutma suyu sıcaklık değerleri

Kuyruk mili gücü (kW)	Soğutma suyu sıcaklığı (°C)								
	540			540E			750		
	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085
5	81.90	67.00	64.10	79.40	65.00	63.20	82.80	66.00	63.20
10	82.20	67.50	67.30	80.10	65.10	66.60	81.90	66.00	64.80
15	82.30	68.00	70.70	80.10	66.00	69.40	82.20	66.80	71.60
20	82.10	69.00	74.10	80.00	66.00	72.20	81.90	67.00	74.10
25	81.80	69.40	74.60	80.00	67.00	75.00	82.90	67.30	74.60
30	82.60	70.00	74.70	80.30	67.50	76.00	82.60	68.00	74.70
35	82.90	70.00	76.00	80.80	68.00	76.40	82.80	68.00	76.00
40	83.40	71.00	75.10	81.40	69.00	77.00	82.10	69.00	75.10
45	83.40	71.20	76.00	81.50	70.00	76.80	83.00	69.00	76.00

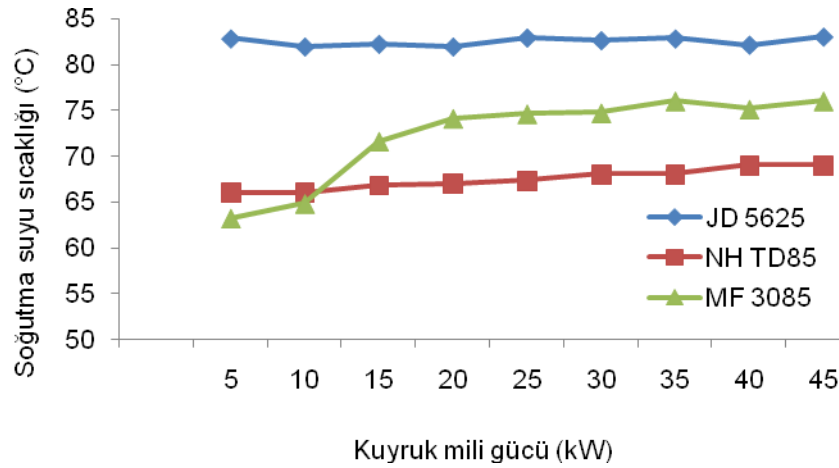
John Deere 5625 ve Massey Ferguson 3085 traktörleri için elde edilen soğutma suyu sıcaklıklarının, üç kuyruk mili uygulamasında da yük kademelerine bağlı olarak önemli bir değişiklik göstermediği tespit edilmiştir (Şekil 4.4, 4.5, 4.6).



Şekil 4.4. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı soğutma suyu sıcaklığı değişimi



Şekil 4.5. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı soğutma suyu sıcaklığı değişimi



Şekil 4.6. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı soğutma suyu sıcaklığı değişimi

Diğer iki deneme traktörüne kıyasla MF 3085 traktöründe farklı eğilimlerin olduğu saptanmıştır. Bu traktördeki soğutma suyu sıcaklığındaki eğilim farklılığına, 20 KW kuyruk mili yük uygulamasına kadar diğer iki traktörden farklı olarak termostatın açılmamasının neden olduğu düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle motor yapım özellikleri ve kullanılan termostat çeşitliliği, bu durumun temel nedeni olarak kabul edilebilir.

4.3. Kuyruk Mili Gücü ile Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler

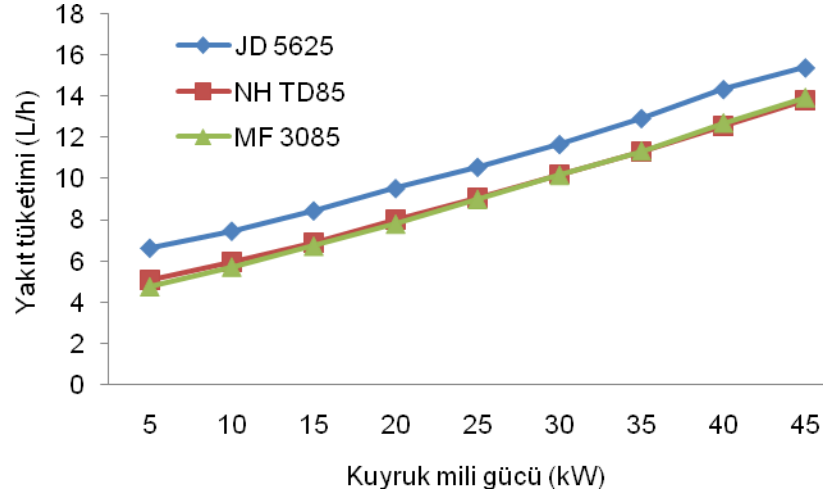
Traktör kuyruk miline uygulanan her bir yük kademesinde ölçülen motor yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Motor yakıt tüketimi değerleri

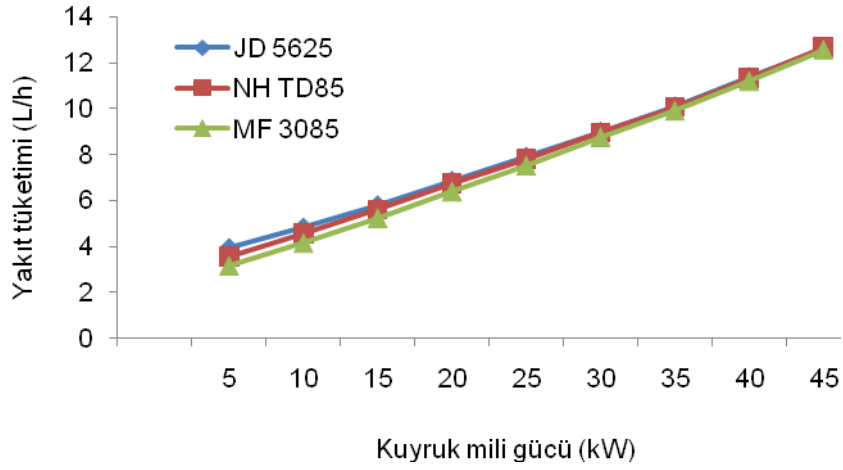
kuyruk mili gücü (kW)	Yakıt tüketimi (L/h)								
	540			540E			750		
	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085
5	6.62	5.09	4.76	3.93	3.55	3.15	6.73	5.83	5.36
10	7.45	5.95	5.72	4.81	4.58	4.14	7.52	6.75	6.27
15	8.44	6.90	6.73	5.79	5.60	5.22	8.52	7.82	7.45
20	9.52	8.02	7.79	6.85	6.75	6.38	9.63	9.00	8.73
25	10.55	9.08	9.00	7.89	7.81	7.50	10.74	10.08	9.96
30	11.66	10.21	10.17	8.98	8.95	8.73	11.96	11.38	11.15
35	12.92	11.30	11.34	10.08	10.06	9.88	13.28	12.54	12.43
40	14.33	12.53	12.70	11.36	11.33	11.17	14.50	13.63	13.80
45	15.38	13.78	13.93	12.59	12.67	12.54	15.68	14.92	15.02

John Deere 5625, New Holland TD85 ve Massey Ferguson 3085 traktörleri için yakıt tüketimi değerleri, kuyruk miline uygulanan yük kademelerine bağlı olarak üç kuyruk mili uygulamasında da artış göstermektedir (Çizelge 4.3, Şekil 4.7, 4.8, 4.9). 540E kuyruk mili uygulamasında ölçülen yakıt tüketimi değerleri, diğer iki uygulamada elde edilen yakıt tüketimi değerlerine kıyasla belirli oranlarda azalma eğilimindedir. 750 kuyruk mili uygulamasında 540 kuyruk mili uygulamasına kıyasla motor yakıt tüketiminde küçük artışların olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3).

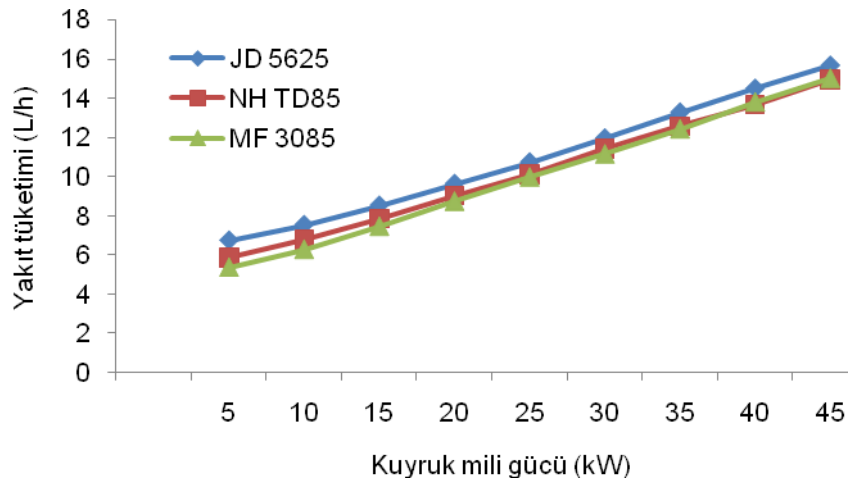
JD 5625 traktörü için 540 ve 750 kuyruk mili uygulamalarında belirlenen yakıt tüketimi değerleri, diğer iki traktöre kıyasla küçük oranlarda daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.7 ve 4.9).



Şekil 4.7. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.8. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.9. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı yakıt tüketimi değişimi

Denemelerde kullanılan JD 5625, NH TD85 ve MF 3085 traktörleri, 540 ve 750 kuyruk mili uygulamalarını sırasıyla 2400 devir/dakika, 2200 devir/dakika ve 1979 devir/dakika motor hızlarında sağlamaktadır. Bu durum, JD 5625 traktörünün 540 ve 750 kuyruk mili uygulamalarında daha yüksek yakıt tüketimi değerlerini açıklamaktadır. 540E uygulamasında ise üç traktör için birbirine yakın yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.8). Bu kuyruk mili uygulamasının üç traktörde de birbirine yakın motor hızlarında sağlanması bu durumun temel nedenidir. JD 5625, NH TD85 ve MF 3085 traktörleri 540E kuyruk mili uygulamasını sırasıyla 1700 devir/dakika, 1715 devir/dakika ve 1421 devir/dakika motor hızlarında sağlamaktadır.

Ayrıca kuyruk mili uygulamaları arasındaki yakıt tüketimi farklılıkları incelendiğinde ekonomik kuyruk mili olarak da adlandırılan 540E uygulaması diğer iki uygulamaya kıyasla belirli oranlarda yakıt tasarrufları sağladığı görülmektedir (Çizelge 4.3). Ekonomik kuyruk mili uygulamasının daha düşük motor hızlarında sağlanması, sözü edilen tasarrufların temel nedenidir.

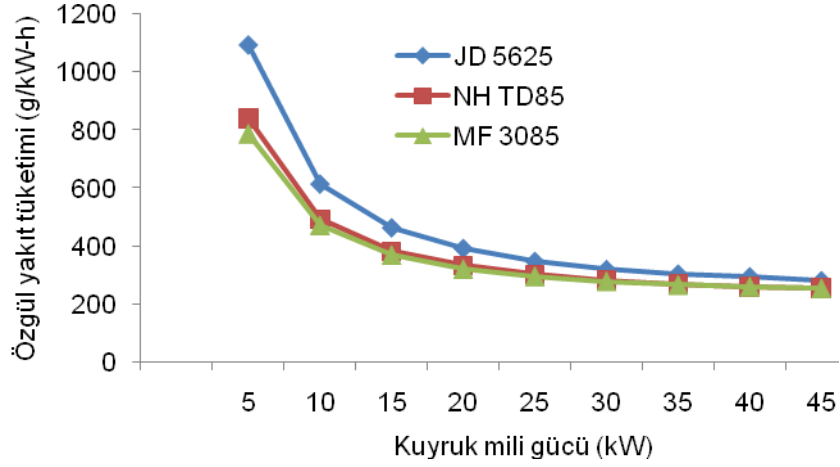
4.4. Kuyruk Mili Gücü ile Özgül Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler

Traktör kuyruk miline uygulanan her bir yük kademesinde ölçülen motor özgül yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

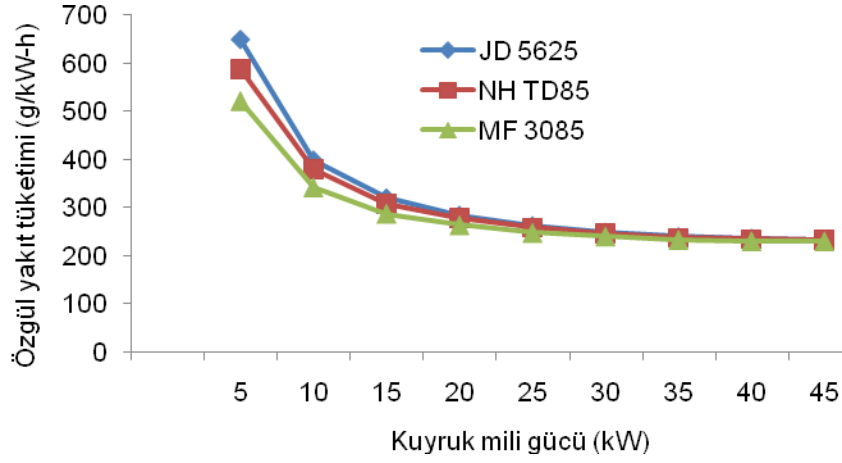
Çizelge 4.4. Motor özgül yakıt tüketimi değerleri

Kuyruk mili gücü (kW)	Özgül yakıt tüketimi (L/h)								
	540			540E			750		
	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085	JD 5625	NH TD85	MF 3085
5	1095.64	841.17	786.86	649.90	586.84	520.82	1112.79	964.33	886.27
10	616.01	492.45	472.74	398.19	378.53	342.31	622.29	558.24	518.90
15	465.19	380.50	370.78	319.01	308.48	287.62	469.78	431.18	410.83
20	393.68	331.59	322.21	283.19	279.06	263.81	398.09	372.12	361.02
25	349.10	300.27	297.65	261.03	258.42	248.10	355.14	333.52	329.64
30	321.35	281.43	280.33	247.52	246.80	240.78	329.63	313.64	307.31
35	305.29	266.99	267.92	238.15	237.65	233.48	313.85	296.19	293.63
40	296.23	259.02	262.51	234.80	234.26	231.01	299.85	281.86	285.36
45	282.58	253.26	256.04	231.36	232.90	230.37	288.20	274.11	276.05

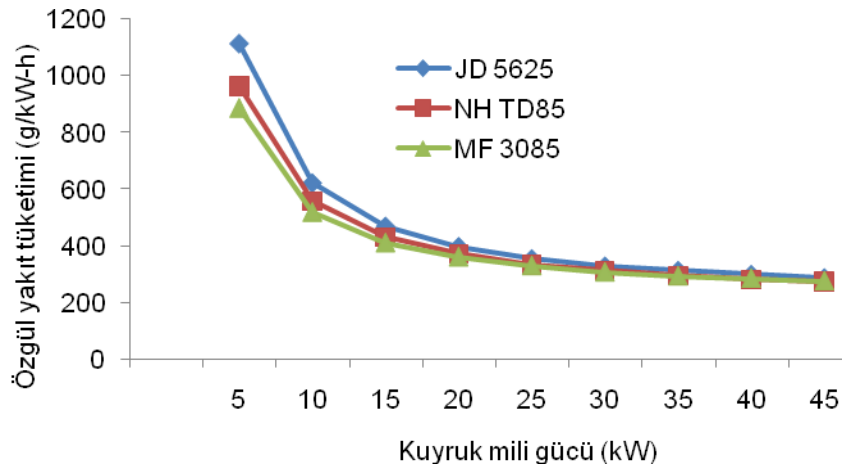
John Deere 5625, New Holland TD85 ve Massey Ferguson 3085 traktörleri için elde edilen özgül yakıt tüketimi değerlerinin, kuyruk miline uygulanan yük kademelerine bağlı olarak üç kuyruk mili uygulamasında da azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4, Şekil 4.10, 4.11, 4.12). 540 kuyruk mili uygulamasında JD 5625 traktörüne ait özgül yakıt tüketimi değerleri, diğer traktörlere kıyasla küçük oranlarda daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.11. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi



Şekil 4.12. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi

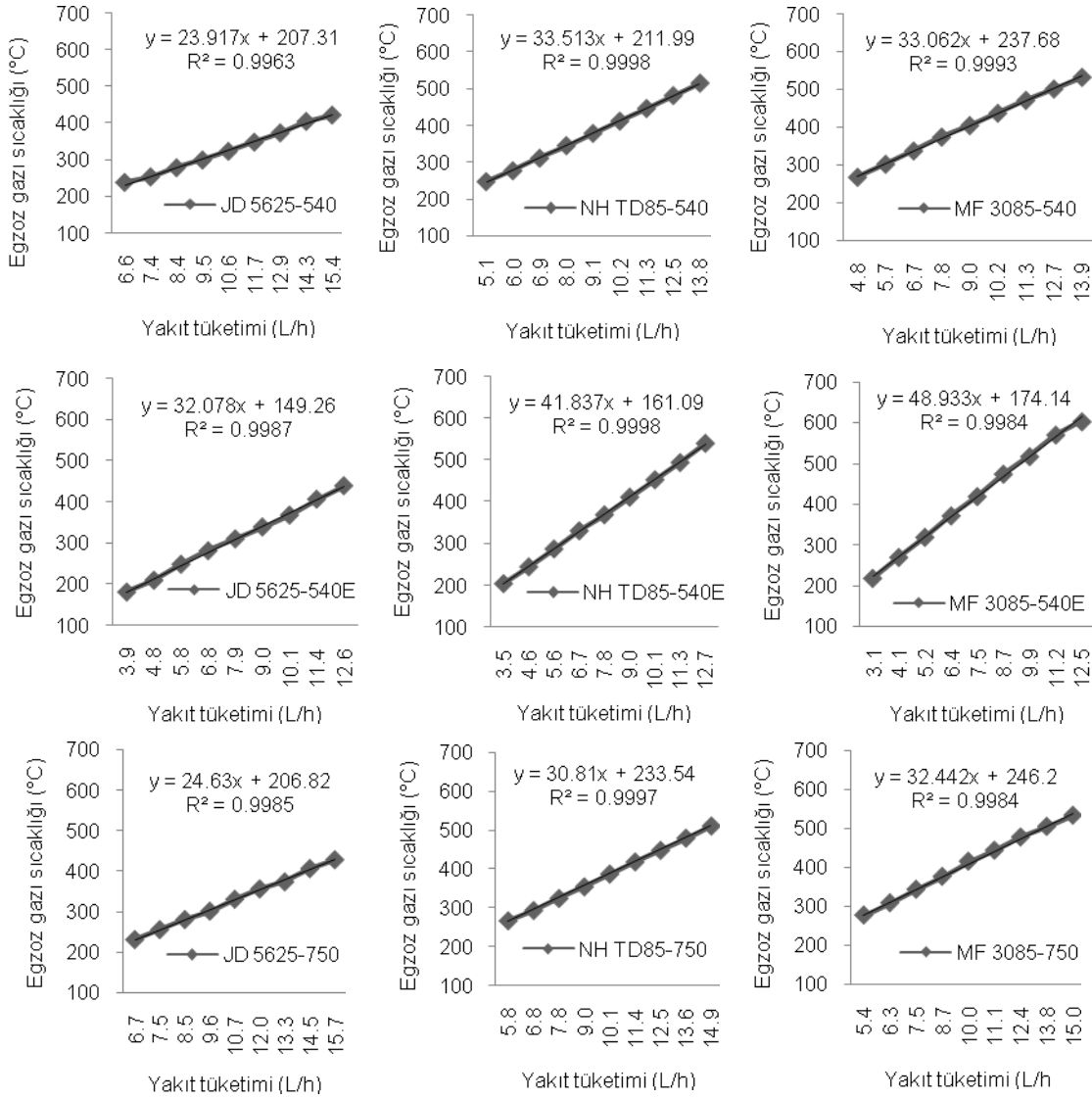
Traktör çalışma performansı, birim zamanda tüketilen yakıt miktarı yerine, birim zamanda birim güç başına tüketilen yakıt miktarı dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Diğer bir ifade ile özgül yakıt tüketimi, traktörün çalışma performansının değerlendirilmesinde yakıt tüketimi değerine göre daha belirleyici bir ölçüttür.

Sümer ve ark (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 önerilmişlerdir.

Işıktepe (2008), traktörlerde 540 d/dak ve 750 d/dak kuyruk mili hızları arasındaki farklılıkların atölye koşullarında belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Bu amaç için, benzer teknik özelliklerde üç farklı marka traktöre atölye koşullarında bir kuyruk mili dinamometresi (eddy current) ile yükler uygulamıştır. Araştırma bulguları, 750 uygulamasının 540 uygulamasına kıyasla, daha yüksek yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi değerlerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada ayrıca, kuyruk mili yüklerine bağlı yakıt tüketimi değerlerinde doğrusal artışların, özgül yakıt tüketimi değerlerinde ise aynı oranlarda azalmaların saptandığı rapor edilmiştir.

4.5. Egzoz Gazı Sıcaklığı ile Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler

Çalışmada traktörlerin kuyruk millerine uygulanan her bir yük kademesinde, eş zamanlı olarak ölçülen egzoz gazı sıcaklığı ve yakıt tüketimi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu amaçla iki parametre arasındaki ilişkileri tanımlayan eğriler, Şekil 4.13'de verilmiştir. Şekiller, üç traktör ile üç kuyruk mili uygulamasının tüm etkileşimlerini içeren eğrilere ait regresyon eşitlikleri ve katsayılarını da içermektedir. Görüldüğü gibi her bir etkileşim için iki parametre arasındaki ilişkiyi tanımlayan eğrilere ait regresyon katsayıları bir (1)'e çok yakın değerlerdedir.



Şekil 4.13. Motor egzoz gazı sıcaklığına bağlı yakıt tüketimi değişimleri

Üç traktörde ve her bir kuyruk mili uygulamasında yakıt tüketimi artışına bağlı olarak egzoz gazı sıcaklık değerlerinde de doğrusal bir artış olduğu saptanmıştır (Şekil 4.13). Güç artışına bağlı olarak yakıt tüketimi ve egzoz gazı sıcaklık değerlerindeki artış eğilimleri bu sonucu desteklemektedir.

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, 540 d/dak kuyruk mili hızında kısmi yükler uygulanmıştır. Araştırmacı, traktör motoruna ait egzoz gazı sıcaklığı, yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi değerlerini her bir yük kademesi için belirlemiştir. Sonuç olarak, kuyruk miline uygulanan güç değerlerine bağlı olarak yakıt tüketimi ve egzoz gazı sıcaklık değerlerinde artış, özgül yakıt tüketimi

değerlerinde ise azalma eğilimlerinin olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca yakıt tüketimi ve egzoz gazı sıcaklığı arasındaki ilişkiler incelenmiş ve doğrusal bir değişimin olduğu saptanmıştır.

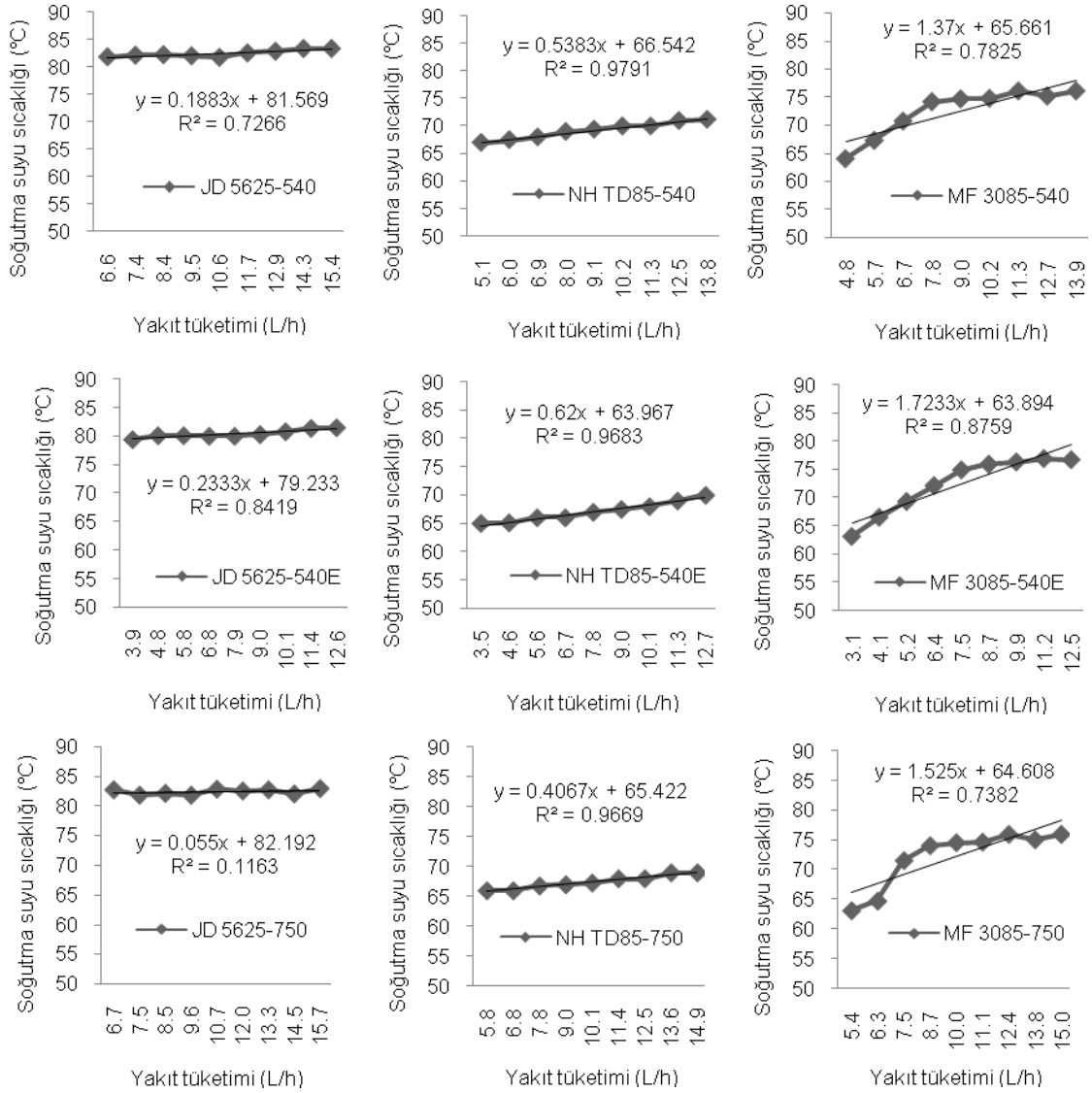
Sümer ve ark (1998), yürüttükleri bir araştırmada üç farklı traktörün standart 540 devir/dakika kuyruk mili uygulamasında güç tüketimine bağlı egzoz gazı sıcaklık değişimlerini incelemişler ve kuyruk mili gücüne bağlı olarak artma eğilimin olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca yakıt tüketimi ile egzoz gazı sıcaklığı arasındaki ilişkilerinde incelendiği çalışmada, iki motor parametresi arasında doğrusal ilişkiler tespit etmiştir. Güç artışına bağlı olarak yakıt tüketimi ve egzoz gazı sıcaklığındaki artış eğilimi, bu sonucu destekler niteliktedir.

Diğer araştırmacılar tarafından benzer uygulamalar ile elde edilen eğilimler bu çalışmada saptanan sonuçlara benzer özelliklerdedir. Eğilimlerin benzer olmasına karşılık, elde edilen veriler farklılıklar göstermektedir. Yürütülen çalışmalarda uygulanan yöntemler benzer olsa da, kullanılan materyallerdeki (traktör vs.) farklı özellikler, ölçüm değerlerini çeşitlendirmektedir.

Ayrıca benzer konularda farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada standart 540 devir/dakika kuyruk mili uygulamasına ek olarak son yıllarda yenilik olarak kullanıcılara sunulan ekonomik kuyruk mili (540E) ve bu özelliğin bir sonucu olan 750 devir/dakika kuyruk mili uygulamalarında da ilgili motor parametreleri ölçülmüş ve aralarındaki ilişkiler incelenmiştir.

4.6. Soğutma Suyu Sıcaklığı ile Yakıt Tüketimi Arası İlişkiler

Çalışmada ölçülen soğutma suyu sıcaklığı değerlerinde yakıt tüketimi artışına bağlı olarak küçük oranlarda değişimler gözlenmiştir. İki parametre arasındaki ilişkileri tanımlayan eğriler, Şekil 4.14'de verilmiştir. Her bir traktörün soğutma suyu sıcaklık değerleri birbirlerine göre küçük farklılıklar göstermiştir.



Şekil 4.14. Motor soğutma suyu sıcaklığına bağlı yakıt tüketimi değişimleri

Massey Ferguson 3085 traktörleri için elde edilen soğutma suyu sıcaklığı değerlerinin traktördeki soğutma sistemindeki teknik farklılıklarından ve motor yapım özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin her traktör motorunun soğutma sisteminde farklı termostat kullanılması ve bu termostatların değişik açılma derecelerine sahip olmaları ölçülen soğutma suyu sıcaklığı değerleri üzerinde etkili olabilir.

4.7. İstatistiksel Analiz Sonuçları

Denemelerde ele alınan faktörler ve bu faktörler arasındaki etkileşimlerin ölçüm parametreleri üzerindeki etkilerinin açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilebilmesi için, varyans analiz çizelgeleri hazırlanmıştır.

Bu çizelgelerin daha sade ve anlaşılır olması için bazı işaretler ve kısaltmalar kullanılmıştır. Bu işaret ve kısaltmalar ile anlamları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. İşaret ve Kısaltmalar

A	Faktör A (MF 3085, NH TD85, JD 5625 traktörleri)
B	Faktör B (540, 540E ve 750 Kuyruk mili uygulamaları)
C	Faktör C (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 kW yük kademeleri)
A x B x C	Faktörler arasındaki etkileşim,

Yapılan varyans analizleri sonucunda faktörler ve etkileşimlerinin motor egzoz gazı sıcaklığı üzerindeki etkileri belirlenmiştir. En büyük egzoz gazı sıcaklığı değeri (603.40 °C) MF*540E*45 kW ve en küçük egzoz gazı sıcaklığı değeri (181.10 °C) JD*540E*5 kW etkileşimlerinde elde edilmiştir. Faktörler ve etkileşimlerinin egzoz gazı sıcaklığı üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Faktörler ve etkileşimlerinin egzoz gazı sıcaklığı üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Faktör A	2	570188.24**	0.000
Faktör B	2	5994.38**	0.000
Faktör C	8	803270.86**	0.000
A x B	4	9408.38**	0.000
A x C	16	9408.38**	0.000
B x C	16	10139.44**	0.000
A x B x C	32	632.59**	0.000
Error	729		

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

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

Varyans analizi sonucunda motor soğutma suyu sıcaklığı için en büyük değer JD*540*45 kW etkileşiminde 83.40 °C, en küçük değer ise MF*540%*5 kW etkileşiminde 63.20 °C olarak bulunmuştur. Varyans analiz tablosu Tablo 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Faktörler ve etkileşimlerinin motor soğutma suyu sıcaklığı üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Faktör A	2	7427.59**	0.000
Faktör B	2	75.37**	0.000
Faktor C	8	220.91**	0.000
A x B	4	31.87**	0.000
A x C	16	88.17**	0.000
B x C	16	2.80**	0.000
A x B x C	32	1.65**	0.014
Error	729		

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

Varyans analizi sonuçlarına göre incelenen üç faktörün (Traktör, Kuyruk mili hızı, kuyruk mili gücü) ve etkileşimlerinin motor soğutma suyu sıcaklığı üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Yapılan varyans analizleri sonucunda faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkileri de belirlenmiştir. En büyük yakıt tüketimi değeri (15.68 L/h) JD*750*45 kW ve en küçük yakıt tüketimi değeri (3.15 L/h) MF*540E*5 kW etkileşimlerinde elde edilmiştir. Faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Faktör A	2	6991.53**	0.000
Faktör B	2	43548.09**	0.000
Faktor C	8	82802.05**	0.000
A x B	4	1308.15**	0.000
A x C	16	35.97**	0.000
B x C	16	21.97**	0.000
A x B x C	32	3.91**	0.000
Error	162		

(* , **) sırasıyla $P < 0,05$ ve $P < 0,01$ önem düzeyi ns: istatistiksel olarak önemsiz
Faktör A: Traktörler, Faktör B: 540, 540E, 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.

Varyans analizi sonucunda özgül yakıt tüketimi için en büyük değer JD*750*5 kW etkileşiminde 1112.79 g/kWh, en küçük değer ise MF*540E*45 kW etkileşiminde 230.37 g/kWh olarak bulunmuştur. Varyans analiz tablosu Tablo 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Faktörler ve etkileşimlerinin özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu.

Varyasyon kaynağı	Df	F Değeri	Önem Düzeyi
Faktör A	2	10515.56**	0.000
Faktör B	2	50059.27**	0.000
Faktör C	8	125193.24**	0.000
A x B	4	1319.06**	0.000
A x C	16	1452.11**	0.000
B x C	16	4469.40**	0.000
A x B x C	32	89.49**	0.000
Error	162		

(*, **) sırasıyla $P < 0,05$ ve $P < 0,01$ önem düzeyi ns: istatistiksel olarak önemsiz
Faktör A: Traktörler, Faktör B: 540, 540E, 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.

Varyans analizlerinin ortalama değerleri de içeren ayrıntılı sonuçları Ekler bölümünde verilmiştir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada Türkiye’de yaygın kullanıma sahip ve üç kuyruk mili uygulamasını da içeren (540 devir/dakika, 540E devir/dakika ve 750 devir/dakika) üç farklı marka traktöre her bir kuyruk mili uygulamasında kısmi yükler uygulanmış ve traktör motoru egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi ve özgül yakıt tüketimi parametreleri belirlenmiş ve aralarındaki ilişkiler incelenmiştir.

JD 5625 traktörünün kuyruk miline uygulanan her bir kısmi yük için ölçülen egzoz gazı sıcaklık değerleri 540, 540E ve 750 kuyruk mili uygulamaları için sırasıyla 238.00-422.50 °C, 181.10-439.90 °C, 232.00-428.60 °C arasında değişim göstermiştir. Bu değerler NH TD95 traktörü ile yapılan denemelerde 540, 540E ve 750 kuyruk mili uygulamaları için sırasıyla 248.30-514.70 °C, 203.70-540.30 °C, 267.20-511.50 °C arasında değişmiştir. MF 3085 traktöründe ise bu değerler sırasıyla 267.80-531.90 °C, 219.30-603.40 °C, 276.80-532.70 °C arasında bulunmuştur. Üç kuyruk mili uygulamasında yük kademelerine bağlı olarak her bir traktör için egzoz gazı sıcaklık değerlerinde doğrusal bir artış olduğu saptanmıştır.

Traktör kuyruk millerine uygulanan yüklerle eş zamanlı olarak ölçülen motor soğutma suyu sıcaklık değerlerinde belirgin olmayan küçük düzeylerde değişimler olduğu saptanmıştır. Tüm uygulamalar için ölçülen değerler 63.20-83.40 °C arasında değişmiştir. Soğutma suyu sıcaklıkları arasında görülen farklılığın soğutma sistemlerinde kullanılan farklı termostat özelliklerinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

JD 5625 traktörünün kuyruk miline uygulanan her bir kısmi yük için ölçülen yakıt tüketimi değerleri 540, 540E ve 750 kuyruk mili uygulamaları için sırasıyla 6.62-15.38 L/h, 3.93-12.59 L/h, 6.73-15.68 L/h arasında değişim göstermiştir. Bu değerler NH TD95 traktörü ile yapılan denemelerde 540, 540E ve 750 kuyruk mili uygulamaları için sırasıyla 5.09-13.78 L/h, 3.55-12.67 L/h, 5.83-14.92 L/h arasında değişmiştir. MF 3085 traktöründe ise bu değerler sırasıyla 4.76-13.93 L/h, 3.15-12.54 L/h, 5.36-15.02 L/h arasında bulunmuştur. Üç kuyruk mili uygulamasında yük kademelerine bağlı olarak her bir traktör için yakıt tüketimi değerlerinde doğrusal bir artış olduğu saptanmıştır.

Ölçülen traktör yakıt tüketimi değerleri ve kuyruk miline uygulanan güç değerlerinin oranlanmasıyla hesaplanan özgül yakıt tüketimi değerleri, uygulanan güç artışına bağlı

olarak azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Tüm uygulamalar için belirlenen özgül yakıt tüketimi değerleri 230.37-1112.79 g/kW-h arasında değişmiştir.

Çalışmada ölçülen parametrelerden yakıt tüketimi ile egzoz gazı sıcaklığı ve motor soğutma suyu sıcaklığı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Yakıt tüketimi ile egzoz gazı sıcaklığı arasında doğrusal bir ilişki bulunurken, motor soğutma suyu sıcaklık değişimleri ise yakıt tüketimi artışına bağlı olarak çok küçük değişimler göstermiştir. Yakıt tüketimi ile egzoz gazı sıcaklığı arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon eşitlikleri belirlenmiş ve regresyon katsayısı 1 (bir)'e yakın değerlerde bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre incelenen üç faktörün (Traktör, Kuyruk mili hızı, kuyruk mili gücü) ve etkileşimlerinin tüm ölçüm parametreleri (motor egzoz gazı sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi) üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Yürütülen çalışmada elde edilen veriler, traktör motoruna ait genel performans parametrelerinin bazılarını içermektedir. Bu veriler incelenerek traktörün genel performansı üzerinde bilgi edinilebilmektedir. Belirli bir traktör üzerinde belirli periyotlarla ilgili parametrelerin belirlenmesi ile traktör motorundaki performans değişimi yıllara göre saptanabilir.

Çalışmada üç farklı traktör kuyruk mili uygulamasının da farklı çalışma parametrelerine sahip olsa da birbirlerinin alternatifleri olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Özellikle 540 ve 540E uygulamaları aynı hızda çalışma sağlamaktadır (540 devir/dakika). Bu nedenle aynı çalışma hızlarında birbirlerine alternatif olabilirler. 750 devir/dakika kuyruk mili uygulaması ise daha yüksek çalışma hızları ile çalışılabilir olan tarım makinaları için diğer uygulamalara bir alternatiftir.

KAYNAKLAR

- Anonim 2008a., (08.Kasım 2008) Tarım ve Köy işleri 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.
- 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. ve 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 ve M. Akkurt. 2005. Traktör Tekniği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ankara Zirai Üretim İşletmesi, Personel ve Makina Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Evcim Ü., Ulusoy, E., Gülsoylu E., Sındır K. O. ve İçöz E., 2004. Türkiye tarımı makinalaşma durumu.
- Gil-Sierra J., Ortiz-Cañavate J., Gil-Quirós, V. ve Casanova-Kindelán J., 2007. Energy Efficiency in Agricultural Tractors: a Methodology for Their Classification. Applied Engineering in Agriculture. 23(2): 145-150.
- Grisso R. D., Kocher, M. F. ve Vaughan D. H., 2004. Predicting Tractor Fuel Consumption. Applied Engineering in Agriculture. 20(5): 553–561.
- Kim, K.U., Bashford, L.L. ve Sampson, B.T., 2005. Improvement of Tractor Performance. Applied Engineering in Agriculture. 21(6): 949–954.
- Koertner R.G., Bashford, L.L. ve Lane D.E., 1977. Tractor Instrumentation for Measuring Fuel and Energy Requirements. Transactions of the ASAE. 20(3): 402-405.
- Lin T. ve Buckmaster, D.R., 1996. Evaluation of an Optimized Engine-Fluid Power Drive System to Replace Mechanical Tractor Power Take-Offs. Transactions of the ASAE 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. ve 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., Zoerb G.C. ve Wang G., 1985. Tractor Monitor Based on Indirect Fuel Measurement. Transactions of the ASAE. 28(4): 994 -998.
- Reid J.T., 1979. A System for Measuring Tractor Fuel Use on Small Plots. Transactions of the ASAE. 22(1): 57-58.
- Sabancı A. 1997. Tarım Traktörleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Genel Yayın No: 46. Adana.
- Saral A. ve Avcıoğlu O., A. 2002. Motorlar ve Traktörler. Ankara Üniversitesi Tarım makinaları Bölümü Ders kitabı: 482. Yatın no:1529. Ankara.
- Sümer S.K., Has M. ve 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. ve Ükler, K., 1998. Tarım Traktörlerinde, Güç ve Yükleme Koşullarına Bağlı Olarak İlişkilerin İncelenmesi.18 Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Tekirdađ.
- Thomas R. S. ve Buckmaster, D. R., 2005. Development of a Computer-Controlled, Hydraulic, Power Take-Off (PTO) System. Transactions of the ASAE. 48(5): 1669–1675.
- 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. ve Shell L. R. ve 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.
- 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. ve Shell L. R., 2002. Power Delivery Efficiency: a Valid Measure Of Belt and Tire Tractor Performance. Transactions of the ASAE.. 45(3): 509–518.

EKLER

6/12/2009 9:42:53 AM

Descriptive Statistics: SU, EGZOZ

Results for Traktör (Tr) = JD, Kuyruk Mili (KM)= 540

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	81.900	0.482	1.524	80.000	84.000
	10	10	0	82.200	0.786	2.486	79.000	85.000
	15	10	0	82.300	0.731	2.312	79.000	85.000
	20	10	0	82.100	0.690	2.183	79.000	85.000
	25	10	0	81.800	0.786	2.486	79.000	85.000
	30	10	0	82.600	0.872	2.757	78.000	86.000
	35	10	0	82.900	0.875	2.767	79.000	87.000
	40	10	0	83.400	0.909	2.875	79.000	87.000
	45	10	0	83.400	0.945	2.989	79.000	87.000
EGZOZ	5	10	0	238.00	0.258	0.816	237.00	239.00
	10	10	0	253.10	0.277	0.876	252.00	254.00
	15	10	0	278.20	0.200	0.632	277.00	279.00
	20	10	0	299.30	0.473	1.49	296.00	301.00
	25	10	0	323.30	0.367	1.16	321.00	324.00
	30	10	0	348.50	0.269	0.850	348.00	350.00
	35	10	0	373.80	0.327	1.03	372.00	375.00
	40	10	0	405.30	0.300	0.949	403.00	406.00
	45	10	0	422.50	0.269	0.850	421.00	424.00

Results for Tr = JD, KM = 54E

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	79.400	0.371	1.174	77.000	81.000
	10	10	0	80.100	0.348	1.101	78.000	81.000
	15	10	0	80.100	0.547	1.729	77.000	82.000
	20	10	0	80.000	0.632	2.000	77.000	83.000
	25	10	0	80.000	0.775	2.449	77.000	83.000
	30	10	0	80.300	0.633	2.003	77.000	83.000
	35	10	0	80.800	0.712	2.251	77.000	84.000
	40	10	0	81.400	0.763	2.413	77.000	84.000
	45	10	0	81.500	0.654	2.068	78.000	85.000
EGZOZ	5	10	0	181.10	0.722	2.28	175.00	183.00
	10	10	0	209.80	0.359	1.14	208.00	211.00
	15	10	0	248.80	0.467	1.48	246.00	250.00
	20	10	0	281.60	0.371	1.17	279.00	283.00
	25	10	0	310.50	0.224	0.707	309.00	311.00
	30	10	0	339.50	0.224	0.707	338.00	340.00
	35	10	0	368.50	0.269	0.850	367.00	370.00
	40	10	0	407.20	0.442	1.40	406.00	409.00
	45	10	0	439.90	0.180	0.568	439.00	441.00

Results for Tr = JD, KM = 750

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	82.800	0.389	1.229	81.000	84.000
	10	10	0	81.900	0.504	1.595	80.000	84.000
	15	10	0	82.200	0.712	2.251	79.000	85.000
	20	10	0	81.900	0.722	2.283	79.000	85.000
	25	10	0	82.900	0.809	2.558	79.000	86.000
	30	10	0	82.600	0.806	2.547	79.000	86.000
	35	10	0	82.800	0.892	2.821	78.000	86.000
	40	10	0	82.100	0.875	2.767	79.000	86.000
	45	10	0	83.000	0.745	2.357	80.000	86.000
EGZOZ	5	10	0	232.00	0.577	1.83	229.00	234.00
	10	10	0	256.60	0.221	0.699	256.00	258.00
	15	10	0	281.30	0.260	0.823	280.00	282.00
	20	10	0	302.00	0.471	1.49	299.00	303.00
	25	10	0	331.40	0.163	0.516	331.00	332.00
	30	10	0	356.70	0.517	1.64	355.00	359.00
	35	10	0	374.20	0.593	1.87	371.00	377.00
	40	10	0	406.90	0.348	1.10	405.00	408.00
	45	10	0	428.60	0.221	0.699	427.00	429.00

Results for Tr = MF, KM = 540

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	64.100	0.100	0.316	64.000	65.000
	10	10	0	67.300	0.153	0.483	67.000	68.000
	15	10	0	70.700	0.153	0.483	70.000	71.000
	20	10	0	74.100	0.100	0.316	74.000	75.000
	25	10	0	74.600	0.163	0.516	74.000	75.000
	30	10	0	74.700	0.153	0.483	74.000	75.000
	35	10	0	76.000	0.000000	0.000000	76.000	76.000
	40	10	0	75.100	0.100	0.316	75.000	76.000
	45	10	0	76.000	0.000000	0.000000	76.000	76.000
EGZOZ	5	10	0	267.80	0.133	0.422	267.00	268.00
	10	10	0	302.20	0.133	0.422	302.00	303.00
	15	10	0	337.30	0.300	0.949	335.00	338.00
	20	10	0	373.90	0.100	0.316	373.00	374.00
	25	10	0	404.60	0.163	0.516	404.00	405.00
	30	10	0	437.00	0.000000	0.000000	437.00	437.00
	35	10	0	471.20	0.133	0.422	471.00	472.00
	40	10	0	501.00	0.211	0.667	500.00	502.00
	45	10	0	531.90	0.233	0.738	531.00	533.00

Results for Tr = MF, KM = 540E

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	63.200	0.133	0.422	63.000	64.000
	10	10	0	66.600	0.163	0.516	66.000	67.000
	15	10	0	69.400	0.163	0.516	69.000	70.000
	20	10	0	72.200	0.133	0.422	72.000	73.000
	25	10	0	75.000	0.258	0.816	73.000	76.000
	30	10	0	76.000	0.000000	0.000000	76.000	76.000
	35	10	0	76.400	0.163	0.516	76.000	77.000
	40	10	0	77.000	0.000000	0.000000	77.000	77.000
	45	10	0	76.800	0.133	0.422	76.000	77.000
EGZOZ	5	10	0	219.30	0.300	0.949	218.00	221.00
	10	10	0	270.50	0.269	0.850	269.00	272.00
	15	10	0	320.00	0.298	0.943	319.00	321.00
	20	10	0	372.40	0.371	1.17	370.00	374.00
	25	10	0	420.00	0.258	0.816	419.00	421.00
	30	10	0	474.80	0.133	0.422	474.00	475.00
	35	10	0	518.00	0.422	1.33	516.00	520.00
	40	10	0	570.90	1.05	3.31	564.00	575.00
	45	10	0	603.40	0.163	0.516	603.00	604.00

Results for Tr = MF, KM = 750

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	63.200	0.133	0.422	63.000	64.000
	10	10	0	64.800	0.133	0.422	64.000	65.000
	15	10	0	71.600	0.340	1.075	70.000	73.000
	20	10	0	74.100	0.100	0.316	74.000	75.000
	25	10	0	74.600	0.163	0.516	74.000	75.000
	30	10	0	74.700	0.153	0.483	74.000	75.000
	35	10	0	76.000	0.000000	0.000000	76.000	76.000
	40	10	0	75.100	0.100	0.316	75.000	76.000
	45	10	0	76.000	0.000000	0.000000	76.000	76.000
EGZOZ	5	10	0	276.80	0.133	0.422	276.00	277.00
	10	10	0	308.30	0.260	0.823	307.00	309.00
	15	10	0	342.90	0.348	1.10	342.00	345.00
	20	10	0	376.00	0.000000	0.000000	376.00	376.00
	25	10	0	414.80	0.133	0.422	414.00	415.00
	30	10	0	443.00	0.000000	0.000000	443.00	443.00
	35	10	0	477.00	0.000000	0.000000	477.00	477.00
	40	10	0	504.20	0.200	0.632	503.00	505.00
	45	10	0	532.70	0.300	0.949	532.00	534.00

Results for Tr = NH, KM = 540

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	67.000	0.000000	0.000000	67.000	67.000
	10	10	0	67.500	0.167	0.527	67.000	68.000
	15	10	0	68.000	0.000000	0.000000	68.000	68.000
	20	10	0	69.000	0.000000	0.000000	69.000	69.000
	25	10	0	69.400	0.163	0.516	69.000	70.000
	30	10	0	70.000	0.000000	0.000000	70.000	70.000
	35	10	0	70.000	0.000000	0.000000	70.000	70.000
	40	10	0	71.000	0.000000	0.000000	71.000	71.000
	45	10	0	71.200	0.133	0.422	71.000	72.000
EGZOZ	5	10	0	248.30	0.153	0.483	248.00	249.00
	10	10	0	277.60	0.163	0.516	277.00	278.00
	15	10	0	311.80	0.133	0.422	311.00	312.00
	20	10	0	345.60	0.163	0.516	345.00	346.00
	25	10	0	378.90	0.277	0.876	377.00	380.00
	30	10	0	412.00	0.298	0.943	410.00	413.00
	35	10	0	446.10	0.180	0.568	445.00	447.00
	40	10	0	481.00	0.149	0.471	480.00	482.00
	45	10	0	514.70	0.153	0.483	514.00	515.00

Results for Tr = NH, KM = 54E

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
SU	5	10	0	65.000	0.000000	0.000000	65.000	65.000
	10	10	0	65.100	0.100	0.316	65.000	66.000
	15	10	0	66.000	0.000000	0.000000	66.000	66.000
	20	10	0	66.000	0.000000	0.000000	66.000	66.000
	25	10	0	67.000	0.000000	0.000000	67.000	67.000
	30	10	0	67.500	0.167	0.527	67.000	68.000
	35	10	0	68.000	0.000000	0.000000	68.000	68.000
	40	10	0	69.000	0.000000	0.000000	69.000	69.000
	45	10	0	70.000	0.000000	0.000000	70.000	70.000
EGZOZ	5	10	0	203.70	0.335	1.06	202.00	205.00
	10	10	0	244.00	0.258	0.816	243.00	245.00
	15	10	0	286.90	0.100	0.316	286.00	287.00
	20	10	0	330.40	0.163	0.516	330.00	331.00
	25	10	0	368.80	0.133	0.422	368.00	369.00
	30	10	0	411.20	0.200	0.632	410.00	412.00
	35	10	0	452.80	0.467	1.48	451.00	455.00
	40	10	0	494.40	0.427	1.35	492.00	496.00
	45	10	0	540.30	0.213	0.675	539.00	541.00

Results for Tr = NH, KM = 750

Variable	Güç	Total Count	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
SU	5	10	0	66.000	0.000000	0.000000	66.000	66.000
	10	10	0	66.000	0.000000	0.000000	66.000	66.000
	15	10	0	66.800	0.133	0.422	66.000	67.000
	20	10	0	67.000	0.000000	0.000000	67.000	67.000
	25	10	0	67.300	0.153	0.483	67.000	68.000
	30	10	0	68.000	0.000000	0.000000	68.000	68.000
	35	10	0	68.000	0.000000	0.000000	68.000	68.000
	40	10	0	69.000	0.000000	0.000000	69.000	69.000
	45	10	0	69.000	0.000000	0.000000	69.000	69.000
EGZOZ	5	10	0	267.20	0.133	0.422	267.00	268.00
	10	10	0	293.90	0.100	0.316	293.00	294.00
	15	10	0	324.80	0.133	0.422	324.00	325.00
	20	10	0	354.80	0.291	0.919	353.00	356.00
	25	10	0	387.90	0.180	0.568	387.00	389.00
	30	10	0	419.10	0.100	0.316	419.00	420.00
	35	10	0	448.90	0.379	1.20	447.00	450.00
	40	10	0	480.20	0.133	0.422	480.00	481.00
	45	10	0	511.50	0.224	0.707	511.00	513.00

General Linear Model: EGZOZ Gazı sıcaklığı versus Tr, KM, Güç

Factor	Type	Levels	Values
Tr	fixed	3	JD, MF, NH
KM	fixed	3	540, 541, 750
Güç	fixed	9	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45

Analysis of Variance for EGZOZ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tr	2	1073581	1073581	536790	570188.24	0.000
KM	2	11287	11287	5643	5994.38	0.000
Güç	8	6049764	6049764	756221	803270.86	0.000
Tr*KM	4	35429	35429	8857	9408.38	0.000
Tr*Güç	16	127566	127566	7973	8468.94	0.000
KM*Güç	16	152729	152729	9546	10139.44	0.000
Tr*KM*Güç	32	19057	19057	596	632.59	0.000
Error	729	686	686	1		
Total	809	7470099				

S = 0.970271 R-Sq = 99.99% R-Sq(adj) = 99.99%

General Linear Model: SU Sıcaklığı versus Tr, KM, Güç

Factor	Type	Levels	Values
Tr	fixed	3	JD, MF, NH
KM	fixed	3	540, 541, 750
Güç	fixed	9	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45

Analysis of Variance for SU, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tr	2	27055.19	27055.19	13527.59	7427.59	0.000
KM	2	274.52	274.52	137.26	75.37	0.000
Güç	8	3218.63	3218.63	402.33	220.91	0.000
Tr*KM	4	232.19	232.19	58.05	31.87	0.000
Tr*Güç	16	2569.43	2569.43	160.59	88.17	0.000
KM*Güç	16	81.57	81.57	5.10	2.80	0.000
Tr*KM*Güç	32	96.25	96.25	3.01	1.65	0.014
Error	729	1327.70	1327.70	1.82		
Total	809	34855.49				

S = 1.34954 R-Sq = 96.19% R-Sq(adj) = 95.77%

Descriptive Statistics: YT, ÖYT

Results for Tr = JD, KM = 540

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	6.6233	0.0133	0.0231	6.6100	6.6500
	10	10	7	7.4467	0.0418	0.0723	7.4000	7.5300
	15	10	7	8.4367	0.00333	0.00577	8.4300	8.4400
	20	10	7	9.5200	0.0252	0.0436	9.4700	9.5500
	25	10	7	10.553	0.0203	0.0351	10.520	10.590
	30	10	7	11.653	0.0384	0.0666	11.610	11.730
	35	10	7	12.920	0.00577	0.0100	12.910	12.930
	40	10	7	14.327	0.0733	0.127	14.180	14.400
	45	10	7	15.377	0.0328	0.0569	15.330	15.440
ÖYT	5	10	7	1095.6	1.89	3.27	1093.8	1099.4
	10	10	7	616.01	3.36	5.81	612.34	622.71
	15	10	7	465.19	0.254	0.439	464.72	465.59
	20	10	7	393.68	0.985	1.71	391.74	394.96
	25	10	7	349.10	0.650	1.13	348.01	350.26
	30	10	7	321.35	1.07	1.85	320.13	323.47
	35	10	7	305.28	0.132	0.229	305.10	305.54
	40	10	7	296.23	1.49	2.57	293.26	297.72
	45	10	7	282.58	0.650	1.13	281.65	283.83

Results for Tr = JD, KM = 54E

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	3.9267	0.00333	0.00577	3.9200	3.9300
	10	10	7	4.8133	0.0167	0.0289	4.7800	4.8300
	15	10	7	5.7867	0.00882	0.0153	5.7700	5.8000
	20	10	7	6.8467	0.0176	0.0306	6.8200	6.8800
	25	10	7	7.8900	0.0173	0.0300	7.8600	7.9200
	30	10	7	8.9800	0.00577	0.0100	8.9700	8.9900
	35	10	7	10.080	0.0404	0.0700	10.010	10.150
	40	10	7	11.357	0.0384	0.0666	11.300	11.430
	45	10	7	12.587	0.0384	0.0666	12.530	12.660
ÖYT	5	10	7	649.90	0.648	1.12	648.63	650.75
	10	10	7	398.19	1.29	2.24	395.64	399.84
	15	10	7	319.01	0.333	0.577	318.38	319.51
	20	10	7	283.19	0.692	1.20	282.20	284.52
	25	10	7	261.02	0.511	0.885	260.13	261.90
	30	10	7	247.52	0.124	0.215	247.30	247.73
	35	10	7	238.15	0.964	1.67	236.48	239.82
	40	10	7	234.80	0.773	1.34	233.69	236.29
	45	10	7	231.36	0.669	1.16	230.36	232.63

Results for Tr = JD, KM = 750

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	6.7300	0.0208	0.0361	6.6900	6.7600
	10	10	7	7.5233	0.0233	0.0404	7.5000	7.5700
	15	10	7	8.5233	0.0233	0.0404	8.5000	8.5700
	20	10	7	9.6267	0.0133	0.0231	9.6000	9.6400
	25	10	7	10.737	0.0233	0.0404	10.700	10.780
	30	10	7	11.957	0.0260	0.0451	11.910	12.000
	35	10	7	13.283	0.0437	0.0757	13.230	13.370
	40	10	7	14.503	0.0689	0.119	14.420	14.640
	45	10	7	15.680	0.0503	0.0872	15.580	15.740
ÖYT	5	10	7	1112.8	3.60	6.23	1105.7	1117.6
	10	10	7	622.29	2.06	3.56	619.86	626.38
	15	10	7	469.78	1.23	2.12	468.44	472.23
	20	10	7	398.09	0.567	0.981	396.96	398.66
	25	10	7	355.13	0.734	1.27	353.90	356.44
	30	10	7	329.63	0.697	1.21	328.39	330.80
	35	10	7	313.86	1.02	1.76	312.62	315.87
	40	10	7	299.85	1.43	2.47	298.08	302.68
	45	10	7	288.20	0.903	1.56	286.41	289.29

Results for Tr = MF, KM = 540

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	4.7600	0.0231	0.0400	4.7200	4.8000
	10	10	7	5.7167	0.0260	0.0451	5.6700	5.7600
	15	10	7	6.7233	0.0348	0.0603	6.6600	6.7800
	20	10	7	7.7933	0.0203	0.0351	7.7600	7.8300
	25	10	7	8.9967	0.0120	0.0208	8.9800	9.0200
	30	10	7	10.167	0.0601	0.104	10.050	10.250
	35	10	7	11.340	0.0321	0.0557	11.280	11.390
	40	10	7	12.697	0.00882	0.0153	12.680	12.710
45	10	7	13.930	0.0462	0.0800	13.850	14.010	
ÖYT	5	10	7	786.86	3.75	6.50	780.29	793.29
	10	10	7	472.74	2.17	3.76	468.85	476.35
	15	10	7	370.78	1.92	3.33	367.35	374.00
	20	10	7	322.21	0.826	1.43	320.75	323.61
	25	10	7	297.65	0.437	0.756	296.98	298.47
	30	10	7	280.33	1.64	2.84	277.13	282.57
	35	10	7	267.92	0.718	1.24	266.57	269.02
	40	10	7	262.51	0.188	0.326	262.17	262.82
45	10	7	256.04	0.857	1.49	254.56	257.53	

Results for Tr = MF, KM = 54E

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	3.1500	0.0153	0.0265	3.1200	3.1700
	10	10	7	4.1400	0.00577	0.0100	4.1300	4.1500
	15	10	7	5.2200	0.0231	0.0400	5.1800	5.2600
	20	10	7	6.3800	0.00577	0.0100	6.3700	6.3900
	25	10	7	7.5000	0.0115	0.0200	7.4800	7.5200
	30	10	7	8.7367	0.0167	0.0289	8.7200	8.7700
	35	10	7	9.8800	0.0351	0.0608	9.8100	9.9200
	40	10	7	11.173	0.0410	0.0709	11.110	11.250
45	10	7	12.537	0.0470	0.0814	12.480	12.630	
ÖYT	5	10	7	520.82	2.62	4.53	515.80	524.62
	10	10	7	342.31	0.568	0.984	341.46	343.39
	15	10	7	287.62	1.31	2.27	285.34	289.88
	20	10	7	263.81	0.174	0.301	263.47	264.03
	25	10	7	248.10	0.300	0.520	247.58	248.62
	30	10	7	240.78	0.431	0.747	240.29	241.64
	35	10	7	233.48	0.883	1.53	231.72	234.46
	40	10	7	231.01	0.856	1.48	229.65	232.59
45	10	7	230.37	0.891	1.54	229.32	232.14	

Results for Tr = MF, KM = 750

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	5.3567	0.0186	0.0321	5.3200	5.3800
	10	10	7	6.2767	0.0219	0.0379	6.2500	6.3200
	15	10	7	7.4533	0.0240	0.0416	7.4200	7.5000
	20	10	7	8.7333	0.00882	0.0153	8.7200	8.7500
	25	10	7	9.9667	0.0145	0.0252	9.9400	9.9900
	30	10	7	11.147	0.0145	0.0252	11.120	11.170
	35	10	7	12.427	0.0260	0.0451	12.380	12.470
	40	10	7	13.803	0.0318	0.0551	13.750	13.860
	45	10	7	15.023	0.0448	0.0777	14.960	15.110
ÖYT	5	10	7	886.27	3.13	5.43	880.05	890.04
	10	10	7	518.90	1.72	2.98	516.88	522.32
	15	10	7	410.83	1.38	2.39	408.90	413.50
	20	10	7	361.02	0.386	0.668	360.44	361.75
	25	10	7	329.64	0.488	0.846	328.70	330.34
	30	10	7	307.31	0.338	0.585	306.67	307.82
	35	10	7	293.63	0.560	0.969	292.61	294.54
	40	10	7	285.36	0.664	1.15	284.19	286.49
	45	10	7	276.05	0.822	1.42	274.86	277.63

Results for Tr = NH, KM = 540

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	5.0867	0.0441	0.0764	5.0200	5.1700
	10	10	7	5.9533	0.0296	0.0513	5.9100	6.0100
	15	10	7	6.9000	0.0404	0.0700	6.8500	6.9800
	20	10	7	8.0167	0.0145	0.0252	7.9900	8.0400
	25	10	7	9.0767	0.00882	0.0153	9.0600	9.0900
	30	10	7	10.210	0.0173	0.0300	10.180	10.240
	35	10	7	11.303	0.00333	0.00577	11.300	11.310
	40	10	7	12.530	0.0529	0.0917	12.430	12.610
	45	10	7	13.780	0.0252	0.0436	13.730	13.810
ÖYT	5	10	7	841.17	7.03	12.18	830.69	854.54
	10	10	7	492.45	2.39	4.14	488.79	496.95
	15	10	7	380.50	2.26	3.91	377.63	384.95
	20	10	7	331.59	0.667	1.15	330.36	332.65
	25	10	7	300.27	0.263	0.455	299.82	300.73
	30	10	7	281.43	0.508	0.880	280.50	282.25
	35	10	7	266.99	0.0833	0.144	266.91	267.16
	40	10	7	259.02	1.06	1.84	257.01	260.61
	45	10	7	253.26	0.475	0.822	252.33	253.88

Results for Tr = NH, KM = 54E

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	3.5467	0.00882	0.0153	3.5300	3.5600
	10	10	7	4.5767	0.0145	0.0252	4.5500	4.6000
	15	10	7	5.5933	0.0240	0.0416	5.5600	5.6400
	20	10	7	6.7500	0.00577	0.0100	6.7400	6.7600
	25	10	7	7.8133	0.0467	0.0808	7.7200	7.8600
	30	10	7	8.9533	0.00667	0.0115	8.9400	8.9600
	35	10	7	10.060	0.0306	0.0529	10.000	10.100
	40	10	7	11.330	0.0458	0.0794	11.270	11.420
	45	10	7	12.673	0.0186	0.0321	12.650	12.710
ÖYT	5	10	7	586.84	1.29	2.23	584.34	588.61
	10	10	7	378.53	1.17	2.02	376.43	380.47
	15	10	7	308.48	1.40	2.42	306.53	311.19
	20	10	7	279.06	0.197	0.340	278.71	279.39
	25	10	7	258.42	1.60	2.77	255.23	260.13
	30	10	7	246.81	0.123	0.214	246.56	246.93
	35	10	7	237.66	0.693	1.20	236.29	238.54
	40	10	7	234.26	0.920	1.59	233.03	236.06
	45	10	7	232.91	0.360	0.623	232.47	233.62

Results for Tr = NH, KM = 750

Variable	Güç	Total		Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
		Count	N*					
YT	5	10	7	5.8267	0.00667	0.0115	5.8200	5.8400
	10	10	7	6.7500	0.0208	0.0361	6.7200	6.7900
	15	10	7	7.8200	0.0265	0.0458	7.7700	7.8600
	20	10	7	9.0000	0.0173	0.0300	8.9700	9.0300
	25	10	7	10.083	0.0186	0.0321	10.060	10.120
	30	10	7	11.377	0.108	0.187	11.240	11.590
	35	10	7	12.533	0.0533	0.0924	12.480	12.640
	40	10	7	13.633	0.0328	0.0569	13.570	13.680
	45	10	7	14.917	0.0561	0.0971	14.810	15.000
ÖYT	5	10	7	964.33	0.990	1.71	963.34	966.31
	10	10	7	558.24	1.79	3.10	555.86	561.74
	15	10	7	431.18	1.57	2.71	428.22	433.55
	20	10	7	372.12	0.673	1.17	370.94	373.27
	25	10	7	333.52	0.553	0.957	332.83	334.61
	30	10	7	313.64	2.98	5.16	309.83	319.51
	35	10	7	296.19	1.29	2.24	294.85	298.78
	40	10	7	281.86	0.675	1.17	280.55	282.79
	45	10	7	274.11	1.04	1.79	272.15	275.67

General Linear Model: YT, ÖYT versus Tr, KM, Güç

Factor	Type	Levels	Values
Tr	fixed	3	JD, MF, NH
KM	fixed	3	540, 541, 750
Güç	fixed	9	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45

Analysis of Variance for YT, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tr	2	44.544	44.544	22.272	6991.53	0.000
KM	2	277.453	277.453	138.727	43548.09	0.000
Güç	8	2110.191	2110.191	263.774	82802.05	0.000
Tr*KM	4	16.669	16.669	4.167	1308.15	0.000
Tr*Güç	16	1.833	1.833	0.115	35.97	0.000
KM*Güç	16	1.120	1.120	0.070	21.97	0.000
Tr*KM*Güç	32	0.399	0.399	0.012	3.91	0.000
Error	162	0.516	0.516	0.003		
Total	242	2452.726				

S = 0.0564411 R-Sq = 99.98% R-Sq(adj) = 99.97%

Analysis of Variance for ÖYT, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Tr	2	152117	152117	76058	10515.56	0.000
KM	2	724152	724152	362076	50059.27	0.000
Güç	8	7244128	7244128	905516	125193.24	0.000
Tr*KM	4	38163	38163	9541	1319.06	0.000
Tr*Güç	16	168049	168049	10503	1452.11	0.000
KM*Güç	16	517231	517231	32327	4469.40	0.000
Tr*KM*Güç	32	20712	20712	647	89.49	0.000
Error	162	1172	1172	7		
Total	242	8865723				

S = 2.68941 R-Sq = 99.99% R-Sq(adj) = 99.98%

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırmada Kullanılan Traktörlere Ait Teknik Özellikler	17
Çizelge 4.1. Motor egzoz gazı sıcaklık değerleri	27
Çizelge 4.2. Motor soğutma suyu sıcaklık değerleri	29
Çizelge 4.3. Motor yakıt tüketimi değerleri	31
Çizelge 4.4. Motor özgül yakıt tüketimi değerleri	33
Çizelge 4.5. İşaret ve Kısaltmalar	39
Çizelge 4.6. Faktörler ve etkileşimlerinin egzoz gazı sıcaklığı üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu	39
Çizelge 4.7. Faktörler ve etkileşimlerinin motor soğutma suyu sıcaklığı üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu	40
Çizelge 4.8. Faktörler ve etkileşimlerinin yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu	40
Çizelge 4.9. Faktörler ve etkileşimlerinin özgül yakıt tüketimi üzerindeki etkilerini gösteren varyans analizi tablosu	41

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Tarım makinaları bölümü araştırma ve uygulama atölyesi	15
Şekil 3.2. Yakıt deposu	16
Şekil 3.4 Araştırmada kullanılan traktörler	17
Şekil 3.5. Kuyruk mili test dinamometresi	18
Şekil 3.6. Bilgisayar destekli veri toplama sistemi	19
Şekil 3.7. Akış metre ve yakıt tüketimi ölçüm sistemine montajı	20
Şekil 3.8. Elektronik dijital sayaç ve kronometre	20
Şekil 3.9. Motor sıcaklık algılayıcıları	21
Şekil 3.10. Araştırmada kullanılan ölçüm sistemlerinin şematik gösterimi	22
Şekil 3.11. Kuyruk mili dinamometresi kalibrasyonu	23
Şekil 3.12. Kuyruk mili dinamometresi ve test traktörlerine bağlantısı	24
Şekil 4.1. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı egzoz gazı sıcaklığı değişimi	28
Şekil 4.2. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı egzoz gazı sıcaklığı değişimi..	28
Şekil 4.3. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı egzoz gazı sıcaklığı değişimi ...	28
Şekil 4.4. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı soğutma suyu sıcaklığı değişimi	30
Şekil 4.5. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı soğutma suyu sıcaklığı değişimi	30
Şekil 4.6. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı soğutma suyu sıcaklığı değişimi	30
Şekil 4.7. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı yakıt tüketimi değişimi	32
Şekil 4.8. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı yakıt tüketimi değişimi	32
Şekil 4.9. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı yakıt tüketimi değişimi	32
Şekil 4.10. 540 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi ..	34
Şekil 4.11. 540E kuyruk mili uygulamasında güce bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi	34
Şekil 4.12. 750 kuyruk mili uygulamasında güce bağlı özgül yakıt tüketimi değişimi...	34
Şekil 4.13. Motor egzoz gazı sıcaklığına bağlı yakıt tüketimi değişimleri	36
Şekil 4.14. Motor soğutma suyu sıcaklığına bağlı yakıt tüketimi değişimleri	38

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zafer ÖZGÜR

Doğum Yeri : İzmir

Doğum Tarihi : 30.08.1971

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarım Makinaları

Bildiği Yabancı Diller : Almanca

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Milli Eğitim Bakanlığı 1994-2001, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi 2001-Devam

İLETİŞİM

E- posta Adresi : zozgur@comu.edu.tr