



Tarım Bilimleri Dergisi

Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Traktörlerde 540 ve 540E Kuyruk Mili Çalışma Karakteristiklerinin Tarla Koşullarında Kıyaslanması

Sarp Korkut SÜMER^a, Habib KOCABIYIK^a, Sait Muharrem SAY^b, Gıyasettin ÇİÇEK^a

^aÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Terzioğlu Kampüsü 17020, Çanakkale, TÜRKİYE

^bÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Tarım Teknolojileri

Sorumlu Yazar: Sarp Korkut Sümer, e-posta: sarpksumer@comu.edu.tr, Tel: +90(286) 218 0018-1271

Geliş tarihi: 22 Mayıs 2009, Düzeltmelerin gelişi: 06 Ocak 2010, Kabul: 12 Ocak 2010

ÖZET

Bu çalışmada, traktörlerde ekonomik kuyruk mili uygulamasının (540E) tarla koşullarında çalışma karakteristiklerinin belirlenmesi ve 540 kuyruk mili uygulaması ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu amaç için, benzer teknik özelliklerde üç farklı marka traktör (JD 5625, NH TD85, MF 3085) ile kuyruk milinden hareketli üç tarım makinası (tek diskli gübre dağıtma makinası, turbo atomizer ve rotovator) kullanılmıştır. Denemelerde iki kuyruk mili uygulaması için traktör ilerleme hızı, patinaj, kuyruk mili torku, kuyruk mili gücü, birim zamandaki yakıt tüketimi, efektif tarla kapasitesi, birim alandaki yakıt tüketimi parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen yakıt tüketimi ($L h^{-1}$) verilerine göre, 540E uygulaması ile sağlanan yakıt tasarrufu oranları, kullanılan traktör-makina etkileşimleri için, % 14.69-% 34.41 arasında değişmiştir. Traktörlerin motor-kuyruk mili hızı oranları, bu yakıt tasarrufu oranları üzerinde etkili bulunmuştur. Her bir traktör için tek vites kademesinde yürütülen tarla denemelerinde 540E kuyruk mili uygulamalarında 540 kuyruk mili uygulamalarına kıyasla traktör ilerleme hızı değerleri, tüm traktör-makina etkileşimleri için %12.83-%22.60 arasında değişen oranlarda azalmıştır. İki kuyruk mili uygulamasının farklı motor hızlarında sağlanmasının neden olduğu bu durum, 540E uygulaması için hesaplanan makina efektif tarla kapasitesi değerlerinin de azalmasına neden olmuştur. Tüm ölçüm parametreleri dikkate alınarak, kuyruk milinden hareket alan birçok makina için ekonomik kuyruk mili uygulamasının yakıt tüketimi bakımından belirli avantajlar sağlayacağı ve bu avantajların makina güç gereksinimindeki artışa bağlı olarak azaldığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre ekonomik kuyruk mili uygulaması, traktörlerin uygun vites kademesi ve ilerleme hızı seçimleri ile kullanılması durumunda, bu çalışmada kullanılan ve benzer kapasite ve özelliklerdeki makinalar için, 540 uygulamasına önemli bir alternatif olarak önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: Traktör; Ekonomik Kuyruk Mili; Tarla Denemeleri

Comparing of 540 and 540E PTO Operational Characteristics of Tractors in Field Conditions

ARTICLE INFO

Research Article — Agricultural Technologies

Corresponding author: Sarp Korkut Sümer, e-mail: sarpksumer@comu.edu.tr, Tel: +90(286) 218 0018-1271

Received: 22 May 2009, Received in revised form: 06 January 2010, Accepted: 12 January 2010

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the operating characteristics of economical PTO operation (540E) in field conditions and to make a comparison with 540 PTO operation. For this purpose three different brands of tractors (JD 5625, NH TD85, MF 3085) having similar technical properties and three PTO driven agricultural machine (single disc fertilizer spreader, turbo atomizer and rotovator). In the experiments tractor ground speed, slip values, PTO torque, PTO power, fuel consumption per time, effective field capacity and fuel consumption per field parameters were

determined for two PTO operations. According to the fuel consumption data obtained, the fuel saving ratios obtained with 540E operation varied between 14.69 %- 34.41 % for the tractor-machine interactions used. It was determined that the motor-PTO speed ratios of the tractors were effective on fuel saving ratios. In the field experiments made at a single gear level for each tractor, the tractor ground speed values decreased by ratios varying between 12.83%-22.60% for 540E PTO operations in comparison to 540 PTO operations. This result that is caused by running both PTO operations at different motor speeds also caused a decrease in the machine's effective field capacity values calculated for 540E operation. Taking into account all the measurement parameters, it was concluded that economical PTO operation would bring certain advantages in terms of fuel consumption for many PTO driven machines and that these advantages decreased depending on the increase in the machine power requirement. According to this result, if economical PTO operation is used together with the proper gear level and ground speed selections for the tractors, it can be suggested as an important alternative to the 540 operation for machines used in this study and also for those having similar capacities and properties.

Keywords: Tractor; Economical PTO; Field Tests

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Tarımsal üretim sistemleri içerisinde tarımsal mekanizasyon; toprak hazırlığından ürün hasadına kadarki periyot için, toplam tarımsal üretim girdilerinin yaklaşık %40-50'sini oluşturmaktadır (Işık 1988; Ruiyin et al 1999). Bir işletmede önemli bir yatırım gideri oluşturan traktörlerin güç çıkış noktalarından birisi olan kuyruk mili özellikleri, gerek seçim gerekse işletme aşamalarında bilimsel verilere dayalı olarak incelenmesi gereken önemli bir konudur (Hunt 1983; Sabancı 1997). Traktör kuyruk mili standart hızları; traktör marka, model ve gücüne bağlı olarak belirli sınırlarda değişen motor hızlarında sağlanmaktadır. Traktör kuyruk milinden hareket alarak çalışan tarım makinalarının her biri, standart kuyruk mili hızı dikkate alınarak tasarlanmalarına karşın, etkin olarak çalıştırılabilmesi için farklı düzeylerde tork ve güç değerlerine gereksinim duymaktadırlar. Standart kuyruk mili devir sayılarının sağlandığı motor hızları, makinaların güç gereksinimlerini karşılayacak düzeyde ve motor karakteristik eğrileri dikkate alınarak belirlenmektedir (Goering 1986). Ancak, standart hızda güç ihtiyacı çok düşük olan bazı tarım makinalarının motorun yüksek hızlarında 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 hızlarında 540 min⁻¹ standart kuyruk mili devir sayısının sağlanabildiği transmisyon sistemleri geliştirilmiştir. 540 ve 540E devir sayılarını sağlayan ünite, volan hızını kuyruk miline iki farklı iletim oranı ile aktarmaktadır. Bu sayede daha yüksek olan iletim oranı ile daha düşük motor devrinde standart devir sayısı (540 min⁻¹)

sağlanabilmektedir. Bu gelişme, “ekonomik kuyruk mili” olarak da adlandırılan 540E ifadesi ile kullanıcılara sunulmaktadır (Sümer et al 2004).

540 ve 540E uygulamalarını sağlayan motor hızlarındaki bu farklılığın, traktör yakıt tüketiminde belirli tasarruflar sağlaması kaçınılmazdır. Fakat bu iki uygulama arasında oluşabilecek sözü edilen tasarruf düzeyinin farklı yüklenme ve çalışma koşulları için bilinmesi gereklidir. Bu çalışma ile, traktör üreticileri ile çiftçileri 540E özelliği bulunan traktörlerin kullanım özellikleri konusunda detaylı bilgilendiren bilimsel verilerin elde edilmesi ve diğer uygulama ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 540 ve 540E uygulamaları arasındaki farklılıkları ortaya koyan bir dizi tarla çalışmaları yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Denemeler, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Teknolojik ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi (TETAM) bünyesindeki arazilerde yürütülmüştür. Denemelerde her biri 62.5 kW güce sahip olan John Deere 5625, Massey Ferguson 3085 ve New Holland TD85 traktörleri kullanılmıştır. Deneme traktörleri 540 ve 540E uygulamalarını sırasıyla 2400-1700 min⁻¹, 1979-1421 min⁻¹ ve 2200-1715 min⁻¹ motor hızlarında sağlamaktadır. Kullanılan traktörlerin üretim yılları 2007'dir.

Tarla çalışmalarında tek diskli gübre dağıtma makinası, turbo atomizer ve rotovator kullanılmıştır. Makinalara ait bazı teknik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Ön hazırlıkların ve kalibrasyon çalışmalarının tamamlanması sonrasında, denemelerin yürütüleceği işlenmemiş arazinin bazı toprak özellikleri belirlenmiştir. Toprak penetrasyon direnci ölçümlerinde, Eijkelkamp marka, ASAE standartlarına uygun bir

penetrologer kullanılmıştır (ASAE 2000). Deneme alanlarından üç farklı derinlikten (10, 20 ve 30 cm) toprak örnekleri alınarak, bünye ve nem özellikleri belirlenmiştir. Toprak örnekleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, toprak tekstürü Kumlu-tun'dır (%10 kil, %14 silt, %70 kum). Deneme alanında toprak penetrasyon direnci, 60 cm profil derinliğine kadar belirli bir artış göstermekte ve bu derinlikten sonra azalmaktadır. Ayrıca, 10-20 cm derinlikleri arasında penetrasyon direncinde önemli bir değişim görülmemiştir. Çalışmada seçilen rotovator işleme derinliğindeki (20 cm) penetrasyon direnci değerleri yaklaşık olarak, 1 MPa değerindedir. Toprak nemi analiz sonuçlarına göre, üst toprak katmanı olan 0-10 cm ve 10-20 cm'deki nem değerleri sırasıyla %15.96 ve %15.80 olarak bulunmuştur. Buna karşın 20-30 cm olan alt katman toprağında ise toprak nem içeriği %12.75 olarak elde edilmiştir. Tarlanın zemini işlenmemiş, çimen örtülü bir yapıdadır.

Tarla denemeleri, 3x2x3 tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme deseni, deneme alanında her bir deneme tekerrürünün 100 m mesafede gerçekleştirileceği dikkate alınarak düzenlenmiştir. Düzenlenen parsellerde her bir tarım makinası için yakıt tüketimi, kuyruk mili torku, kuyruk mili gücü, traktörün ilerleme hızı ve patinaj değerleri 540 ve 540E uygulamaları için sırasıyla belirlenmiştir.

Çizelge 1-Denemelerde kullanılan tarım makinalarına ait bazı teknik özellikler

Table 1-Some technic properties of agricultural machineries used in trials

Özellikler	Turbo Atomizer	Gübre Dağıtma Makinası	Rotovator
İş genişliği, m	12	16	1.46
İş derinliği, m	-	-	0.20
Bıçak adedi	-	-	36
Depo hacmi, L	500, polyester	350	-
Kütle, kg	-	105	440
Kuyruk mili hızı, min ⁻¹	540	540	540
Meme sayısı, adet	10	-	-
Pompa basıncı, bar	30-50	-	-

Karşılaştırmaların eşit koşullarda yürütülmesi için her bir traktör -makina etkileşiminde çalışmalar tek vites kademesinde yürütülmüştür. Diğer bir ifadeyle, bir makina için diğer bir vites kademesinde deneme yapılmamıştır. Her bir traktör için tek vites kademesi seçiminde, denemelerde üç traktörün de ilerleme hızlarının birbirlerine çok yakın değerlerde olması gerekliliği dikkate alınmış

ve makinalar için seçilen vites kademeleri ile yapılan denemelerde traktörlerin ilerleme hızlarının birbirlerine yakın değerlerde olması sağlanmıştır.

Denemelerde traktör kuyruk mili tarafından geliştirilen tork, hız ve güç değerlerinin ölçülmesi için bir kuyruk mili torkmetresi (Datum PTO-420) kullanılmıştır. Yakıt tüketimi değerleri, yakıt deposu ve enjeksiyon pompası arasındaki gidiş hattından geçen yakıt miktarını ölçen bir sayaç (Macnaught M05, Macnaught Pty. Ltd., Australia) ve enjeksiyon pompası ile enjektörlerden depoya geri dönen yakıt miktarını ölçen diğer bir sayaç kullanılarak belirlenmiştir. Net yakıt tüketimi, iki sayacın belirlediği yakıt geçişleri arasındaki fark belirlenerek ölçülmektedir.

Çalışmada ortam hava sıcaklığı ve bağıl nemi, denemeler süresince ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Ölçülen hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri sırasıyla 15-21°C ve %45-60 arasında değişim göstermiştir. Patinaj değerleri, sol arka tekerleğe sabit olarak yerleştirilen manyetik algılayıcıdan alınan sinyaller yardımıyla hesaplanmıştır. Arka tekerleklerin 1 devrinde, 8 adet algı noktasından alınan sinyaller ile aktif çalışma süresi içindeki tekerlek devir sayısı belirlenmiştir.

Çalışmada tüm ölçüm verilerinin toplandığı ve kaydedildiği bir uzaktan algılamalı ölçüm sistemi kullanılmıştır. Sözü edilen sistem, 12 kanallı datalogger (SOMAT e-DAQ-TCE v3.10.1), 2.4 GHz kablosuz modem (Linksys ADSL2) ve bir bilgisayardan oluşmaktadır. Kablosuz modem, bu verilerin tarla yakınında bulunan bilgisayara aktarımını sağlamakta ve tüm ölçümler kullanılan "SOMAT TCE e-DAQ" yazılımı ile kontrol edilmektedir. Diğer bir ifade ile ölçümlerin başlatılması, veri kayıt sıklığının seçimi ve ölçümün sonlandırılması gibi işlemler tarla kenarındaki bilgisayar ile yapılabilmektedir. İstenen özelliklerde toplanan ve kaydedilen verilerin incelenmesi ve değerlendirilmesi için ise "SOMAT Infield version 2.1.0" yazılımı kullanılmıştır. Yazılımlar kullanılarak toplanan ve değerlendirilebilen veriler, istenirse Excel ortamına da aktarılabilir. Denemelerde kullanılan her bir makinanın iş genişliği, ilerleme hızı ve zamandan yararlanma katsayısı değerlerinden yararlanılarak makinaların efektif tarla kapasiteleri (S_a , $ha h^{-1}$), Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$S_a = \frac{BVK}{10} \quad (1)$$

Eşitlikte;

B : Makinanın iş genişliği, m

V : İlerleme hızı, km h⁻¹

K : Zamandan yararlanma katsayısı, desimal

Zamandan yararlanma katsayısı ASAE tarafından önerilen 0.50-0.75 sınır değerleri arasında K = 0.70 değeri kullanılmıştır (Bilgen & Sungur 1992). Denemelerde ölçülen yakıt tüketimi değerleri (L h⁻¹) ile hesaplanan makina efektif tarla kapasitesi değerleri (ha h⁻¹) oranlanarak, her bir makina ile yürütülen deneme koşulları için traktörler ile birim çalışma alanı için tüketilen yakıt miktarı değerleri de belirlenmiştir (L ha⁻¹). Detayları verilen tarla çalışmalarında elde edilen verilerin eksiksiz ve doğru bir şekilde yorumlanabilmesi amacıyla MiniTab R15 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizleri yapılmıştır. Analizlerde kuyruk mili uygulamaları (540, 540E), tarım makinası (gübre dağıtma makinası, turbo atomizer, rotovator) ve deneme traktörlerinin (JD-5625, MF-3085, NH-TD85) faktör olarak değerlendirildiği 3x2x3 faktoriyel deneme deseninde, faktör ve etkileşimlerinin değerlendirme ölçütleri (Birim zamandaki yakıt tüketimi, birim alandaki yakıt tüketimi, kuyruk mili torku, kuyruk mili gücü, ilerleme hızı, patinaj, makina efektif tarla kapasitesi) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca, önemli olan parametreler için her bir faktörün çoklu karşılaştırmaları (Duncan) yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tarla denemelerinde, traktörlerin her bir makina ile çalıştırılması sırasında elde edilen ortalama tekerlek patinaj değerleri (Çizelge 2), tüm denemelerde %1.95 ile %3.90 arasında değişmiştir. Denemelerde traktörlerin işlenmemiş arazi üzerinde ve küçük yüklenmelerle çalışması patinaj değerlerinin düşük olmasının nedenleri olarak gösterilebilir. Toprak üstü çalışan iki makinada traktör tekerlek patinajı değerlerinin, toprak altı çalışan rotovator göre daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Rotovator ile yürütülen denemelerde traktör ilerleme yönüne ters bir kuvvet oluşumu ve bu nedenle güç ihtiyacının daha yüksek olması bu durumu açıklamaktadır.

Ekonomik kuyruk mili uygulamasında ilerleme hızının, aynı vites kademesinde 540 uygulamasına kıyasla daha düşük değerlerde olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Bunun nedeni, iki uygulamanın farklı

motor hızlarında ve gaz kolu konumunda sağlanmasıdır. 540E uygulaması ile ilerleme hızında oluşan azalma, JD-5625, MF-3085 ve NH-TD85 traktörleri için sırasıyla ortalama %21.11, %14.75 ve %13.97 oranlarındadır. Görüldüğü gibi JD-5625 traktörü ile yapılan denemelerde ilerleme hızında oluşan azalma oranları diğer traktörlere kıyasla daha yüksektir. Bu traktörde iki kuyruk mili uygulamasının sağlandığı motor hızları arasındaki farkın (700 min⁻¹) MF-3085 (558 min⁻¹) ve NH-TD85 (485 min⁻¹) traktörlerine kıyasla daha yüksek olması, bu sonucun nedeni olarak gösterilebilir.

Tarla denemelerinde, üç traktörde de en düşük kuyruk mili tork değerleri (ort. 41.17±0.36 Nm) gübre dağıtma makinası ile, en yüksek kuyruk mili tork değerleri ise (ort. 192.84±0.60 Nm) rotovator ile çalışma sırasında elde edilmiştir. Turbo atomizer ile yürütülen çalışmalarda ölçülen tork değerleri (ort. 106.06±0.25 Nm) diğer iki makina tork değerleri arasındadır (Şekil 1).

Çizelge 2-Deneme traktörlerine ait patinaj ve bazı istatistik verileri

Table 2-Slip and some statistical values of test tractors

Tarım Makinası	Traktör	Patinaj %
Turbo Atomizer	JD-5625	1.95±0.05 ^c
	MF-3085	2.08±0.07 ^d
	NH-TD85	2.17±0.05 ^d
Gübre Dağıtma Makinası	JD-5625	1.83±0.06 ^f
	MF-3085	1.97±0.08 ^c
	NH-TD85	2.28±0.07 ^c
Rotovator	JD-5625	3.84±0.06 ^a
	MF-3085	3.90±0.05 ^a
	NH-TD85	3.40±0.05 ^b
<i>Ortalamalar</i>		
Turbo Atomizer		2.07± 0.05 ^b
Gübre Dağıtma Makinası		2.03± 0.07 ^b
Rotovator		3.71± 0.05 ^a
	JD-5625	2.54± 0.05 ^b
	MF-3085	2.65± 0.07 ^a
	NH-TD85	2.62± 0.05 ^a
<i>P değerleri</i>		
Traktör		0.003
Makina		0.000
Makina × Traktör		0.000

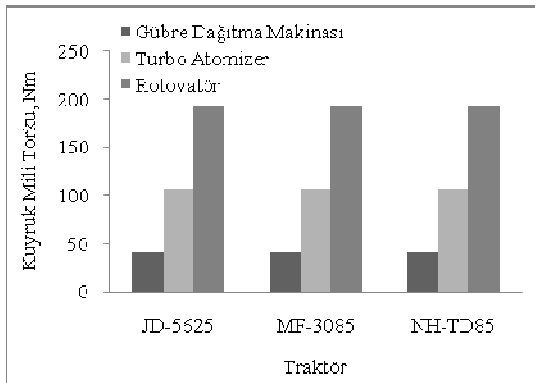
Kuyruk mili çalışma hızının, her iki kuyruk mili uygulamasında (540, 540E) 540 min⁻¹ olduğu dikkate alınır, denenen tarım makinaları için traktör kuyruk mili tork değerlerindeki değişimler, tork ve hızın gücün birer fonksiyonu olmaları nedeniyle, kuyruk mili gücü değerleri üzerinde doğrudan etkilidir. Denemelerde kuyruk mili tork ve güç verilerinin değerlendirilmesinde, 540 ve 540E uygulamaları için kuyruk mili hızının eşit (540 min⁻¹) olması nedeniyle, sabit 540 min⁻¹ hız

değerinde her bir makinanın işlevini yerine getirmesi için gereken farklı kuyruk mili tork değerleri, makinaların kuyruk mili gücü isteklerini de benzer oranlarda değiştirmiştir (Şekil 1, Şekil 2). Diskli gübre dağıtma makinası, rotovator ve turbo atomizer için ölçülen kuyruk mili gücü değerleri sırasıyla ortalama 2.33 kW, 10.90 kW ve 5.97 kW'dır.

Özetle, 540 min⁻¹ kuyruk mili hızı ile çalıştırılan 3 makinanın güç gereksinimi, gerekli döndürme kuvvetine (tork, Nm) bağlı olarak artış göstermiştir. Sonuç olarak üç deneme traktörü ile yürütülen denemelerde elde edilen kuyruk mili gücü değerleri, her bir makina için ayrı ayrı incelendiğinde de benzer eğilimler görülmüştür.

Yürütülen tarla denemelerinde iki kuyruk mili uygulamasında üç farklı traktör ile tek vites kademesi koşulunda kullanılan üç tarım makinası için traktör yakıt tüketimi değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge ayrıca, her bir değer için standart hata değerini de içermektedir.

Birim zamandaki yakıt tüketimi değerleri (L h⁻¹), kullanılan traktör, makina ve kuyruk mili uygulamalarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin üç makina ile yapılan denemelerde özellikle 540 kuyruk mili uygulamasında JD-5625 traktörü, MF-3085 ve NH-TD85 traktörlerine kıyasla küçük oranlarda daha fazla yakıt tüketmiştir (Çizelge 3).

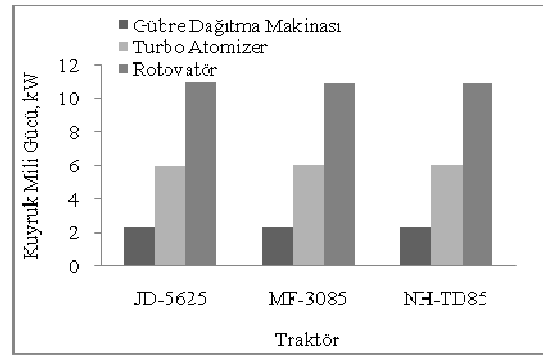


Şekil 1-Denemelerde kullanılan tarım makinaları için ölçülen kuyruk mili tork değişimleri

Figure 1-Changes of PTO torque measured for agricultural machines used in experiments

JD-5625 traktörünün 540 uygulamasını diğer iki traktöre (MF-3085-1979 min⁻¹, NH-TD85-2200 min⁻¹) göre daha yüksek motor devrinde (2400 min⁻¹) sağlaması, bu sonucun nedeni olarak kabul edilebilir. 540E uygulamasında ise üç traktörün

yakıt tüketim miktarlarının birbirlerine yakın değerlerde olduğu söylenebilir (Çizelge 3). Kullanılan tarım makinaları bakımından tüketilen yakıt tüketimi değerleri incelendiğinde, üç traktörde de en düşük yakıt tüketimi değerleri gübre dağıtma makinası ile en yüksek yakıt tüketimi değerleri ise rotovator ile çalışma sırasında elde edilmiştir. Turbo atomizer ile yürütülen çalışmalarda ölçülen yakıt tüketimi değerleri diğer iki makina değerleri arasındadır (Çizelge 3).



Şekil 2-Denemelerde kullanılan tarım makinaları için ölçülen kuyruk mili gücü değişimleri

Figure 2-Changes of PTO power measured for agricultural machines used in experiments

Ekonomik kuyruk mili uygulamasında üç traktörün de yakıt tüketimi değerlerinde (L h⁻¹) diğer uygulamaya kıyasla belirgin azalmaların olduğu saptanmıştır (Şekil 3, Çizelge 3). Her iki kuyruk mili uygulamasında, makinalara işlevlerini yerine getirebilmeleri için traktör kuyruk milinden verilen güç değeri artışına bağlı olarak, yakıt tüketimi değerlerinde de artışların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Makinaların güç ihtiyacındaki artışa bağlı olarak, ekonomik kuyruk mili uygulamasının yakıt tüketiminde (L h⁻¹) sağladığı tasarruf oranı değerleri üç traktörde de azalmıştır (Şekil 3).

İki kuyruk mili uygulaması ile yürütülen tarla denemelerinde her bir makina ve kullanıldığı traktör için hesaplanan makina efektif tarla kapasitesi değerleri (ha h⁻¹) ile birim alandaki yakıt tüketimi (L ha⁻¹) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Her bir traktör için 540E uygulaması ile aynı çalışma koşullarında yürütülen denemelerde, 540 uygulamasına kıyasla ilerleme hızında oluşan azalmanın bir sonucu olarak, makina efektif tarla kapasitesinin ekonomik kuyruk mili uygulamalarında diğer uygulamaya kıyasla daha düşük değerlerde olduğu saptanmıştır (Çizelge 3, Şekil 4).

Çizelge 3-İki kuyruk mili uygulamasında elde edilen ölçüm parametreleri ve bazı istatistik verileri
Table 3-Measurement parameters obtained with both PTO operations and some statistical values

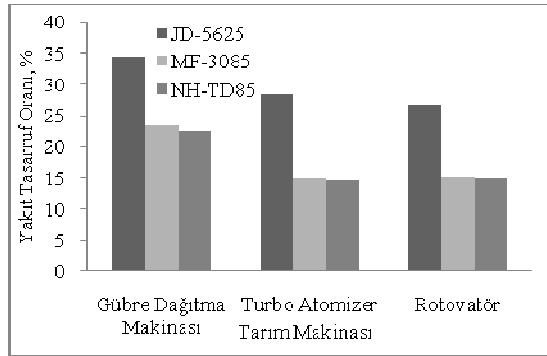
Kuyruk mili	Makina	Traktör	İlerleme Hızı km h ⁻¹	Yakıt Tüketimi, L h ⁻¹	Birim Alandaki Yakıt Tüketimi L ha ⁻¹	Efektif Tarla Kapasitesi, ha h ⁻¹	
540	Turbo Atomizer	JD-5625	7.51±0.13	8.79±0.14	4.25±0.09	2.10±0.02	
		MF-3085	6.79±0.10	6.30±0.12	3.27±0.06	1.90±0.02	
		NH-TD85	6.78±0.21	6.74±0.10	3.55±0.02	1.90±0.02	
	Gübre Dağıtma Makinası	JD-5625	7.61±0.03	7.65±0.20	1.21±0.03	6.39±0.03	
		MF-3085	6.97±0.28	5.47±0.10	0.93±0.02	5.85±0.02	
		NH-TD85	6.67±0.18	5.86±0.06	1.05±0.01	5.60±0.01	
	Rotovator	JD-5625	4.59±0.16	9.97±0.11	21.25±0.02	0.47±0.01	
		MF-3085	4.91±0.18	7.38±0.08	14.70±0.02	0.50±0.01	
		NH-TD85	4.56±0.09	7.89±0.08	16.93±0.03	0.47±0.00	
540E	Turbo Atomizer	JD-5625	5.99±0.22	6.29±0.11	3.75±0.12	1.68±0.02	
		MF-3085	5.91±0.19	5.36±0.09	3.20±0.05	1.65±0.01	
		NH-TD85	5.91±0.20	5.75±0.13	3.47±0.10	1.65±0.02	
	Gübre Dağıtma Makinası	JD-5625	5.89±0.18	5.01±0.08	1.00±0.02	4.95±0.02	
		MF-3085	5.80±0.18	4.18±0.12	0.85±0.00	4.87±0.02	
		NH-TD85	5.61±0.14	4.55±0.05	0.97±0.01	4.71±0.02	
	Rotovator	JD-5625	3.65±0.11	7.31±0.07	19.60±0.43	0.37±0.02	
		MF-3085	4.20±0.16	6.26±0.09	14.40±0.40	0.43±0.01	
		NH-TD85	3.96±0.07	6.71±0.14	16.58±0.60	0.40±0.00	
<i>Ortalamalar</i>							
540			6.27±1.19 ^a	7.34±1.38 ^a	7.46±7.59 ^a	2.80±2.36 ^a	
540E			5.21±0.94 ^b	5.71±0.10 ^b	7.10±7.24 ^b	2.30±1.91 ^b	
Turbo Atomizer			6.48±0.63 ^a	6.54±1.14 ^b	3.59±0.33 ^b	1.82±0.17 ^b	
Gübre Dağıtma Makinası			6.42±0.76 ^a	5.45±1.16 ^c	1.00±0.11 ^c	5.40±0.62 ^a	
Rotovator			4.31±0.45 ^b	7.57±1.24 ^a	17.26±2.57 ^a	0.44±0.05 ^c	
			JD-5625	5.87±1.48 ^a	7.50±1.66 ^a	8.51±8.79 ^a	2.66±2.32 ^a
			MF-3085	5.76±1.02 ^a	5.81±1.02 ^c	6.25±6.14 ^c	2.53±2.15 ^b
			NH-TD85	5.58±1.07 ^b	6.25±1.07 ^b	7.09±7.11 ^b	2.46±2.06 ^c
<i>P değerleri</i>							
Kuyruk mili			0.000	0.000	0.000	0.000	
Makina			0.000	0.000	0.000	0.000	
Traktör			0.000	0.000	0.000	0.000	
Kuyruk mili × Makina			0.000	0.014	0.000	0.000	
Kuyruk mili × Traktör			0.000	0.000	0.000	0.000	
Makina × Traktör			0.000	0.047	0.000	0.000	
Kuyruk mili × Makina × Traktör			0.551	0.879	0.004	0.000	

Diğer bir ifadeyle, ekonomik kuyruk mili kullanımının birim zamanda tüketilen yakıt tüketimi (L h⁻¹) değerleri dikkate alındığında belirli oranlarda yakıt tasarrufları sağladığı, ancak vites kademesi değişimi yapılmaksızın iki kuyruk mili uygulaması ile yapılan tarımsal işlemlerde makina efektif tarla kapasitesi (ha h⁻¹) değerleri bakımından, tersi bir durumun söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4).

540E kuyruk mili uygulamalarında makina efektif tarla kapasitesi değerleri için belirlenen azalma, JD-5625, MF-3085 ve NH-TD85 traktörleri için sırasıyla ortalama %22.11, %14.75 ve %13.97 oranlarındadır. Bu oranlar aynı zamanda 540E uygulaması ile ilerleme hızında oluşan azalma

oranlarıdır. Ayrıca, efektif tarla kapasitesi değerleri her bir makina bakımından incelendiğinde, makinaların iş genişliklerinin bu azalma oranları üzerinde doğrudan etkili olduğu görülmüştür (Şekil 4).

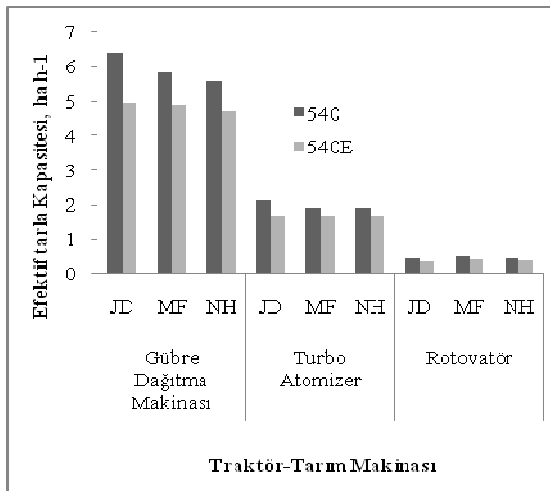
540E kuyruk mili uygulamalarında makina efektif tarla kapasitesi değerlerinin azalması, traktörün birim alandaki yakıt tüketimi (L ha⁻¹) üzerinde de etkili olmuştur (Çizelge 3). Bu nedenle tarla denemeleri için iki kuyruk mili uygulamasının kıyaslanmasında, birim alandaki yakıt tüketimi değerlerinin de dikkate alınması, tek vites kademesi için gerçek çalışma koşullarının değerlendirilmesi bakımından daha uygun bir yaklaşım olabilir.



Şekil 3-Birim zamandaki yakıt tüketimine göre Ekonomik kuyruk mili uygulaması ile oluşan yakıt tasarruf oranları

Figure 3-Fuel saving ratios obtained with economical PTO operation according to fuel consumption per time

Aynı vites kademesinde ekonomik kuyruk mili kullanımı ile oluşan ilerleme hızı ve efektif tarla kapasitesi değerlerindeki azalmalara rağmen, ekonomik kuyruk mili kullanımının yürütülen tarımsal işlemde birim alan için tüketilen yakıt miktarı ($L ha^{-1}$) bakımından da avantajlar sağladığı belirlenmiştir. Sözü edilen birim alandaki yakıt tüketimi tasarrufları JD-5625, MF-3085 ve NH-TD85 traktörleri için sırasıyla ortalama %11.16, %4.16 ve %3.95 oranlarındadır. Ancak bu avantajlar ($L ha^{-1}$ için tasarruf oranları), birim zamandaki yakıt tüketimi ($L h^{-1}$) tasarruf oranlarına kıyasla daha düşük değerlerdedir (Şekil 5).

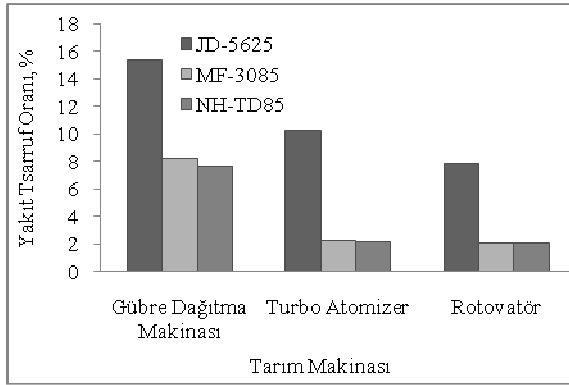


Şekil 4-İki Kuyruk mili uygulaması için makina efektif tarla kapasiteleri

Figure 4-Effective field capacities for both PTO operations

Ekonomik kuyruk mili kullanımı ile birim zamandaki yakıt tüketimi tasarrufları ise JD-5625, MF-3085 ve NH-TD85 traktörleri için sırasıyla ortalama %29.82, %17.92 ve %17.33 oranlarındadır. Birim alanda ve birim zamandaki yakıt tüketimi tasarruf oranlarının hesaplanmasında, üç makina için elde edilen yakıt tüketimi değerlerinin ortalamaları dikkate alınmıştır. Bu tasarruf oranları ($L ha^{-1}$ ve $L h^{-1}$ için), tarım makinaları bakımından değerlendirildiğinde en yüksek tasarruf oranları diskli gübre dağıtma makinası, en düşük oranlar ise rotovator denemelerinde elde edilmiştir. Turbo atomizer için belirlenen tasarruf oranları diğer iki makina arasında ve gübre dağıtma makinası için elde edilen değerlere oldukça yakındır (Şekil 3, 5)

Çalışmanın, iki kuyruk mili karakteristiklerinin tarımsal işlemler için eşit koşullarda kıyaslanması düşünülerek tek vites konumunda yürütülmüş olması, ekonomik kuyruk mili kullanımı ile oluşan ilerleme hızı, efektif tarla kapasitesi ve birim alandaki yakıt tüketimi değerlerindeki azalmaların temel nedenidir. Ancak, kuyruk milinden hareketli bir makina ile çalışılırken, 540 uygulaması sırasında sağlanan ilerleme hızları, vites konumu değişikliği ile 540E konumunda da yaklaşık olarak sağlanabilir. Sözü edilen vites konumu değişikliği, motor hızı ve makina istekleri (tork, hız ve güç) ve işlevleri üzerinde etkili olmayacaktır. Ancak traktör tekerlek torkunun, vites kademesi artışına bağlı olarak değişmesi olasıdır. Bu durum özellikle toprak altı çalışan, yüksek çeki gücü ve tutunma kuvveti isteyen makinalar ile çalışılırken traktör performansını etkileyebilir. Diğer bir ifade ile vites kademesi artışı ve dolayısıyla ilerleme hızındaki artış, efektif tarla kapasitesini artırsa da 540E uygulamasının sağlayacağı yakıt tüketimi tasarruf oranı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir. Toprak üstü çalışan ve tutunma kuvveti gerektirmeyen makinalar ile yürütülen tarımsal işlemlerde, 540 ve 540E kuyruk mili uygulamalarında, ilerleme hızlarında oluşan farklılığın vites konumlarında değişiklikler yapılarak engellenmesi durumunda sağlanan yakıt tasarrufları, birim zamanda tüketilen yakıt tüketimleri ($L h^{-1}$) dikkate alınarak belirlenen tasarruf oranlarına yaklaşması olasıdır. Aksi durumlarda yakıt tasarruflarının, birim alandaki yakıt tüketimi dikkate alınarak belirlenen oranlarda olacağı bilinmelidir (Şekil 5).



Şekil 5-Birim çalışma alanındaki yakıt tüketimine göre ekonomik kuyruk mili uygulaması ile oluşan yakıt tasarruf oranları

Figure 5-Fuel saving ratios obtained with economical PTO operation according to fuel consumption per field

Varyans analizlerine göre genel bir değerlendirme yapıldığında; denemelerde faktör olarak seçilen kuyruk mili uygulaması, tarım makinası, traktör ve ikili etkileşimlerinin, kuyruk mili torku ve gücü dışındaki parametreler üzerinde çoğunlukla %1 önem düzeyinde etkili olduğu ($P<0.01$) belirlenmiştir. Faktörlerin üçlü etkileşimlerinin ise, traktör birim alandaki yakıt tüketimi, patinaj ve makina efektif tarla kapasitesi parametreleri dışındaki değerlendirme ölçütleri üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2, 3). Bu sonuç, üç faktörün sözü edilen parametreler üzerinde birlikte etkisinin önemsiz olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifade ile her bir faktörün esas etkisi birbirinden bağımsızdır.

Varyans analizleri sonrasında değerlendirmeye alınan her bir faktörün ortalamaları arasındaki karşılaştırma sonuçları dikkate alındığında, kuyruk mili uygulamalarında tüm ölçütler için 540 uygulamalarında yüksek, 540E uygulamalarında ise düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür. Traktörler dikkate alınarak yapılan karşılaştırmalarda, patinaj dışındaki tüm ölçütlerde en yüksek değerler JD-5625 traktörü ile yürütülen denemelerde elde edilmiştir. Patinaj dışındaki ölçütler için en düşük değerler genellikle MF-3085 traktörü ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Denemelerde kullanılan tarım makinaları için elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ve en düşük değerler bakımından değerlendirme ölçütlerine göre belirgin bir eğilim görülmemiştir. Makinalar için elde edilen değerler, kuyruk mili ve traktör

faktörleri ile etkileşimlerine bağlı olarak çeşitlilik göstermiştir (Çizelge 2, 3).

4. Sonuçlar

Araştırmada üç farklı makina ile yürütülen denemelerin sonuçlarına göre “ekonomik kuyruk mili seçeneği”, özellikle toprak üstü çalışan ve tarla yüzeyinde büyük tutunma kuvveti gerektirmeyen küçük güç kapasiteli makinalar için, traktör yakıt tüketimi üzerinde önemli tasarruflar sağlamaktadır. Sözü edilen tasarruf oranları, traktör motor ve hareket aktarma oranlarına bağlı olarak değişimler göstermektedir. Türkiye traktör pazarında önemli payları bulunan üç traktör markası ve seçilen birer modeli için yürütülen denemelerde 540E uygulaması için saptanan yakıt tasarruf oranlarındaki değişimlerin nedenleri motor-kuyruk mili arasındaki farklı hareket aktarma oranlarıdır. Sonuç olarak ekonomik kuyruk mili uygulaması, bu çalışmada kullanılan ve benzer kapasite ve özelliklerdeki makinalar için, belirli yakıt tasarrufları ile işletmeye sağlayacağı yararlar dikkate alınarak, 540 uygulamasına önemli bir alternatif olarak önerilmektedir. Elde edilen sonuçların traktör üreticileri tarafından kullanıcıları yönlendirici bilgiler olarak kullanılması, diğer önemli bir öneridir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 1060547 nolu ve “Traktörlerin Ekonomik kuyruk Mili (540E) çalışma Karakteristiklerinin Teknik ve Ekonomik Analizi” başlıklı projenin bir bölümünü oluşturan veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Yazarlar, çalışmanın yürütülmesinde önemli destek sağlayan TÜBİTAK, New Holland Trakmak A.Ş., John Deere Makinaları Ltd. Şti., Uzel Makina Sanayi A.Ş.’ye teşekkür eder.

Kaynaklar

- ASAE (2000). S313.2. Soil cone penetrometer standarts. ASAE, St. Joseph, MI
- Bilgen H & Sungur N (1992). Ege Bölgesi Koşullarında Yerli Yapım Silajlık Mısır Hasat Makinası Üzerinde Bir Araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi 14-16 Ekim, 317-326, Samsun
- Goering C E (1986). Engine and Tractor Power. Breton Publishers, Boston
- Hunt D (1983). Farm Power and Machinery Management. The Iowa State University Pres
- Işık A (1988). Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makina ve Güç Seçimine Yönelik İşletme değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana
- Ruiyin H, Wenqing Y, Yadong Z & Van Sonsbeek G (1999). Improving Management System of Agricultural Machinery in Jiangsu. Proceedings of 99 International Conference on Agri. Engine., pp. 1-42/45. Beijing, China
- Sabancı A (1997). Tarım Traktörleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Genel Yayın No:46. Adana
- Sümer S K, Say S M, Has M & Sabancı A (2004). Türkiye’de Üretilen Tarım Traktörlerine Ait Teknik Özellikler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi **19**(1):17-26