

TARIM TRAKTÖRLERİNDE ÇEKİ PERFORMANSININ MATEMATİKSEL MODELLENMESİ VE BİLGİSAYARLA ÇÖZÜMLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

*Hüseyin ÖĞÜT**

*Kâzım ÇARMAN**

ÖZET

Tarımsal üretimin ana güç kaynağı olarak kullanılan traktörün, farklı şartlardaki çeki performansının önceden belirli bir doğrulukta kestirilebilmesi tarım tekniği yönünden önemlidir.

Bu çalışmada, yerli yapım üç tarım traktörü için, Alimardani ve ark. tarafından önerilen üç değişik eşitlik yardımıyla, dinamik aks yükleri hesaplanmış, bulunan dinamik aks yükleri kullanılarak da, Wang ve Damiere tarafından önerilen ve tarım traktörlerinde çeki performansını hesaplamaya yarayan eşitlik yardımıyla da araştırmada kullanılan traktörlerin çeki performansları hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplamaların yapılabilmesi için bir bilgisayar programı hazırlanmış, çözümler bu program yardımıyla yapılmıştır. Araştırma sonucunda, ölçüm değerleriyle, birinci dinamik aks yükü eşitliğiyle elde edilen hesap değerleri arasındaki korelasyon katsayısı her üç traktör için de $r = 0.99$ olarak bulunmuş, söz konusu matematiksel modelin uygulamada kullanılabilir nitelikte olduğu kanaatine varılmıştır.

* Yrd. Doç. Dr. S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü - KONYA
Geliş Tarihi: 30.1.1992

A RESEARCH ON THE ANALYSING BY COMPUTER AND THE MATHEMATICAL MODELLING OF THE TRACTION PERFORMANCE ON THE AGRICULTURAL TRACTORS

ABSTRACT

The prediction as a accuracy of traction performance in different conditions of tractor used as a mainly power source in agricultural production is very important with regard to agricultural techniques.

In this study, by three different equations suggested by Alimardani et al-for homemade three agricultural tractors, dynamic axle loads were calculated and than traction performance of tractors used in research were calculated by means of equations suggested by Wang and Domier. To be done of these calculation, computer programme was made and the solutions were done. As a result of the study, coefficient of correlation between calculated values to measured values were found as $r = 0.99$ for all tractors in first dynamic axle load equation and were thought load it will be used in practice.

GİRİŞ

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde traktör, tarımda önemli bir role sahiptir. Tarımsal üretimin ana güç kaynağı olan traktörün, ülkemizde 1975-1989 yılları arasındaki üretimi 453.325 adettir. 1983 yılı itibariyle ülkemizdeki traktör sayısı ise 672.845 adet olarak tesbit edilmiştir (Anonymous, 1989).

Günümüzde tarımsal üretimin pahalı bir girdisi olan traktörün, sayısal artışından çok etkin bir şekilde kullanımını önemlidir. Etkin kullanım için traktörün üreteceği gücü tüketebilecek uygun alet-makina kombinasyonunun oluşturulması gerekmektedir.

Tarla çalışmalarında lastik-toprak interaksyonu gibi önemli bazı parametrelerin ölçümü, bu parametrelerin kontrol edilememesi sebebiyle

oldukça güç ve pahalıdır. Bilgisayarla model ve simülasyon çalışmaları, tarla çalışmalarında çeşitli faktörlerin etkisini belirlemede alternatif bir yoldur. Gelecekte, simülasyon çalışmaları tarımsal işler için çiftçilerin karar vermesinde önemli rol oynayacaktır (Macnab ve ark., 1977).

Herhangi bir traktörün verilen şartlardaki performansı, en doğru biçimde, o şartlarda yapılacak ölçmelerle belirlenebilir. Ancak bu, belirli olanaklar gerektiren ve çoğu kez ekonomik olmayan bir yöntemdir. Bu nedenle, traktörlerin değişik işletme şartlarındaki çeki performanslarının, belirli bir doğrulukta, önceden bilinmesi imkanı veren yöntemler geliştirmek, araştırmacıların üzerinde önemle durdukları bir konudur (Gülsoylu ve Keçecioğlu, 1991).

Traktör çeki performanslarına ilişkin birçok veri Nebraska (A.B.D.), O.E.C.D. ve Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi (TAM) Deney Raporlarından sağlanabilmektedir. Bu veriler tasarımcı ve işletmeciler için birçok açıdan faydalıdır. Ancak, yapılan deneylerin özelliği sonucu, bu fayda sadece irdelenen traktör modellerinin özel şartlardaki performanslarının bilinmesi ile sınırlıdır. Bu nedenle, değişik işletme şartlarındaki performanslarının kestiriminde kullanılamamaktadır. Kuyruk mili deney sonuçlarının kullanılabilirliği, çeki kancası deney sonuçlarına oranla daha fazladır. Çünkü kuyruk mili performansının traktörün yalnız yapısal özelliği ile ilgili olmasına karşılık, çeki kancası performansına traktörün yapısal özelliğinin yanısıra, üzerinde bulunduğu zeminde etkili olmaktadır (Evcim, 1984; Bashford ve ark., 1987; Zoz, 1972).

Bu çalışmada, 3 farklı güce sahip traktörün farklı koşullardaki çeki performansının tahmin edilmesinde Alimardani ve ark. ve Wang ile Dornier tarafından önerilen formülleri içeren BASİC dilinde bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program yardımıyla traktör test raporu sonuçlarından ve literatür verilerinden yararlanılarak traktörün farklı koşullardaki çeki performansının tahmini amaçlanmıştır.

Modelin Tanımlanması:

Bir traktörün geliştirilebileceği çeki kuvveti temelde iki faktöre bağlıdır. Bunlar muharrik aksın dinamik ağırlığı ve tutunma katsayısıdır. Muharrik aksın dinamik durumdaki ağırlığı, traktörün yapı tarzına, traktöre bağlanan ekipman ve denge ağırlığının miktarına ve otomatik hidroliğe bağlı olmaktadır. Tutunma katsayısı ise patinaj, zemin ve lastik özelliklerine bağlı olmaktadır (19). Dinamik aks yükü, statik aks yükü ve ağırlık transferi kullanılarak belirlenebilmektedir. Dinamik aks yükünün tahmininde kullanılan eşitlikler:

$$DAY_1 = SAAY + \frac{\text{ÇK} \cdot \text{ÇKY}}{\text{DAM}} \dots\dots\dots(1)$$

$$DAY_2 = SAAY + \frac{[AT - \text{ÇK} (\text{ATYY} - \text{ÇKY}) - \text{ÖTYD} - (\text{ATYY})]}{\text{DAM}} \dots\dots\dots(2)$$

$$DAY_3 = SAAY + \frac{[AT - \text{ÇK} (\text{ATYY} - \text{ÇKY}) - \text{ÖTYD} (\text{ATYY} - \text{ÖTYD})]}{\text{DAM}} \dots\dots\dots(3)$$

Bu eşitliklerde;

DAY_1, DAY_2, DAY_3 : Dinamik aks yükü (kN)

SAAY : Statik arka aks yükü (kN)

ÇK : Çeki kuvveti (kN)

ÇKY : Çeki kancası yüksekliği (m)

DAM : Dingiller arası mesafe (m)

AT : Muharrik aks torku (kNm)

ATYY : Arka tekerlek yuvarlanma yarıçapı (m)

ÖTYD : Ön tekerlek yuvarlanma yarıçapı (m)

TARIM TRAKTÖRLERİNDE ÇEKİ PERFORMANSININ...

Wang ve Domier tarafından çeki performansı için önerilen eşitlik ise şöyledir;

$$N\check{C}K = 0.75 DAY [1 - \text{EXP}(-0.3 \times \text{TSD} \times P)] - DAY (1.2/\text{TSD} + 0.04) \dots \dots \dots (4)$$

Bu eşitlikde;

NÇK : Net çeki kuvveti (kN)

DAY : Dinamik aks yükü (kN)

TSD : Tekerlek sayısal değeri

P : Patinaj (%)

Eşitlikte kullanılan tekerlek sayısal değeri (TSD) ise;

$$\text{TSD} = \frac{\text{KI} \times \text{b} \times \text{d}}{\text{DAY}}$$

KI : Koni indeksi (kPa)

b : Lastik genişliği (m)

d : Lastik çapı (m)

DAY: Dinamik aks yükü (kN)

MATERYAL VE METOD

Araştırmada materyal olarak yerli imal edilen FIAT marka 55-56, 70-56 ve 70-66 traktörleri kullanılmıştır. Bu traktörlere ait bazı özellikler cetvel 1'de verilmiştir.

Çalışmada materyal olarak kullanılan standart tarım traktörlerinin deney raporlarından sağlanan bilgiler, tanımlanan modelde kullanılan eşitliklerde yerlerine yazılarak net çeki kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, sözkonusu çalışma için hazırlanan özel bilgisayar programı yardımıyla yapılmıştır. Ölçülen çeki kuvveti değerlerine, taşıma te-

Cetvel 1. Araştırmada kullanılan traktörlerin bazı özellikleri (Anonymous, 1990 a, b; Anonymous, 1991)

Traktör	FIAT 55-56	FIAT 70-56	FIAT 70-66
Motor gücü (kW) ve hızı (d/d)	36.06-2500	45.34-2600	44.9-2500
Hız kademesi	8 ileri 2 geri	8 ileri 2 geri	12 ileri 2 geri
Yürütme sistemi			
Yönlendirme tekerlekleri			
- Boyutları	6.50-16 6 kat	7.50-16 6 kat	7.50-18 6 kat
- Lastik basıncı (kN)	6.03	7.3	7.9
- Yuvarlanma yarıçapı (m)	0.345	0.376	0.405
Muharrik tekerlekler			
- Boyutları	14.9/13-28 / 6 kat	16.9-14/30 / 6 kat	18.4-30 / 8 kat
- Lastik maksimum yükü (kN)	15.78	18.63	23.7
- Yuvarlanma yarıçapı (m)	0.640	0.695	0.720
- Lastik genişliği (m)	0.378	0.429	0.467
Genel ölçüler			
- İz genişliği (m)	1.435	1.465	1.445
- Akslar arası mesafe (m)	2.065	2.200	2.308
- Çeki demirinin yerden yüksekliği (m)	0.485	0.480	0.460
- Toplam kütle (kN)	20.601	23.661	25.250
- Arka aks kütlesi (kN)	13.734	15.558	17.167

kerleklerin hareket direnci ilave edildikten sonra, hesaplanan çeki kuvveti değerleri ile arasındaki korelasyon katsayıları bulunmuştur.

Hesaplanan değerlerin % hatası aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuş ve ölçülen değerler ile % hata arasındaki ilişki grafiklerle gösterilmiştir.

$$(\%) \text{ Hata} = 100 \left(1 - \frac{\text{Ölçülen değer}}{\text{Hesaplanan Değer}} \right)$$

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Alimardani ve Wang ile Domier isimli araştırmacılar tarafından önerilen matematiksel modellerin kullanımı amacıyla yapılan özel bilgisayar programı yardımıyla, ele alınan üç farklı traktör için hesaplanan farklı dinamik aks yükleri ve çeki kuvveti değerleri cetvel 2'de ve bunlara ait korelasyon katsayıları cetvel 3'de verilmiştir.

Cetvel 3. Regresyon denklemleri ve Korelasyon Katsayıları

(y: Hesaplanan değer x: Ölçülen değer)

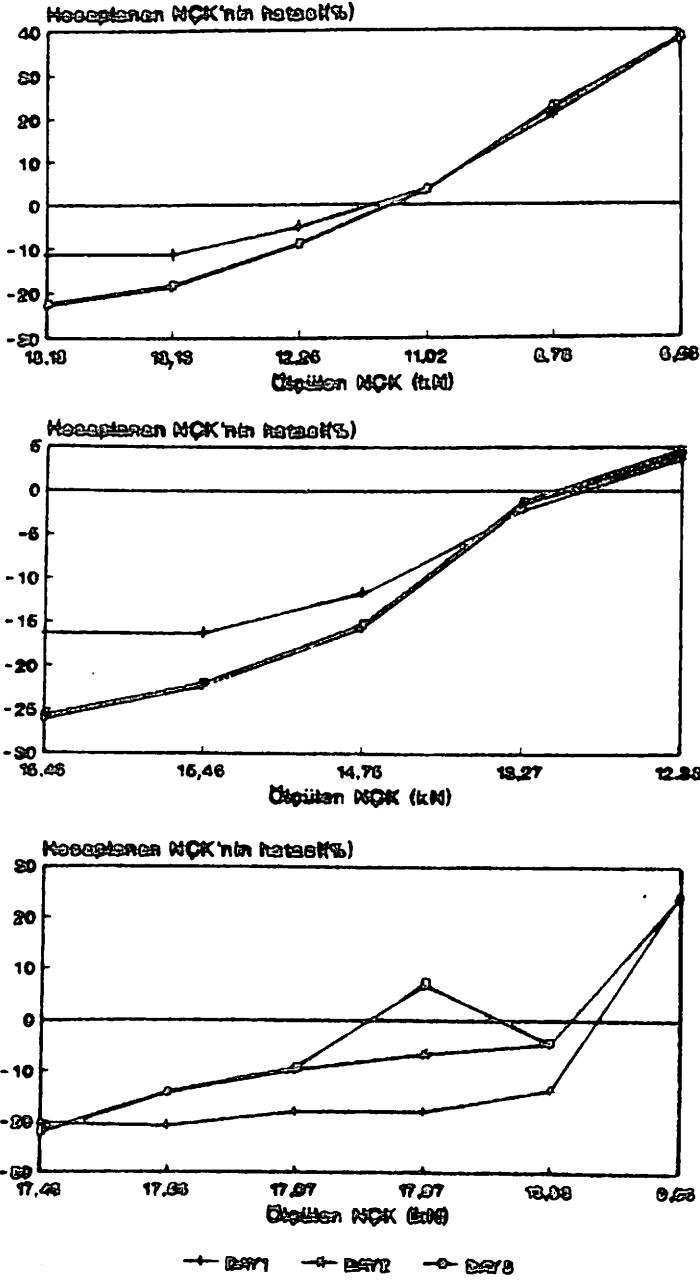
Traktör tipi	Dinamik aks yükü	Regresyon Denklemi	Korelasyon Katsayı
FİAT 55-56	DAY ₁	$y = 9.39 + 0.18x$	$r = 0.99$
	DAY ₂	$y = 10.36x^{0.026}$	$r = 0.26$
	DAY ₃	$y = 10.40x^{0.026}$	$r = 0.26$
FİAT 70-56	DAY ₁	$y = 10.84 + 0.158x$	$r = 0.99$
	DAY ₂	$y = 15.04 - 0.163x$	$r = -0.76$
	DAY ₃	$y = 15.11 - 0.165x$	$r = -0.76$
FİAT 70-66	DAY ₁	$y = 11.29 + 0.183x$	$r = 0.99$
	DAY ₂	$y = 6.11x^{0.332}$	$r = 0.65$
	DAY ₃	$y = 6.13x^{0.333}$	$r = 0.66$

Cetvel 2. Üç farklı traktöre ait dinamik aks yükleri, hesaplanan ve ölçülen çeki kuvveti değerleri

Traktör Tipi	Vites Kademesi	Dinamik aks yükü (kN)		Patlaj (%)	Hesaplanan NÇK (kN)	Ölçülen NÇK (kN)
FIAT 55 - 56	DAY ₁	y ₁	16.7379	15	11.8067	13.13
		y ₂	16.738	15	11.807	13.13
		y ₃	16.531	11.6	11.661	12.25
		y ₄	16.242	8.4	11.445	11.02
		H ₁	15.705	6.1	11.009	8.73
		H ₂	15.195	5.2	10.594	6.56
	DAY ₂	y ₁	15.138	15	10.685	13.13
		y ₂	15.678	15	11.064	13.13
		y ₃	15.911	11.6	11.226	12.25
		y ₄	16.154	8.4	11.384	11.02
		H ₁	16.087	6.1	11.265	8.73
		H ₂	15.289	5.2	10.656	6.56
	DAY ₃	y ₁	15.196	15	10.725	13.13
		y ₂	15.736	15	11.104	13.13
		y ₃	15.968	11.6	11.266	12.25
		y ₄	16.211	8.4	11.424	11.02
		H ₁	16.144	6.1	11.303	8.73
		H ₂	15.346	5.2	10.693	6.56
FIAT 70 - 56	DAY ₁	y ₁	18.844	15	13.300	15.46
		y ₂	18.884	15	13.300	15.46
		y ₃	18.689	13.06	13.191	14.75
		y ₄	18.364	9.72	12.960	13.27
		H ₁	18.159	7.79	12.805	12.33
	DAY ₂	y ₁	17.350	15	12.251	15.46
		y ₂	17.903	15	12.640	15.46
		y ₃	18.068	13.06	12.755	14.75
		y ₄	18.498	9.72	13.054	13.27
		H ₁	18.270	7.79	12.883	12.33
	DAY ₃	y ₁	17.419	15	12.300	15.46
		y ₂	17.973	15	12.688	15.46
y ₃		18.137	13.06	12.804	14.75	
H ₁		18.587	9.72	13.102	13.27	
FIAT 70 - 66	DAY ₁	y ₁	20.567	14.8	14.519	17.46
		y ₂	20.587	14.8	14.533	17.56
		N ₁	20.489	14.2	14.464	17.07
		y ₃	20.489	13.9	14.464	17.07
		N ₂	20.342	8.1	14.350	16.33
		H ₂	19.072	3.9	13.120	9.96
	DAY ₂	y ₁	20.226	14.8	14.279	17.46
		y ₂	21.737	14.8	15.340	17.56
		N ₁	22.035	14.2	15.549	17.07
		y ₃	25.991	13.9	18.319	17.07
		N ₂	22.139	8.1	15.600	16.33
		H ₂	18.975	3.9	13.060	9.96
	DAY ₃	y ₁	20.297	14.8	14.329	17.46
		y ₂	21.808	14.8	15.390	17.56
		N ₁	22.106	14.2	15.598	17.07
		y ₃	26.062	13.9	18.368	17.07
		N ₂	22.210	8.1	15.649	16.33
		H ₂	19.046	3.9	13.104	9.96

TARIM TRAKTÖRLERİNDE ÇEKİ PERFORMANSININ...

Ele alınan traktörler için ölçülen değerler ile hesaplanan değerlerin % hatası arasındaki ilişki şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ele alınan traktörlerde ölçülen değerler ile hesaplanan değerlerin % hatasının değişimi.

Araştırma sonuçlarına göre, dinamik aks yükünün (1) nolu eşitliğinde, ölçüm ve hesap değerleri arasındaki korelasyon katsayısı her üç traktör içinde 0.99 gibi çok yüksek bir değerde bulunmuştur. Dinamik aks yükünün hesaplanmasına ait (2) ve (3) nolu eşitlikler kullanılarak elde edilen hesap değerleri ile ölçüm değerleri arasındaki korelasyon katsayısı ise 0.26... 0.76 arasında değişmiştir.

(2) ve (3) nolu eşitlikler için korelasyon katsayılarının düşük bulunmasına sebep; (1) nolu eşitlikteki terimlere ek olarak sözkonusu eşitliklerde aks torku, ön tekerlek yuvarlanma direnci, ön ve arka tekerlek yuvarlanma yarıçapları faktörleri devreye girmekte, bu faktörlerin hesabında ise bazı kabullenmeler yapılması gösterilebilir.

Bu değerlendirmeler ışığında dinamik aks yükünün (1) nolu eşitliğinin, çeki kuvvetinin tahmin edilmesinde güvenle kullanılabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Alimardani, R., T.S. Calvin, S.J. Marley, 1988. Verification of the "Terms" Traction Prediction Model. Transactions of the ASAE, 32 (3): 817-821.
- Anonymous, 1989. Türk Otomotiv Sanayi Hakkında Genel ve İstatistiki Bilgiler Kataloğu. O.S.D. Yayınları: 19, İstanbul.
- Anonymous, 1990a. Türk Fiat 70-56 Traktör Test Raporu-Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1990b. Türk Fiat 70-66 Traktör Test Raporu. Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1991. Türk Fiat 55-56 Traktör Test Raporu. Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü, Ankara.

- Bashford, L.L., K.L. Van Barga, T.R. Way, L. Xiaoxian, 1987. Performance Comparison Between Duals and Singles on the Rear Axle of a Front Wheel Assist Tractor. Transactions of the ASAE, 30 (3): 641-645.
- Evcim, Ü., 1984. Traktör Tasarımı ve Etkin Kullanımı için Çeki Performansı Belirlenmesi. SEGEM, İzmir.
- Gülsoylu, E., G. Keçecioğlu, 1991. Yerli Yapım Bazı Traktörlerin Çeki Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma. Tarımsal Mekanzasyon 13. Ulusal Kongresi, Konya, 136-146.
- Macnab, 3.E., R.B. Wensink, D.E. Booster, 1977. Modeling Wheel Tractor Energy Requirements and Tractive Performances. Transactions of the ASAE, 77(4): 602-605.
- Sabancı, A., İ. Akıncı, 1990. Tek ve Çift Çeker Traktörlerin Çeki Yetenekleri Üzerinde Bir Araştırma. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanzasyon ve Enerji Kongresi, Adana.
- Wang, Z., K.W. Domier, 1983. Prediction of Drawbar Performance for ve Tractor With Dual Tires. Transactions of the ASAE, 32(5): 1529-1533.
- Zoz, F.M., 1972. Predicting Tractor Field Performance. Transactions of the ASAE, 15(2): 249-255.