

ÇEKİLİR TİP TARIM ALET VE MAKİNALARIN ÇEKİ KUVVETİNİN BELİRLENMESİNDE BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖLÇME SİSTEMİNİN KULLANILMASI

Veli ALKAN, Yılmaz BAYHAN

Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Tekirdağ, tel: 0 282 293 15 87
e-mail: ybayhan@tu.tzf.edu.tr

Alınış : 14.05.2003
Kabul Ediliş : 04.07.2003

Özet: Bu çalışmanın amacı; iki traktör yöntemi ile alet ve makinelerin çeki kuvveti, patinaj ve yakıt tüketimini belirlemede kullanılacak yöntemlerin kalibrasyonunu yapmaktır. Ayrıca, yöredeki işletmelerin büyüklüğüne bağlı olarak toprak işlemede yoğun olarak kullanılan alet ve makinelerin bazı işletme verilerini (çeki kuvveti, patinaj, ve yakıt tüketimi) saptamak araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır. Bu çalışmada bölgemizde yaygın olarak kullanılan pulluk, çizel pulluk, kültivatör ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonunun çeki kuvveti, patinaj, ilerleme hızı, yakıt tüketimi değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tarım alet ve makinelerin çeki kuvvetini belirlemede kullanılacak olan bilgisayar destekli ölçme sistemi taşınabilir, üniversal nitelikte olup, traktör üzerine kolaylıkla yerleştirilebilmektedir. Patinaj değerlerinin saptanmasında ise tekerlek üzerine sabit şekilde yerleştirilen manyetik algılayıcıdan gelen sinyaller özel bir ekranda kayıt edilerek gösterilmiştir. Bu düzenek tekerlek üzerine kolay yerleştirilmiş ve arazinin eğiminden etkilenmeden çalışması sağlanmıştır. Çeki kuvveti ve patinaj ölçme sistemlerin her ikisinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda güvenilir olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar kelimeler : Çeki kuvveti, çizel pulluk, patinaj, pulluk, yakıt tüketimi.

Determination of Draft Force of Trailed Farm Machinery by Using Computer Based Measuring Systems

Abstract: The aim of this study is to perform of the calibration of methods used to determine draft force, slippage and fuel consumption by means of Two-Tractors Method. Another scope of the study was to obtain some performance data (draft force, slippage, and fuel consumption) of some tools and machinery, which are generally come to use in tillage independence of farm size present in the region.

In this study, draft force, slip, forwarding speed and fuel consumption measurements of tillage equipments in the region such as, plough, chisel plough, cultivator, and combination of spring-tine cultivator and harrow with spring teeth were determined.

Measuring apparatus aided by computer, to determine the draft force of agricultural tools and machinery, is portable, universal and mountable easily on a tractor.

In measuring slippage values and signals coming from magnetic receivers placed fixedly on the wheels were recorded and displayed on a special screen. It works properly without being affected by the field slope. Both draft force and slippage apparatus proved to be reliable on measurements obtained.

Key words : Draft force, chisel plough, slippage, plough, fuel consumption.

Giriş

Son yıllarda bütün dünyada ve Ülkemizde enerji maliyetleri önemli ölçüde artmıştır. Artan enerji maliyetleri bizleri alternatif enerji kaynakları bulmaya ve elimizdekileri en uygun şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Modern tarımda, tarımsal mekanizasyon araçlarının tarımsal üretimin her aşamasında kullanılması ile

harcadıkları yakıt ve yapılan makine yatırımı dikkate alınırca işletmenin büyüklüğüne bağlı olarak uygun makine ve mekanik güç kaynağı olan traktör seçimi de zorunlu hale gelmiştir.

Tarımsal işletmelerde işletmelerin karlılığı, büyük ölçüde mekanizasyon yatırımları konusunda alınacak kararların doğruluğuna bağlıdır. Doğru bir seçim ise ancak, işletme koşullarına uygun verilerin kullanılma-

sı ve işletme özelliklerinin dikkate alınması ile yapılabilir (Işık, 1988; Akıncı, 1994).

Trakya bölgesi, özellikle de Tekirdağ ili, tarımsal üretimde makine kullanımının en yaygın olduğu bölgelerimizin başında gelmektedir. Buna rağmen Trakya bölgesinde işletme büyüklüğüne bağlı olarak makine ve traktör gücü seçimine ilişkin işletme değerinin araştırılması konusunda çalışma yapılmamıştır. Bu eksiklik dikkate alınarak yapılan bu çalışmada, işletmelerin sahip olması gereken tarım makineleri ve bu makinelere uygun traktör gücü düzeyinin ve optimum makine büyüklüklerinin boyutlarının seçimi için gerekli işletme değerlerinin bölgemiz koşullarında saptanmasına, gerek işletmelere alınacak makine, gerekse güç isteği konusunda bir fikir oluşturacağı ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutacağı bakımından önemi daha da artırmaktadır. Diğer yandan uygun makine ve güç seçimi yapıldığı takdirde yakıt enerjisi tüketimi de en az düzeye inecektir. Dolayısıyla bu çalışma bölge çiftçisi ve ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı; iki traktör yöntemi ile alet ve makinelerin çeki kuvveti, patinaj ve yakıt tüketimini belirlemede kullanılacak yöntemlerin kalibrasyonunu yapmaktır. Ayrıca, yöredeki işletmelerin büyüklüğüne bağlı olarak toprak işlemede yoğun olarak kullanılan alet ve makinelerin bazı işletme verilerini (çeki kuvveti, patinaj, yakıt tüketimi) saptamak araştırmanın diğer bir amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Metot

Materyal

Deneme Alanı ve Toprak Özellikleri

Bu araştırma T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Uygulama alanlarında yürütülmüştür. Yapılan toprak analizi sonucunda deneme alanı topraklarının kil tekstür sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Toprağın fiziksel yapısı, kimyasal madde ve organik madde içeriği Çizelge 1'de verilmiştir. Toprağın sürülmesi esnasındaki toprak nem içeriği 0-10 cm de %17.47, 10-20 cm de %19.38 20-30 cm de ise %19.95 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri

Derinlik (cm)	Tekstür (%)			Tekstür Sınıfı	PH	Organik Madde (%)
	Kum	Silt	Kil			
0-30	31.96	25.52	42.52	Kil	7.9	1.51

Denemede Kullanılan Alet ve Makineleri

Traktör: Denemede aletlerin çekilmesi sırasında Fiatagri-Newholland L95 çift çeker traktör kullanılmıştır.

Tarım alet ve makineler ise Başak 2073SH traktöre bağlanmıştır.

İki kulaklı pulluk : Denemelerde, standart traktöre üç noktadan asılı, yarı bükük tip kulağa sahip iki gövdeli pulluk kullanılmıştır. Bu pullukta, gövdeler pabuç tipi payandalar ile deve boynuna tutturulmuştur. Üç demirleri burunlu tiptedir.

Üç Kulaklı Pulluk : Traktöre üç noktadan asılı kültürform tip üç gövdeli pulluğun uç demirleri burunlu tip ve payandası pabuç şeklindedir.

Çizel Pulluğu: Ana taşıyıcılar 100'100 mm'lik kare demirlerinin karşılıklı kaynatılması ile oluşturulmuş ön ve arka ana taşıyıcılar 100'60'11 mm' lik 2 adet T biçimli demir ile 2 adet de kare demirden kaynakla birleştirilmiştir.

Kültivatör: Araştırmada kullanılan kültivatör, dördü önde beşi arkada olmak üzere dokuz yaysız ayaklı tipli kültivatör kullanılmıştır.

Yaylı Kültivatör + Döner Tırmık kombinasyonu: Denemelerde kullanılan birleştirilmiş tohum yatağı hazırlama aleti iki parçadan oluşmaktadır. Öndeki parça yaylı kültivatör olup ayaklar "S" biçiminde şekillendirilmiştir ve ayak sayısı 21 adettir. Bu ayaklar önden arkaya doğru 5,5,5,6'lı şekilde dizilmişlerdir. Arkadaki parça ise dört üniteden meydana gelmiş döner tırmıktır.

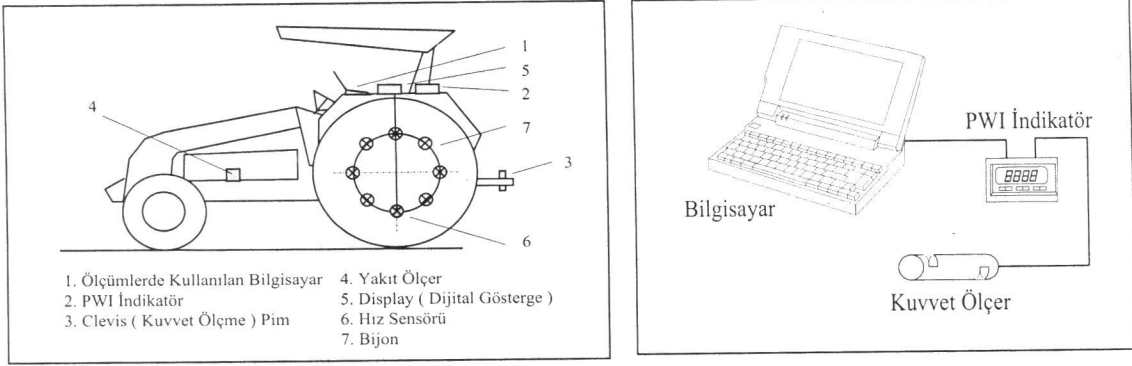
Bilgisayar Destekli Ölçme Sistemi

Çeki traktörünün çeki kancasına kuvvet ölçme pimi özel bir bağlantı ile direk olarak bağlanmıştır. Bilgisayar destekli ölçme sisteminin üniteleri ve traktör üzerindeki yerleşimi Şekil-1'de görülmektedir.

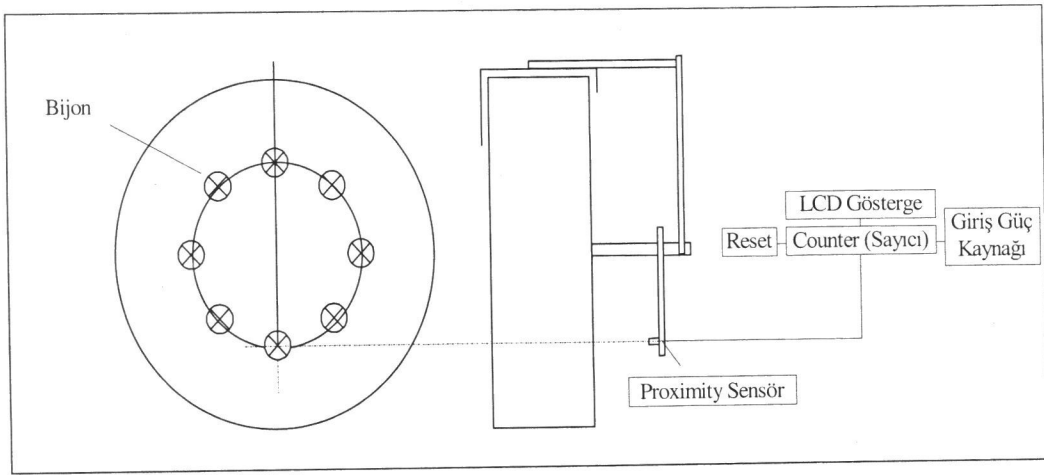
Kuvvet Ölçer (Clevis Pin): Tarım alet ve makinelerin gereksinim duyduğu çeki kuvveti değerleri, denemede kullanılan bilgisayar destekli ölçme sistemine bağlı, traktör çeki kancasına özel olarak yerleştirilmiş kuvvet ölçerler ile elde edilmiştir. Denemede kullanılan kuvvet ölçme pimi 50 000 LBS kapasitelidir (Anonymous, 1).

PWI (ESİT) İndikatör: PWI indikatör, hızlı, duyarlı, doğruluk sınıfı yüksek olan ağırlık, kuvvet ve basınç ölçme yapabilen bir cihazdır (Anonymous, 2).

Ölçme Setinde Kullanılan Bilgisayar: Ölçme sisteminde yer alan bilgisayar (Wearnes NB386 SX-20) diz üstü, 640 KB RAM ve 1 sürücü özelliklerine sahiptir. Kuvvet ölçerden gelen sinyaller PWI indikatöre, oradan da bilgisayara iletilmektedir. Bilgisayardaki "PROCOM" paket programında dönüştürüldükten sonra kg olarak text dosyası şeklinde kayıt yapılmaktadır.



Şekil 1. Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Üniteleri ve Traktör Üzerindeki Yerleşimi



Şekil 2. Patinaj Ölçme Sistemi

Patinaj Ölçer

Araştırmalarda kullanılan ölçme sisteminde, arka tekerleğe yerleştirilen manyetik algılayıcı yardımıyla patinaj değerleri ölçülmektedir (Şekil-2). Manyetik algılayıcının ölçme hızı 4800 d/d, algılama uzaklığı 10 mm ve boyutu 11X57 mm dir.

Metot

Traktör-tarım alet ve makinesi sisteminde çeki kuvveti, yakıt tüketimi, patinaj değerlerinin saptanması için yapılan bu araştırma, iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama; verilerin doğru ve güvenilir şekilde elde edilmesi için bilgisayar destekli ölçme sisteminin kurulması ve bu sistemi oluşturan ünitelerin kalibrasyonunu yapmaktır. İkinci aşamada ise tarım alet ve makinaların ihtiyaç duyduğu çeki kuvvetini tarladaki çalışma koşullarında saptamaktır.

Ölçme Sistemlerinin Kalibrasyonu

Kuvvet Ölçer Kalibrasyonu: Kuvvet ölçme pimi bilgisayar sisteminde 22 680 kg kapasiteli ve 5 kg duyarlılıkta ölçme yapmaktadır. Kuvvet ölçme piminden

özellikle dinamik koşullarda elde edilen değerlerin doğru ve güvenilir değerler olduğunu belirlemek için kalibrasyona ihtiyaç vardır. Uygulamada bir çok yöntemle belirlenebilen kalibrasyon çeşitleri vardır. Ölçme setinin kalibrasyonunda sadece doğrusallık kalibrasyonu uygulanmıştır (Akıncı, 1994). Kalibrasyon için askılı bir sisteme bağlanan kuvvet ölçerine ilk önce 1000 N'lük standart ağırlıktan başlayarak, 20000 N'lük standart ağırlıklara kadar yüklenme yapılmıştır. Sonra bu yük hücreleri tek tek geri alınarak set okumaları yapılmıştır. Standart yük ağırlıkları ile ölçme setinde okunan değerler karşılaştırılmıştır.

Patinaj Kalibrasyonu: Denemede kullanılan Newholland L 95 traktörü kuvvet tekerleği (arka tekerlek) üzerine manyetik algılayıcı sabit konumda yerleştirilmiştir. Manyetik algılayıcı tekerlek jantı üzerinde bulunan sekiz adet civatadan algılama yapmaktadır. Tekerleğin bir devrinde, 8 adet civatadan (algı noktasından) alınan sinyaller ile aktif çalışma süresi içindeki tekerlek devir sayısı bulunmuştur.

Patinaj kalibrasyonu traktörün tahrikli tekerleğin çevresi bulunarak, 100 metrelik mesafeyi kaç devir yapması gerektiği öncelikle hesaplanmıştır. Bu değer kontrol patinaj değeri olarak alınmıştır. Daha sonra traktör yüklü ve yüksüz koşullarda çalıştırılarak ölçme setindeki değerler okunmuştur. Display destekli ölçme sisteminde elde edilen değerler ile kontrol patinaj değerleri karşılaştırılmıştır (Akıncı, 1994).

Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Saptanması

Çeki Kuvveti: Çeki kuvveti ölçümlerinde, daha önceden kalibrasyonu yapılmış strainsert clevis pin kullanılmıştır. Çalışma sırasında çeki kuvveti ölçümleri için çift traktörle ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde göre toprak işleme makinelerinin bağlı bulunduğu traktör, araya bir dinamometre bağlamak suretiyle ikinci bir traktörle çekilmektedir.

Bu çalışmada, çeki kuvvetleri ölçümü iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada; arkada bulunan traktöre bağlı olan toprak işleme aleti taşınma konumunda ve traktör vites kademesi boşta tutularak, traktör ve aletin çekilmesi için gerekli yuvarlanma direnci ölçülmüştür. İkinci aşamada ise toprak işleme aleti çalışma konumuna getirilip toprağa batırılarak traktör ve aletin çekilmesi için gerekli toplam çeki kuvveti ölçülmüştür.

Bu kuvvet toprak-bitki direnci ile makine ve traktör yuvarlanma dirençlerinin toplamına eşittir. Çeki kuvveti aşağıdaki şekilde yazılabilir (Olya, 1992).

$$F_c = TBD + YD$$

TBD = Makinenin çalışan kısmı ile toprak veya bitki arasındaki temastan kaynaklanan ve ilerleme yönüne paralel kuvvet (kN)

YD = Traktör ve ona bağlı aletin ağırlığı, lastik basıncı, toprak tipi ve nemine bağlı ilerleme yönüne paralel ve ters yönde etkili yuvarlanma direnci kuvveti (kN)'dir.

Çeki Gücü: Makinenin çekilmesi için gerekli toplam çeki kuvveti ve tarla çalışma hızı değişkenlerine göre çeki gücü tanımlanır (Ülger ve ark., 1996).

Tarla Çalışma Hızı: Bir makinenin tarla çalışma hızı, makinenin tarlada efektif çalışma periyodundaki ortalama hareket hızıdır (Sungur, 1974; Işık, 1988).

Patinaj: Patinaj, traktörün yüklü ve yüksüz konumdaki kuvvet tekerleği devir sayıları farkının, yüklü devir sayısına oranı şeklinde tanımlanmış ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur (Sabancı, 1988).

$$Patinaj = x \cdot 100$$

Yakıt tüketimi: Yakıt tüketimini ölçmek için KVZ marka yakıt ölçer kullanılmıştır. Her çeki denemesi

aşamasından sonra püskürtme pompası üzerindeki sayaç okunarak değerler not edilmiş ve elde edilen değerler bir çizelge haline getirilmiştir. Daha sonra standart parsellerde; harcanan yakıt ortalama olarak L/h olarak ifade edilmiştir (Tezel, 1975; Olya, 1992).

Denemelerin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi

Kulaklı pulluk, çizel pulluk, kültivatör ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonu ile farklı çalışma derinliklerinde çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve patinaj değerlerini saptamak için tarla denemesi tesadüf bloklarına göre 3 tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Çalışma derinliği ile çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve patinaj değerleri arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini saptamak için regresyon analizine tabi tutulmuştur (Soysal, 1993). Denemede kulaklı pulluk, çizel pulluk ile üç farklı çalışma derinliği (10, 20 ve 30 cm), kültivatör ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonu ile çalışmada ise sadece 10 cm çalışma derinliği dikkate alınmıştır. Her bir parselde elde edilen çeki kuvvetleri 20 değer ortalama alınarak tek bir teker-rür kabul edilmiştir.

Araştırma sonuçları ve tartışma

Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminde Kuvvet Ölçme Piminin Kalibrasyon Değerleri

Kuvvet ölçme pimi, uygulama koşullarında sürekli olarak yük etkisi altındadır. Yük 2000 N'luk artışlarla 20 000 N kadar yüklenmiştir. Daha sonra yükün azalış etki-sini saptamak için 2000 N'luk yükler tekrar kaldırılmıştır. Yüklenme ve geri yüklenme değerleri Çizelge-2'de görülmektedir. Değişken yüklemeye uygulanan ağırlıkla ile set okuması arasındaki ilişki Şekil-3'te verilmiştir. Şekil-3'te görüldüğü gibi değişken yüklenmeye ait regresyon eşitliğinin iyilik derecesi $r^2=0.9998$ gibi oldukça yüksek bir değer saptanmıştır.

Patinaj Ölçme Sisteminin Kalibrasyonu

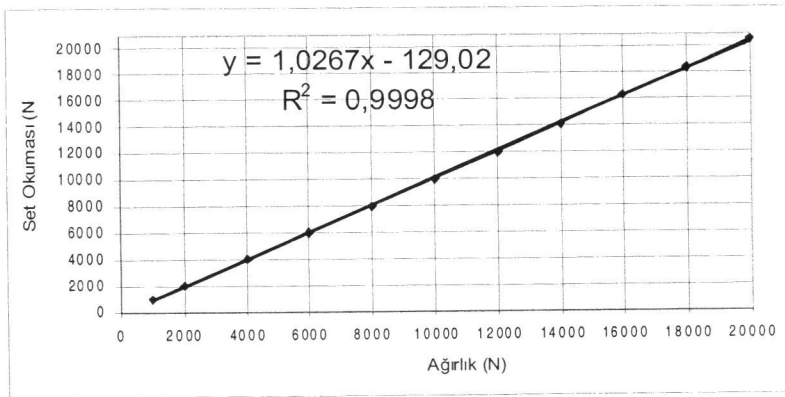
Arka tekerleğe yerleştirilen manyetik algılayıcı ile belirlenen patinaj değerleri ve kuvvet tekerlekleri devir sayısına göre saptanan kontrol patinaj değerlerini değişimi Şekil-4'de ve Çizelge-3'de verilmiştir.

Kulaklı Pulluk ile Çalışmada Farklı İş Derinliğine Göre Temel İşletmecilik Verileri

Kulaklı pullukla toprak işlemede, farklı iş derinliklerine göre toprak bitki direnci, yuvarlanma direnci, toplam çeki kuvveti, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimlerine ilişkin değerler Çizelge-4'de verilmiştir.

Çizelge 2. Değişken Yüklenme Etkisi Değerleri

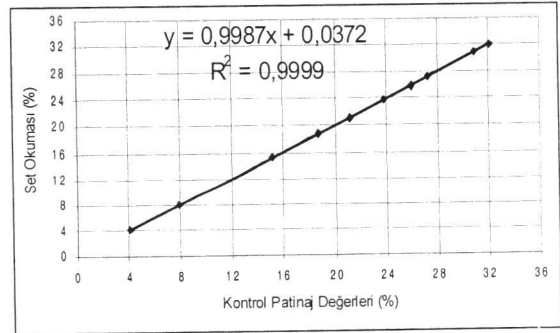
Set Okuması			Set Okuması		
Ağırlık (N)	Yüklenme (N)	Geri Yüklenme (N)	Ağırlık (N)	Yüklenme (N)	Geri Yüklenme (N)
1000	1000	1000	12000	12050	12050
2000	2000	2000	14000	14100	14100
4000	4000	4000	16000	16300	16300
6000	6000	6000	18000	18400	18400
8000	8050	8050	20000	20600	20600
10000	10050	10050			



Şekil 3. Kuvvet Ölçme Piminde Değişken Yüklenme Değişimi

Çizelge 3. Patinaj Kalibrasyon Değerleri

Set Okuması		Set Okuması	
Kontrol	Ölçme Sistemi	Kontrol	Ölçme Sistemi
4.1	4.1	23.9	24.0
7.9	7.9	25.9	25.8
15.1	15.2	27.3	27.2
18.7	18.8	30.9	31.0
21.2	21.1	32.1	32.0



Şekil 4. Kontrol ve Ölçme Sistemi Patinaj Kalibrasyon

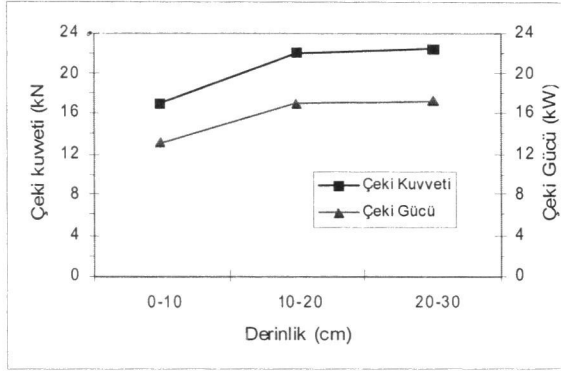
Toprak işleme derinliği arttıkça, çeki kuvveti, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimlerine ilişkin değerlerde artmaktadır (Şekil-5. a,b,c,d). Benzer sonuçlar Akıncı ve Sabancı (1994), Kayışoğlu (1994), Bastaban (1994), Kirişçi (1995), tarafından da belirtilmiştir. Pullukla farklı derinlikler ile çalışmadaki değerlerin regresyon analizleri Çizelge-5'de verilmiştir.

Çizel Pulluk ile Çalışmada Farklı İş Derinliğine Göre Temel İşletmecilik Verileri

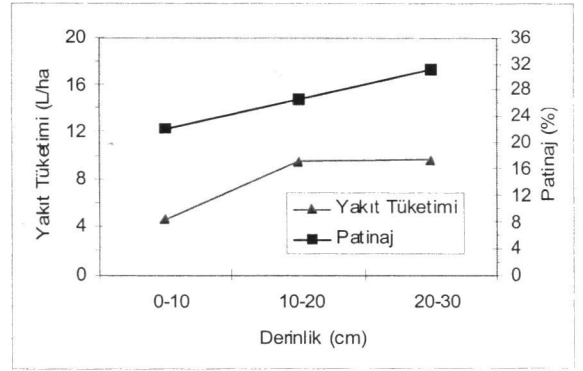
Çizel pullukla toprak işlemede, farklı iş derinliklerine göre toprak bitki direnci, yuvarlanma direnci, toplam çeki kuvveti, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimlerine ilişkin değerler arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Toprak işleme derinliği arttıkça temel işletmecilik değerleri de artmaktadır (Şekil-6 ve Çizelge-6). Benzer sonuçlar Akıncı ve Sabancı (1994), Kirişçi (1995) tarafından da saptanmıştır. Çizel pullukla farklı derinlikler ile çalışmadaki değerlerin regresyon analizleri Çizelge-5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Kulaklı Pullukların Temel İşletmecilik Verileri

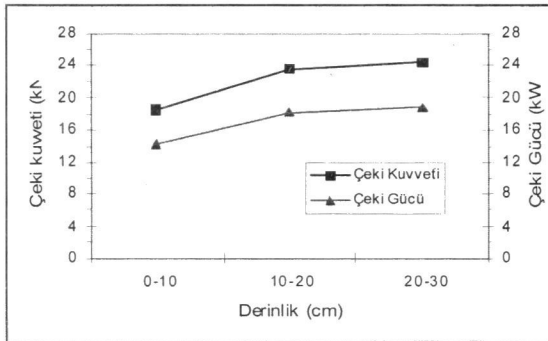
Alet	Derinlik (cm)	Tekerrür	Çalışma Hızı (m/s)	TBD (kN)	YD (kN)	Çeki Kuv. (kN)	Patinaj (%)	Çeki Gücü (kW)	Yakıt Tüket. (L/h)
2 K.Pulluk	10	1	0.77	13.85	2.92	16.77	22.50	12.91	4.58
		2		13.75	3.36	17.11	21.00	13.17	4.76
		3		13.82	3.19	17.01	22.50	13.10	4.68
		Ortalama		13.81	3.15	16.96	22.00	13.06	4.67
	20	1	0.77	18.53	2.92	21.45	26.30	16.51	9.50
		2		18.91	3.36	22.27	25.90	17.15	9.64
		3		19.03	3.19	22.21	27.30	17.10	9.46
		Ortalama		18.82	3.15	21.98	26.50	16.92	9.53
	30	1	0.77	18.82	2.92	21.74	30.90	16.74	9.40
		2		19.33	3.36	22.69	31.50	17.47	9.72
		3		19.68	3.19	22.87	31.50	17.61	9.74
		Ortalama		19.28	3.15	22.43	31.30	17.27	9.62
3 K.Pulluk	10	1	0.77	14.42	2.98	17.40	21.70	13.40	4.64
		2		15.42	3.46	18.88	21.00	14.54	6.82
		3		16.00	3.25	19.25	21.00	14.82	6.98
		Ortalama		15.28	3.23	18.51	21.23	14.25	6.15
	20	1	0.77	19.47	2.98	22.45	27.30	17.29	10.02
		2		20.47	3.46	23.93	27.40	18.43	10.92
		3		21.05	3.25	24.30	27.30	18.71	11.02
		Ortalama		20.33	3.23	23.56	27.33	18.14	10.65
	30	1	0.77	20.32	2.98	23.30	35.20	17.94	10.24
		2		21.27	3.46	24.73	35.80	19.05	11.20
		3		22.05	3.25	25.30	35.80	19.48	11.26
		Ortalama		21.22	3.23	24.45	35.60	18.82	10.90



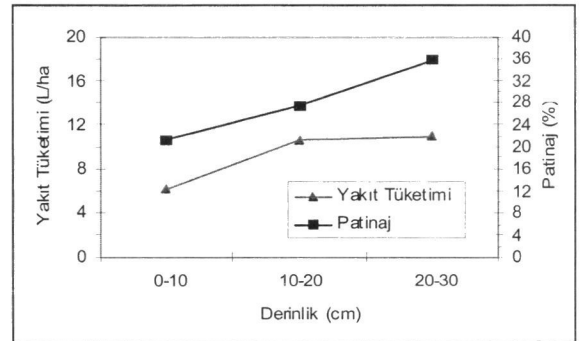
a) 2 K.Pullukta. Çeki kuvveti ve Gücü



b) 2 K. Pullukta Yakıt Tük. ve Patinaj



c) 3 K.Pullukta. Çeki kuvveti ve Gücü

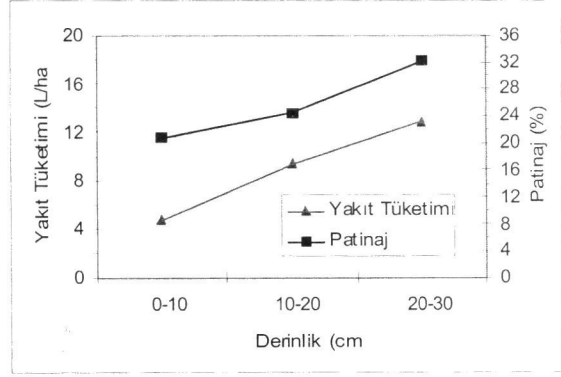
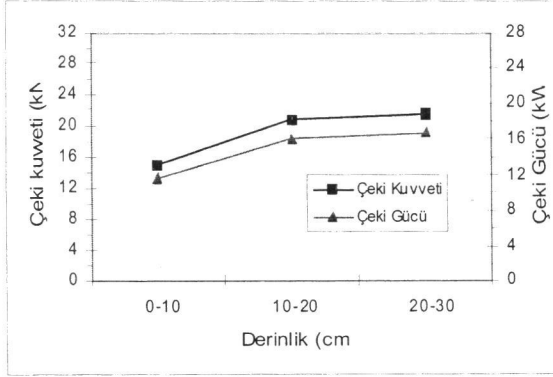


d) 3 K. Pullukta Yakıt Tük. ve Patinaj

Şekil 5. Pullukta Toprak İşleme Derinliği ile İşletmecilik Verileri Arasındaki İlişki

Çizelge 5. Kulaklı ve Çizel Pulluk ile Toprak İşlemede, Farklı Derinliklerdeki Temel İşletmecilik Verilerine İlişkin Regresyon Analizleri

Alet	Regresyon Eşitliği	r ²	Regresyon Eşitliği	r ²
2 K.Pulluk	y ₁ = 14.987 + 2.735 X	0.8111	y ₂ = 11.54 + 2.105 X	0.8119
	y ₃ = 17.5 + 4.5 X	1	y ₄ = 2.99 + 2.475 X	0.7636
3 K.Pulluk	y ₁ = 16.233 + 2.97 X	0.8595	y ₂ = 12.5 + 2.285 X	0.8589
	y ₃ = 13.683 + 7.185 X	0.9925	y ₄ = 4.4833 + 2.375 X	0.7636
Çizel	y ₁ = 12.57 + 3.27 X	0.9741	y ₂ = 9.67 + 2.525 X	0.9743
	y ₃ = 14.403 + 5.655 X	0.9594	y ₄ = 0.8467 + 4.08 X	0.9916



a) Çeki kuvveti ve Gücü

b) Yakıt Tüketimi ve Patinaj

Şekil 6. Çizel Pullukta Toprak İşleme Derinliği ile İşletmecilik Verileri Arasındaki İlişki

Çizelge 6. Çizel Pulluk, Kültivatör ve Kombinasyon Aletlerinin Temel İşletmecilik Verileri

Alet	Derinlik (cm)	Tek.	Çalışma Hızı (m/s)	TBD (kN)	YD (kN)	Fç (kN)	Patinaj (%)	Çeki Gücü (kW)	Yakıt Tüketimi (L/h)
Çizel Pulluk	10	1	0.77	11.47	3.00	14.47	20.20	11.14	4.56
		2		11.95	3.14	15.09	20.90	11.62	4.74
		3		12.18	3.34	15.52	21.10	11.95	4.82
		Ort.		11.87	3.16	15.03	20.73	11.57	4.71
	20	1		17.74	3.00	20.74	23.90	15.97	9.32
		2		18.20	3.14	21.34	25.30	16.43	9.48
		3		16.82	3.34	20.16	23.90	15.52	9.52
		Ort.		17.59	3.16	20.75	24.37	15.97	9.44
	30	1		18.15	3.00	21.15	32.60	16.29	12.78
		2		19.10	3.14	22.24	31.50	17.12	12.88
		3		18.02	3.34	21.36	32.10	16.45	12.94
		Ort.		18.42	3.16	21.58	32.07	16.62	12.87
Kültivatör	10	1	7.80	2.98	10.78	20.20	5.39	9.52	
		2	8.25	3.12	11.37	19.40	5.69	9.34	
		3	8.39	3.29	11.67	19.80	5.84	9.48	
		Ort.	8.15	3.13	11.28	19.80	5.64	9.45	
Yaylı+Kül. + Döner Tırmık komb.	10	1	1.7	9.30	3.78	13.08	16.10	22.23	4.48
		2		9.54	3.87	13.42	15.30	22.81	4.60
		3		9.66	3.97	13.64	15.30	23.18	4.68
		Ort.		9.50	3.87	13.38	15.57	22.74	4.59

Kültivatör ile Çalışmada Temel İşletmecilik Verileri

Kültivatör ile 10 cm toprak işleme derinliğinde; toplam çeki kuvveti 11.28 kN, çeki gücü ihtiyacı 5.64 kW, patinaj %19.8 ve yakıt tüketimi ise 9.45 L/ha olarak saptanmıştır.

Yaylı Kültivatör+Döner Tırmık Kombinasyonu ile Çalışmada Temel İşletmecilik Verileri

Yaylı Kültivatör + Döner Tırmık Kombinasyonu ile 10 cm toprak işleme derinliğinde; toplam çeki kuvveti 13.38 kN, çeki gücü ihtiyacı 22.74 kW, patinaj %15.57 ve yakıt tüketimi ise 4.59 L/ha olarak saptanmıştır.

Sonuç

Tarım alet ve makinelerin çeki kuvvetini belirlemede kullanılacak olan bilgisayar destekli ölçme sisteminin taşınabilir, üniversal, traktör üzerine kolay yerleştirilebilir ve güvenilir özellikte olması sağlanmıştır. Belirlenen sonuçlar ışığında bu düzene kullanılabılır özelliktedir.

Patinaj değerlerinin saptanmasında ise tekerlek üzerine sabit şekilde yerleştirilen manyetik algılayıcıdan gelen sinyaller özel bir ekranda kayıt edilerek gösterilmiştir. Bu düzenek tekerlek üzerine kolay yerleştirilmiş ve arazinin eğiminden etkilenmeden çalışması sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu sistemde güvenilir bir sistemdir.

Kaynaklar

- AKINCI İ, SABANCI A. Toprak İşleme Makineleri ile Çalışmada Temel İşletmecilik Verileri Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15.Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S:384-393, Antalya, 1994.
- AKINCI İ. Traktör-Tarım Makinesi Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı Doktora Lisans Tezi , Adana, 1994.
- ANONYMOUS 1. Strainert Custom Internally Gaged Load Sensing Clevis Pins & Bolts, U.S.Pat.No.3 695 096., Bulletin No.366-4, Union Hill Industrial Park West Conshohocken, PA. 19428-2793, USA, 1994.
- ANONYMOUS 2. PWI Kullanım Kitabı. Esit Elektronik Sistemler İmalat ve Ticaret LTD.ŞTİ. (www.esit.com.tr), Kadıköy-İstanbul, 1996.
- BASTABAN S. Traktör Performansını Belirlemek İçin Kurulan Genel Amaçlı Ölçüm ve Dataloger Seti. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, S:14-23, Antalya, 1994.
- BOWERS CG. Tillage Draft and Energy Measurements for Twelve Southeastern Soil Series. Trans ASAE, 1492-1501, 1989.
- CLARK RL, ADSIT AH. Microcomputer Based Instrumentation System to measure Tractor Field Performance. Transaction ASAE.28: 393-396, 1985.
- IŞIK A. Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makina Ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi Ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No.108. S.209. Adana, 1988.
- KAYIŞOĞLU B. Pullukla Çalışmada Toprak Nemi, İlerleme Hızı, Yakıt Tüketimi Arasındaki İlişkiler ve Teorik Çeki Gücünün Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 202, Araştırma No:77, Tekirdağ, 1994.
- KİRİŞÇİ V. Toprak İşleme Makineleri Çeki Kuvvetlerinin Tarla Koşullarında Tahmininde Kullanılabilecek bir Yöntem. Tarımsal Mekanizasyon 16.Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, Bursa, 1995.
- OLYA İİY. Yerli Yapım Bir Rototillerin Toprağa Yaptığı Fiziksel Etkiler, İş Başarısı ve Güç Tüketimi Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1992.
- SABANCI A. Tarım Traktörleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:46, Adana, 1988.
- SOYSAL Mİ. Biyometrinin Prensipieri.T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No:95, Ders Notu No:64, Tekirdağ, 1993.
- SUNGUR N. Tarım Makinaları İşletme Tekniği. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No. 215. E.Ü. Matbaası, S.97., Bornova, İzmir, 1974.
- ÜLGER P, GÜZEL E, KAYIŞOĞLU B, EKER B, AKDEMİR B, PINAR Y, BAHAN Y. Tarım Makinaları İlkeleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitapları No:29, Tekirdağ, 1996.
- TEZER E. Tarla Tarımı Mekanizasyonu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Teksiri, Adana. 1975.