

## TOPRAK İŞLEMEDE FARKLI İLERLEME HIZLARININ PULLUK ÇEKİ KUVVETİNE VE YAKIT TÜKETİMİNE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Saim BASTABAN (1)

**ÖZET :** Araştırmada, dört gövdeli kültürform tipi bir pullukla 18 cm derinlikte toprak işlenmesi yapılmıştır. İlerleme hızları 3.5 km/h, 5 km/h, 6.5 km/h ve 7.5 km/h olarak seçilmiştir. Seçilen bu hızlarda pulluk çeki kuvveti ve yakıt tüketimi değerleri ölçülmüştür.

En yüksek çeki kuvveti 13.3 kN'la 7.5 km/h'lık ilerleme hızında, en düşük çeki kuvveti ise 9.4 kN'la 3.5 km/h'lık ilerleme hızında elde edilmiştir.

En yüksek yakıt tüketimi 35.3 l/ha'la 3.5 km/h hızda ve en düşük yakıt tüketimi 26.0 l/ha'la 5 km/h'lık ilerleme hızında kaydedilmiştir.

## A RESEARCH ON EFFECTS OF DIFFERENT GROUND SPEEDS ON THE DRAWBAR FORCE AND FUEL CONSUMPTION OF PLOUGH IN TILLAGE

**SUMMARY :** In this study, a moldboard plough with four bottoms was used in tillage at the depth of 18 cm. Ground speeds of 3.5 km/h, 5 km/h, 6.5 km/h and 7.5 km/h were considered. Plough drawbar force and fuel consumption were measured with the aid of data acquisition system.

The highest drawbar force was obtained as 13.3 kN at the ground speed of 7.5 km/h, while the lowest drawbar force was obtained as 9.4 kN at the ground speed of 3.5 km/h.

The highest fuel consumption of 35.3 l/ha was found for the ground speed of 3.5 km/h, while the lowest one of 26.0 l/ha was found for the ground speed of 5 km/h.

---

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Erzurum.

## **GİRİŞ**

Toprak işleme ile ilgili yapılan çalışmalarda pulluk çeki kuvvetine ve yakıt tüketimine etkili olan önemli faktörler, traktör ilerleme hızı, pulluk iş genişliği, pulluk iş derinliği ve toprak direnci olarak sıralanabilir (Girma, 1992).

Toprak işlemenin uygun ilerleme hızı ve işleme derinliğinde yapılması, yetiştirilen ürünün maliyetini düşürmektedir (Summers ve ark., 1986).

Çok düşük veya çok yüksek hızlarda pullukla toprak işleme, yakıt tüketimini önemli miktarlarda artırmaktadır (Pascal ve ark., 1985).

Farklı yapıdaki üç dipkazanın (subsoiller) değişik hızlardaki çeki kuvvetleri, çeki güçleri ve yakıt tüketimleri bakımından karşılaştırmalarında, ilerleme hızı çeki kuvvetinin ve yakıt tüketiminin artmasına neden olmuştur (Smith ve Williford, 1988).

Toprak işlemede çeki gücünü ve yakıt tüketimini etkileyen önemli parametreler; ilerleme hızı, alet iş genişliği, alet iş derinliği, toprak penetrasyon direnci, toprak nemi, işlenen alandaki bitki anız örtüsü ve bitki kök yapısıdır (Upadhyaya ve ark., 1984; Garner ve ark., 1991).

Tarımda kullanılan aletlerin çeki kuvvetinin ve çeki gücünün bilinmesi aletin tasarımında ve kullanılmasında oldukça önemlidir. Büyük işletmelerde traktör seçiminde çeki gücü bir kriter olarak kabul edilmektedir (Upadhyaya ve ark., 1985).

Yapılan bu çalışmada; tarla koşullarında değişik ilerleme hızlarındaki pulluk çeki kuvveti, çeki gücü ve yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir.

## **MATERYAL VE METOT**

### **Materyal**

#### **Deneme Yeri**

Denemeler, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesinin, buğday-nadas yönteminin uygulandığı tınlı yapıya sahip (Baykam, 1970) topraklarında yürütülmüştür. Toprak işleme anında 0-30 cm derinlikte alınan toprak örneklerindeki nem oranı % 14 olarak belirlenmiştir (Ergene, 1982).

#### **Denemelerde Kullanılan Pulluğun Teknik Özellikleri**

Denemelerde Alpler yapımı 285 kg ağırlığında, 880 mm iş genişliğinde, 4 gövdeli kültürform tipi kulaklı pulluk kullanılmıştır. Pulluk traktöre üç nokta bağlantı düzeniyle bağlanmıştır.

#### **Güç Kaynağı**

Güç kaynağı olarak 49.4 kW/2100 d/min gücünde iki tekeri muharrir Ford

5000 S traktörü kullanılmıştır (Anon., 1984).

## Metot

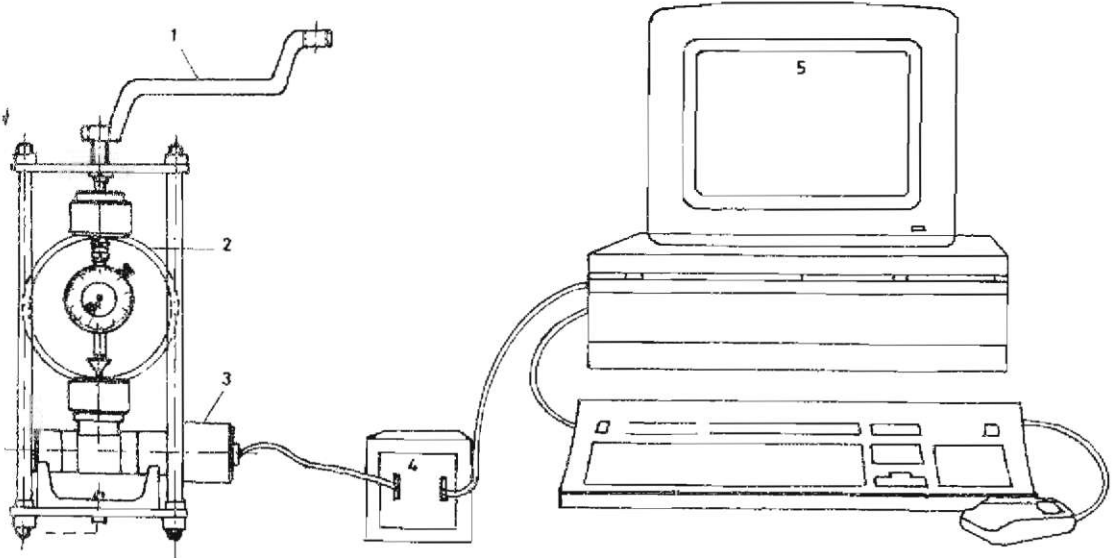
### Çeki Kuvvetinin Ölçülmesi

Çeki kuvveti, 38 mm çapındaki yüksek alaşımlı (AISI 302) çelik malzemeye özel olarak yerleştirilmiş olan uzama telleri yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümlerde üç adet mil kullanılmış olup herbir milin ağırlığı 1750 gram, iç direnci 350 ohm, maksimum çıkış gerilimi 5 volt ve en büyük yükleme kapasitesi 68 kN'dur.

Tarla çalışmalarına başlamadan önce millerin kalibrasyonu, bölüm laboratuvarında kurulan kalibrasyon düzeneği ile yapılmıştır (Şekil 1). Yüklemeler 20 N'luk duyarlıdaki Proving Kalibrasyon Halkası ile gerçekleştirilmiştir.

Kalibrasyon halkası üstten tek noktadan yükleme yapacak ekilde bir civata ve çevirme koluna sahiptir. Yüklenen değerler halkanın ortasında bulunan bir göstergeden okunmuştur.

Her mil için yüklenen yük, çıkış gerilimi mV olarak Lab card-Test programı yardımıyla bilgisayar ekranından okunmuştur.



1. Çevirme kolu, 2. Proving kalibrasyon halkası,  
3. Kuvvet ölçme mili, 4. Data logger, 5. Personel kompüter

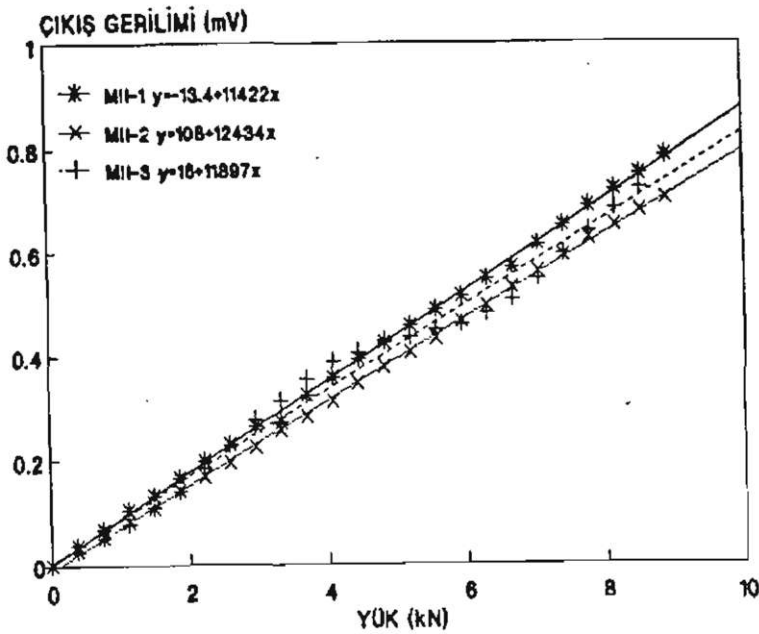
Şekil 1. Kalibrasyon seti  
Figure 1. Calibration setup

Kullanılan millerin regresyon eşitliğini hesaplamada millere 200 N'dan başlanarak 9 kN'a kadar yüklemeler yapılmıştır.

Her 200 N'luk yüklemeye karşı okunan çıkış gerilimi (mV) kaydedilerek regresyon eşitlikleri çıkarılmıştır (Şekil 2). Şekil 2 incelendiğinde millerin her üçünde de yüklemelere karşı çıkış gerilim voltajları (mV) birbirine yakın olduğu, yüklemeler ile çıkış gerilim voltajları arasında lineer ( $R^2 \geq 0.999$ ) bir ilişkinin bulunduğu saptanmıştır.

Uzama telleri millere direkt yatay kuvveti ölçebilecek konumda yerleştirilmiştir. Traktör hidrolik kollarına kolayca takılıp sökülebilecek şekilde adaptörler yapılmış ve bu şekilde pulluğun traktöre bağlantısı sağlanmıştır.

Her üç kolda ölçülen kuvvetlerin toplamı, pulluk çeki kuvveti olarak değerlendirilmiştir (Garner ve ark., 1988).



Şekil 2. Kuvvet ölçme millerinin regresyon eğrileri ve regresyon eşitlikleri

Figure 2. Regression curves and regression equations related to force sensors

Bu üç milin herbirinden aynı anda, saniyede 4'er data olmak üzere 60 saniyelik süreyle değerler alınmıştır. Bu işlem 4 tekerrürlü olarak tekrarlanmıştır. Her mil için 960 data kaydedilmiştir. Üç mil için kuvvetlerin toplamı, ortalaması ve

standart sapması aynı anda eş zamanlı olarak Labtech Notebook Programıyla kaydedilmiştir.

Çeki kuvveti 3.5, 5, 6.5 ve 7.5 km/h ilerleme hızlarında çılışılarak belirlenmiştir. Traktörün ilerleme hızı, makro ışık dalgalarıyla çalışan hız radarı yardımıyla 0.1 km/h duyarlılıkta ölçülmüştür.

Yakıt tüketiminin belirlenmesinde 1/36 ml'lik duyarlıkta ölçüm yapabilen yakıt sensörlerinden yararlanılmıştır. Uzunluğu 150 m, genişliği 3.60 m olan parsellerde, 4 tekerrürlü olarak işlenen alanlarda, yakıt tüketimi l/ha ve l/h olarak ölçülmüştür (Bowes, 1989).

Pullukla toprağın işlenmesi sırasında tüketilen yakıt miktarı ile enjektörlerden geri dönüş borusuyla depoya dönen yakıt miktarları ölçülmüştür. Daha sonra harcanan toplam yakıttan geri dönüş borusundan depoya dönen yakıt miktarı çıkarılarak net yakıt tüketimi bulunmuştur.

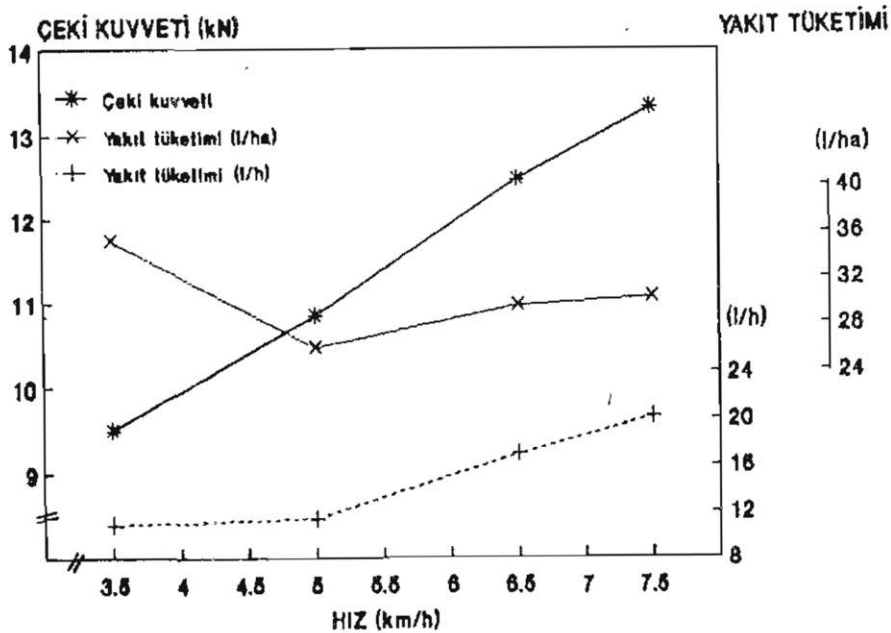
## ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çeki kuvveti ve yakıt tüketimine ilişkin değerler Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde ortalama 18 cm toprak işleme derinliğinde pulluğun 3.5 km/h ilerleme hızındaki ortalama çeki kuvvetinin 9.4 kN, 5 km/h ilerleme hızında 10.8 kN, 6.5 km/h ilerleme hızında 12.4 kN ve 7.5 km/h ilerleme hızında ise 13.3 kN olarak bulunduğu ve ilerleme hızı arttıkça çeki kuvvetinin de arttığı görülmektedir.

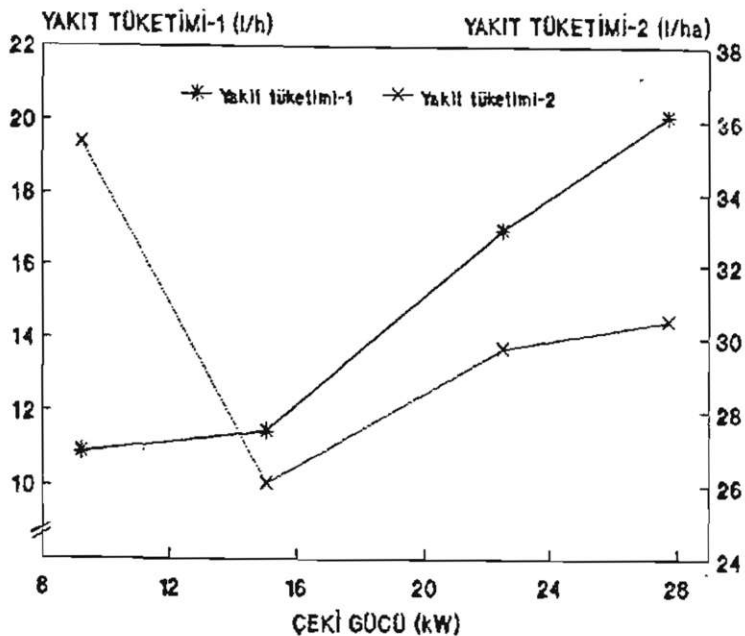
Pulluğun 3.5 km/h'lık bir hızla toprağı işlemesi sırasında hektara yakıt tüketimi 35.379 litre, 5 km/h'lık bir hızda 26.061 l/ha, 6.5 km/h'lık hızda 29.679 l/ha ve 7.5 km/h hızda 30.453 l/ha olarak bulunmuştur. Buna göre hektar başına yakıt tüketimi, 3.5 km/h ilerleme hızında en yüksek değere sahipken, 5 km/h ilerleme hızında % 26.3 oranında azalarak en düşük değere ulaşmış, bundan sonraki 6.5 ve 7.5 km/h'lık ilerleme hızlarında ise daha az oranlarda artış göstermiştir.

Saatlik yakıt tüketimi ile ilerleme hızı arasındaki ilişki Şekil 3'deki gibidir. 3.5 km/h'lık ilerleme hızında 10.8 l/h olan yakıt tüketimi 5 km/h'lık ilerleme hızında çok az bir artışla 11.5 l/h olmuştur. Bundan sonraki hızlarda saatlik yakıt tüketimi daha büyük oranlarda artarak 6.5 ve 7.5 km/h'lık ilerleme hızlarında sırasıyla 16.9 ve 20.1 litre olmuştur.

Çeki gücü ile yakıt tüketimi arasındaki ilişki Şekil 4'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi çeki gücü 9.23 kW iken hektara yakıt tüketimi 35.379 l ile en yüksek değerde iken, çeki gücü 15.05 kW'a ulaştığında yakıt tüketimi 26.061 l/ha'a düşmektedir. Bu noktadan itibaren çeki gücünün 22.5 kW'a yükselmesiyle yakıt tüketimi bir miktar artış göstererek 29.679 l/ha'a, çeki gücü 27.73 kW olduğunda da



Şekil 3. Farklı ilerleme hızlarının pulluk çeki kuvvetine ve yakıt tüketimine olan etkileri  
 Figure 3. The effects of different ground speeds on drawbar force and fuel consumption of plough



Şekil 4. Farklı çeki güçlerindeki yakıt tüketimleri  
 Figure 4. Fuel consumptions for various drawbar powers

yakıt tüketimi 30.454 l/ha'a yükselmiştir. Çeki gücü ile saatlik yakıt tüketimi arasındaki ilişki incelendiğinde (Şekil 4), saatlik yakıt tüketiminin çeki gücüne bağlı olarak farklı oranlarda arttığı görülür. Bu artış çeki gücü 9.23 kW'dan 15.05 kW'a çıktığında çok hafif, 22.5 kW ve 27.73 kW'lık çeki güçlerinde ise daha belirgin olarak görülmüştür.

## SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir :

1. Hektara yakıt tüketimi, en düşük ilerleme hızında en yüksek iken, ilerleme hızı arttıkça önce büyük oranda azalır, sonra küçük oranlarda artış göstermiştir.

2. İlerleme hızı arttıkça saatlik yakıt tüketiminde önce hafif sonra belirgin bir artış görülmüştür.

3. Çeki gücünün artmasıyla hektara yakıt tüketimi ani olarak azalmış sonra tedrici bir şekilde yükselmiştir.

4. Çeki gücü arttıkça saatlik yakıt tüketimi, önce küçük sonra büyük olmak üzere değişik oranlarda artmıştır.

Toprak işlemede kullanılacak aletlerin yapısı, iş genişliği, toprak işleme derinliği ve işlenecek toprağın yapısı göz önüne alınarak, bu aletlerin ilerleme hızları ve optimum çalışma koşulları belirlenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Anonymous, 1984: Nebraska Tractor Test Data. Agricultural Engineers Yearbook of Standarts. ASAE 2950 Niles Road St. Joseph, MI 49085.
- Baykam, Ö.L., 1970. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarının Bazı Özellikleri, Tasnifi ve Haritalanması. Atatürk Üniversitesi Yayınları No : 87, Ziraat Fakültesi Yayınları No : 34, Araştırma Serisi No : 14, Erzurum.
- Bowers, Crowell G., Jr., 1989. Tillage Draft and Energy Measurement for Twelve Southeastern Soil Series. Transactions of the ASAE, Vol. 32 (5).
- Ergene, A., 1982. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No : 586, Ziraat Fakültesi Yayınları No : 267, Erzurum.
- Garner, H.T., Dould, B.R., Dan wolg and U.M. Peiper, 1988. Force Analysis and Application of a Three-Point Hitch Dynamometer, Transactions of the ASAE, Vol. 31 (4).
- Girma, G., 1992. Dymnic Effects of Speed, Depth and Soil Strength upon Forces on Plough Components. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 51 (1).

- Karlen, D.L., Busscher, W.J., Hale, S.A., Dodd, R.B., Strickland, E.E. and T.H. Garner, 1991. Drought Condition Energy Requirement and Subsoiling Effectiveness for Selected Deep Tillage Implements. Transactions of the ASAE, Vol. 34 (5).
- Pascal, J.A., MacIntyre, D., Rackham, D.H. and M.J. Sharp, 1985. Soil Working With Particular Reference to Work at SIAE, SIAE, England.
- Smith, L.A. and J.R. Williford, 1988. Power Requirement of Conventional, Triplex and Parabolic Subsoilers. Transactions of the ASAE, Vol. 32 (6).
- Summers, J.D., Khalilian, A. and D.G. Batchelder, 1986. Draft Relationships for Primary Tillage in Oklahoma Soils. Transactions of the ASAE, Vol. 29 (1).
- Upadhyaya, S.K., Williams, T.H., Kemble, L.J. and N.E. Collins, 1984. Energy Requirements for Chiseling in Coastal Plain Soils. Transactions of the ASAE, Vol. 27 (6).
- Upadhyaya, S.K., Kemble, L.J., Collins, N.E. and F.A. Camargo, Jr., 1985. Accuracy of Mounted Implement Draft Prediction Using Strain Gages Mounted Directly on Three-Point Linkage System. Transactions of the ASAE, Vol. 28 (1).