



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

## Dipkazanda Keski Demiri Kullanımının Performans Karakteristiklerine Etkisi

Nuri ORHAN<sup>a</sup>, Tayfun KORUCU<sup>b</sup>, Alper DİZİBÜYÜK<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Konya, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

<sup>c</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

### ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Sorumlu Yazar: Nuri ORHAN, E-posta: nuriorhan@selcuk.edu.tr, Tel: +90 (332) 223 29 88

Geliş Tarihi: 14 Kasım 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 12 Ocak 2014, Kabul: 30 Ocak 2014

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, dipkazan ile çalışmada gereksinim duyulan traktör çeki gücünün azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerin etkinliğinin belirlenmesidir. Bu amaçla dipkazanın ön kısmına çalışma derinliği dipkazana göre daha az olan iki değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanım takılarak farklı ilerleme hızlarında (yüksek, orta, düşük) çeki kuvveti, çeki gücü, yakıt tüketimi, iş başarısı, toprak penetrasyon direnci, toprak nem içeriği ve hacimsel kütle değerleri tespit edilmiştir. Deneme alanlarının her birinde iki dipkazan uygulaması (titreşimli ve titreşimsiz) uygulanmıştır. Çalışmada; çeki kuvveti, çeki gücü ve yakıt tüketimine ait en düşük değerler titreşimli konumunda normal dipkazan uygulamasında, en yüksek değerler ise sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazan uygulamasında elde edilmiştir. İş başarısına ait en düşük değer sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamasında, en yüksek değer ise sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamasında elde edilmiştir. Titreşimli uygulamalarda iş başarısının artış gösterdiği belirlenmiştir. Hız artışına bağlı olarak iş başarısının bir artış olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dipkazan; Çeki kuvveti; Çeki gücü; Penetrasyon direnci; Yakıt tüketimi; İş başarısı

## The Effects of Using Coulter Attached to the Subsoiler on Performance Characteristics

### ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Nuri ORHAN, E-mail: nuriorhan@selcuk.edu.tr, Tel: +90 (332) 223 29 88

Received: 14 November 2013, Received in Revised Form: 12 January 2014, Accepted: 30 January 2014

### ABSTRACT

The study aims to determine the efficiency of alternative methods for reducing draught-power while working with subsoiler. For that reason, two different apparatus (blade and disc coulter) with working depth of less than subsoiler were attached to the front part of subsoiler and working characteristics, draught force, draught power, fuel consumption,

work efficiency, soil penetration resistance, soil moisture content and bulk density were determined at different forward speed values (high, medium, low). Two subsoiler treatments (vibratory and non-vibratory) were applied at the each experimental site. In this study, the lowest value of draught force, draught power and fuel consumption were obtained on the normal vibratory subsoiler application and the highest value draught force, draught power and fuel consumption were also obtained on the non-vibratory subsoiler equipped with disc coulter application. The lowest value work performance was obtained on the non-vibratory subsoiler equipped with blade coulter application and the highest value was also obtained on the non-vibratory subsoiler equipped with disc coulter application. It was determined that work performance showed rising on vibrant applications. It was also determined that work performance rose depending upon forward speed.

Keywords: Subsoiler; Draught force; Draught power; Penetration resistance; Fuel consumption; Work efficiency

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

## 1. Giriş

Bitkisel üretimde toprağın sahip olması gereken koşulların belirlenmesinde en önemli faktör, yetiştirilecek bitkinin agro-teknik istekleridir. Bitkilerin agro-teknik özelliklerinden başlıcaları; toprak sıcaklığı, hava, su, bitki besin elementleri ve toprağın yoğunluğudur. Toprak yoğunluğunu etkileyen en önemli faktör sıkışmadır. Sıkışma ise, toprak içerisindeki boşluklardan havanın uzaklaştırılması diğer bir ifade ile toprak havasının hacmindeki azalmaya bağlı olarak, toprağın toplam hacminin azalması ve toprak parçacıklarının birbirine yaklaşması ile hacimsel kütesinin artmasıdır (Korucu et al 2003).

Toprak, farklı uygulamalar sonucunda değişik şekillerde sıkışmaya maruz kalmaktadır. Sıkışmanın önlenmesi veya azaltılabilmesi için ise alınması gereken çeşitli önlemlerden birisi de derin toprak işleme veya dip patlatmadır (Kok et al 1996; CASCE 1996; Jones et al 1997 ; 1999; Peet 2002).

Derin toprak işleme veya dip patlatma; topraklarda oluşan sıkışmış taba kayı toprağın yapısına zarar vermeden parçalamak için uç demirinin ünite genişliğine bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle 25 ile 50 cm derinlikte yapılması gereken bir toprak işleme uygulamasıdır. Çalışmalarda, uygun toprak ve nem koşullarında dip patlatmanın verimde % 50'ye varan artışlar sağlayabileceği belirtilmektedir (Kirişçi 1999; Yalçın & Çakır 2006). Bir başka çalışmada ise, derin toprak işlemenin toprak içerisindeki suyun hareketini hızlandırdığı, bitki köklerinin daha derinlere indiği, bitki boyunda daha fazla uzama ve verim de % 35-70 oranında artışa yol açtığını belirtmişlerdir

(Chaudhary et al 1985). Karoonboonyanan et al (2007), titreşimli ve titreşimsiz dipkazan kullanımı sonucunda elde edilen toplam güç, düşey ve yatay çeki kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak farklılıkların ( $P < 0.05$ ) olduğunu belirtmişlerdir. Çelik & Raper (2012), dört farklı tipte (disk keski demirli, beş bıçaklı ilerleme yönünde dönen disk keski demirli, beş bıçaklı ters yönde dönen disk keski demirli ve tek gövdeli) keski demirini dipkazana monte ederek iki farklı derinlikte (25 ve 38 cm) çalıştırmışlar ve ilerleme yönünde ve ters yönde dönen beş bıçaklı keski demirlerinde daha az çeki kuvvetine (% 10-68) ihtiyaç olduğunu belirlemişlerdir.

Çeki kuvveti, bir tarım makinesinin çekilmesi için gereksinim duyulan toprak-bitki direnci ile traktör ve tarım makinesi ağırlığının yenilmesi için gerekli yuvarlanma direncinden oluşan yatay yönlü kuvvettir (Akıncı 1994). Toprak işlemede özellikle derin toprak işlemlerde 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 et al 1984; Karlen et al 1991).

Dipkazan ile çalışmada, toprak işleme derinliği arttıkça gereksinim duyulan traktör çeki gücü de artmaktadır. Yakıt fiyatlarının sürekli artış göstermesinden dolayı tarımda kullanılan enerjinin korunması önemli bir konu haline gelmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaygın kullanılan orta ölçekli güç grubundaki traktör özellikleri dikkate alındığında, güç ve enerji gereksinimi düşük olan dipkazanların kullanımı zorunlu olmaktadır. Bu anlamda traktörlerden



Şekil 1- Normal tip, bıçak ve disk keski tip dipkazanlar

Figure 1- Normal types, blade and disc coulters type subsoilers

daha etkin yararlanmak, toprağa uygulanan patlatmayı daha iyi yapabilmek ve gereksinim duyulan çeki gücünü azaltmak amacıyla titreşimli dipkazanların kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ancak, tarım makineleri üreten firmaların halen sabit dipkazan üretimine daha çok ağırlık verdikleri ve çiftçilerimizin elinde de halen sabit dipkazanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu nedenle sabit dipkazanlarla çalışma sırasında gereksinim duyulan çeki gücünün azaltılmasına yönelik araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, sabit ve titreşimli dipkazanlar ile çalışma sırasında gereksinim duyulan çeki gücünün azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma derinliği dipkazana göre daha az olan ve dipkazan işleyici ünitesi ön kısmına yerleştirilen değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanımlar yapılmış, farklı toprak işleme derinliği ve çalışma hızlarında dipkazanlara ait çalışma karakteristikleri, güç ve enerji gereksinimleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

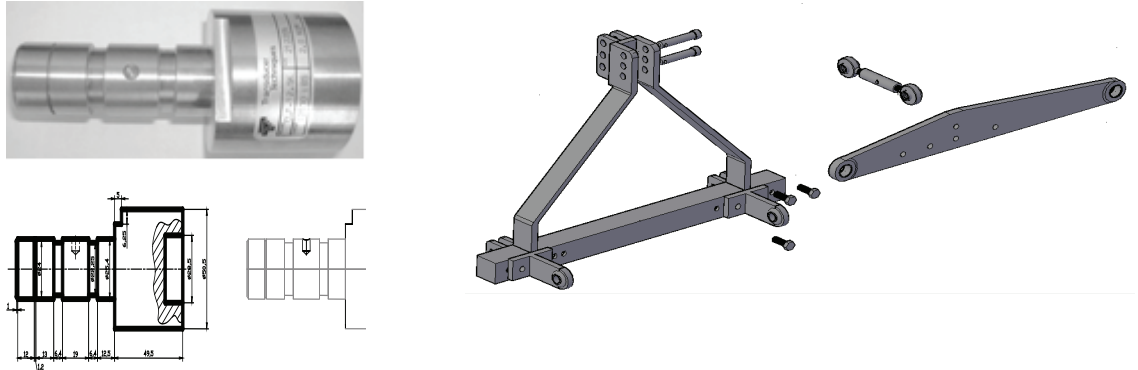
Denemeler, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanlarında 2010 yılı Ağustos ayında yürütülmüştür. Deneme alanında ön bitki olarak buğday yetiştirilmiş ve

uygulamalar buğday anızlı tarla koşullarında yapılmıştır. Buğday anız yüksekliği yaklaşık 20-25 cm arasında olup deneme alanının tamamını (% 100) kaplamaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı killi-tın toprak bünyesine sahip olup organik madde miktarı % 0.63'tür.

Kahramanmaraş ilinin güneyinde Akdeniz iklimi, kuzeyinde ise sert olmayan kara iklimi görülür. Denemelerin yapıldığı 2010 yılında toplam yağış miktarı 626.4 mm, ortalama sıcaklık 24.7 °C olmuştur (MİM 2010).

Araştırmada, asılır tip, tek ayaklı ve dar uç demirli titreşimli bir dipkazan Massey Ferguson 285 S traktörüne bağlanarak kullanılmıştır. Dipkazan ile çalışmada ihtiyaç duyulan çeki kuvvetinin azaltılabilmesi amacıyla dipkazanın hemen ön kısmına yerleştirilecek ve dipkazana göre daha yüzlek çalışacak iki farklı keski demiri (bıçak keski ve disk keski) kullanılmıştır. Çalışma derinliklerinin ayarlanabilmesi için keski demirleri dipkazan çatısına düşey düzlemde ayarlanabilir şekilde ve işleyici üniteden 40 cm uzaklıkta olacak şekilde monte edilmiştir (Şekil 1). Disk keskinin çapı 35 cm ve et kalınlığı 2 cm'dir. Bıçak keskinin uzunluğu 45 cm ve et kalınlığı ise 5 cm'dir.

Çeki kuvveti ölçümleri, traktör üç nokta bağlantı düzenine asılır tip pim esaslı kuvvet ölçüm sistemi ile yapılmıştır (Korucu et al 2007a). Kuvvet ölçme



**Şekil 2- Kuvvet ölçüm pimi ve bağlantı çatası**

*Figure 2- Force measurement of pin and three-point linkage*

sistemi; kuvvet ölçme pimi, bağlantı çatası ve kolları, veri toplama sistemi, güç kaynağı gibi kısımlardan meydana gelmektedir.

Ölçüm sisteminde üç adet kuvvet ölçüm pimi (CLP-12.5K) kullanılmıştır (Şekil 2). Pimlerden bir tanesi üst bağlantı noktasına diğer iki tanesi ise alt bağlantı koluna takılarak ölçümler yapılmıştır. Pimler, laboratuvar koşullarında sinyal şartlandırıcılar kullanılarak test edilmiştir. Ön testlerde DAQ kartın okuyabileceği sinyaller elde edilmiş, buna uygun şartlandırıcı seçimi yapılmıştır. Pimlerden gelen sinyallerin bilgisayara aktarılması ve verilerin ham ve işlenmiş veri olarak depolanması için gerekli ara yüz LabView programı kullanılarak geliştirilmektedir.

Ölçme sistemi bağlantı çatası, universal, taşınabilir, kolay bağlanır ve sökülebilir özellikte, kuyruk mili çalışmasına engel olmayacak ve kuvvet ölçüm pimlerinin yerleşimine olanak sağlayacak bir şekilde yapılmıştır (Şekil 2).

Veri toplama sistemi;

- Sensörlerden gelen analog ve dijital sinyalleri eş zamanlı olarak değerlendirip hafızasında kaydedecek bir adet diz üstü bilgisayar,
- Sensörlerden gelen sinyallerin kartlar tarafından algılanabilmesi için iki adet sinyal koşullandırıcı,
- Yakıt ölçüm sensörlerinden gelen sinyallerin kartlar tarafından algılanabilmesi için iki adet

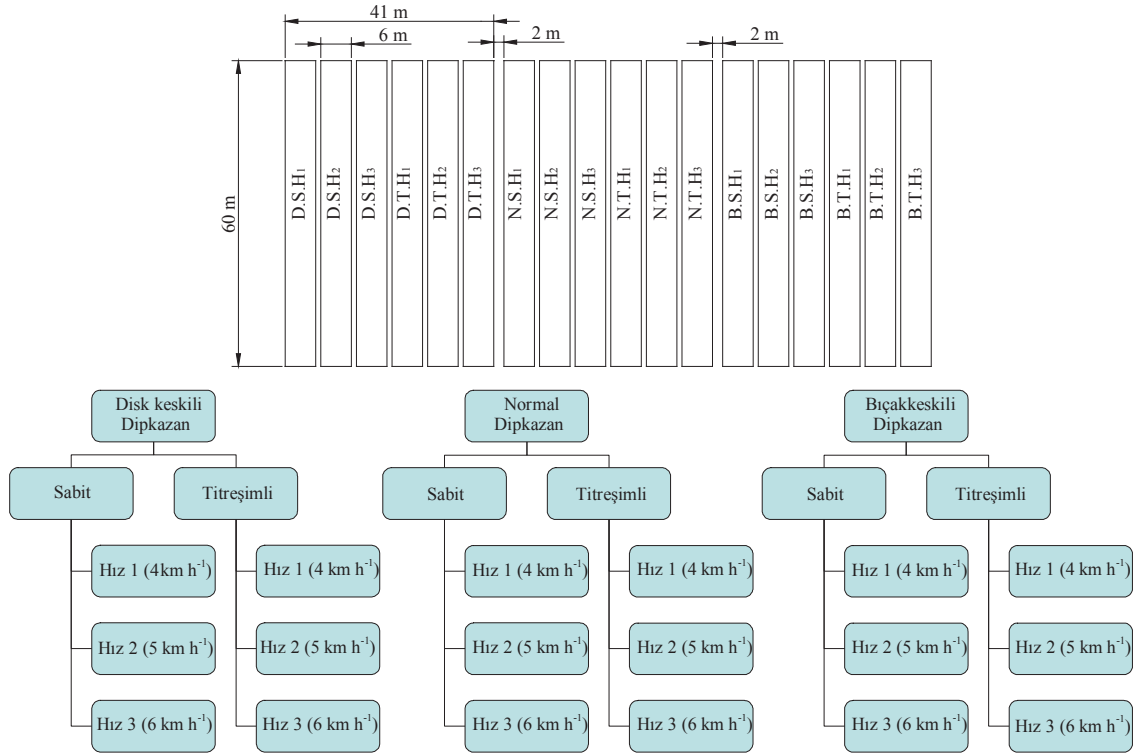
sinyal koşullandırıcı (izole edilmiş dijital girişli modül),

- Kuvvet sensörleri ve yakıt ölçerlerden gelen sinyallerin bilgisayara aktarılması için kullanılan bir adet USB girişli DAQ kart ve
- Veri iletimi için 1 m korumalı kablodan oluşmaktadır.

Tarla çalışmaları sırasında sisteme gerekli elektrik gücü, 12 V, 7 Ah'lık bir kuru aküden sağlanmıştır. Farklı işlemlere ait toplam yakıt tüketiminin belirlenmesi için dijital sayaçlı yakıt sensörü kullanılmıştır. Net yakıt tüketimi, besleme hattı ile geri dönüş hattında ölçülen değerlerin farkından oluşmaktadır. Denemelerde dipkazanın uygulama öncesi ve uygulama sonrası toprak sıkışma düzeyinin belirlenmesi amacı ile Eijkelkamp marka dijital toprak penetrometresi ve toprağın fiziksel özelliklerini (nem içeriği, hacimsel kütle, porozite) belirlemek amacıyla bozulmamış toprak örnekleri almada 100 cm<sup>3</sup>'lük hacme sahip silindirler kullanılmıştır.

## 2.2.Yöntem

Tarla denemeleri; yaklaşık 7620 m<sup>2</sup>'lik (127 m x 60 m) taban taşı problemi olan bir alanda tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 3). Deneme öncesinde yapılan penetrasyon ölçümlerinden bitkisel üretim için eşik değer olan 2 MPa'lık toprak sıkışıklığı düzeyinin



**Şekil 3- Deneme planı**

Figure 3-Trial plan

yaklaşık 25 cm’de başladığı ve 10 cm kalınlığında bu sıkışma probleminin devam ettiği belirlenmiştir. Dıpkazan gövde genişliği ( $w$ ) dikkate alınarak ( $d/w = 6$ ) çalışma derinliği ( $d$ ) sabit olarak ayarlanmıştır. Gövde genişliği ( $w$ ) 7 cm olup çalışma derinliği ( $d$ ) 42 cm olarak belirlenmiştir. İdeal olarak taban taşı problemini ortadan kaldırabilmek için dıpkazanın taban taşı seviyesinden 3-6 cm daha aşağıda çalıştırılması yeterlidir. Taban taşının 25 cm’de başladığı ve yaklaşık 10 cm kalınlığında olduğu dikkate alınarak 42 cm’de yapılacak toprak işleme uygulamasının uygun olduğu görülmektedir.

Deneme planı; *dıpkazan tipi* (normal ( $N$ ), disk keski demirli ( $D$ ) ve bıçak keski demirli ( $B$ )), *çalışma konumu* (sabit ( $S$ ) ve titreşimli ( $T$ )) ve *çalışma hızı* (düşük ( $H_1$ ), orta ( $H_2$ ) ve yüksek ( $H_3$ )) faktörleri dikkate alınarak onsekiz ana parsel ( $3 \times 2 \times 3 = 18 \times 3$

tekrür = 54) üzerine kurulmuştur (Şekil 3). Çalışma hızı farklılığını oluşturmak için traktör, takviyede ve 2. vites kademesinde üç farklı devirde (1000, 1500 ve 2000 d minute<sup>-1</sup>) çalıştırılmıştır. Ölçümler sonucunda her üç hızında birbirine yakın değerler olduğu görülmüştür. Faktör kombinasyonları deneme alanına şansa bağlı olarak dağıtılmıştır.

Deneme alanında, üç farklı derinlikten (0-10, 10-20 ve 20-30 cm) 100 cm<sup>3</sup> hacimli standart silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerinin nem içerikleri ve hacimsel kütle değerleri kuru ağırlık esasına göre hesaplanmıştır (Craig 1984; Korucu et al 2007b; Korucu & Arslan 2009). Deneme alanının toprak sertlik durumunun belirlenmesi için açılan çizinin yanlarına denk gelecek şekilde her parselde 6 noktada (parselin 5-10-20-35-40 ve 55 m) üçer tekerrürlü penetrometre okumaları

yapılmıştır. Penetrasyon ölçümlerinde 60°'lik konik açılı ve 2 cm<sup>2</sup> koni alana sahip konik uç kullanılmıştır. Penetrasyon ölçümleri 1 cm aralıklarla gerçekleştirilmiştir.

Tarla denemelerinde, traktörün arkasına bağlanan dipkazanın çekilmesi için gerekli net çeki kuvveti, üç nokta bağlantı düzenindeki kuvvet pimleri ile ölçülen yatay kuvvetlerin vektörel toplamları ile belirlenmiştir. Her bir düzenleme için ölçülen net çeki kuvveti ve ilerleme hızı değerleri Eşitlik 1 ve 2'de kullanılarak çeki gücü hesaplanmıştır (Akıncı 1994).

$$P_{\phi} = P_1 + P_2 + P_3 \quad (1)$$

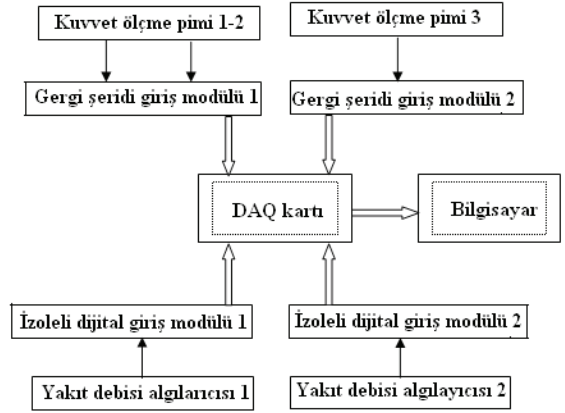
$$N_{\phi} = \frac{P_{\phi} \times V}{1000} \quad (2)$$

Burada;  $P_{\phi}$  net çeki kuvveti (kN);  $P_1$ , sağ alt bağlantı kolu çeki kuvveti (kN);  $P_2$ , sol alt bağlantı kolu çeki kuvveti (kN);  $P_3$ , üst bağlantı kolu çeki kuvveti (kN);  $N_{\phi}$  çeki gücü (kW);  $V$ , net çeki kuvveti (kN);  $V$ , traktör ilerleme hızı (m s<sup>-1</sup>) dir.

$P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  kuvvet değerleri, aktif tarla çalışma süresince ölçme sistemi ile belirli ölçme aralıklarında bağlantı kollarında kaydedilen değerlerin aritmetik ortalaması ve bunlardan yüksüz değerlerin çıkarılması ile elde edilen net çeki kuvveti değerleridir. Kuvvet ölçme pimlerinde yük etkisi ile ölçme sisteminde okunan değerler arasında doğrusal (lineer) bir ilişkinin olduğu ve her bir pime ait regresyon eşitliğinin  $R^2 = 0.999$  ile 1.000 arasında oldukça yüksek bir değerde olduğu görülmüştür.

Yakıt tüketimi traktör yakıt besleme ve geri dönüş hattına bağlanan yakıt sensörlerinden alınan sinyaller ile ölçülmüştür. Araştırma kapsamında kullanılan sensörler, sinyal şartlandırıcılar ve DAQ kartının mevcut dizüstü bilgisayar ile bağlantısı Şekil 4'te şematize edilmiştir.

Ölçümler sırasında ilk olarak traktör parsel başından yaklaşık 5 m geride hazır konuma getirilmiş daha sonra yakıt tüketimi ve çeki kuvveti ölçümlerini yapmak için bilgisayarda ilgili program çalıştırılmıştır. Traktör harekete geçip kararlı bir



Şekil 4- Veri toplama sisteminin şematik görünümü

Figure 4- A schematic view of the data collection system

yapıya geldiği an (parsel başlarında) ölçüm için başlat düğmesine basılmış, dip kazan parselin diğer başından çıkana kadarki süre de ölçüm devam etmiş ve parsel sonunda programın çalışması durdurulmuştur. Ölçümler sonucunda oluşan uç değerler değerlendirmelerde dikkate alınmamıştır.

İlerleme hızı kronometre yardımı ile belirlenmiştir. Traktör, takviyede ve 2. vites kademesinde çalıştırılmıştır. İş başarısının hesaplanması için, dipkazan ile toprak işleme sonrası her parsel de on sekiz noktadan işleme genişliği ölçülmüştür. İşlenen alan ve toplam işleme süresi dikkate alınarak iş başarısı ha gün<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Denemede boşta geçen zamanlar ölçülemediği için zamandan yararlanma katsayısı % 100 olarak düşünülerek boşta geçen süre dikkate alınmaksızın günlük çalışma saati ortalama 8 saat olarak alınmış ve iş başarısı Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır (Dinçer1970).

$$S = B.v.t.k \quad (3)$$

Burada;  $S$ , bir günde işlenen alan miktarı (da gün<sup>-1</sup>);  $B$ , iş genişliği (m);  $v$ , çalışma hızı (km h<sup>-1</sup>);  $t$ , günlük çalışma süresi (h gün<sup>-1</sup>);  $k$ , zamandan yararlanma katsayısı (%)'dir.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS programı kullanılmıştır.

**Çizelge 1- Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri**

Table 1- Physical properties of the soils test area

Parsel isimleri	Nem içeriği (k.b.) (%)			Hacimsel kütle (k.b.) (g cm <sup>-3</sup> )			
	Derinlik (cm)						
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	
D.S.	H <sub>1</sub>	12.91 <sup>ab</sup>	15.13	17.12	1.13	1.33	1.50
	H <sub>2</sub>	13.52 <sup>ab</sup>	16.58	17.08	1.11	1.16	1.31
	H <sub>3</sub>	12.33 <sup>ab</sup>	14.50	15.35	1.16	1.20	1.35
D.T.	H <sub>1</sub>	13.00 <sup>a</sup>	14.60	16.07	1.02	1.40	1.26
	H <sub>2</sub>	4.78 <sup>b</sup>	15.84	13.98	1.10	1.34	1.33
	H <sub>3</sub>	12.54 <sup>ab</sup>	17.45	16.98	1.02	1.24	1.39
N.S.	H <sub>1</sub>	8.35 <sup>ab</sup>	14.62	16.32	1.33	1.10	1.45
	H <sub>2</sub>	11.17 <sup>ab</sup>	16.99	18.49	1.15	1.15	1.21
	H <sub>3</sub>	8.76 <sup>ab</sup>	12.18	14.47	1.28	1.24	1.50
N.T.	H <sub>1</sub>	8.08 <sup>ab</sup>	14.42	17.30	0.99	1.19	1.25
	H <sub>2</sub>	9.53 <sup>ab</sup>	14.58	9.26	1.10	1.22	1.26
	H <sub>3</sub>	11.39 <sup>ab</sup>	13.78	15.99	1.09	1.22	1.32
B.S.	H <sub>1</sub>	8.96 <sup>ab</sup>	16.90	27.42	1.05	0.95	1.54
	H <sub>2</sub>	11.67 <sup>ab</sup>	15.50	11.08	1.21	1.35	1.38
	H <sub>3</sub>	15.21 <sup>a</sup>	14.40	14.22	1.22	1.30	1.16
B.T.	H <sub>1</sub>	9.16 <sup>ab</sup>	13.73	13.90	1.21	1.13	1.18
	H <sub>2</sub>	9.27 <sup>ab</sup>	13.29	20.49	0.90	1.13	1.50
	H <sub>3</sub>	11.23 <sup>ab</sup>	11.03	16.09	1.20	1.40	1.60

Aynı özellikteki uygulamaların sabit ve titreşimli konumlarındaki (ikili) karşılaştırılmalarında t-testi, çoklu karşılaştırmalarında ise varyans analizi ve Tukey testi uygulanmıştır.

**3. Bulgular ve Tartışma****3.1. Toprak fiziksel özellikleri**

Her parselin iki farklı noktasından (5 m ve 40 m), üç farklı derinlikten (0-10, 10-20 ve 20-30 cm) bozulmamış toprak örnekleri alınarak araştırma alanına ait toprak nem içeriği ve hacimsel kütle değerleri (kuru baza göre) belirlenmiştir (Çizelge 1). Katmanlar arasında sadece 0-10 cm derinlikte parseller arası nem içeriği dağılımının % 5 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı olduğu

(P<0.05), hacimsel kütle değerlerinin ise tüm katmanlarda parseller arası dağılımın istatistiksel olarak aynı olduğu belirlenmiştir. Buna göre 0-10 cm derinlikteki nem içeriği haricinde deneme alanının toprak fiziksel özelliklerinin istatistiksel olarak aynı olduğu belirlenmiştir.

Pulluk tabanı probleminin ortadan kaldırılması için kullanılan dipkazan uygulamalarına ait deneme öncesi ve deneme sonrası penetrasyon direnci değerleri 4 cm aralıklı değerlerin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Parseller arasında herbir derinlik katmanı için Tukey testi uygulanmıştır. Dipkazan kullanımı sonrasında yapılan ölçümlere göre D.S.H<sub>1</sub>, D.S.H<sub>2</sub>, ve D.T.H<sub>1</sub> parsellerinde dip patlatma işleminde istenilen derinliğe ulaşılamamıştır. Bunun nedeni anızın disk-

**Çizelge 2- Toprak işleme öncesi penetrasyon direnci değerleri (MPa)**

Table 2- Penetration resistance values of the before tillage

Parseller		Derinlik (cm)										
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
D.S.	H <sub>1</sub>	0.7 <sup>ab</sup>	1.4 <sup>ab</sup>	1.76 <sup>cde</sup>	2.02 <sup>bcd</sup>	2.04 <sup>cd</sup>	1.84 <sup>bcd</sup>	1.98 <sup>bcd</sup>	2.39 <sup>cd</sup>	2.89 <sup>bcd</sup>	2.9 <sup>a</sup>	2.74 <sup>ab</sup>
	H <sub>2</sub>	0.72 <sup>ab</sup>	1.66 <sup>ab</sup>	1.77 <sup>cd</sup>	1.61 <sup>def</sup>	1.79 <sup>de</sup>	1.92 <sup>abcd</sup>	2.18 <sup>bcd</sup>	2.3 <sup>cd</sup>	2.11 <sup>def</sup>	2.14 <sup>bc</sup>	2.39 <sup>abc</sup>
	H <sub>3</sub>	0.37 <sup>ab</sup>	1.15 <sup>cd</sup>	1.52 <sup>cdef</sup>	1.59 <sup>def</sup>	1.52 <sup>e</sup>	1.75 <sup>cd</sup>	1.54 <sup>f</sup>	1.77 <sup>d</sup>	2.12 <sup>f</sup>	1.82 <sup>cd</sup>	1.79 <sup>cde</sup>
D.T.	H <sub>1</sub>	1.05 <sup>a</sup>	1.84 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.25 <sup>ab</sup>	2.17 <sup>bcd</sup>	2.17 <sup>abcd</sup>	2.31 <sup>abc</sup>	1.68 <sup>cd</sup>	3.05 <sup>bc</sup>	3 <sup>a</sup>	–
	H <sub>2</sub>	0.73 <sup>ab</sup>	1.53 <sup>abc</sup>	1.48 <sup>def</sup>	2.19 <sup>ab</sup>	2.68 <sup>a</sup>	2.16 <sup>abcd</sup>	2.79 <sup>ab</sup>	2.34 <sup>cd</sup>	2.79 <sup>bcd</sup>	2.04 <sup>bc</sup>	2.13 <sup>bcd</sup>
	H <sub>3</sub>	0.47 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>d</sup>	0.95 <sup>g</sup>	1.29 <sup>f</sup>	1.41 <sup>e</sup>	1.65 <sup>d</sup>	2.39 <sup>abcde</sup>	2.18 <sup>cd</sup>	2.03 <sup>cdef</sup>	2.46 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>abc</sup>
N.S.	H <sub>1</sub>	0.53 <sup>ab</sup>	1.41 <sup>abc</sup>	1.7 <sup>cde</sup>	1.72 <sup>cde</sup>	2.11 <sup>cd</sup>	2.49 <sup>a</sup>	2.92 <sup>a</sup>	1.99 <sup>cd</sup>	2.35 <sup>cde</sup>	–	–
	H <sub>2</sub>	0.64 <sup>ab</sup>	1.18 <sup>cd</sup>	1.45 <sup>def</sup>	1.44 <sup>ef</sup>	1.54 <sup>e</sup>	2.12 <sup>abcd</sup>	1.99 <sup>bcd</sup>	1.89 <sup>cd</sup>	2.06 <sup>def</sup>	2.06 <sup>ab</sup>	3.2 <sup>ab</sup>
	H <sub>3</sub>	0.98 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>abc</sup>	1.39 <sup>ef</sup>	1.77 <sup>cde</sup>	1.78 <sup>de</sup>	1.82 <sup>bcd</sup>	1.88 <sup>def</sup>	1.76 <sup>d</sup>	1.76 <sup>f</sup>	1.66 <sup>cd</sup>	1.72 <sup>cde</sup>
N.T.	H <sub>1</sub>	0.76 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>abc</sup>	1.6 <sup>cde</sup>	2.02 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>cd</sup>	1.88 <sup>abcd</sup>	1.84 <sup>cdef</sup>	2.98 <sup>b</sup>	–	–	–
	H <sub>2</sub>	1.1 <sup>a</sup>	1.61 <sup>abc</sup>	2.13 <sup>ab</sup>	2.49 <sup>a</sup>	2.55 <sup>ab</sup>	2.08 <sup>abcd</sup>	1.7 <sup>ef</sup>	–	–	–	–
	H <sub>3</sub>	0.68 <sup>ab</sup>	1.26 <sup>c</sup>	1.69 <sup>cde</sup>	1.96 <sup>bcd</sup>	2.23 <sup>bc</sup>	2.23 <sup>abcd</sup>	1.44 <sup>bcd</sup>	1.88 <sup>cd</sup>	1.88 <sup>ef</sup>	2.59 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>a</sup>
B.S.	H <sub>1</sub>	0.31 <sup>b</sup>	1.19 <sup>cd</sup>	1.79 <sup>bcd</sup>	1.91 <sup>bcd</sup>	2.17 <sup>bcd</sup>	2.43 <sup>ab</sup>	1.77 <sup>bcd</sup>	1.71 <sup>cd</sup>	0.2 <sup>def</sup>	–	–
	H <sub>2</sub>	0.55 <sup>ab</sup>	1.41 <sup>abc</sup>	1.7 <sup>cde</sup>	1.64 <sup>cdef</sup>	2.14 <sup>bcd</sup>	2.3 <sup>abc</sup>	2.32 <sup>abcde</sup>	4.19 <sup>a</sup>	–	–	–
	H <sub>3</sub>	0.8 <sup>ab</sup>	1.81 <sup>abc</sup>	1.86 <sup>bc</sup>	1.95 <sup>bcd</sup>	2.18 <sup>bcd</sup>	2.28 <sup>abcd</sup>	2.32 <sup>abcde</sup>	2.5 <sup>cd</sup>	2.79 <sup>bcd</sup>	2.98 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>
B.T.	H <sub>1</sub>	0.8 <sup>ab</sup>	1.14 <sup>cd</sup>	1.24 <sup>fg</sup>	1.42 <sup>ef</sup>	1.97 <sup>cd</sup>	2.34 <sup>abc</sup>	2.43 <sup>abcd</sup>	2.76 <sup>cd</sup>	1.87 <sup>def</sup>	2.18 <sup>bc</sup>	1.19 <sup>cde</sup>
	H <sub>2</sub>	0.79 <sup>ab</sup>	1.32 <sup>bc</sup>	1.58 <sup>cdef</sup>	1.5 <sup>ef</sup>	1.48 <sup>e</sup>	1.64 <sup>d</sup>	1.74 <sup>def</sup>	1.84 <sup>cd</sup>	2.02 <sup>def</sup>	2 <sup>bc</sup>	1.63 <sup>e</sup>
	H <sub>3</sub>	0.66 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>abc</sup>	1.86 <sup>bc</sup>	1.92 <sup>bcd</sup>	2.31 <sup>abc</sup>	2.33 <sup>abc</sup>	2.32 <sup>abcde</sup>	2.14 <sup>cd</sup>	2.4 <sup>cdef</sup>	1.52 <sup>d</sup>	1.51 <sup>de</sup>

**Çizelge 3- Toprak işleme sonrası penetrasyon direnci değerleri (MPa)**

Table 3- Penetration resistance values after tillage

Parseller		Derinlik (cm)										
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
D.S.	H <sub>1</sub>	0.45 <sup>ab</sup>	0.59 <sup>ab</sup>	0.60 <sup>bc</sup>	0.76 <sup>b</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>	2.60 <sup>a</sup>	2.52 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>	2.57 <sup>ab</sup>
	H <sub>2</sub>	0.30 <sup>abc</sup>	0.42 <sup>bcd</sup>	0.52 <sup>cd</sup>	0.66 <sup>bc</sup>	0.75 <sup>bcd</sup>	1.04 <sup>bc</sup>	1.54 <sup>bc</sup>	2.12 <sup>ab</sup>	2.14 <sup>a</sup>	2.16 <sup>bc</sup>	2.16 <sup>bc</sup>
	H <sub>3</sub>	0.52 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.62 <sup>bc</sup>	0.58 <sup>cde</sup>	0.47 <sup>efg</sup>	0.51 <sup>efgh</sup>	0.73 <sup>efghi</sup>	1.37 <sup>cd</sup>	1.71 <sup>bc</sup>	1.31 <sup>cd</sup>	1.43 <sup>cde</sup>
D.T.	H <sub>1</sub>	0.30 <sup>abc</sup>	0.41 <sup>bcd</sup>	0.38 <sup>f</sup>	0.44 <sup>efgh</sup>	0.53 <sup>ef</sup>	0.73 <sup>cdef</sup>	1.59 <sup>b</sup>	2.03 <sup>bc</sup>	3.04 <sup>ab</sup>	3.64 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>
	H <sub>2</sub>	0.28 <sup>abc</sup>	0.55 <sup>abc</sup>	0.91 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.08 <sup>bc</sup>	1.02 <sup>def</sup>	1.33 <sup>cd</sup>	1.33 <sup>cde</sup>	0.18 <sup>e</sup>	2.05 <sup>bc</sup>
	H <sub>3</sub>	0.33 <sup>abc</sup>	0.47 <sup>abcde</sup>	0.41 <sup>def</sup>	0.53 <sup>cdef</sup>	0.61 <sup>cde</sup>	0.78 <sup>cde</sup>	0.89 <sup>ef</sup>	1.02 <sup>de</sup>	0.43 <sup>ef</sup>	0.98 <sup>de</sup>	1.49 <sup>cde</sup>
N.S.	H <sub>1</sub>	0.30 <sup>abc</sup>	0.40 <sup>cdef</sup>	0.50 <sup>cde</sup>	0.47 <sup>defg</sup>	0.52 <sup>ef</sup>	0.52 <sup>cdef</sup>	0.73 <sup>efgh</sup>	1.35 <sup>cd</sup>	1.50 <sup>bcd</sup>	0.86 <sup>de</sup>	0.96 <sup>def</sup>
	H <sub>2</sub>	0.35 <sup>abc</sup>	0.42 <sup>bcd</sup>	0.39 <sup>ef</sup>	0.38 <sup>efgh</sup>	0.41 <sup>efgh</sup>	0.58 <sup>efgh</sup>	0.74 <sup>efghi</sup>	0.76 <sup>defg</sup>	1.11 <sup>cdef</sup>	0.83 <sup>de</sup>	0.82 <sup>def</sup>
	H <sub>3</sub>	0.28 <sup>bc</sup>	0.55 <sup>abc</sup>	0.70 <sup>b</sup>	0.65 <sup>bc</sup>	0.79 <sup>bc</sup>	1.00 <sup>bcd</sup>	1.20 <sup>bcd</sup>	1.12 <sup>de</sup>	1.07 <sup>cdef</sup>	0.90 <sup>de</sup>	0.90 <sup>def</sup>
N.T.	H <sub>1</sub>	0.31 <sup>abc</sup>	0.44 <sup>bcd</sup>	0.37 <sup>fg</sup>	0.35 <sup>ghi</sup>	0.32 <sup>gh</sup>	0.31 <sup>gh</sup>	0.38 <sup>ghi</sup>	0.58 <sup>efg</sup>	0.34 <sup>f</sup>	0.22 <sup>e</sup>	0.27 <sup>f</sup>
	H <sub>2</sub>	0.32 <sup>abc</sup>	0.58 <sup>abc</sup>	0.54 <sup>c</sup>	0.49 <sup>defg</sup>	0.58 <sup>de</sup>	0.89 <sup>bcd</sup>	1.09 <sup>cde</sup>	0.95 <sup>def</sup>	1.56 <sup>bc</sup>	1.57 <sup>cd</sup>	0.56 <sup>ef</sup>
	H <sub>3</sub>	0.32 <sup>abc</sup>	0.49 <sup>abcd</sup>	0.52 <sup>cd</sup>	0.60 <sup>cd</sup>	0.60 <sup>cde</sup>	0.64 <sup>defg</sup>	0.56 <sup>efgh</sup>	0.35 <sup>g</sup>	0.40 <sup>ef</sup>	0.28 <sup>e</sup>	0.58 <sup>ef</sup>
B.S.	H <sub>1</sub>	0.19 <sup>c</sup>	0.31 <sup>def</sup>	0.31 <sup>fg</sup>	0.33 <sup>ghi</sup>	0.89 <sup>ab</sup>	1.24 <sup>b</sup>	0.85 <sup>efg</sup>	0.58 <sup>efg</sup>	1.04 <sup>cdef</sup>	0.43 <sup>e</sup>	0.45 <sup>f</sup>
	H <sub>2</sub>	0.27 <sup>bc</sup>	0.54 <sup>abc</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.48 <sup>defg</sup>	0.42 <sup>efgh</sup>	0.38 <sup>efgh</sup>	0.86 <sup>efg</sup>	0.87 <sup>defg</sup>	1.04 <sup>def</sup>	2.09 <sup>bc</sup>	1.78 <sup>bcd</sup>
	H <sub>3</sub>	0.34 <sup>abc</sup>	0.45 <sup>bcd</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.55 <sup>cde</sup>	0.53 <sup>efg</sup>	0.57 <sup>efgh</sup>	1.42 <sup>bcd</sup>	1.72 <sup>bc</sup>	0.75 <sup>def</sup>	0.36 <sup>e</sup>	0.46 <sup>f</sup>
B.T.	H <sub>1</sub>	0.31 <sup>abc</sup>	0.28 <sup>f</sup>	0.31 <sup>fg</sup>	0.35 <sup>ghi</sup>	0.36 <sup>ghi</sup>	0.34 <sup>gh</sup>	0.30 <sup>hi</sup>	0.40 <sup>fg</sup>	0.51 <sup>ef</sup>	0.25 <sup>e</sup>	0.23 <sup>f</sup>
	H <sub>2</sub>	0.20 <sup>c</sup>	0.29 <sup>ef</sup>	0.30 <sup>fg</sup>	0.30 <sup>hi</sup>	0.40 <sup>efgh</sup>	0.79 <sup>cde</sup>	1.14 <sup>bcd</sup>	0.71 <sup>efg</sup>	0.36 <sup>ef</sup>	0.79 <sup>de</sup>	2.14 <sup>bcd</sup>
	H <sub>3</sub>	0.21 <sup>c</sup>	0.29 <sup>ef</sup>	0.26 <sup>g</sup>	0.26 <sup>i</sup>	0.23 <sup>h</sup>	0.20 <sup>i</sup>	0.28 <sup>i</sup>	0.33 <sup>g</sup>	0.50 <sup>ef</sup>	0.98 <sup>de</sup>	1.17 <sup>cdef</sup>



keski önüne toplanması ve dipkazanın batmasına engel olmasıdır. Çizelge 2 ve 3 karşılaştırıldığında toprak sıkışma probleminin çözülmesi açısından dipkazan ile yapılan en başarılı toprak işleme uygulaması normal dipkazanın titreşimli olarak çalıştırılması ile elde edilmiştir.

### 3.2. Dipkazanlara ait ortalama işletme verileri

Dipkazan uç demirinin ünite genişliği dikkate alınarak standart bir çalışma derinliğinde denemeler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır (42 cm).

Ancak dipkazana takılan ön keskinlerin, tarlada bulunan anızın oluşturduğu tıkama problemi ve toprağın fiziksel özelliklerinin homojen olmaması nedeniyle tarlanın her yerinde eşit derinlikte sürüm yapılmasını olanaksız kılmıştır. Bazı uygulamalarda belirtilen derinliğin altında bazılarında ise üzerinde işleme derinliği oluşmuştur. Parsellere ait ortalama temel işletmecilik verileri ve çeki kuvveti varyasyon analiz sonuçları Çizelge 4 ve 5’de, çeki kuvveti ve çeki gücü değişim grafikleri ise Şekil 5’de verilmiştir.

### Çizelge 4- Dipkazanlara ait ortalama işletme verileri

Table 4- The average operational data relating to subsoilers

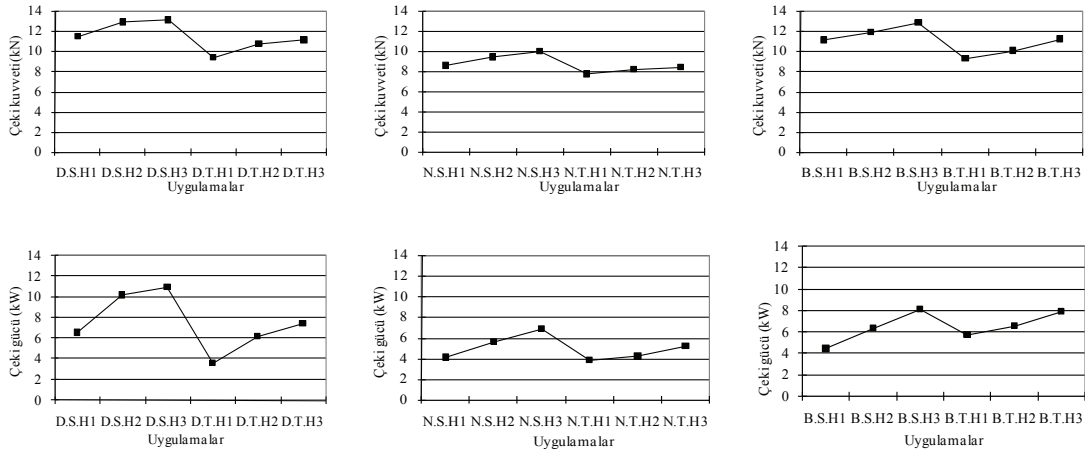
Parseller	İş derinliği (cm)	İlerleme hızı (km h <sup>-1</sup> )	Çeki kuvveti (kN)	Çeki gücü (kW)	Yakıt tüketimi (L ha <sup>-1</sup> )	İş başarısı (ha gün <sup>-1</sup> )	
D.S.	H <sub>1</sub>	41.61	2.06	11.45	6.55	27.3	1.20
	H <sub>2</sub>	34.44	2.85	12.86	10.18	28.8	1.48
	H <sub>3</sub>	36.67	3.02	13.09	10.98	31.9	1.80
D.T.	H <sub>1</sub>	44.78	1.37	9.38	3.57	23.4	0.91
	H <sub>2</sub>	37.28	2.08	10.71	6.19	24.5	1.41
	H <sub>3</sub>	43.06	2.42	11.09	7.45	28.3	1.70
N.S.	H <sub>1</sub>	47.67	1.72	8.53	4.08	21.7	1.08
	H <sub>2</sub>	47.83	2.15	9.39	5.61	23.4	1.33
	H <sub>3</sub>	46.33	2.49	9.95	6.88	25.9	1.62
N.T.	H <sub>1</sub>	43.17	1.79	7.72	3.84	21.8	1.20
	H <sub>2</sub>	48.83	1.85	8.19	4.21	22.3	1.46
	H <sub>3</sub>	46.06	2.22	8.36	5.16	23.8	1.72
B.S.	H <sub>1</sub>	41.94	1.44	11.12	4.45	25.4	0.98
	H <sub>2</sub>	44.50	1.92	11.92	6.36	25.70	1.24
	H <sub>3</sub>	38.50	2.29	12.82	8.15	27.60	1.43
B.T.	H <sub>1</sub>	38.11	2.22	9.29	5.73	23.30	1.43
	H <sub>2</sub>	40.72	2.36	10.05	6.59	25.90	1.57
	H <sub>3</sub>	40.39	2.55	11.21	7.94	27.00	1.77

### Çizelge 5- Çeki kuvveti varyans analizi sonuçları

Table 5- The results of analysis of variance in the draft force

Varyasyon kaynağı	S.D	K.O	Olasılık
Dipkazan tipi (Diskli, Normal, Bıçaklı)	2	40.162	0.00**
Çalışma konumu (Sabit, Titreşimli)	1	33.308	0.00**
Hız (Düşük, Orta, Yüksek)	2	8.020	0.00**
Dipkazan tipi × Çalışma konumu	2	0.461	0.37
Dipkazan tipi × Hız	4	0.664	0.24
Çalışma şekli × Hız	2	0.033	0.93
Dipkazan tipi × Çalışma konumu × Hız	4	0.765	0.18
Hata	36	0.457	
Genel	54		

\*, P<0.05; \*\*, P<0.01



**Şekil 5- Çeki kuvveti ve çeki gücü ortalama değerleri**

*Figure 5- Average values of draught force and draught power*

En yüksek çeki kuvveti değeri 13.09 kN ile D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük çeki kuvveti değeri ise 7.72 kN ile N.T.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Her uygulama kendi içerisinde değerlendirildiğinde hız artışının çeki kuvveti değerini de artırdığı görülmektedir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliğine sahip uygulamalarda titreşimli dipkazan ile elde edilen çeki kuvveti değerlerinin sabit dipkazana göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, çeki kuvveti değerleri üzerine etkisi ( $P < 0.01$ ) çok önemli bulunmuştur. Hem titreşimli hem de sabit konumda dipkazanın normal kullanımı sonucunda elde edilen çeki kuvveti değerlerinin, dipkazanın ön keski (bıçak ve disk) takılarak çalıştırıldığı durumlarda elde edilen çeki kuvveti değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

İstatistiksel olarak da incelediğimizde normal, bıçak ve disk kullanımının, çeki kuvveti değerleri üzerine etkisi ( $P < 0.01$ ) çok önemli bulunmuştur. Bu ise çeki kuvvetinin azaltılması amacı ile kullanılan ön keski beklenen aksine çeki kuvveti değerlerini artırdığını göstermiştir. Çeki kuvveti üzerinde, dipkazan tipi, çalışma şekli ve hız etkisinin % 1 düzeyinde çok önemli ( $P < 0.01$ ), dipkazan tipi  $\times$  çalışma konumu, dipkazan tipi  $\times$

hız, çalışma konumu  $\times$  hız, dipkazan tipi  $\times$  çalışma konumu  $\times$  hız interaksiyon etkilerinin önemsiz ( $P > 0.05$ ) olduğu görülmektedir.

Çeki kuvvetinde olduğu gibi en yüksek çeki gücü değeri de 10.98 kW ile D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında elde edilirken, ilerleme hızındaki farklılıklardan dolayı en düşük çeki gücü değeri 3.57 kW ile D.T.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Çeki kuvveti ile benzer istatistikî özellikler çeki gücünde de elde edilmiştir. Parsellere ait yakıt tüketimi ve iş başarısı varyans analizi sonuçları Çizelge 6-7'de ve değişim grafikleri ise Şekil 6'da verilmiştir.

En yüksek yakıt tüketimi değeri 31.90 L ha<sup>-1</sup> ile N.T.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük yakıt tüketimi değeri ise 21.7 L ha<sup>-1</sup> ile N.S.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliklerinde titreşimli uygulamalardan elde edilen yakıt tüketimi değerlerinin sabit uygulamalara göre biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, yakıt tüketimi değerleri üzerine etkisi % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hem titreşimli hem de sabit konumda dipkazanın normal ve ön keski (bıçak, disk) takılarak kullanımı sonucunda elde edilen yakıt tüketimi değerleri birbirine yakın çıkmıştır. İstatistiksel

**Çizelge 6- Yakıt tüketimi varyans analizi sonuçları***Table 6- The results of analysis of variance in fuel consumption*

<i>Varyasyon kaynağı</i>	<i>S.D</i>	<i>K.O</i>	<i>Olasılık</i>
Dipkazan tipi (Diskli, Normal, Bıçaklı)	2	21.26	0.14
Çalışma konumu (Sabit, Titreşimli)	1	62.81	0.02*
Hız (Düşük, Orta, Yüksek)	2	50.78	0.01*
Dipkazan tipi × Çalışma konumu	2	32.1	0.06
Dipkazan tipi × Hız	4	10.54	0.41
Çalışma şekli × Hız	2	16.28	0.22
Dipkazan tipi × Çalışma konumu × Hız	4	14.69	0.25
Hata	36	10.42	
Genel	54		

\*, P&lt;0.05; \*\*, P&lt;0.01

**Çizelge 7- İş başarısı varyans analizi sonuçları***Table 7- The results of analysis of variance in work efficiency*

<i>Varyasyon kaynağı</i>	<i>S.D</i>	<i>K.O</i>	<i>Olasılık</i>
Dipkazan tipi (Diskli, Normal, Bıçaklı)	2	0.477	0.00**
Çalışma konumu (Sabit, Titreşimli)	1	0.622	0.00**
Hız (Düşük, Orta, Yüksek)	2	0.333	0.00**
Dipkazan tipi × Çalışma konumu	2	0.438	0.00**
Dipkazan tipi × Hız	4	0.018	0.58
Çalışma şekli × Hız	2	0.034	0.27
Dipkazan tipi × Çalışma konumu * Hız	4	0.008	0.87
Hata	36	0.025	
Genel	54		

\*, P&lt;0.05; \*\*, P&lt;0.01

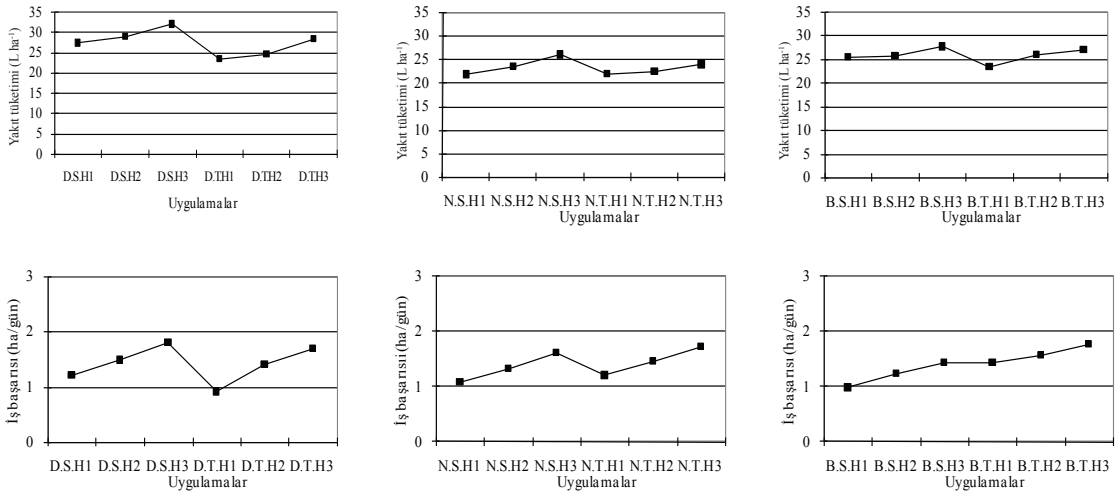
olarak da incelediğimizdenormal, disk-keski ve bıçak-keski kullanımının yakıt tüketimi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

En yüksek iş başarısı değeri 1.80 ha gün<sup>-1</sup> ile D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük iş başarısı değeri ise 0.91 ha gün<sup>-1</sup> ile D.T.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliğine sahip uygulamalarda titreşimli dipkazanda elde edilen iş başarısı değerlerinin sabit dipkazana göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, iş başarısı değerleri üzerine etkisi % 1 düzeyinde (P<0.01) çok önemli bulunmuştur. Dipkazanın ön kısmına takılan disk keski ve bıçak keskinin çalışma şekli (sabit, titreşimli) göre artış gösterdiği görülmektedir. İstatistiksel olarak da

normal, disk-keski ve bıçak-keski kullanımının, iş başarısı değerleri üzerine etkisi (P<0.01) çok önemli bulunmuştur.

**4. Sonuçlar**

Dipkazan kullanımından önce ve sonra deneme alanına ait penetrasyon direnç değerleri karşılaştırıldığında, penetrasyon direncini en çok azaltan uygulamaların 1.27-1.28 MPa'lık değerler ile titreşimli konumda normal donanımlı dipkazan ve titreşimli konumunda bıçak keski donanımlı dipkazan olduğu ortaya çıkmıştır. En düşük çeki kuvveti titreşimli konumunda normal dipkazanda, en yüksek çeki kuvveti ise sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Ön



**Şekil 6-Yakıt tüketimi ve iş başarısı ortalama değerleri**

*Figure 6-Average values of fuel consumption and work efficiency*

kısma takılan disk keski ve bıçak keskinin çeki kuvvetini arttırdığı belirlenmiştir.

Çeki kuvvetinin ortalama değerleri incelediğinde disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), normal sabit, normal titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları sırası ile 12.46, 10.39, 9.29, 8.08, 11.95 ve 10.18 kN olarak bulunmuştur. En düşük çeki kuvveti değeri titreşimli konumunda normal dipkazanda, en yüksek değeri ise sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Standart ve titreşimli uygulamaların ortalama çeki kuvveti değerleri sırası ile 11.24 ve 9.56 kN bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda, sabit uygulamalara göre çeki kuvveti değerlerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama çeki kuvveti değerleri sırası ile 11.09, 10.52 ve 9.58 kN olarak bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak çeki kuvveti değerinde de bir artış olduğu belirlenmiştir.

Çeki gücünün ortalama değerleri disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), normal sabit, normal titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları sırası ile 9.24, 5.73, 5.52, 4.40, 6.32 ve 6.75 kW olarak bulunmuştur. En düşük çeki

gücü değeri titreşimli tip normal dipkazanda, en yüksek değer ise sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Dipkazanın ön kısmına takılan disk keski ve bıçak keskinin çeki gücünü arttırdığı belirlenmiştir. Sabit ve titreşimli uygulamaların ortalama çeki gücü değerleri sırası ile 7.03 ve 5.63 kW olarak bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda, normal uygulamalara göre çeki gücü değerlerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama çeki gücü değerlerini incelediğimizde sırası ile 11.09, 6.53 ve 4.07 kW olarak bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak çeki gücü değerinde de bir artış olduğu belirlenmiştir.

Yakıt tüketiminin ortalama değerleri disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), normal sabit, normal titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları için sırasıyla 29.33, 25.4, 23.6, 22.6, 26.23 ve 25.4 L ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En düşük yakıt tüketimi değerine titreşimli tip normal dipkazanda, en yüksek değere ise sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Dipkazan aletinin ön kısmına takılan disk keski ve bıçak keskinin yakıt tüketimini arttırdığı

Kısaltmalar ve Semboller	
B.S.H <sub>1</sub>	sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan (düşük hız)
B.S.H <sub>2</sub>	sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan (orta hız)
B.S.H <sub>3</sub>	sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan (yüksek hız)
B.T.H <sub>1</sub>	titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan (düşük hız)
B.T.H <sub>2</sub>	titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan (orta hız)
B.T.H <sub>3</sub>	titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan (yüksek hız)
D.S.H <sub>1</sub>	sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan (düşük hız)
D.S.H <sub>2</sub>	sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan (orta hız)
D.S.H <sub>3</sub>	sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan (yüksek hız)
D.T.H <sub>1</sub>	titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan (düşük hız)
D.T.H <sub>2</sub>	titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan (orta hız)
D.T.H <sub>3</sub>	titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan (yüksek hız)
N.S.H <sub>1</sub>	sabit konumlu normal donanımlı dipkazan (düşük hız)
N.S.H <sub>2</sub>	sabit konumlu normal donanımlı dipkazan (orta hız)
N.S.H <sub>3</sub>	sabit konumlu normal donanımlı dipkazan (yüksek hız)
N.T.H <sub>1</sub>	titreşimli konumda normal donanımlı dipkazan (düşük hız)
N.T.H <sub>2</sub>	titreşimli konumda normal donanımlı dipkazan (orta hız)
N.T.H <sub>3</sub>	titreşimli konumda normal donanımlı dipkazan (yüksek hız)

belirlenmiştir. Normal ve titreşimli uygulamaların ortalama yakıt tüketimi değerleri sırası ile 26.42 ve 24.48 L ha<sup>-1</sup> bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda, normal uygulamalara göre yakıt tüketiminde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama yakıt tüketimi değerleri sırası ile 27.42, 25.10 ve 23.82 L ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak yakıt tüketiminde de bir artış olduğu belirlenmiştir.

İş başarısının ortalama değerleri disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), normal sabit, normal titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları için sırası ile 1.6, 1.29, 1.40, 1.34, 1.25 ve 1.59 ha gün<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En düşük iş başarısı normal konumlu bıçak keski donanımlı dipkazanda, en yüksek değer ise sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. En düşük iş başarısının normal konumda bıçak keski elde edilmesinin sebebi bıçak keskinin dipkazanın ön kısmına dikey olarak bağlantısı olabilir. Bıçak keski dipkazan ayağı ile aynı açıda konumlandırılmış olsaydı iş başarısı daha yüksek değerde elde edilebilirdi. Dipkazanın ön kısmına takılan disk keski ve bıçak keskinin çalışma şekline (sabit, titreşimli) göre iş başarısının artış gösterdiği belirlenmiştir.

Sabit ve titreşimli uygulamaların ortalama iş başarısı değerleri sırası ile 1.35 ha gün<sup>-1</sup> ve 1.46 ha gün<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda iş başarısının artış gösterdiği belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama iş başarısı değerleri sırası ile 1.67, 1.42 ve 1.13 ha gün<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak iş başarısında bir artış olduğu belirlenmiştir.

Taban taşı problemini çok daha etkin bir şekilde ortadan kaldırmak için taban taşının bulunduğu derinliğin tespit edilmesi ve dipkazanın bu derinlikten 3-6 cm daha derinde çalıştırılması ayrıca sabit bir dip kazan ile çalışmaktansa titreşimli bir dipkazanın tercih edilmesi gerekmektedir. Titreşimli dipkazanın kullanımı ile etkin bozulma alanı artacak ve daha geniş aralıklarla dipkazanın çekilmesi ile iş başarısında artış, zamandan, iş gücünden ve yakıttan da tasarruf sağlanmış olacaktır. Titreşimli dipkazan uygulamalarında çeki kuvveti ve çeki gücünde azalmanın olduğu buna bağlı olarak da tarlada çalışma sırasında traktörü daha az zorlayacağı ve ilerleme hızını olumlu yönde etkileyeceği de görülmektedir. Traktörün daha az zorlanıyor olması ve ilerleme hızındaki artış yine zaman, iş gücü ve yakıttan tasarruf sağlanmasına neden olacaktır.

## Kaynaklar

- Akıncı İ (1994). Traktör-Tarım Makinası Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana, Türkiye
- CASCE (1996). Soil Compaction and Conservation Tillage. College of Agricultural Sciences Cooperative Extension, Conservation Tillage Series, Number Three, [www.agronomy.psu.edu/ Extension/ CT/ uc125.pdf](http://www.agronomy.psu.edu/Extension/CT/uc125.pdf) (Erişim tarihi: 18/04/2011)
- Chaudhary M R, Garji P R, Prihar S S & Khera R (1985). Effect of Deep Tillage on Soil Physical Properties and Maize Yields on Coarse Textured Soils. *Soil and Tillage Research* 6(1): 31-44
- Craig R F (1984). Soil Mechanics (Third Edition). Wokingham, England. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd
- Çelik A & Raper R (2012). Design and Evaluation Of Ground-Driven Rotary Subsoilers. *Soil Tillage Research* 124(1): 203-210
- Diñer H (1970). Tarla Alet ve Makinalarının İş başarıları Hesaplanmasında Pratik Metot. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi - Journal of the Faculty of Agriculture 1(2): 49-62
- Jones A J, Dickey E C, Eisenhauer D D & Wiese R A (1997). Identification of Soil Compaction and Its Limitation to Rot Growth. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. NebGuide G87-831-A
- Jones A J, Wiese R A & Dickey E C (1999). Management Strategies to Minimize and Reduce Soil Compaction. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. G89-896-A
- Karlen D L, Busscher W J, Hale S A, Dodd R B, Strickland E E & Garner T H (1991). Draught Condition Energy Requirement and Subsoiling Effectiveness for Selected Deep Tillage Implements, *American Society of Agricultural and Engineers* 34(5): 1967-1972
- Karoonboonyanan R, Salokhe V M, Niyamapa T & Nakashima H (2007). Vibration Effects on the Performance of a Single-Shank Subsoiler. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript PM 07 018. Vol. IX. September
- Kirişçi V (1999). Pulluk Tabanı ve Dipkazan Kullanımı. *Cine Tarım Dergisi* 17
- Kok H, Taylor R K, Lamond R E & Kessen S (1996). Soil Compaction Problems and Solutions. [www.oznet.ksu.edu/library/CRPSL2/AF115.pdf](http://www.oznet.ksu.edu/library/CRPSL2/AF115.pdf)
- Korucu T, Kirişçi V & Selvi K Ç (2003). Toprak Sıkışmasını Azaltmaya Yönelik Traktör ve Makina Kullanım İlkeleri, *Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi*, 3-5 Eylül, Konya, s.172-178
- Korucu T, Arslan S, Aybek A, Say S M & Üçgül M (2007a). Çeki Kuvveti Ölçüm Setinin Oluşturulması İçin Alt Yapı Hazırlığı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi, Proje No: 2005/5
- Korucu T, Arslan S, Dikici H & Tanrıverdi Ç (2007b). Hasat Sonrası Dönemin ve Anız Yakmanın Toprak Penetrasyonu ve Nem İçeriği Değişimine Etkisi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 3(1): 41-49
- Korucu T & Arslan S (2009). Effects of Direct and Conventional Planting on Soil Properties and Yield Characteristics of Second Crop Maize. *Tarım Bilimleri Dergisi* 15(2): 157-165
- MİM (2010). Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü Gözlem Kayıtları (Erişim tarihi: (12/05/2011)
- Önal İ (2003). Toprağın Fiziksel Kalite (Soil Tilth) İndeksi ve Toprak İşleme Performansının Belirlenmesinde Kullanılması, Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, İzmir-Türkiye, s.57-96
- Peet M (2002). Managing Soil Physical Characteristics. [http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/soil/phy\\_char.html](http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/soil/phy_char.html) (Erişim tarihi: 14/05/2011)
- Upadhyaya S K, Williams T H, Kemble L J & Collins N E (1984). Energy Requirements for Chiseling in Coastal Plain Soils. *American Society of Agricultural and Engineers* 27(6): 1643-1649
- Yalçın H & Çakır E (2006). Tillage Effects and Energy Efficiencies of Subsoiling and Direct Seeding in Light Soil on Yield On Second Crop Corn for Silage in Western Turkey, *Soil and Tillage Research* 90(1-2): 250-255