

Koni Taban Alanının Penetrasyon Direncine Etkisi

Engin ÖZGÖZ

Ebubekir ALTUNTAŞ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Tokat

ÖZET : Bu çalışma ile, patates anızlı tarla koşulunda killi-tınlı toprakların işlenmiş ve işlenmemiş durumlarında, toprak penetrasyon direncinin; hacim ağırlığı, profil derinliği ve penetrometre ucu taban alanına bağlı olarak değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Penetrasyon direncinin ölçümünde penetrograf ve proctor penetrometresi ve her bir penetrometreye ait 4 farklı uc kullanılmıştır. Sonuçta; toprak işleme ile penetrasyon direncinin azaldığı, profil derinliğindeki artışla arttığı ve uç farklılığının penetrasyon direncini önemli seviyede değiştirdiği saptanmıştır. İki farklı penetrometre ile ölçülen penetrasyon direnci değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

The Effect of Cone Base Area to Penetration Resistance

ABSTRACT : The aim of this study; was to investigate changes of the soil penetration resistance with bulk density, profile depth and cone base area at soil tillage and potato stubble field in the condition of soil with clay loam.

Penetrograph and proctor penetrometer were used to measurement of the penetration resistance. Each penetrometer have four different cone size. As result, penetration resistance has decreased with soil tillage, increased with profile depth and cone size have significantly changed the penetration resistance at the 1%($P<0.01$) of significant level. There was not significant relationship between penetration resistance value obtained by two different penetrometer.

1. GİRİŞ

Bitkisel üretim sisteminin ana elemanlarından birisi olan toprağın verimliliği; onun fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar açısından canlılığı ile yakından ilgilidir. Toprağın fiziksel olarak canlı veya verimli olması, bitki gelişimini engellemeyecek düzeyde en uygun sertlikte bulunmasına bağlıdır. Toprağın sıkışıklığı; uygulanan tarım tekniği, ekim nöbeti vb. gibi faktörlerin yanında kullanılan tarım makinelerinin tipi ve toprağın üzerindeki makine trafiğinin bir fonksiyonu olarak değişim göstermektedir(1).

Toprak sıkışıklığı bitki gelişimini ve toprağa bırakılan tohumun çimlenmesini sınırlayan en önemli fiziksel faktörlerin başında yer almaktadır. Koni indeksine etki eden faktörlerin başında; toprak yoğunluğu, topraktaki organik madde miktarı, toprak ile koni yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısının büyüklüğü, topraktaki kil miktarı, toprak nem, koniğin toprak içerisindeki ilerleme hızı, koni uç açısı ve koni taban alanı gibi parametreler gelir. Penetrometre konisi standartlaştırılmış olup taban alanı 323 mm², uç açısı da 30°'dir. Standart delme hızı 30 mm/s olarak verilmiştir(2,3).

Yapılan araştırmalar; penetrometre ile 'statik penetrometre ölçümleri' olarak tanımlanan yöntemlerin tarım toprakları için daha uygun olduğunu gösterdiğinden, bu yöntem tarla toprağında üretim sezonu boyunca oluşan toprak sıkışıklığını ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır(4). Standart penetrometre ölçümlerinde esas, penetrometre ucunun toprak yüzeyinden başlayarak toprağı standart bir hızda delmesinin sağlanması olup delme anında uca uygulanan kuvvetin ucun taban alanına oranlanması ile bulunan değerlerin toprağın penetrasyon direnci veya koni indeksi olarak tanımlanmasıdır(5).

Toprak sıkışıklığı; toprağın yapısına, yoğunluğuna, nem ve organik madde içeriğine bağlı

olarak değişebilen bir parametre olup penetrometre adı verilen bir cihaz yardımıyla ölçülür(4, 6).

Penetrasyon test verilerine etkili olan özelliklerden bazıları; koni büyüklüğü ile penetrometre şaftının büyüklüğü, koninin yüzeyi, koninin şekli, büyüklüğü ve penetrasyon oranıdır(6).

ASAE 1983 tarafından toprak koni penetrometre testleri için standart hazırlanarak penetrasyon direncinin, sonuçların uygun yorumlanmasına ve testlerin üniform olması için yüzey sertliği ve penetrasyon oranı, koni şekli ve boyutu gibi bir çok faktöre bağlı olduğu kaydedilmiştir(7).

Bu çalışmada; killi-tın bünye özelliğindeki toprak koşulunda patates anızlı tarlada, işlenmiş ve işlenmemiş toprak durumlarında; toprak penetrasyon direncinin penetrometre ucu taban alanına bağlı olarak değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırma Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde, killi-tınlı bünyeye sahip patates anızlı tarlada yürütülmüştür. Toprak işleme uygulaması için deneme alanı kulaklı pullukla işlendikten sonra diskaro çekilmiştir. Toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası toprağın bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme alanlarının iki farklı derinlikteki hacim ağırlığı ve nem içeriğini belirlemek amacıyla 100 cm³ hacimli çakma silindireleri kullanılarak bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinin tartılmasında 0.01 g ölçüm hassasiyetli elektronik bir tartı ve örneklerin kurutulmasında 105 °C'ye ayarlanabilir bir kurutma dolabından yararlanılmıştır.

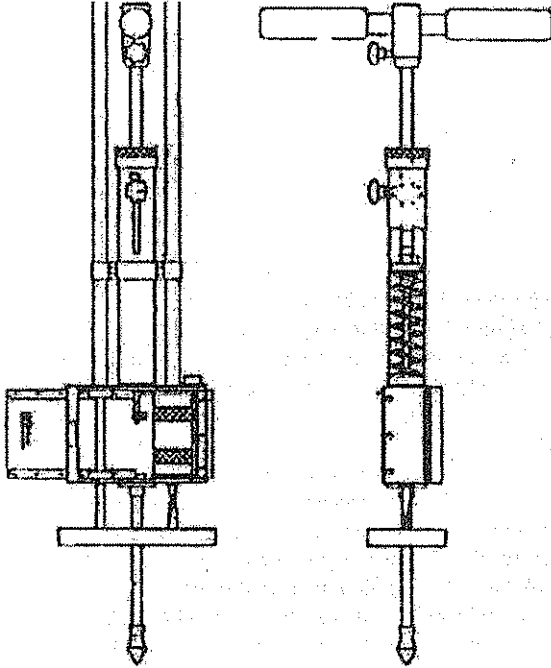
Toprağın penetrasyon direncini belirlemek amacıyla yazıcı (Eijkelkamp marka) konik toprak penetrometresi (penetrograf)(Şekil 1) ve silindirik uçlara sahip (Ele marka) proctor penetrometresi(Şekil 2) kullanılmıştır.

Penetrografın ölçüm sınırı 5000 kPa'dır. Penetrometre ile 1 cm², 2 cm², 31/3 cm² ve 5 cm²'lik 4 konik

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak özellikleri

Bünye Fraksiyonları			Bünye Sınıfı	Deneme Alanı	Derinlik (cm)	Nem (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)
Kum	Kil	Silt					
23.69	37.21	39.10	Killi Tın	Toprak İşleme Öncesi	0-10	14.37	1.848
					10-20	17.87	1.898
				Toprak İşleme Sonrası	0-10	13.44	1.701
					10-20	14.84	1.742

Şekil 1. Penetrograph



uçla, her bir cm'de olmak üzere toplam 80 cm toprak derinliğinde ölçüm yapılabilmektedir(8).

Proctor penetrometresi; özel bir yaylı dinamometreyi içeren el ile ayarlanabilir gövde üzerindeki basınç göstergesinden oluşmaktadır. Bu gösterge 10 lbf'den 150 lbf'e kadar 2'er lbf olarak artmaktadır ve yükleme tatbikinde kayma yüzüğün üst ucundan okuma yapılmaktadır(9).

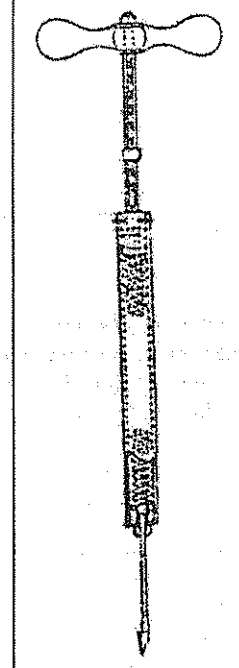
2.2 Yöntem

Deneme, toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası, 4 farklı penetrometre ucu ve iki farklı derinlikte 3 faktörlü bölünmüş parseller deneme desenine göre tesadüf bloklarında 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Başlangıçta, patates anızlı tarlanın 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki hacim ağırlığı ve nem değerleri belirlenmiş ve her iki penetrometre ve 4 farklı uç ile penetrasyon direnci ölçülmüştür. Penetrasyon direnci ölçümleri bütün uçlar için aynı ölçüm bölgelerinden yapılmıştır.

Penetrograph ile yapılan ölçümlerde doğrudan kağıt üzerine MPa olarak penetrasyon direnci kaydedilmekte daha sonrada istenilen derinlik için okuma yapılmaktadır. Proctor penetrometresi ile yapılan ölçümlerde ise, penetrometreden okunan kuvvet değeri, kuvvet/tabana alanı esasına göre penetrasyon direncine dönüştürülmektedir.

Şekil 2. Proctor penetrometer



Nem miktarı ve hacim ağırlığı; alınan toprak örnekleri tartılarak 105°C'ye ayarlı etüvde 24 h kurutulduktan sonra tekrar tartılarak gravimetrik yöntemle göre belirlenmiştir.

Ölçülen penetrasyon direnci değerlerinin ele alınan faktörlerle ilişkisini istatistiksel olarak belirlemek için MSTAT ve SPSS istatistik paket programı kullanılarak varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Toprak işlemeden önce ve işleme sonrası iki farklı derinlikte 3 ölçüm sonucu elde edilen nem içeriği ve hacim ağırlığı ortalama değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprak penetrasyon direncindeki değişimin ele alınan faktörlere göre istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde; toprak durumu (toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası) penetrasyon direnci üzerinde penetrograph ile yapılan ölçümlerde %5(P<0.05), proctor penetrometresi ile yapılan ölçümlerde ise %1(P<0.01) önem seviyesinde etkilidir. Penetrograph ile yapılan ölçümlerde kullanılan 4 farklı konik uç (1 cm², 2 cm², 31/3 cm², 5 cm²) penetrasyon direnci üzerinde %1(P<0.01) önem seviyesinde ve proctor penetrometresi ile yapılan ölçümlerde kullanılan 4 farklı silindirik uç(2,19 cm², 2,15 cm², 4,84 cm², 6,45 cm²) penetrasyon direnci üzerinde %1(P<0.01) önem seviyesinde etkilidir. İki farklı profil derinliği, her iki penetrometreyle

yapılan ölçümde de penetrasyon direnci üzerinde %1($P<0.01$)önem seviyesinde etkilidir.

Toprak durumu(toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası), penetrometre ucu ve profil derinliğine ait penetrograf ve proctor penetrometresi ile ölçülen ortalama değerler Çizelge 3'de ve bu faktörler ile penetrasyon direnci arasındaki genel değişim ise Şekil 3'de verilmiştir.

Toprak işleme öncesi ve sonrası penetrograf ile ölçülen ortalama penetrasyon direnci 1578.75 kPa ile 766.25 kPa'dır. Proctor penetrometresinde ise 1822.13 kPa ile 648.23 kPa'dır. Ortalama penetrasyon direncinin, toprak işleme sonrası, penetrograf ve proctor penetrometresi için sırasıyla, % 51.46 ve % 64.42 oranında azaldığı görülmektedir. Toprak işleme öncesi ve sonrası ölçülen penetrasyon direnci değerlerindeki değişim aralığının önemli derecede farklı olduğu gözlenmekte ve toprak işlemenin penetrasyon direncini önemli düzeyde etkilediği görülmektedir(Çizelge 3, Şekil 3).

Penetrometre ucuna bağlı olarak penetrasyon direncinin; penetrograf için en küçük konik uç ile en büyük konik uç arasında 1950 kpa ile 651.67 kPa, proctor penetrometresi için sırasıyla 1969.09 kPa ile 667.64 kPa değerleri arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Penetrasyon

direncindeki değişim penetrograf ve proctor penetrometresi için % olarak ifade edildiğinde sırasıyla % 66.58 ve % 66.09'dur. Penetrasyon direnci değerlerinin uç taban alanındaki değişimle önemli oranda farklılaştığı, uç taban alanı büyüdükçe penetrasyon direncinin önemli oranda azaldığı görülmektedir. Penetrasyon direncinin, penetrometre ile önemli oranda değişmediği, uç taban alanındaki değişimle önemli oranda değiştiği görülmektedir. Bu nedenle penetrasyon direnci ölçümlerinde uygun olan ucun seçilmesi ve kullanılmasının gerektiği anlaşılmaktadır(Çizelge 3, Şekil 3).

Derinlik dikkate alındığında, her iki penetrometre ile ölçülen penetrasyon direnci değerlerinin derinlikle önemli oranda arttığı görülmektedir. Penetrograf ile yapılan ölçümlerde derinlik artışı ile penetrasyon direnci % 42, proctor penetrometresinde ise % 38.87 oranında artmıştır(Çizelge 3,Şekil 3).Ayrıca; hacim ağırlığı değerlerinin de profil derinliği ile arttığı belirlenmiştir(Çizelge 1).

Penetrasyon direncinin penetrometreler ile değişimini saptamak amacı ile regresyon analizi yapılmıştır. Penetrasyon direnci değerlerinin, penetrometre ve profil derinliğine bağlı olarak kullanılan penetrometre uçlarıyla değişimleri toprak işleme öncesi için Şekil 4'de toprak işleme sonrası için Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 4 ve Şekil 5'de oluşan eğrilere ait regresyon eşitlikleri ise Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 2. Varyans analizine ilişkin sonuçlar

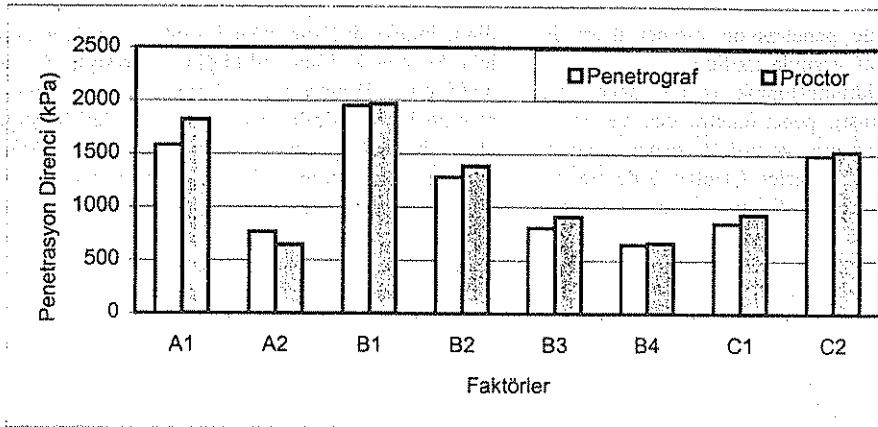
Varyasyon Kaynakları	SD	Penetrometre	
		Penetrograf	Proctor
		F	F
A(Toprak durumu)	1	46.53*	450.59**
Hata I	2		
B(Penetrometre ucu)	3	25.94**	123.13**
AxB	3	0.43	45.11**
C(Profil derinliği)	1	31.16**	132.87**
AxC	1	0.01	9.98**
BxC	3	3.61*	23.95**
AxBxC	3	0.19	5.13**
Hata	28		

* ($p<0.05$) önemli

** ($p<0.01$) önemli

Çizelge 3. Ele alınan ana faktörlerin penetrometrelere ve alt seviyelerine göre ortalama penetrasyon direnci değerleri(kPa)

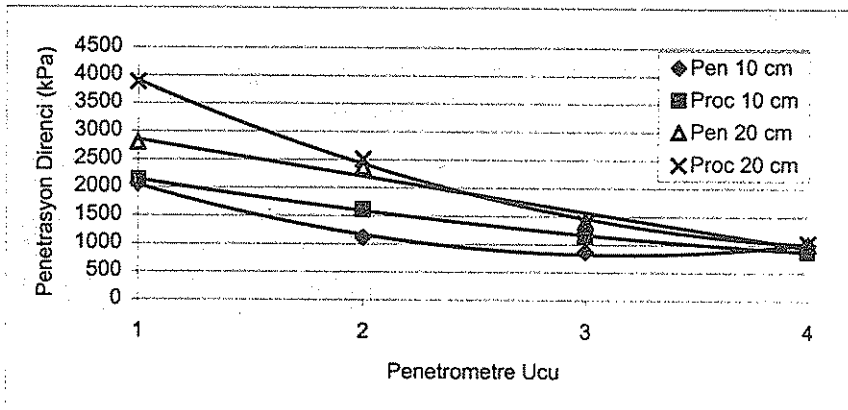
Faktör		Penetrometre	
		Penetrograf	Proctor
Toprak Durumu (A)	İşleme Öncesi (A1)	1578.75	1822.13
	İşleme Sonrası (A2)	766.25	648.23
Penetrometre Ucu (B)	1 (B1)	1950.00 a	1969.09 a
	2 (B2)	1283.33 b	1389.29 b
	3 (B3)	805.00 bc	914.70 c
	4 (B4)	651.67 c	667.64 d
	LSD($p<0.01$)	448.07	202.02
Profil Derinliği (C)	0-10 cm (C1)	852.50	938.24
	10-20 cm (C2)	1492.50	1533.13



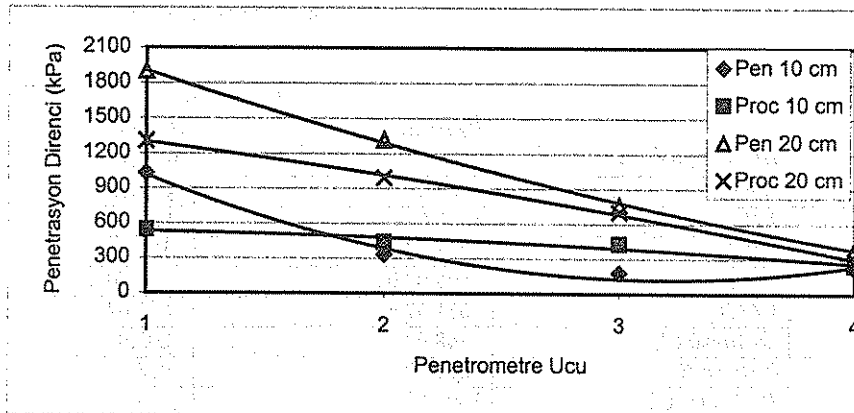
Şekil 3. Toprak durumu, penetrometre ucu ve derinlik ile penetrasyon direnci arasındaki genel değişim.

Şekil 4 ve Şekil 5 incelendiğinde toprak işleme öncesi ve işleme sonrası her iki derinlikte de küçük taban alanına sahip uçla elde edilen penetrasyon direnci değerleri, büyük taban alanına sahip uçla elde edilenlerden daha büyüktür. Bu değerler toprak işleme öncesi penetrograf ile 0-10 cm derinlikte yapılan ölçümde 1700 kPa - 2300 kPa, 10-20 cm derinlikte 2100 kPa - 3300 kPa arasında;

proctor penetrometresi ile yapılan ölçümlerde ise sırasıyla 1999.48 kPa - 2275.27 kPa ve 3171.59 kPa - 4278.75 kPa arasında değişmektedir. Toprak işleme sonrası penetrografta 0-10 cm derinlikte 300 kPa - 1700 kPa ve 10-20 cm derinlikte 1600 kPa - 2100 kPa arasında, proctor penetrometresi içinde 0-10 cm ve 10-20 cm derinlikler için sırasıyla 531.58 kPa - 551.58 kPa ve 1103.16 kPa - 1378.95 kPa değerleri arasında değişmektedir.



Şekil 4. Toprak işleme öncesi penetrograf ve proctor penetrometresi ile 0-10 cm ve 10-20 cm profil derinliğine bağlı olarak penetrasyon direnci-penetrometre ucu ilişkisi



Şekil 5. Toprak işleme sonrası penetrograf ve proctor penetrometresi ile 0-10 cm ve 10-20 cm profil derinliğine bağlı olarak penetrasyon direnci-penetrometre ucu ilişkisi

Penetrometre ucu taban alanındaki artma ile penetrasyon direncinin azaldığı ve penetrasyon direnci-penetrometre ucu arasındaki ilişkinin polinomial olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çalışma sonucunda; penetrasyon direncinin toprak işleme ile değiştiği (10,11), profil derinliğindeki artışla arttığı ve regresyon eşitliklerinde görüldüğü gibi uç taban alanındaki azalma ile arttığı saptanmıştır (1,6).

Çizelge 4. Şekil 4 ve 5'de yeralan eğrilere ait regresyon eşitlikleri (y: Penetrasyon direnci; x : Koni taban alanı)

Toprak Durumu	Penetrometre	Derinlik	Regresyon eşitliği	R ²
Toprak İşleme Öncesi (Şekil 4)	Penetrograf	0-10 cm	$y=270x^2 - 1694.7x + 3475$	0.994
	Proctor	0-10 cm	$y=65.695x^2 - 750.97x + 2830.1$	0.9988
	Penetrograf	10-20 cm	$y=5.85x^2 - 664.91x + 3512.6$	0.9725
	Proctor	10-20 cm	$y=257.4x^2 - 2255.1x + 5908.8$	0.997
Toprak İşleme Sonrası (Şekil 5)	penetrograf	0-10 cm	$y=185x^2 - 1184.3x + 2015$	0.987
	Proctor	0-10 cm	$y=-19.29x^2 + 6.214x + 544.99$	0.9259
	Penetrograf	10-20 cm	$y=52.5x^2 - 772.17x + 2627.5$	0.9991
	Proctor	10-20 cm	$y=-24.518x^2 - 212.34x + 1539$	0.9978

KAYNAKLAR

- 1- SAY, S.M., IŞIK, A. Penetrasyon Direncinin Toprak Koşulları İle Değişiminin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. 6. Uluslar arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 433-444, Ankara, 1996.
- 2- OKURSOY, R. Toprağın Kompaksiyon Modeli. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 564-574, 14-16 Ekim, Samsun, 1992.
- 3- ASAE. Soil Cone Penetrometer. ASAE Standart: ASAE S313.2. Standarts. ASAE, St.Joseph, MI, USA, 1987.
- 4- BARUT, Z.B., OKURSOY, R., ÖZMERZİ, A. Sera Topraklarının İşlenmesinde Toprak İşleme Kriterleri. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 521-528, 5-7 Eylül, Bursa, 1995
- 5- AYERS, P.D., PERUMPRAL, J.V. Moisture And Density Effect On Cone Index. Transaction of The ASAE, 25(5):1169-1172, 1982.
- 6- FERITAG, D.R. Penetration Tests For Soil Measurements. Transaction of The ASAE, 11(6):750-753, 1968.
- 7- PERUMPRAL, J.V. Cone Penetrometer Applications-A Review. Transaction of The ASAE, 30 (4): 939-943, 1987.
- 8- ANONYMOUS. Eijielkamp Penetrograph. Catalogue and Parts Lists.
- 9- ANONYMOUS. Proctor Penetrometer, EL28-651.
- 10 TAŞER, Ö.F., ÖZGÖZ, E., ALTUNTAŞ, E. Buğday ve Mısır Anızlı Tarla Koşulunda Toprak İşlemenin Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, c.1, s.275-281, 17-19 Eylül, Tokat, 1997.
- 11- ÇARMAN, K., ÖĞÜT, H., HACISEFEROĞULLARI, H. Konya Bölgesinde Buğday Tarımında Uygulanan Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprak Özellikleri, Enerji Tüketimi ve Buğdayın verim Parametreleri Üzerine Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, s.110-119. 3-7 Eylül, Bursa, 1995.