

İkinci Ürün Yetiştiriciliğinde Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Toprağın Bazı Fiziko-mekanik Özelliklerine Etkisi

Mustafa Çetin¹

Engin Özgöz¹

Recai Gürhan²

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Tokat

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Ankara

Özet: Bu çalışmada, Kazova içerisinde yer alan Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde ikinci ürün tarımı için farklı toprak işleme sistemleri kullanılarak yapılan tohum yatağı hazırlığının toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla; S1 (Kulaklı pulluk + Diskli tırmık), S2 (Çizel + Diskli tırmık), S3 (Rototiller) olmak üzere üç farklı sistem uygulanmıştır. Denemede, toprağın fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 0-10 cm ve 10-20 cm derinlikten alınan örnekler ile toprak işleme yöntemlerine ait toprağın gravimetrik nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direnci değerleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Toprak işleme sistemi, ikinci ürün, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci, kesilme direnci

The Effect of Different Tillage Systems on Some Physico-mechanical Properties of the Soil at Second Crop Production

Abstract: In this study, the effects of different tillage systems on some physico-mechanical properties of soil for seed bed preparation at second crop farming investigated in the research and application farm in GOP university in Kazova area. With this purpose, three different tillage systems were applied as S1 (Mouldboard plow + disc harrow), S2 (Chisel + disc harrow), S3 (Rototiller). In this study, to determine physical properties of soil, samples are collected in 0-10 cm and 10-20 cm depths. Values of gravimetric moisture content, penetration resistance and share strength were obtained from soil samples. Measure results were then compared.

Key words: Soil tillage systems, second crop, bulk density, penetration resistance, share strength

1. Giriş

Üretimde kullanılan tarım teknolojilerinin etkinliğini artırmak, ekonomikliğini sağlamak ve çalışma koşullarını iyileştirmek açısından gerekli olan tarımsal mekanizasyon uygulamalarında; uygun alet makine kombinasyonlarıyla yapılacak tohum yatağı hazırlama işlemlerinin önemli bir yeri olmaktadır (Yalçın ve Sungur, 1991; Öztürk ve Bastaban, 1993).

Kültür bitkilerinin yaşayabilmeleri için toprağın yumuşak, su alma ve su tutma yeteneğinin yüksek olması ve de içinde yeteri miktarda besin maddelerinin bulunması gerekmektedir. Toprağı uygun duruma getirmek ve bu durumunu sürdürmek işlemle olanaklıdır. Bu nedenle üretimi artıracak agroteknik önlemlerin başında toprak işleme gelmektedir (Mutaf, 1984). Toprak işleme yöntemleri; devirme, kabartma, parçalama, karıştırma ve düzeltme vb. işlemlerden oluşmaktadır (Demir ve ark., 2000). Son yıllarda tahıl üretimi için gerekli çalışma süresinin yarıdan fazlasının toprak işleme kullanılması ve bunun da ürün verimine

% 25' e ulaşan oranlarda etki yapması, tahıl üretiminde tohum yatağı hazırlama işlerine ayrıcalıklı bir önem kazandırmıştır (Doğan ve Çarman, 1997). Ayrıca yoğun tarla trafiğinden dolayı toprak sıkışması oluşmakta, bundan dolayı bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir (Özgüven ve Aydınbelge, 1990).

Toprağa verilen ilave maddelerin ve bitki artıklarının işlenen toprak derinliğinde homojen bir şekilde karışımının sağlanmaması durumunda, toprağın su geçirgenliği önemli ölçüde azalmakta ve bitkilerin değişik oranlarda besin maddelerini absorbe etmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle toprağın homojen karıştırılması önem taşımaktadır (Öztürk ve Bal, 1992).

Tohum yatağı hazırlarken, tohumun çimlenmesini sağlayacak gevşek bir ortam hazırlamak, bitki köklerinin gelişmesine uygun su ve hava düzenine sahip bir toprak durumu sağlamak amacıyla toprak işlenmektedir. Diğer bir deyişle bitkinin gelişmesine uygun bir strüktür temin edilmektedir (Adam and Erbach,

1992). İyi bir strüktür elde etmek amacıyla toprak işlemenin çok sık yapılması da toprak yapısı üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Gereğinden fazla toprak işleme, ürünün maliyetini artırmakla kalmayıp organik maddelerin fazlasıyla parçalanmasıyla da olumsuz etki yapmaktadır (Kayışoğlu ve ark., 1996).

Ülkemizde pulluk altına alınan alanların büyüklüğü, traktör parkı ve uygulanan toprak işleme yöntemleri göz önüne alındığında enerji tutumu sağlayan yöntemlerin uygulamaya sokulmasının ekonomimize önemli katkıda bulunacağı açıkça görülmektedir. Bu da tüm tarımsal işler içerisinde toprak işleme ve ekim işlemi için en ekonomik ve etkili yöntemleri seçmekle olmaktadır (Gökçebay, 1983).

Tohum yatağının hazırlığında kullanılan tarım alet ve makinalarının bir arada kullanılması toprak işleme yöntemlerinin oluşturulmasını sağlamıştır. Tohum yatağı hazırlamada kullanılan yöntemler iklim, toprak koşulları ve bitki çeşidine göre farklı olabilmektedir (Mutaf, 1984; Khalilian ve ark., 1984).

Toprak işleme uygulamalarının bitkinin yaşam alanını oluşturan yüzeydeki toprak özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çok araştırma gerçekleştirilmiştir (Kanwar, 1989; Meek et al., 1992; Cresswell et al., 1993; Waddell and Weil, 1996; Xu and Mermoud, 2001). Bu araştırmalar sonucunda; bu toprak işleme uygulamalarının penetrasyon direnci, hacim ağırlığı, kesilme direnci ve nem gibi toprağın fiziko-mekanik özelliklerini değiştirdiği ortaya konulmuştur (Tapela and Colvin, 2002; Ishaq et al., 2002; Barzegar et al., 2003).

Bu çalışmada, farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fiziko-mekanik özelliklerine etkileri, bu özelliklerin aralarındaki etkileşimlerinin ortaya konulması ve bölgede yapılacak ikinci ürün tarımına yönelik tohum yatağı hazırlığı için alternatif yöntemin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme Kazova içerisinde yer alan Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde, 2003 yılında killi-tınlı toprak bünyesine sahip tarlada yürütülmüştür.

Yörenin rakımı 600 m, aylık ortalama yağış miktarı 37 mm ve yıllık ortalama yağış miktarı 443.8 mm'dir. Deneme alanında uzun yıllar buğday ve II. ürün mısır rotasyonu uygulanmıştır. Deneme, buğday anızlı arazide tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Deneme her biri 10 m genişliğinde ve 60 m uzunluğunda olan üç bloktan oluşmaktadır.

Araştırmada üç farklı toprak işleme sistemi uygulanmıştır. Uygulanan toprak işleme sistemleri ve işleme derinlikleri;

- S1 : Kulaklı pulluk (20 cm) + Diskli tırmık(10 cm)
S2 : Çizel (20 cm)+ Diskli tırmık (10 cm)
S3 : Rototiller (10 cm)'dir.

Güç kaynağı olarak 65 BG'de ve 2528 kg ağırlığında standart tarım traktörü kullanılmıştır.

Toprak işleme sistemlerinin toprağın nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direncine etkilerini belirlemek amacıyla toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası iki farklı derinlikte ölçümler yapılmıştır. Deneme alanından toprak işleme öncesi elde edilen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprağın hacim ağırlığı, Blake and Hartge (1986) tarafından bildirilen yöntemle belirlenmiştir. Hacim ağırlığı ve gravimetrik nem içeriği 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerden 100 cm³'lük silindirelerle alınan bozulmamış toprak örneklerini 105°C sıcaklıkta etüvde 24 h bekletilerek belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının toprak işleme öncesindeki bazı fiziko-mekanik özellikleri

Fiziko-mekanik özellikler	Derinlik	
	0-10 cm	10-20 cm
Nem içeriği	10.84	12.83
Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	1.172	1.454
Penetrasyon direnci (MPa)	1.766	3.862
Kesilme direnci (kPa)	49.04	99.93

Toprağın düşey yönde alet ve makinalara gösterdiği toprak penetrasyon direnci, elle itmeli maksimum 5 MPa ve 80 cm derinlikte ölçüm yapabilen penetrometre kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümlerde, açısı 30° ve taban alanı 1 cm² olan konik uç kullanılmıştır. Penetrasyon direnci değerleri her bir parselde 3

farklı noktadan 20 cm toprak derinliğine kadar 1 cm aralıklarla alınmıştır.

Toprağın yatay yönde alet ve makinalara gösterdiği direnç Geonor marka kanatlı kesme direnci ölçme aleti ile belirlenmiştir. 50 cm boyunda uzatma milleri ile 300 cm'ye kadar ölçüm yapabilen bu alet üzerinde farklı büyüklüklerde 3 kanat kullanılmaktadır. Denemelerde döndürme çapı 16 mm, yüksekliği ise 32 mm olan ve 0-260 kPa aralıkta ölçüm yapabilen uç kullanılmıştır. Toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası yapılan kesilme direnci ölçümleri, her parselden 3 tekrarlı olmak üzere 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerden yapılmıştır.

Çalışmada uygulanan toprak işleme sistemlerinin toprağın bazı fiziko-mekanik özelliklerine etkilerini değerlendirmek için varyans analizi ve ortalama değerleri karşılaştırmak amacıyla da LSD testi yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Toprak nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direncine toprak işleme sistemleri ve örnekleme derinliğinin (0-10 cm ve 10-20 cm) etkilerini görmek için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir. Varyasyon kaynağı olarak alınan faktörlerin ölçülen parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Toprak işleme sistemlerinin işleme sonrası ölçülen nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direnci üzerine etkisini belirlemek amacıyla her bir ölçüm derinliği için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Toprak işleme uygulamalarına bağlı olarak 0-10 cm derinlikte ölçülen gravimetrik nem içeriği değerleri % 5.83-% 6.93, hacim ağırlığı 1.112-1.143 g/cm³, penetrasyon direnci 0.468-0.723 MPa ve kesilme direnci 4.00-12.07 kPa ve 10-20 cm derinlikte ise bu değerler sırasıyla % 7.65-% 12.34, 1.389-1.462 g/cm³, 2.278-3.405 MPa ve 23.6-47.87 kPa arasında değişmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 1).

Gravimetrik nem içeriği değerleri açısından 0-10 cm toprak derinliğinde işleme öncesine göre en büyük azalmanın rototillerin

kullanıldığı S3 sisteminde % 46.22 oranında olduğu belirlenmiştir. Bu derinlikte, S1 ve S2 sistemleri arasında önemli bir fark olmamasına rağmen çizelin kullanıldığı sistemde (S2) değişimin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çizelin kullanıldığı sistemin, özellikle 10-20 cm toprak derinliğinde yörede yoğun olarak kullanılan S1 sistemine göre daha yüksek nem tutumu sağladığı görülmektedir. Raper et al. (1993), Doğan ve Çarman (1997) ve Yavuzcan (2000)'de yaptıkları çalışmalarda, çizelin kullanıldığı yöntemlere göre rototillerin yüzeyel derinlikte daha yüksek oranda nem kaybı meydana getirdiğini belirtmektedirler.

Tüm parsellerde en küçük hacim ağırlığı değeri 0-10 cm derinlikte S3 sisteminde, (1.112 g/cm³) ve 10-20 cm derinlikte S1 sisteminde (1.389 g/cm³) elde edilmiştir. S3 sisteminde toprak işleme öncesine göre 0-10 cm derinlikte % 5.12 oranında azalma olurken 10-20 cm derinlikte önemli sayılabilecek bir değişim olmamıştır. Uygulanan toprak işleme sistemlerinin hiçbirinde, toprak sıkışmasını ortaya çıkarabilecek bir hacim ağırlığı değerine rastlanmamıştır. Hacim ağırlığı 1.5-1.6 g/cm³'ü aştığı zaman bitki kök büyümesi engellenmektedir (Raper et al., 1993). İkincil toprak işleme aleti olarak diskli tırmığın kullanıldığı S1 ve S2 sistemlerinde 0-10 cm derinlikte hacim ağırlığının yüksek çıkmasında diskli tırmığın sıkıştırma etkisi ve rototillerin kullanıldığı S3 sisteminde düşük çıkmasında ise yüzey artıklarının rototiller tarafından tarla yüzeyine yakın katmanlara karıştırılması etkili olmuştur (Zeren ve ark., 1992; Doğan ve Çarman, 1997; Yavuzcan 2000).

Ortalama penetrasyon direnci değerleri karşılaştırıldığında, 0-10 cm toprak derinliğinde S2 ve S3 sistemleri arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir. İşleme öncesine göre penetrasyon direnci değerleri S1, S2 ve S3 sistemlerinde sırasıyla % 59.06, % 73.50 ve % 72.99 oranında azalmıştır. Bu değerler 10-20 cm derinlikte sırasıyla % 41.02, % 26.90 ve % 11.83'dür. S3 sisteminde işleme derinliğinin düşük olması nedeniyle 10-20 cm derinlikte ki penetrasyon direncinin işleme öncesine yakın olmasına neden olmuştur. S1 yönteminde ise yüzey artıklarının derine gömülmesi, penetrasyon direncinin diğer

sistemlere göre daha yüksek oranda azalmasına etkili olmuştur (Doğan ve Çarman, 1997). Penetrasyon direnci değerlerinin (S3 sisteminde 10-20 cm derinlikte ölçülen penetrasyon direnci değeri hariç) bitki büyümesini engelleyici sınır olarak belirlenen 3 MPa değerini aşmadığı görülmüştür.

En düşük kesilme direnci değeri 0-10 cm derinlikte S3 sisteminde, 10-20 cm derinlikte S1 sisteminde elde edilmiştir. S3 sistemi 0-10 cm derinlikte toprak işleme öncesine göre kesilme direncini % 91.84 azaltırken S2 sistemi % 75.39 oranında azaltmıştır. Bu oranlar 10-20 cm derinlikte S1 de % 76.38 ve S3 de % 52.10 olmuştur.

4. Sonuç

Toprak işleme sistemlerinin nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direncine etkileri incelenmiştir. Deneme sonuçları; S1 ve S2 sistemlerinin 0-10 cm derinlikte ölçülen nem içeriği, hacim ağırlığı ve kesilme direnci değerleri üzerine etkilerinin benzer olduğunu, penetrasyon direncinin ise S2 sisteminde daha düşük olduğunu göstermiştir. Rototillerin kullanıldığı S3 sisteminde incelenen toprak özelliklerinin 0-10 cm

derinlikte diğer sistemlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Toprak işleme sistemlerinin 10-20 cm derinlikte ölçülen değerler üzerine etkisi incelendiğinde işleme derinliğinin düşük olmasından dolayı en yüksek değerler S3 sisteminde, en düşük değerler ise S1 sisteminde elde edilmiştir.

İncelenen toprak özellikleri dikkate alındığında, kulaklı pulluğun kullanıldığı toprak işleme sisteminde elde edilen değerlerin bitkinin çimlenmesi ve gelişimini olumsuz etkileyecek büyüklükte olmadığı açıktır. Özellikle ikinci ürün tarımı için yapılan toprak işlemede çizelin kullanılması ile kök gelişimi için daha uygun tohum yatağı hazırlandığı ve ürün veriminin daha iyi olduğu farklı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Mrabet, 2000; Abu-Hamdeh, 2003; Barzegar et al., 2003).

Bu tip çalışmalarda bir toprak işleme sistemini önerebilmek için toprak özellikleri yanında ürün verimi ve sistemlere ilişkin maliyet analizlerinin de incelendiği çok yıllık çalışmalar yapılmalıdır. Bu yüzden; daha farklı toprak işleme sistemlerini de dikkate alarak çalışmaların devam ettirilmesi önerilebilir.

Çizelge 2. Toprağın fiziko-mekanik özelliklerine toprak işleme sistemleri ve derinliğin etkisi ile ilgili varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Nem İçeriği	Hacim Ağırlığı	Penetrasyon Direnci	Kesilme Direnci
Toprak durumu (Z)	**	**	**	**
Toprak işleme sistemi (S)	**	**	**	*
Derinlik (D)	**	**	**	**
Z x S	**	*	**	**
Z x D	**	ns	**	**
S x D	**	**	**	**
Z x S x D	**	**	**	*

** : 0.01 seviyesinde önemli * : 0.05 seviyesinde önemli ns : İstatistiksel olarak önemsiz

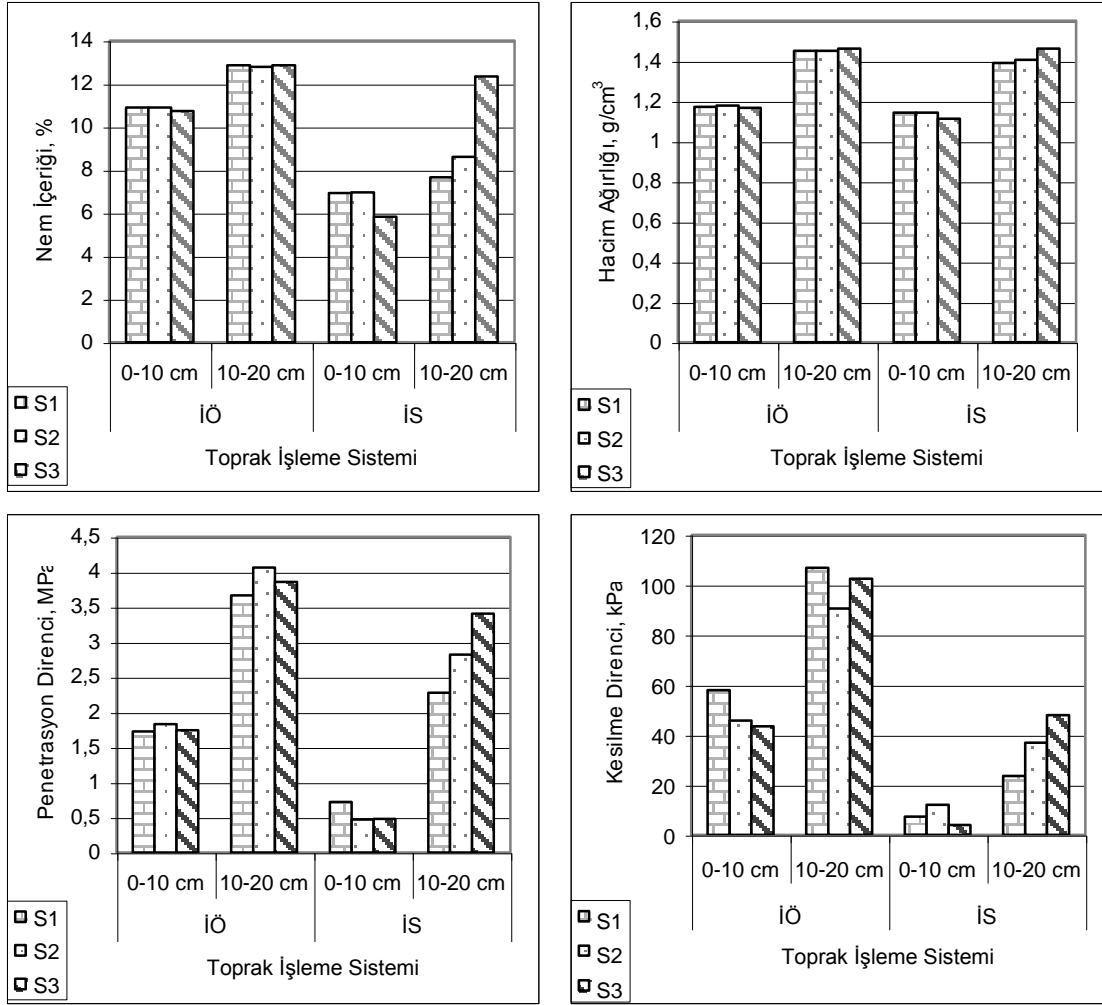
Z : Toprak işleme öncesi ve toprak işleme sonrası ifade etmektedir.

Çizelge 3. Toprak işleme sistemleriyle etkilenen toprağın fiziko-mekanik özelliklerinin ortalamalarının karşılaştırılması

Toprak İşleme Sistemi	Nem İçeriği (%)		Hacim Ağırlığı (g/cm ³)		Penetrasyon Direnci (Mpa)		Kesilme Direnci (kPa)	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
S1	6.93 a	7.65 a	1.142 a	1.389 a	0.723 a	2.278 a	7.27 a	23.6 a
S2	6.95 a	8.61 b	1.143 a	1.405 b	0.468 b	2.823 b	12.07 a	36.93 ab
S3	5.83 b	12.34 c	1.112 b	1.462 c	0.477 b	3.405 c	4.00 ab	47.87 b*

Sütunlarda aynı harfle isimlendirilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak p<0.05 seviyesinde önemli bir fark yoktur.

S1 : Kulaklı pulluk + diskli tırmık S2 : Çizel + diskli tırmık S3 : Rototiller * Hatalı veri



Şekil 1. Farklı toprak işleme sistemlerindeki gravimetrik nem içeriği, hacim ağırlığı, penetrasyon direnci ve kesilme direnci değerlerinin değişimi (İÖ: İşlemeden önce, İS : İşlemeden sonra)

Kaynaklar

- Abu-Hamdeh, N. 2003. Soil compaction and root distribution for okra as affected by tillage and vehicle parameters. *Soil and Tillage Research*, 74: 25-35
- Adam, K. M. and D. C. Erbach, 1992. Secondary tillage tool effect on soil aggregation. *Transaction of the ASAE*, 35(6)1771-1776.
- Barzegar, A.R., M. A. Asoodar, A. Khadish, A. M. Hashemi and S.J. Herbert, 2003. Soil physical characteristics and chickpea yield responses to tillage treatments. *Soil and Tillage Research*, 71: 49-57.
- Blake, G. R. and K. H. Hartge, 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods*, 2nd ed. Agronomy monograph No: 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp: 363-375.
- Cresswell, H. P., Painter, D. J. and K. C. Cameron, 1993. Tillage and water content effects on surface soil hydraulic properties and shortwave albedo. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57, 816-824.
- Demir, F., H. Hacısferoğulları ve H. Doğan, 2000. Düşey millî frezeli pulluğun toprağın bazı fiziksel özelliklerine ve güç gereksinimine etkilerinin belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi*, s: 95-101, Erzurum.
- Doğan, H. ve K. Çarman, 1997. Konya bölgesinde hububat tarımında tohum yatağı hazırlama uygulamalarının toprağın bazı fiziksel özellikleri ve yakıt tüketimine etkileri. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi*, cilt 1, s: 337-347, Tokat.
- Gökçebay, B. 1983. *Minimum Toprak İşleme Tekniği*. TZDK Mesleki Yayınları, Ankara.
- Ishaq, M., M. Ibrahim and R. Lal, 2002. Tillage effects on soil properties at different levels fertilizer application in Punjab, Pakistan. *Soil and Tillage Research*, 68: 93-99.
- Kanwar, R. S., 1989. Effect of tillage systems on the variability of soil water tension and soil water content. *Transaction of the ASAE* 32(2) 605-610.

- Kayışoğlu, B., L. Taşeri ve Y. Bayhan, 1996. İkinci sınıf toprak işleme aletlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri ve agregat stabilitesine etkisi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s: 594-603, Ankara.
- Khallian, A., T. H. Garner, H. L. Musen, R. B. Dodd and S. A. Hale, 1988. Energy for conservation tillage in coastal plain soils. Transaction of the ASAE, 31(5), 1333-1337.
- Meek, B. D., Rechel, E. A., Carter, L. M., DeTar, W. R. and A. L. Urie, 1992. Infiltration rate of a sandy loam soil: Effects of traffic tillage and plant roots. Soil Sci. Soc. Am. J., 56, 908-913.
- Mrabet, R. 2000. Differential response of wheat to tillage management systems in a semiarid area of Morocco. Soil and Tillage Research, 66: 165-174.
- Mutaf, E. 1984. Tarım Alet ve Makinaları. Cilt 1, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 218, İzmir.
- Özgüven, F. ve M. Aydınbelge, 1990. İkinci ürün tohum yatağı hazırlığında kullanılan toprak işleme aletlerinin toprak sıkışlığına etkisi üzerinde bir araştırma. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s: 166-173, Adana.
- Öztürk, İ. ve H. Bal, 1992. Tohum yatağı hazırlamada kullanılan bazı toprak işleme aletlerinin karıştırma etkileri üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kong., s:37-47, Samsun.
- Öztürk, İ. ve S. Bastaban, 1993. Tohum yatağı hazırlamada kullanılan bazı toprak işleme alet ve makinalarının toprağın parçalanması, gözenek hacmi ve yüzey profiline etkileri üzerine bir araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s: 111-118, İzmir.
- Raper, R. L., D. W. Reeves, E. C. Burt and H. A. Torbert, 1993. Conservation tillage and traffic effects on soil condition. Transaction of the ASAE, 37, 763-768.
- Tapela, M. and T. S. Colvin, 2002. Quantifying seedbed condition using soil physical properties. Soil and Tillage Research, 64, 203-210.
- Waddell, J. T. and R. R. Weil, 1996. Water distribution in soil under ridge-till and no-till corn. Soil Sci. Soc. Am. J., 60, 230-237.
- Xu, D. and A. Mermoud, 2001. Topsoil properties as affected by tillage practices in north China. Soil and Tillage Research, 60, 11-19.
- Yalçın, H. ve N. Sungur, 1991. İkinci ürün mısır tarımında iki farklı tohum yatağı hazırlama yönteminin verime etkileri üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, s: 213-222, Konya.
- Yavuzcan, H. G. 2000. Wheel traffic impact on soil conditions as influenced by tillage system in central Anatolia. Soil and Tillage Research, 54, pp: 129-138.
- Zeren, Y., A. Işık ve Ö. F. Özgüven, 1993. GAP bölgesinde ikinci ürün tane mısır yetiştirmede farklı toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılması. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s: 43-54, İzmir.