TOPRAK VE SUYU KORUMAYA YÖNELİK TOPRAK İŞLEME TEKNİKLERİ

Prof. Dr. İlknur DURSUN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü

Giriş

Tohum yatağının hazırlanması, toprağın kabartılması, toprağın devrilmesi, toprak erozyonunun önlenmesi, taban taşının kırılması, yabancı ot kontrolü vb. gibi çeşitli amaçlarla toprak işlenmektedir. Ancak toprak işleme aynı zamanda toprak erozyonu, kuru tarım bölgelerinde nem kaybı, toprak sıkışması, CO_2 gibi sera gazlarının topraktan salınarak atmosfere karışması, taban taşı oluşumu gibi birçok soruna da neden olmaktadır. Söz konusu sorunlar toprak işlemeden önce toprak tipi, yörenin iklim koşulları, arazinin eğimi, toprak erozyonu sorunu, yüzey artığı kaplama oranı gibi çeşitli faktörlerin dikkate alınarak uygun bir planlama yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Toprak işlemeden beklenilen yarar ancak doğru uygulandığında sağlanabilmektedir. Özellikle toprak işleme yoğunluğunun fazla olduğu geleneksel toprak işleme tekniğinde; toprak erozyonu, nem kaybı, toprak sıkışması, taban taşı oluşumu vb. sorunlar daha çok görülmektedir. Bu nedenle geleneksel toprak işleme tekniğine alternatif olarak toprak ve suyu korumaya yönelik toprak işleme teknikleri geliştirilmiştir.

Günümüzde toprak işleme teknikleri çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyinde kalan bitki yüzey artığı kaplama oranına göre toprak işleme teknikleri; geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve koruyucu toprak işleme olmak üzere 3' e ayrılmaktadır. Toprak ve suyu korumaya yönelik toprak işleme teknikleri, azaltılmış toprak işleme ile koruyucu toprak işlemeyi kapsamaktadır. Koruyucu toprak işlemenin başlıca tipleri ise malçlı toprak işleme, sırta ekime yönelik toprak işleme, şeritsel toprak işleme ve toprak işlemesiz tarım tekniğidir. Bu makalede, toprak ve suyu korumaya yönelik toprak işleme teknikleri hakkında bilgiler verilecektir.

Geleneksel Toprak İşleme

Toprak işleme ve ekimden sonra toprak yüzeyinde kalan bitki yüzey artığı kaplama oranının % 15' den daha az olduğu veya kritik rüzgar erozyonu periyodu boyunca tarla yüzeyinde 560 kg/ha' dan daha düşük miktarda eşdeğer küçük taneli bitki yüzey artığının bırakıldığı herhangi bir toprak işleme ve ekim tekniği olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 1993, Sanderetto ve Payne 2006). Kritik rüzgar erozyonu periyodu, bölgelere göre değişmektedir. Eşdeğer küçük taneli bitki yüzey artığı miktarı ise referans değer niteliğindedir (Hickman ve Schoenberger 1989). Eskiden beri bilinen bir teknik olduğundan alışılagelmiş toprak işleme olarak da adlandırılmaktadır. Toprak işleme yoğunluğu çok yüksektir. Birincil ve ikincil toprak işleme söz konusudur. Birincil toprak işlemede genellikle kulaklı pulluk kullanılır. Kulaklı pullukla toprağın devrilip yüzey artıklarının gömülmesinden sonra tarla kültivatörü, diskli tırmık vb. ikincil toprak işleme aletleriyle ikincil toprak işleme yapılır. Geleneksel toprak işlemenin organik madde ve yabancı ot tohumlarının toprağa gömülmesi ya da yabancı ot kontrolünde toprak işlemeden yararlanılması, yüzey artıksız tarla koşullarında üretim yapılması, hastalık ve zararlı sorununun az olması gibi birçok üstünlüğü vardır (Weise ve Bourarach 1999). Bunların yanında tarla trafiğinin dolayısıyla toprak sıkışmasının artması; yakıt tüketimi, güç ve zaman ihtiyacının fazla olması; kuru tarım bölgelerinde toprağın devrilmesi sonucunda topraktaki nemin buharlaşarak kaybolması, su ve rüzgar erozyonu sorunu, toprak havasındaki zararlı sera gazlarının atmosfere karışması dolayısıyla küresel ısınmaya katkıda bulunulması gibi bazı sakıncaları da bulunmaktadır (Teberügge ve Düring 1999, Weise ve Bourarach 1999, West ve Marland 2002).

Azaltılmış Toprak İşleme

Toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artığı kaplama oranının % 15-30 arasında olduğu veya kritik rüzgar erozyonu periyodu boyunca tarla yüzeyinde 560-1120 kg/ha arasında eşdeğer küçük taneli bitki yüzey artığının bırakıldığı herhangi bir toprak işleme ve ekim tekniği olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 2009). Tarla yüzeyinin tamamının işlenmesi söz konusudur. Azaltılmış toprak işlemede, toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyinin 1/3' ünden daha azının yüzey artıklarıyla kaplı olmasına izin verilmektedir. Minimum toprak işleme olarak da adlandırılmakla birlikte minimum toprak işlemeden farklıdır. Minimum toprak işlemede, toprak işleme sırasında toprağın hareketlendirilmesi ve toprak işleme yoğunluğu en düşük düzeydedir (Anonymous 2009). Azaltılmış toprak işleme, koruyucu toprak işleme tekniklerinden olan malçlı toprak işlemeye benzer. Ancak azaltılmış toprak işlemede toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artığı kaplama oranı (% 15-30), malçlı toprak işlemedekinden ($\geq$ % 30) daha düşüktür. Azaltılmış

toprak işlemenin toprak işleme yoğunluğu, geleneksel toprak işlemeden daha azdır. Toprak işleme, 1 veya 2 geçişte yapılabilir. Çeşitli alet-makina kombinasyonlarının kullanılmasıyla birincil ve ikincil toprak işlemenin ya da toprak işleme ve ekimin tek geçişte yapılması söz konusudur. Birincil toprak işlemeden vazgeçilerek ikincil toprak işleme ve ekim ayrı ayrı veya aynı anda yapılabilir. Örneğin; çizel+döner tırmık, diskli tırmık+döner tırmık, toprak frezesi+ekim makinası, döner kuyruk mili tırmığı+kombine ekim makinası, döner kuyruk mili tırmığı+döner tırmık+pnömatik tahıl ekim makinası vb. gibi. Bu kombinasyonlara gübreleme veya tarımsal savaş da eklenebilmektedir Azaltılmış toprak işlemede genel olarak alet-makina geçiş sayısının ve iş derinliğinin azaltılması söz konusudur. İş derinliğinin, 3-10 cm' ye indirilmesiyle yakıttan tasarruf edilerek enerji kazancı sağlanmaktadır (Weise ve Bourarach 1999). Azaltılmış toprak işlemenin tarla trafiğinin, yakıt tüketiminin, maliyetin, enerji ihtiyacının, toprak sıkışmasının, erozyonun ve nem kaybının azalması gibi üstünlükleri vardır.

Koruyucu Toprak İşleme

Su erozyonunun önlenmesi için toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyindeki bitki yüzey artığı kaplama oranının % 30 ve daha fazla olduğu ya da kritik rüzgar erozyonu periyodu süresince tarla yüzeyinde en az 1120 kg/ha eşdeğer küçük taneli bitki yüzey artığının bırakıldığı herhangi bir toprak işleme ve ekim tekniği olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 2009). Koruyucu toprak işlemenin en önemli üstünlüğü; toprağın su ve rüzgar erozyonuna karşı korunmasının sağlanmasıdır (Anonymous 2005). Önceki ürünün hasadından sonra tarla yüzeyinde bırakılan yüzey artıkları, yüzey akışı ve toprak kaybının azalmasına, infiltrasyonun ise artmasına neden olurlar. Örneğin; tarla yüzeyinde hiç yüzey artığının bırakılmaması koşulunda yüzey akış miktarı 71 mm, toplam infiltrasyon 87 mm ve toprak kaybı 27820 kg/ha; tarla yüzeyinde 1120 kg/ha yüzey artığı bırakılması koşulunda ise yüzey akış miktarı 38 mm, toplam infiltrasyon 119 mm ve toprak kaybı ise 3180 kg/ha' dır (Godwin 1990). Toprak işleme yoğunluğu düşük olduğundan topraktaki canlı yaşama zarar verilmemektedir. Traktör ve tarım alet-makinalarının geçiş sayıları veya tarla trafiği daha az olduğundan toprak sıkışması önlenerek yakıt tüketimi, güç ve zaman ihtiyacı azalır. Ancak koruyucu toprak işlemenin hastalık ve zararlı sorununun artması, çimlenmenin gecikmesi, yabancı ot kontrolünün güçlüğü gibi bazı sakıncaları vardır (Domitruk vd. 1997, Chen vd. 2011). Koruyucu toprak işlemenin başlıca tipleri; malçlı toprak işleme, şeritsel toprak işleme, sırta ekime yönelik toprak işleme ve toprak işlemesiz tarım tekniğidir (Sandretto ve Payne 2006, Murrel 2012).

Malçlı toprak işleme

Koruyucu toprak işleme tekniklerinden birisi olan malçlı toprak işlemede, toprak işleme aletinin iş genişliği boyunca tarla yüzeyinin tamamı işlenmektedir. Toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyinin % 30 ve daha fazlası ya da en az 1/3' ü yüzey artıklarıyla kaplıdır (Anonymous 2009). Malçlı toprak işlemede, yüzey artıklarının yıl boyunca tarla yüzeyinde korunması esastır. Bu tekniğe "anız örtülü nadas" adı da verilir. Toprak işlemeden sonra tarla yüzeyinde kaba strüktürlü bir toprak tabakası oluşturulur. Malçlı toprak işlemenin temel aleti, çizeldir (Li vd. 2007). Çizel, kulaklı pulluğa alternatif olan ve toprağı devirmeden alttan kabartarak işleyen bir kültivatör tipidir. Malçlı toprak işlemede diskli tırmık, diskli anız bozma pulluğu vb.' leri ile çeşitli alet kombinasyonlarından da yararlanılmaktadır. Toprak işleme, 1 veya 2 geçişte ve ekimden önce ya da alet-makina kombinasyonlarıyla ekim sırasında yapılabilmektedir. Toprak işlemeden önce yüzey artıklarının sap parçalama makinaları ile parçalanması, rüzgar erozyonuna neden olduğundan istenmemektedir. Yabancı ot kontrolünde herbisitlerden ve/veya toprak işlemeden yararlanılabilmektedir (Anonymous 2009).

Şeritsel toprak işleme

Koruyucu toprak işleme tekniklerinden birisidir. Şeritsel toprak işlemede, daha önceden işlenmemiş toprak koşullarında tarla yüzeyi fazla karıştırılmadan dar şeritler halinde işlenmektedir. İşlenmiş şeritlerin aralarında işlenmemiş yüzey artıklı kısımlar bırakılır. İşlenmiş şeritlerin genişlikleri 10-30 cm, işlenmemiş kısımların genişlikleri ise 2-20 cm kadardır (Morris vd. 2010). Tohumlar, işlenen kısımlara ekilirler. Sıralar arasındaki işlenmemiş, yüzey artıklı bölümler ise erozyon kontrolünü sağlayarak nem kaybını önlerler. Tohum yatağı hazırlığı, ekim ve gübreleme amacıyla parsel genişliğinin en fazla 1/3' ünün işlenmesine izin verilmektedir (Anonymous 2009). Toprak işleme ve ekimden sonra tarla yüzeyinin yaklaşık olarak % 60-75' i yüzey artıklarıyla kaplıdır. Toprak işleme ve ekim ayrı yapılabileceği gibi alet kombinasyonlarıyla birlikte de yapılabilir. Yıl boyunca tarla yüzeyindeki yüzey artıklarının korunması esastır. Şeritsel toprak işleme tekniği, toprak işlemesiz tarıma benzer. Ancak toprak işlemesiz tarıma göre daha esnek bir teknik olup işlenen şerit genişlikleri daha fazladır. Toprak işlemede; iş genişlikleri sınırlandırılmış küçük üniteler halinde bölümlendirilmiş çapa frezeleri, tarla kültivatörleri vb. alet-makinalardan yararlanılır. Alet-makina kombinasyonları ile toprak işleme ve ekim birleştirilerek aynı anda yapılabilmektedir. Buğday, mısır, soya, şekerpancarı, çeltik ve pamuk gibi bitkilerin yetiştirilmesine uygundur. Şeritsel toprak işlemenin toprak

erozyonunun önlenmesi, toprak nem içeriğinin korunması, yağışların toprakta tutulması ve erken hasat gibi bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Aynı zamanda yabancı ot kontrolünün güçlüğü, özel toprak işleme ve ekim makinalarına ihtiyaç duyulması gibi sakıncaları vardır. Mevcut alet-makinaların şeritsel toprak işleme ve ekimde kullanılması durumunda üzerlerinde bazı ayarların yapılması gerekmektedir.

Sırta ekime yönelik toprak işleme

Sırta ekime yönelik toprak işleme tekniği, koruyucu toprak işleme tekniklerindendir. Bu toprak işleme tekniğinde; toprak işlemeden sonraki tarla yüzeyi, sırtlar ve çukurlardan oluşmaktadır. Tarla yüzeyi dalgalı bir yapıya sahiptir. Sırt yüksekliği, ortalama olarak 10-15 cm kadardır. Ekimden hasada kadar olan süre boyunca sırtların bakımı yapılarak şekilleri korunmaktadır. Ekim ve gübreleme amacıyla parsel genişliğinin ancak 1/3' ünden daha azının işlenmesine izin verilmektedir (Anonymous 2009). Tohumlar; su erozyonu sorunu ile nemli toprak koşullarında sırtların üzerlerine, rüzgar erozyonu sorunu ile kuru tarım bölgelerinde çizilere, tuzluluk sorununda sırtların yanlarına, erken ekim döneminde ise sırtların güneş gören yanlarına ekilirler (Kasap 2007). Yabancı ot kontrolünde, herbisitlerden ve/veya toprak işlemeden yararlanılabilir. Sırt yapımında özellikle listerler kullanılır. Lister, çift yönlü kulağa ve uç demirine sahip gövdeleri olan bir kültivatör tipidir. Toprak işlemede aynı zamanda diskli sırt yapıcılar veya özel sırt yapıcı aletlerden de yararlanılmaktadır (Anonymous 2006). Listerin arkasına eklenmiş olan sırt şekillendiriciler ile sırtların üst kısımları ve yanları düzeltilerek sırtlara istenilen şekiller verilebilmektedir. Sırt yapımında, toprak frezesi+ döner elemanlı sırt yapıcı kombinasyonundan da yararlanılmaktadır. Sırt yapımı, 3 farklı zamanda gerçekleştirilebilmektedir. Bunlar; ekimden önce, ekimle birlikte veya hasattan sonra mevcut sırtların düzeltilmesi şeklindedir. Sırta ekime yönelik toprak işleme tekniği; pamuk, buğday, mısır, soya, çilek ve domates gibi bitkilerin yetiştirilmesinde uygulanmaktadır. Sırta ekime yönelik toprak işleme tekniğinin; erozyon kontrolü, tuzluluk ve drenaj sorunu olan topraklara uygun olması, yakıt tüketiminin ve maliyetin düşüklüğü, karık sulamaya uygunluk ve kontrollü trafik gibi bazı üstünlükleri vardır. Ancak özel alet-makinalara gerek duyulması, dar sıra ekime uygun olmaması ve sırt şekillerinin bozulmadan korunması gibi bazı sakıncaları da bulunmaktadır (Magdoff ve Van Es 2000).

Toprak işlemesiz tarım tekniği

Önceki ürünün hasadından sonra yoğun yüzey artıklı tarla koşullarında tohumun doğrudan ekilmesini ve yabancı ot kontrolünde yalnızca herbisitlerden yararlanılmasını hedefleyen koruyucu toprak işleme tekniklerinden birisidir. Toprak işlemesiz tarımda yüzey artığı kaplama oranı % 60-90' lara ulaşmaktadır (Anonymous 2007). Sıfır toprak işleme veya doğrudan ekim tekniği olarak da adlandırılmaktadır. Ancak toprak işlemesiz tarım, doğrudan ekimden farklı olarak da kabul edilebilmektedir. Buna göre toprak işlemesiz tarım ile doğrudan ekim arasındaki en önemli farklılık, doğrudan ekim tekniğinin toprak işlemesiz tarım tekniğine göre daha esnek olmasından kaynaklanmaktadır. Doğrudan ekimde; tohum yatağı hazırlığı, ekim ve gübreleme için parsel genişliğinin en fazla 2/3' ü işlenmesine, toprak işlemesiz tarımda ise parsel genişliğinin 1/3' ünü geçmeyecek oranda toprak işleme yapılmasına izin verilmektedir (Anonymous 2009). Aynı zamanda doğrudan ekimde yabancı ot kontrolünde gerek duyulduğunda toprak işlemeden yararlanılabilmektedir. Hiçbir toprak işlemenin yapılmadığı ve tarla yüzeyinin yoğun bir şekilde yüzey artıklarıyla kaplı olduğu tarla koşullarında tohumların ekilebilmesi için özel ekim makinalarına gerek duyulmaktadır (Anken 2007). Bu amaçla ya mevcut geleneksel ekim makinaları üzerinde bazı değişiklikler yapılmakta ya da doğrudan ekim makinaları kullanılmaktadır (Weise ve Bourarach 1999). Ekim derinliği, 5 cm ve daha azdır. Doğrudan ekim makinalarının keski demirlerinin toprakta açtıkları izin genişliği ortalama 1-5 cm arasında değişmektedir. Bu tarım tekniğinin uygulanacağı tarlalarda drenaj, yabancı ot ve toprak sıkışması sorunlarının bulunmaması gerekmektedir. Tohumların ekilmesi, gübrenin toprağa verilmesi veya yüzey artıklarının temizlenmesi gibi işlemler sırasında toprak çok az hareketlendirilmelidir. Zorunlu olmadıkça toprağın işlenmesi istenmemektedir. Toprak yüzeyindeki bitki artıklarının, tüm yıl boyunca korunması esastır. Toprak işlemesiz tarım tekniğinin; erozyonun önlenmesi, toprak nem içeriğinin korunması, topraktaki canlı yaşamın kesintiye uğratılmaması, toprak biyolojik aktivitesinin artması, kaymak tabakasının azalması, agregat stabilitesinin artması, toprak sıkışmasının azalması; güç ihtiyacının, yakıt tüketiminin, toplam zaman ve masrafların azalması gibi üstünlükleri vardır. Doğrudan ekim makinalarına gerek duyulması, hastalık ve zararlı sorununun artması, yabancı ot kontrolünün güçlüğü, bilgi ihtiyacının fazla olması gibi bazı sakıncaları bulunmaktadır (Helsel vd. 1993, Anonymous 2007, Zweifel 2007).

Sonuç

Günümüzde hatalı toprak işleme uygulamalarından kaynaklanan toprak erozyonu, kuru tarım bölgelerinde toprak nem içeriği kaybı, toprak sıkışması ve sera gazlarının atmosfere karışması gibi sorunlar giderek artmakta olup çevreye daha fazla zarar verilmektedir. Toprağın yoğun bir şekilde işlendiği, tarla trafiğinin fazla olduğu, toprağın devrildiği ya da toprak işlemeden sonra toprak yüzeyinin koruyucu örtüden

yoksun bırakıldığı geleneksel toprak işleme tekniğine alternatif olarak toprak ve suyu korumayı amaçlayan toprak işleme teknikleri geliştirilmiştir. Azaltılmış ve koruyucu toprak işleme tekniklerinin yakıt tüketiminin az olması, zaman kazancının sağlanması, erozyonun önlenmesi, kuru tarım bölgelerinde nem kaybına yol açılmaması, topraktan salınan sera gazı miktarının azaltılması, toprak sıkışmasının önlenmesi, topraktaki canlı yaşamın bozulmaması, taban taşının oluşmaması vb. gibi birçok üstünlükleri bulunmaktadır. Toprak işlemeden istenen faydanın sağlanabilmesi için öncelikle mevcut koşullar belirlenerek yüzey artığı planlaması yapılmalıdır. Daha sonra uygun alet-makina setleri seçilerek ilerleme hızı, iş derinliği, mil devir sayısı gibi uygun işletmecilik parametreleriyle toprağın işlenmesi gerekmektedir. Özellikle erozyon ve nem kaybı sorunu olan alanlarda toprağın çok fazla hareketlendirilmesinden kaçınılmalıdır.

Kaynaklar

ANKEN, T., 2007. Technique pour Réduire le Travail au Sol. Technique Agricole: octobre 2007, p. 14-17.

ANONYMOUS, 1993. Crop Residue Management. AREI\Cropping Practices, http://www.ers.usda.gov/publications/arei/ah705/AREI4-1.PDF.

ANONYMOUS, 2005. Conservation Practices that Save: Crop Residue Management. USDA, http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/energy/.

ANONYMOUS, 2006. KOLNAG Potatoes and Vegetable Farming Machinery Feeding Equipment. Russian, http://www.kolnag.ru.

ANONYMOUS, 2007. Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. Soil & Tillage Research, 93: 1-12.

ANONYMOUS, 2009. Terminology and Definitions for Soil Tillage and Soil-Tool Relationships. ASAE EP291.3FEB2005 (R2009), ASABE Standarts, ASABE.

CHEN, Y., LIU, S., LI, H., LI, X. F., SONG, C. Y.,CRUSE, R. M. and X. Y. ZHANG, 2011. Effects of Conservation Tillage on Corn and Soybean Yield in the Humid Continental Climate Region of Northeast China. Soil & Tillage Research,115-116: 56-61.

DOMITRUK, D., CRABTREE, B., COUTTS G. and R. K. SMITH, 1997. Zero Tillage-Advancing the Art. The Manitoba – North Dakota Zero Tillage Farmers Association, Manitoba.

GODWIN, R. J., 1990. Agricultural Engineering in Development: Tillage for Crop Production in Areas of Low Rainfall. FAO Agricultural Services Bulletin 83, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 124 p., Italy.

HELSEL, Z. R., BUCHHOLZ, D. D., HOETTE, G. D., ANDERSON, L. E., PALM, E., THOMAS, G. and D. L. PFOST, 1993. No-Till Checklist. University of Missouri-Columbia, Agricultural Publication G04081, Columbia, 1993.

HICKMANN, J. S. and D. L. SCHOENBERGER, 1989. Estimating Grain Sorghum Residue. Kansas Soil Conservation Service and the Kansas State Conservation Commission. Crops and Soils 4-5 (Soil Conservation), L-782, Kansas.

KASAP, A., 2007. Sırta Ekim Yönteminin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Semineri, 51 s., Ankara.

LI, Y. X., TULLBERG, J. N. and D. M. FREEBAIRN, 2007. Wheel Traffic and Tillage Effects on Runoff and Crop Yield. Soil&Tillage Research, Still-2182, p. 11.

MAGDOFF, F. and H. Van Es, 2000. Building Soils for Better Crops. 2nd ed. Beltsville, Sustainable Agriculture Network.

MORRIS, N. L., MILLER, P. C. H., ORSON, J. H. and FROUD-WILLIAMS, R: J., 2010. The Adoptation of Non-Inversion Tillage Systems ın the Agronomic Impact On Soil, Crops and the Environment-A Review. Soil&Tillage, 108:1-5.

MURREL, S., 2012. Defining Tillage Systems. Efficient Fertilizer Use Tillage and Fertilizer, http://www.rainbowplantfood.com.

SANDRETTO, C. and J. PAYNE, 2006. Soil Management and Conservation. In: Agricultural Resources and Environmental Indicators. 2006 Edition/EIB-16. Wiebe K. Gollehon, N. 8eds, Economic Research Service/USDA, 101-103.

TEBRUGGE, F. and R. A. DURING, 1999. Reducing Tillage Intensity -a Review of Results from a Long- Term Study in Germany. Soil & Tillage Research, 53: 15-28.

WEISE, G. and E. H. BOURARACH, 1999. Tillage Machinery. CGIR Handbook of Agricultural Engineering Volume III, Plant Production Engineering, ASAE, (http://asae.frymulti.com).

WEST, T. O. and G. MARLAND, 2002. A Synthesis of Carbon Sequestration, Carbon Emissions, and Net Carbon Flux in Agriculture: Comparing Tillage Practices in the United States. Agriculture, Ecosystems, and Environment, 91:217-232.

ZWEIFEL, U., 2007. Festival du Semis Direct-un Etalage Bien Ordonné. Technique Agricole:août 2007, p. 8-11.

TOPRAK VE SUYU KORUMAYA YÖNELİK TOPRAK İŞLEME TEKNİKLERİ

Prof. Dr. İlknur DURSUN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü

ŞEKİLLER



Şekil 1. Kulaklı pullukla sürüm.



Şekil 2. Önceki ürünün hasadından sonra tarlada kalan yüzey artıkları.



Şekil 3. Malçlı toprak işleme (Li vd. 2007).



Şekil 4. Şeritsel toprak işleme (Morris vd. 2010).





Şekil 5. Sırta ekime yönelik toprak işleme (Anonymous 2006).



Şekil 6. Toprak işlemesiz tarım (Anonymous 2005).



Şekil 7. Doğrudan ekim makinası (Zweifel 2007).



Şekil 8. Doğrudan ekim makinasıyla çalışmadan sonra toprak koşulu (Zweifel 2007).



Şekil 9. Toprak işleme-ekim kombinasyonu (Zweifel 2007).



Şekil 10. Toprak işleme-ekim kombinasyonu (Anken 2007).