



Sürdürülebilir Tarım Açısından Sıfır Toprak İşleme

Fakı ERGÜL
Dr. Haydar POLAT

Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü / ANKARA

Özet

Geleneksel toprak işleme sistemlerinde, toprağı, suyu ve enerjiyi korumaya yönelik olarak hiç bir çalışma yapılmamaktadır. Ayrıca toprağın işlenmesi uzun zaman almakta, yüksek oranda işçilik, yakıt ve makine gibi girdileri gerektirmektedir. Sıfır toprak işleme teknikleri, erozyonla mücadele etmek ve toprak nemini muhafaza etmek için Amerika'da 1930'lu yıllardan başlayarak geliştirilmiştir. Dünyada 100 milyon hektar alanda farklı iklim ve toprak koşullarında kullanılmakta olan bu teknik, Ülkemizde henüz araştırma ve küçük uygulamalar düzeyinde olup, yaygınlaşmamıştır. Sıfır toprak işlemenin temel prensipleri, toprağın bozulmaması (işlenmemesi), sürekli bitkisel toprak örtüsü (malç) ve ekim nöbetidir. Ayrıca bu sistemle işçilik, yakıt ve zamandan tasarruf sağlanmaktadır. Ekonomik ve sürdürülebilir bir tarım için sıfır toprak işleme teknikleri ile ilgili araştırma ve uygulama çalışmalarının artırılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilir tarım, toprak işleme yöntemleri, sürdürülebilir toprak işleme, geleneksel toprak işleme, sıfır toprak işleme

1.Giriş

Sürdürülebilir tarımın en önemli faktörlerinden biri topraktır. Toprak İnsanoğlunun gıda ihtiyacını karşılamak için yapılan bitkisel üretimin temelini oluşturmaktadır. Toprak olmadan bitki üretimi, bitki üretimi olmadan da hayvansal üretim dolayısıyla insanlığın varlığını sürdürmesi imkânsızdır. **Geleneksel toprak işleme sistemlerinde, toprağı, suyu ve enerjiyi korumaya yönelik olarak hiç bir çalışma yapılmamaktadır.**

maktadır. Ayrıca toprağın işlenmesi uzun zaman almakta, yüksek oranda işçilik, yakıt ve makine gibi girdileri gerektirmektedir (1).

Toprak kayıplarıyla mücadele etmek ve toprak nemini muhafaza etmek için Amerika'da toprak koruma teknikleri geliştirilmiştir. Bu kapsamda korumalı toprak işleme yağışın erozyona sebep olduğu alanlarda ve düşük yağış sebebiyle topraktaki nemin korunmasının önemli olduğu alanlarda yaygındır (2, 3). Sıfır toprak işleme sürdürülebilir tarım uygulama ve teknolojilerinin örneklerinden biridir ve bu sistemle Brezilya ve Arjantin'de daha iyi girdi kullanımı sağlanmıştır, toprakta su muhafazası sağlanmış, organik madde miktarı artırılmış, erozyon azaltılmış, su kirliliğinin önüne geçilmiş ve verimde artış sağlanmıştır (4).

FAO kaynaklarına göre koruyucu toprak işleme ile topraktaki organik madde düzeyi artırılır, tarla trafiğinin azaltılması sonucu toprak daha az sıkıştırılır, yüzeyde geleneksel toprak işlemeye oranla daha çok bitki artışı kalacağı için su ve rüzgar erozyonu azaltılır. Geleneksel toprak işleme ile bitki artıkları toprağa karıştırılmakta, çıplak kalan toprak yüzeyine daha yüksek bir enerji ile çarpan yağmur damlaları toprak agregatlarını parçalayarak daha fazla miktarda toprağın yüzey akışla taşınmasına neden olmaktadır. Dünyada tarım alanlarının %40'ı su ve rüzgar erozyonu etkisi altındadır. Yapılan araştırmalar yanlış ve bilinçsiz toprak işlemekten kaynaklanan erozyon nedeniyle yılda 150 ton/ha'lık bir toprak kaybının meydana geldiğini ortaya koymuştur. **Bu kayıpları engellemenin en doğal yolu toprağı devirmeden işlemek, işlem sayısını azaltmak ve toprak yüzeyini mümkün olduğu kadar bitki örtüsü ile kaplı bulundurılmaktan geçmektedir.** Bu görüş Güney Brezilya'da, Kuzey Amerika'da, Yeni Zelanda ve Avustralya'da toprağı korumaya yönelik hareket etme, hatta hiç toprak işlememe gibi sonuçları ortaya çıkarmıştır (5). Yeterli bitki artığının (örtüsünün) bırakılabildiği sıfır toprak işleme uygulamaları toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzelterek sürdürülebilir tarımı mümkün kılar (1).

Korumalı toprak işleme; malçlı toprak işleme, azaltılmış toprak işleme, şeritsel toprak işleme ve toprak işlemesiz sistem olarak dört ana grupta sınıflandırılabilir. Korumalı toprak işleme değişik kavramlarla ifade edilmektedir. Bunlardan bazıları; ekimde toprak işleme (plant-till), şerit halinde toprak işleme (strip tillage), malçlı toprak işleme (mulch tillage), çim ekimi (sod planting), azaltılmış toprak işleme (minimum tillage),

anız engelli toprak işleme (stubble-mulch tillage) ve son zamanlarda güncel olan toprak işlemesiz (no-till), düşük toprak işleme (low till), sıfır toprak işleme (zero till), kimyasal nadas (chemical fallow), eko-nadas (eco-fallow) ve korumalı üretim sistemleri (conservation production systems) gibi (6). Bu makalede toprak işlemesiz (zero till) ya da sıfır toprak işleme (zero till) olarak adlandırılan teknik konusunda bilgi vereceğiz.

2. Sıfır Toprak İşlemenin Tanımı ve Ortaya Çıkış Sebepleri

Toprak işlemesiz tarım (sıfır toprak işleme), tohumun toprakla teması için işlenmemiş toprakta uygun genişlik ve derinlikteki dar açıklıklara, çukurlara veya bantlara tohumun bırakılması ve örtülmesi olarak tanımlanabilir. Böylece, bitkisel üretimde geleneksel pulluk veya diskle toprağın işleme tabi tutulması yerine, yeni ve ilgi çekici bir uygulama ortaya çıkmaktadır. Toprak işlemesiz tarımda, bitkinin gelişme ve olgunlaşma döneminde çapalama amacıyla herhangi bir toprak işleme yapılmaz (6). Bu uygulamada anızın yakılması ya da toprağa gömülmesi yerine bitki örtüsü olarak tarlada bırakılması ve bir sonraki üretim sezonunun başında tarlayı tamamen sürmek yerine özel ekim makinesi ile tohumun toprağa direk ekimi yapılmaktadır. Koruyucu toprak işleme genellikle özel ekim makinesine (anıza ekim mibzeri) ihtiyaç duymasına rağmen, geleneksel mibzerlerin çeşitli şekillerde modifiye edilerek kullanılması da mümkündür. Bu konuda Tarım Bakanlığı tarafından Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklemesi Programı kapsamında işlemesiz tarım makinalarına (direk ekim mibzeri) destek verilmektedir.

Toprak işlemesiz bitki yetiştiriciliği tarihçesi çok öncesine dayanmasına rağmen modern toprak işlemesiz tarım araştırmaları 1940'larda ve çiftçilere adaptasyonu da 1960'lı yılların başlarında olmuştur. 1930'lu yıllarda Amerika'da büyük ovalarda şiddetli erozyon sonucu oluşan toz fırtınaları, pullukla toprak işlemenin sorgulanmasına yol açmıştır. Sıfır toprak işlemenin ortaya çıkış sebeplerinden biri de yağışın yetersiz olduğu yerlerde toprak neminin korunmasıdır (2, 3). Sıfır toprak işleme, başlangıçta etkili toprak koruma metodu olarak düşünülmüştür, daha sonra toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerini geliştiren ekonomik ve sürdürülebilir üretim sistemine dönüşmekle birlikte, sera gazlarının salınımını azaltarak aynı zamanda çevreyi de koruyan bir sistem olarak görülmüştür. Paragvat yabancı ot ilacının 1955 de İngiltere'de icadı Avrupa'da ve Dünya çapında modern sıfır toprak işlemenin başlangıcı olmuştur.

Çizelge1. Toprak işleme sistemlerindeki tarım makinalarının kullanımı

İşlem	Makine	Toprak İşleme Sistemi		
		Geleneksel	Azaltılmış	Sıfır
1.Sınıf toprak işleme	Pulluk	+	-	-
2.Sınıf toprak işleme	Diskaro veya kazayağı	+	+	-
2.Sınıf toprak işleme Ekim	Tırmık	+	+	-
Ekim (anıza)	Mibzer	+	+	-
İlaçlama	Mibzer (Özel) Pülverizatör	-	-	+
Hasat	Biçerdöver	+	+	+
		+	+	+

Bu kimyasal ilaç toprak işlemez tarım konusundaki araştırmalara yol açmıştır. Tarihsel gelişimde başarılı uygulamaların sağlanması, farklı agro-ekolojik ve sosyo-ekonomik şartlardaki gerekli bilgilerin mevcudiyeti (araştırma sonuçları ve çiftçilerin tecrübesi), etkili ve düşük maliyetli çeşitli herbisitlerin bulunabilmesi, uygun fiyatta gerekli makinaların (anıza direk ekim mibzeri) olması, yeşil gübre örtü bitkilerini de içerecek şekilde (bu uygulama özellikle Latin Amerika'daki başarılı uygulamaların temelini oluşturmaktadır) ekim nöbetinin uygulanması gibi faktörlerle yakından ilişkili olmuştur (7). Korunmalı toprak işleme Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya ve Güney Afrika'da özellikle yarı kurak iklim bölgelerinde yoğun bir şekilde araştırılmıştır (2).

3. Türkiye'deki ve Dünyadaki Durumu

Toprak işlemez tarım Dünya'da başta Güney ve Kuzey Amerika ve artan bir şekilde Afrika ve Asya'da olmak üzere, yaklaşık 100 milyon ha alanda uygulanmaktadır (Çizelge 2). Türkiye'de koruyucu toprak işleme uygulamaları ancak araştırma veya çok küçük uygulamalar düzeyinde olup henüz yaygınlaşmamıştır (8).

Bu sistemin alan olarak çok kullanıldığı yer 25,3 milyon ha ile Amerika Birleşik Devletleri'dir. Daha sonra 23,6 milyon ha ile Brezilya ve 18,3 milyon ha ile Arjantin gelmektedir. Bu sistem Güney Amerika'da Paraguay, Uruguay, Bolivya, Venezuela, Uruguay, Şili ve Kolombiya'da da uygulanmakta ve bölgedeki diğer ülkelerden de ilgi görmektedir. Amerika Birleşik Devletleri alansal olarak bu sistemi en fazla uygulayan ülke olmakla birlikte toplam tarımsal alandaki uygulanma oranı %23 tür. Brezilya ve Arjantin de bu oran %60 civarında iken Paraguay'da %65'tir. Sıfır toprak işleme sisteminin adaptasyonu açısından Paraguay şu an dünyada birinci sıradadır. Sıfır toprak işleme sisteminin dünyada yaklaşık 95 milyon ha alanda uygulandığı hesaplanmaktadır. Bu alanın yaklaşık %47'si Latin Amerika'da, %39'u Amerika ve Kanada'da, %9'u Avustralya'da, %3,9'u da geriye kalan bölgelerde yani Avrupa, Afrika ve Asya'da bulunmaktadır (1).

Başlangıçta sıfır toprak işleme sisteminin sadece belli iklim koşullarında ve belli topraklar için uygun olduğu düşünülürken, bu teknolojinin oldukça değişik iklim, toprak ve coğrafik şartlarda çalıştığı ortaya çıkmıştır. Sıfır toprak işleme sistemi Kenya, Uganda gibi Ekvator Ülkelerinden 40 derece güney enlemindeki Arjantin, Şili'de, 60 derece kuzey enlemindeki Finlandiya'da, deniz seviyesinden, 3000m rakımlı Bolivya, Kolombiya gibi Ülkelere, %90 kum içeren topraklardan(Avustralya, Paraguay), %85 kil içeren topraklara (Brezilya, Paraguay), 200mm yıllık yağış alan Batı Avustralya'dan, 2000mm yıllık yağış alan Brezilya veya 3000mm yıllık yağış alan Şili'ye oldukça değişik iklim, toprak, yağış ve coğrafik şartlara sahip yerlerde başarılı bir şekilde uygulanmıştır (9). Bu sistemin başarılı olamadığı yerler nadirdir ve sınırlayıcı şartlar genelde uygun teknolojiler kullanılarak aşılabilir.

4. Sürdürülebilir Tarım Açısından Sıfır Toprak İşleme

Toprağın yoğun ve sürekli bir şekilde işlendiği bölgelerde toprak hazırlanmasından kaynaklanan toprak bozulması açıkça görülmektedir. Toprak kayıpları bu şekilde devam ederse potansiyel kuru tarım üretiminin 20 yıl içinde Afrika'da %15, Güneydoğu Asya'da %19 ve Güneybatı Asya'da %41'den fazla azalacağı FAO tarafından tahmin edilmektedir. Toprak yüzeyini çıplak bırakan geleneksel toprak işleme tarımsal alanlarda erozyonun başlıca sebeplerinden biridir (1).

Çizelge 2. Dünyada toprak işlemez tarım uygulanan başlıca ülkeler (9).

Ülke	Sıfır Toprak İşleme Uygulanan Alan (ha) 2004/2005
USA	25.304.000
Brezilya	23.600.000
Arjantin	18.269.000
Kanada	12.522.000
Australya	9.000.000
Paraguay	1.700.000
Indo-Gangetic-Ovalar	1.900.000
Bolivya	550.000
Güney Afrika	300.000
İspanya	300.000
Venezuela	300.000
Uruguay	263.000
Fransa	150.000
Şili	120.000
Kolombiya	102.000
Çin	100.000
Diğerleri (Tahmini)	1.000.000
Toplam	95.480.000

Öndüneli topografyadaki eğimli arazilerde ve belli şiddetle yağış alan alanlarda tarım yapılırken, toprak işleme için özellikle pulluk kullanıldığında, toprak yüzeyi çıplak bırakılması neticesinde su erozyonunun kaçınılmazdır. Aynı şekilde şiddetli rüzgar olan bölgelerde de rüzgar erozyonunun olması kaçınılmazdır. Üzerindeki bitki örtüsünden yoksun toprak, yağmurun, rüzgarın etkisine açık hale gelir. Sıfır toprak işlemede bitki artıklarının toprak yüzeyinde bırakılması ile ve agregatların parçalanmaması nedeniyle bu olumsuz etkiler azaltılır ya da ortadan kaldırılır. Toprak bozulmasına sebep olan, yoğun toprak işlemeye dayanan tarımsal sistemlerin malç ve bitki kalıntılarının sürekli toprak örtüsü olarak kaldığı sürdürülebilir üretim sistemleri ile değiştirilmesi gerekmektedir. (1). Toprak kaybının sıfır toprak işlemede diğer toprak işleme yöntemlerine göre çok daha az olduğu birçok araştırmada bulunmuştur. Geleneksel ve sıfır toprak işleme sistemlerinin neden oldukları toprak kaybı Çizelge 4'te verilmiştir (6).

Yoğun toprak işleme, bitki artıklarının ortadan kaldırılması ve inorganik gübrelerin organik gübrelerle yer değiştirmesi sonucu son 40 yılda toprağa dönen organik madde miktarı azalmıştır (2). Organik madde içeriği, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olan etkisi sebebiyle, toprak kalitesi açısından en önemli toprak özelliğidir. **Toprağa organik madde ilavesinin yapılmadığı, aksine yeterli seviyenin altına düşmesine yol açan tarımsal üretim sistem-**

leri, sürdürülebilir tarım açısından uygun değildir. Toprak işleme, toprakta tutulan organik maddenin hızla mineralizasyona uğrayarak toprakta organik madde miktarının azalmasına, bu da toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olur, sonuçta zamanla verim azalır (1). Sıfır toprak işleme ile hem anızın tarlada bırakılması hem de toprağın işlenmeyerek organik maddenin parçalanmasının teşvik edilmemesi neticesinde toprakta organik madde miktarı artmaktadır.

Karbondioksit (CO₂) bilindiği gibi küresel ısınmaya sebep olan ve sera gazı olarak ta bilinen bir gazdır. Toprak işleme ile organik maddenin mineralizasyonu teşvik edildiğinden, mineralizasyon sonucu karbondioksit açığa çıkmakta, buda atmosfere dahil olarak küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Sıfır toprak işleme sisteminde, bitkisel artıkların yakılması ya da toprağa karıştırılması yerine toprak yüzünde bırakılması sonucu, atmosfere bırakılan karbondioksit emisyonu azalır. Pullukla işleme ile karşılaştırıldığında karbondioksit emisyonu % 80'e varan oranlarda azaltılabilir. Buna ilave olarak fosil kaynaklı yakıt tüketimine göre karbondioksit emisyonu % 70'e varan oranda azaltılmaktadır. Yapılan bir araştırmada pullukla işlemeyi takiben 19 gündeki karbondioksit emisyonu sıfır toprak işlemeye göre yaklaşık 5 kat daha fazla olmuştur (12). **Dolayısıyla sıfır toprak işleme küresel ısınmanın etkisini azaltan bir etmendir.**

Sıfır toprak işlemenin ortaya çıkış sebeplerinden biri yağışın yetersiz olduğu yerlerde toprak neminin korunmasıdır. İklim değişikliği ve kuraklık tehdidinin dünyamızı tehdit ettiği günümüzde sıfır toprak işleme alternatif çözüm olarak düşünülecek konulardan birisidir. Sıfır toprak işlemenin yüzey malçı ile buharlaşmayı ve yüzey akışı azaltarak toprakta daha fazla su tutulmasını sağladığı birçok araştırmada bulunmuştur (13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21). **Böylece bu sistem, bitkinin kuraklığa direncini artırarak, özellikle kurak yıllarda ve dönemlerde iklim değişikliğinden bitkinin daha az zarar görmesini sağlayabilecektir.**

Sıfır toprak işleme ile yakıt ve işgücü gereksinimi önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Yapılan bir araştırmada yakıt gereksinimi %67 oranında ve işgücü gereksinimi %60 oranında azaltılmıştır (6).

Sıfır toprak işlemenin temel prensipleri, toprağın bozulmaması (işlenmemesi), sürekli bitkisel toprak örtüsü (malç) ve ekim nöbetidir. Bitki örtüsü toprağı fiziksel olarak yağmurun, rüzgarın ve güneşin olumsuz etkilerinden korur. Bitki örtüsü ürün, hasat edilen ürünün artıkları, baklagil ya da baklagil olmayan örtü

bitkisinin yakılmayarak tarlada bırakılması sonucu oluşmaktadır. (22). Sıfır toprak işleme sisteminden en üst düzeyde yarar sağlamak için toprağı sürekli bitki örtüsü altında tutmak ve biyokütle üretimini en üst düzeye çıkarmak çok önemlidir (23). Toprak yüzeyinde bitki artığının olmadığı sıfır toprak işleme kötü bitki gelişimi ve verim düşüklüğüne yol açacağından, bitki gelişimi ve verimi geleneksel toprak işleme uygulanan sistemden daha az olacaktır. Dolayısıyla sıfır toprak işleme toprak yüzeyinde bitki artıklarından oluşan iyi bir örtü tabakası oluşturmak mümkün olmadığı durumlarda uygun değildir. Çünkü sıfır toprak işlemenin faydaları toprak üstünde oluşan bu örtü (malç) tabakasından kaynaklanmaktadır. Geleneksel toprak işleme sistemi ile karşılaştırıldığında sıfır toprak işleme sistemini avantajlı kılan toprağın işlenmemesi değil, toprak yüzeyinde bitki artıklarının olmasıdır.

Çizelge 4. Farklı toprak işleme sistemlerinin neden oldukları toprak kaybı (11)

Toprak işleme sistemi	Toprak kaybı (ton/ha)
Geleneksel toprak işleme	30,9
Sıfır toprak işleme	3,0

5. Dezavantajları

Sıfır toprak işlemeye geçişte ilk 5 yıl başlangıç, 5-10 yıl arası geçiş, 10-20 yıl arası sağlama ve 20 yıldan sonrası oturma yani sistemden beklenen faydala arda verimde biraz azalma, toprakta sıkışma gibi problemlerle karşılaşılabilirse de ilerleyen aşamalarda bu olumsuzluklar sistemin tamamen oturmasıyla ortadan kalkacaktır. Ayrıca üretim masraflarındaki azalma verimle oluşabilecek düşüşleri dengelemektedir. **Toprak işleme yapılmadığı için yabancı otların giderilmesi için Glyphosate bileşimli ilaçlar (Round Up, touch-down, knockout) kullanılmaktadır, bu da ek giderlere neden olur ve çevresel bir olumsuzluk oluşturur.** Ayrıca başlangıçta sıkışmış, aşırı erozyona uğramış ve kötü drenajlı topraklar için uygun değildir. Modifiye edilmiş ya da özel olarak bu sistem için üretilmiş mibzer ihtiyacı olması da bir diğer problemdir. Ancak bu mibzer Tarım Bakanlığının desteklemesi kapsamındadır.

6. Sonuç

Sıfır toprak işleme hem ekonomik üretim, hem toprak koruma, hem de çevreye katkı yönleriyle çok önem kazanmış sürdürülebilir bir tarım tekniğidir. Ancak çiftçiler ve araştırmacılarıdaki önyargılar, sıfır toprak işleme sisteminin adaptasyonunun önündeki en büyük engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle konu ile ilgili araştırma ve uygulama çalışmalarının artırılması zorunluluk olarak görülmektedir.

Çizelge 3. Toprak yönetiminde toprak işleme ile ilgili eski ve yeni yaklaşımlar (10).

▪ Eski Yaklaşım (Geleneksel Toprak İşleme Sistemi)	▪ Yeni Yaklaşım (Sıfır Toprak İşleme Sistemi)
▪ Toprak işleme bitkisel üretim için kaçınılmazdır.	▪ Pullukla toprak işleme gerekli değildir.
▪ Hedef sadece bitkisel üretimdir.	▪ Hedef toprağı ve suyu koruyarak bitkisel üretimi sağlamaktır.
▪ Hasat sonrası kalan bitki artıkları ya yakılır ya da toprağa gömülür.	▪ Hasat sonrası kalan bitki artıkları toprak yüzeyinde kalır.
▪ Toprak yüzeyi hasat ile ekim arası çıplak kalır.	▪ Toprak yüzeyi, her zaman, bitki artıklarıyla ya da örtü bitkileri ile kaplıdır.
▪ Ekim nöbeti ve örtü bitkileri isteğe bağlıdır.	▪ Ekim nöbeti ve örtü bitkileri üretim sisteminin bir parçasıdır.
▪ Erozyon riski yüksektir.	▪ Erozyon riski

Kaynaklar

1. Derpsch, R. and Moriya, K. 2007. Tillage and No-tillage Effects on Soils, Crops, and Ecosystem. Conference on Conservation Agriculture Russian Field Day, Rostov, Russia July 3, 2007
2. Holland J.M. Agriculture, Ecosystems and Environment 103 (2004) 1-25
3. Unger P.W., Baumhardt, R.L. 2001. Historical development of conservation tillage in the southern great plains. Proceedings of the 24th Annual Southern Conservation Tillage Conference For Sustainable Agriculture. July 9-11, 2001 Oklahoma City, Oklahoma. 1-18.
4. PRETTY, J., 2002: Agri-Culture and Integrated Natural Resource Management. Integrated Natural Resource Management: Putting Practice into Action, Fourth INRM Task Force (September 16-19, 2002), ICARDA, Aleppo, Syria
5. Anonymous. 2006. What is Conservation Agriculture?, <http://www.fao.org/ag>. Erişim tarihi : 12.11.2006
6. Korucu, T., Kirişçi, V., Görücü, S., 1998. Korumalı Toprak İşleme ve Türkiye'deki Uygulamaları. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, 17-18 Eylül, 1998. s:40, Tekirdağ, Türkiye.
7. Derpsch, R. 1998. Historical review of no-tillage cultivation of crops. Proceedings, The 1st JIRCAS Seminar on Soybean Research. No-tillage Cultivation and Future Research Needs, March 5-6, 1998, Iguassu Falls, Brazil, JIRCAS Working Report No. 13, p 1-18, 1998.
8. Yalçın, H., Aykaş, E., Evrenosoğlu, M. 2003. Koruyucu Tarım ve Koruyucu Toprak İşleme Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 2003, 40(2):153-160
9. Derpsch, R., 2005: The extent of Conservation Agriculture adoption world wide: Implications and Impact. Proceedings on CD, III World Congress on Conservation Agriculture, 3 - 7 October 2005, Nairobi, Kenya. 1. 10. Blanco, H, Lal, R. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer Science+Business Media B.V. 2008
11. Melo, F.J.F., Silva, J.R.C., 1993. Erosion, soil water content and maize yields under no-tillage and conventional tillage in a red yellow podzolic soil in Ceara State, Brazil. Revista Brasileira de Ciencia do Solo. 1993, 17: 2, 291-297; 31
12. Derpsch, R., Moriya, K., 1998. Implications of no-tillage versus soil preparation on Sustainability of agricultural production. Advances in Geoecology. 1998, No. 31, 1179-1186; 33 ref.
13. Blevins, R.L., Phillips, R.E., Thomas, G.W., 1970. Influence of no-tillage cropping on soil moisture. Proceedings, North Central Weed Control Conference. 1970, 24.
14. Dao, T.H. Tillage and winter wheat residue management effects on water infiltration and storage. 1993. Soil Science Society of America Journal. 57 : 1586-1595.

15. Lindwall, C.W., Larney, F.J., Carefoot, J.M., 1995. Rotation, tillage and seeder effects on winter wheat performance and soil moisture regime. Canadian Journal of Soil Science. 1995, 75: 1, 109-116; 31 ref.
16. Thomas, G.A., Wildermuth, G.B., Thompson, J.P., Standley, nomy Conference, Toowoomba, Queensland, Australia, 30 January-2 February, 1996. 1996, 534-537; 8 ref.
17. O'Leary, G.J., Connor, D.J., 1997. Stubble retention and tillage in a semi-arid environment: 1. Soil water accumulation during fallow. Field Crops Research. 1997, 52: 3, 209-219; 28 ref.
18. Cantero, M.C., O'Leary, G.J., Connor, D.J., 1999. Soil water and nitrogen interaction in wheat in a dry season under a fallow-wheat cropping system. Australian Journal of Experimental Agriculture. 1999, 39: 1, 29-37; 22 ref.
19. Baumhardt, R.L. 2001. Residue management effects on infiltration into semi-arid drylands. Proceedings of the 24th Annual Southern Conservation Tillage Conference For Sustainable Agriculture. July 9-11, 2001 Oklahoma City, Oklahoma.
20. Lampurlanes, J., Angas, P. and Cantero-Martinez, C. 2001. Root growth, soil water content and yield of barley under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. Field Crop Research. Volume: 69 Issue: 1 January 2001, Pages 27-40.
21. Fabrizzzi, K.P., Garcia, F.O., Costa, J.L., Picone, L.I. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. Soil and Tillage Research. 2005. 81 : 57-69.
22. Hobbs, P.R., Sayre, K. And Gupta, R. 2007. The Role of conservation agriculture in sustainable agriculture. The Journal of Agricultural Science (2007), 145:2:127-137 Cambridge University Press
23. Godwin, R.J., 1990. Agricultural Engineering in Development Tillage for Crop Production in Areas of Low Rainfall, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
24. Derpsch, R. 2007. The no-tillage revolution in South America. FarmTech 2007 Conference Proceedings. January 24 - 26, 2007, Edmonton, Canada. (http://www.farmtechconference.com/pdf/2007Proceedings/Derpsch_FT2007.pdf) Erişim tarihi : 01.03.2008

Çizelge 5. Geleneksel ve sıfır toprak işlemenin sonuçları (10).

▪ Geleneksel Toprak İşleme	▪ Sıfır Toprak İşleme
▪ Üretim maliyetlerini artırır (yakıt, işçilik, makine gereksinimi ve zaman).	▪ Üretim maliyetlerini azaltır (yakıt, işçilik, makine gereksinimi ve zaman).
▪ Toprağın fiziksel durumunu bozar	▪ Toprağın fiziksel durumunu korur, geliştirir
▪ Yüzey akışı ve toprak erozyonunu artırır.	▪ Yüzey akışı ve toprak erozyonunu azaltır.
▪ Rüzgar erozyonunu artırır.	▪ Rüzgar erozyonunu azaltır.
▪ Organik maddenin ayrışma hızını ve sera gazlarının salınımını artırır.	▪ Pulluk tabakasındaki organik madde miktarını artırır. Sera gazlarının salınımını azaltır.
▪ Suyun buharlaşma ile kaybına yol açar.	▪ Buharlaşmayı azaltır (örtü tabakası ile).
▪ Toprağın yarayışlı su tutma kapasitesini ve bitkiye yarayışlı su miktarını azaltır.	▪ Toprağın yarayışlı su tutma kapasitesini ve bitkiye yarayışlı su miktarını artırır.
▪ Toprağın strüktürel özelliklerini zamanla bozar.	▪ Toprağın strüktürel özelliklerini (agregat stabilitesi vb.) iyileştirir.
▪ İnfiltrasyon hızını azaltır.	▪ Topraktaki büyük gözenekleri ve infiltrasyon hızını artırır.
▪ Topraktaki organizmaların sayısını ve aktivitesini azaltır.	▪ Topraktaki organizmaların sayısını ve aktivitesini (solucan sayısı ve aktivitesi vb.) artırır.
▪ Yavaş yavaş verimin azalmasına yol açar.	▪ Bitkisel üretimi korur.