

Dünyada ve Türkiye’de Toprak İşlemesiz Tarımın Durumu ve Benimsenmesi

Mehmet TEKİN¹, Muzaffer AVCI², Ahmet ÇAT³, Taner AKAR¹

¹Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya

²Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

³Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Siirt
tanerakar@akdeniz.edu.tr

Öz

Son yıllarda Dünya genelinde öncelikle toprak olmak üzere doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına ilişkin kaygıların artmasıyla, ABD merkezli geliştirilen korumalı tarım sisteminin önemli bir ayağı olan toprak işlemesiz tarım, başta Arjantin ve Brezilya olmak üzere birçok ülkede yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan araştırmalar ve yayım çalışmaları ile dünya genelinde 160 milyon ha alanda uygulama alanı bulan bu tarım sistemi, özellikle Kuzey ve Güney Amerika ile Avustralya’da hızla yaygınlaşmakta olup bu kıtaları Asya kıtası takip etmektedir. Ülkemizde de kuru tarım alanlarında yürütülen çalışmaların sonucunda başarılı sonuçlar alınmış olmasına rağmen, sistemin sürdürülebilir bir şekilde yaygınlaştırılması için tarımsal destekleme politikalarını da kapsayan geniş ölçekli araştırma-yayım çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu derlemede koruyucu tarımın önemli bir unsuru olan toprak işlemesiz tarımın Dünya ve ülkemizdeki durumu ve benimsenmesi ile bu sistemin ekolojik ve ekonomik üstünlükleri irdelenmiş, ayrıca ülkemizde bu sistemin yaygınlaşması için yapılması gerekenler özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Korumalı tarım, toprak işlemesiz tarım, azaltılmış toprak işleme, verimlilik, anız yönetimi, benimsenme

Current Status and Adoption of No Till in the World and Turkey

Abstract

No-till, a component of the USA-based conservation agriculture system, has disseminated to many countries, mainly in Argentina and Brazil due to the increasing concerns about soil and natural resources worldwide in recent years. This agriculture system, which has already application area about 160 million hectares in the World, spreads rapidly especially in North and South America and Australia followed by Asia thanks to researches and agricultural extension activities. Although successful results have also been obtained with different studies in dry-land conditions in Turkey, large-scale research and extension activities including agricultural support policies are needed in order to extend the system sustainably. This review discusses the current status and adoption of no till agriculture which is the special case of conservation agriculture in the World and Turkey and its ecological and economic advantages. Additionally, it is also summarized what is needed to disseminate the system in our country.

Keywords: Conservation agriculture, no till, reduced tillage, productivity, stubble management, adoption

Giriş

21. yüzyıl tarımsal üretiminde hala önemli bir gelişme ivmesine sahip olan korumalı tarım sistemleri toprağın hiç işlenmemesi veya en az düzeyde işlenmesi, organik bitki örtüsünün yüzeyde bırakılması ve ürün çeşitliliğinin ekim nöbetinde yer almasını esas alan bir dizi yetiştirme tekniği uygulamalarını içermektedir (Unger ve McCalla, 1980; Lal, 1989; Avcı, 2011). Bu sistemin önemli ayaklarından birisi olan toprak işlemesiz tarım (no-till veya zero-till), dünya genelinde 1973-74 üretim sezonunda sadece 2.8 milyon ha düzeyinde iken 1999’da 45 milyon ha seviye ulaşmış, bu gelişme eğilimi 2003 yılında daha

da artarak 72 milyon ha seviyesine gelmiştir. Günümüzde yaklaşık 160 milyon ha alanda tüm kıtalarda ve tarımsal ekolojilerde uygulanmakta olan toprak işlemez tarım sistemi, halen artan bir ivmeyle yaygınlaşmaktadır (Friedrich ve ark., 2012; FAO, 2016). Toprak işlemez tarımdaki artış oranındaki en büyük pay çiftçilerin ve devletlerin bu alternatif üretim sistemine olan ilgileri sayesinde gerçekleşmiş olup sistemin bu düzeylere ulaşmasında, başta bu yöntemi yoğun olarak benimseyen Kuzey ve Güney Amerika kıtası başta olmak üzere Avustralya ve Yeni Zelanda'nın büyük katkıları olmuştur (Giller ve ark., 2015). Son zamanlarda ise Asya ve Afrika kıtalarında da yapılan çalışmalar ve teşviklerle sistemin yaygınlaştığı görülmektedir (Giller ve ark., 2009; Andersson ve D'Souza, 2014; Arslan ve ark., 2014; Corbeels ve ark., 2014).

Yoğun tarım, toprağın fiziksel ve kimyasal olarak bozulmasına, organik maddenin kaybına, bu da topraktaki biyolojik faaliyetlerin azalmasına ve sonuç olarak bitkisel üretimde düşüşe yol açmaktadır. Bunun aksine toprak işlemez tarım, devamlı toprak yüzeyini kaplama ve ekim nöbetini içeren üç temel kuralı esas alarak sürdürülebilir ve karlı bir tarım sistemini öngörmektedir (Unger ve McCalla, 1980; Giller ve ark., 2015). Bu şekilde toprak, yağmur erozyonu ve yüzey akışına karşı korunmakta, toprak parçacıkları (agregat) kararlı (stabil) hale dönüşüp organik madde ve verimlilik düzeyi doğal olarak artmakta ve daha az yüzey sertleşmesi gözlenmektedir. Dolayısıyla yüzey sularının kirlenmesi ve atmosfere CO₂ salınımı azalmakta ve biyo-çeşitlilik artmaktadır (Reicosky, 2003). Toprak işlemez tarım, özellikle iklim koşullarının devamlı olarak verim kayıplarına neden olduğu, organik maddenin çok düşük olduğu, yağışın en önemli kısıtlayıcı faktör olduğu ve anızların sürdürülebilir tarımsal üretim için birincil öneme sahip olduğu kurak ve yarı kurak alanlar için daha önemli hale gelmektedir (Du Preez ve ark., 2001; Madejon ve ark., 2007; Giller ve ark., 2009; Pittelkow ve ark., 2015).

Bu derleme ile dünya genelinde hem kuru ve hem de sulu tarım koşullarında giderek yaygınlaşan koruyucu tarımın önemli bir unsuru olan toprak işlemez tarımın başta ABD, Brezilya, Arjantin ve Avustralya gibi öncü ülkelerdeki ve Türkiye'deki son durumu ve benimsenmesi ile bu sistemin tarımsal üstünlükleri irdelenmiş, ayrıca bu sistemin Türkiye'de yaygınlaşması için yapılması gerekenler özetlenmiştir.

Toprak İşlemez Tarımın Tarihçesi ve Gelişimi

ABD'de 1930'larda toz fırtınalarının geniş tarım alanlarını tahrip etmesiyle birlikte toprak işleme sorgulanmaya başlamıştır. Pullukla sürümün yerine azaltılmış toprak işleme (anız örtülü tarım sistemi) ile toprak yüzeyinde anız ve sap atıklarının bırakılması ve rüzgar erozyonunun bu yolla engellenmesi, toprak koruma amaçlı olarak toprak işlemez tarım kavramı gündeme gelmeye başlamıştır. 1940'larda doğrudan ekim yapan mibzerlerin geliştirilmesiyle birlikte, bugünkü toprak işlemez tarımın kuramsal kavramlarını oluşturan "Ploughman's Folly" adlı kitap Faulkner (1945) tarafından ve "One Straw Revolution" adlı kitap ise Fukuoka (1975) tarafından yazılmıştır (Friedrich ve ark., 2012). Tüm bu gelişmelere karşın toprak işlemez tarımın ABD'de uygulanmaya başlaması ancak 1960'larda gerçekleşmiş ve 1970'lerin başında da Brezilya'ya ulaşmış ve araştırmacılar, çiftçilerle birlikte sistemi dönüştürerek bugünkü toprak işlemez tarım teknolojisini geliştirmişlerdir (Unger ve McCalla, 1980; Lal, 1989).

Toprak işlemez tarım sistemi, 1990'ların başında hızla yayılmaya başlamış ve başta Güney Brezilya, Arjantin ve Paraguay olmak üzere Güney Amerika tarımında bir devrime yol açmıştır. Bu gelişmeler 1990'lı yıllarda başta CGIAR, FAO ve CIRAD gibi uluslararası araştırma ve kalkınma merkezleri olmak üzere dünyanın farklı yerlerinden ilgi görmeye başlamıştır (Friedrich ve ark., 2012). Brezilya'ya çiftçiler ve karar vericiler için düzenlenen çalışma gezileri ile bölgesel çalıştaylar, kalkınma ve araştırma projeleri

gerçekleştirilmiş ve bu sayede Zambiya, Tanzanya ve Kenya gibi Afrika ülkeleri ile Kazakistan ve Çin gibi Asya ülkelerinde sistem benimsenmeye başlamıştır. Bu yüzyılın sonuna doğru ise sistemin benimsenmesi gelişmiş ülkelerden başta Kanada, Avustralya olmak üzere İspanya ve Finlandiya gibi ülkelerde de artmaya başlamıştır.

Toprak işlemez tarım, neredeyse dünyanın her yerinde uygulanmakta ve denenmektedir. 2016 yılı verilerine göre, yaklaşık 160 milyon ha alanda uygulanan bu sistem kuzeyde Finlandiya'dan tropik alanlar (Kenya ve Uganda); deniz seviyesinden 3.000 m yüksekliğe (Bolivya ve Kolombiya); kuru tarım koşullarından (250 mm/yıl yağış alan Fas ve Batı Avustralya) çok aşırı yağışlı Brezilya'ya (2.000 mm/yıl) veya 3.000 mm yağış alan Şili'ye kadar farklı ekolojik koşullarda başarıyla uygulanmaktadır (FAO, 2016). Bunlara ek olarak, toprak işlemez tarım Çin ve Zambiya'da yarım hektardan Arjantin, Brezilya ve Kazakistan'da 1000'lerce hektarlık büyük çiftliklerde, Avustralya'da %90 kum içeren topraklardan Brezilyada %80 kil içeren topraklara kadar çok farklı toprak içeriklerine sahip alanlarda, ilave makina aksamaları kullanılarak rahatlıkla uygulanabilmektedir. Doğrudan ekim sistemi, yağış ve verimlilik yönüyle marjinallik arz eden alanlarda bile tarım yapılmasını olanaklı kıldığından tarımsal alanların genişlemesine de katkı sağlamıştır (Friedrich ve ark., 2012). Ayrıca kök ve yumru bitkileri de dâhil hemen hemen her bitki türü toprak işlemez tarım sistemleri altında yetiştirilebilmektedir (Derpsch ve Friedrich, 2009).

Toprak işlemez tarımın benimsenmesinin önündeki en büyük engeller ise; uygulanabilir bilgi eksikliği, gelenek ve önyargılar, uygun olmayan girdi veya doğrudan çiftçi desteklemeleri, dünyanın birçok yerinde hala uygun alet ekipmanın olmayışı ve özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki büyük çiftliklerde yabancı ot mücadelesini kolaylaştıracak toptan ot öldürücü (total herbisit) bulunmayışı olarak sıralanabilir (FAO, 2008; Friedrich ve Kassam, 2009).

Toprak İşlemez Tarımın Ekolojik ve Ekonomik Üstünlükleri

Son 10 yılda dünya genelinde en çok konuşulan ve tartışılan konu, küresel ısınmanın etkilerinin acı sonuçlarının iyiden iyiye hissedilmeye başlanmasıdır. Son 50 yılda 1-2 °C ortalama artış gösteren küresel sıcaklık değerlerinin en önemli etkenlerinin başında fosil yakıtların tüketilmesi gelmektedir. Buna ek olarak, tarım sektörü kendi başına CO₂, N₂O ve CH₄ kökenli sera gazı salınımının %30'undan doğrudan sorumlu olup, iklim değişikliğinin sonuçlarından da doğrudan etkilenmektedir (IPCC, 2007; Hobbs ve ark., 2008; Delgado ve ark., 2013). Toprak işlemez tarımın başta CO₂ olmak üzere sera gazı salınımının azaltılmasına doğrudan ve dolaylı katkıları vardır. Toprak işleminin azaltılması fosil yakıt tüketimini azalttığı için, doğrudan karbon salınımını azaltmaktadır (Abdalla ve ark., 2013). Zaman içerisinde toprağın eski sağlığına kavuşması ile birlikte su tutma kapasitesinin artması, mineral madde ihtiyacının azalmasından dolayı da yine tarla trafiğinde bir azalma görülecektir. Ayrıca, toprağın devrilerek sürülmesi ile toprak organik maddesinin kısa süre içerisinde mineralize olarak tükenmesinin önüne geçilmesi, organik maddenin zaman içerisinde artması ve yıkımının durması, toprakta karbonun tutulması (sequestration) ile sonuçlanıp karbon salınımı azalacaktır (Baker ve ark., 2007a). Nitekim bu konuda Kanada'da bir araştırmada, toprak işlemez tarım yapılan arazilerde 18.3 milyon ton atmosferik CO₂ bağlandığı ve depolandığı saptanmıştır (Baig ve Gamache, 2009).

Toprak işlemez tarımın oldukça önemli diğer bir üstünlüğü de, tarımsal üretimin özellikle tarla tarımının vazgeçilmez unsuru olan toprağın fiziksel olarak aşınmasını (erozyon) en aza indirmesidir (Holland, 2004; Hobbs ve ark. 2008). Toprağın rüzgâr ve su erozyonu ile aşınması ve nehirlere taşınması sadece fiziksel bir kayıp olmayıp aynı

zamanda toprağın bitki besin elementlerinin de taşınmasına, dolayısıyla verimsizleşmesine yol açmaktadır. Yapılan bir araştırmada, toprak işlemez tarımın toprak erozyonunu %96 azalttığı saptanmıştır (Friedrich ve ark. 2012). Kanada’da 1990’lardan beri sıfır işlemeli ve azaltılmış toprak işlemeli tarımın yaygınlaşması ve diğer erozyon önlemleri ile birlikte su ve rüzgâr erozyonuna açık alanların hızla azaldığı ve sırasıyla %14 ile %30 seviyelerine gerilediği bildirilmektedir (Baig ve Gamache, 2009).

Kanada koşullarında toprak işlemez tarımın yaygınlaşması ile birlikte su ve rüzgârla verimli tarım topraklarının aşınmasının azalmasıyla, sediment taşınmasında %60-90 azalmaların olduğu, bu sayede nehirlere kimyasal ilaç ve bitki besin elementlerinin de taşınmasında çok önemli düşüşler olduğu ve nehirlerin kirlenmesinin önüne geçildiği saptanmıştır. Ayrıca anızın yüzey akışını kesmesiyle eriyen kar sularının toprağa emiliminin arttığı ve bu depolanan suyun özellikle kuru tarımda verimliliği artırmaya önemli bir katkı yaptığı gözlenmektedir (Hobbs ve ark., 2008; Baig ve Gamache, 2009). Hasat sonrası bırakılan anızların Kanada koşullarında sediment taşınmasına engel olmasıyla birlikte %90 oranında pestisit, azot ve fosfor gibi ana besin elementlerinin yüzey akışıyla derelere ve nehirlere akışının durdurulduğu bilinmektedir.

Toprak işlemez tarımın yabancı ot, hastalık ve zararlılara olan etkileri konusunda farklı araştırma sonuçları mevcuttur. Özellikle geniş yapraklı ot popülasyonlarında düşüş olurken, dar yapraklılarda bir artış görüldüğü bununla birlikte yıl etkisinin toprak işlemeden daha etkili olduğu bilinmektedir (Hobbs ve ark. 2008; Chauhan ve ark. 2012; Bajwa, 2014). Hastalık ve zararlı popülasyonlarında da farklı araştırma sonuçları mevcut olup özellikle ekim nöbetine dikkat edilerek, kök ve kök boğazı hastalıkları ile nematodların popülasyon artışı engellenmektedir. Buna ilave olarak, kışlık tahılların ekim nöbetine girdiği ve yaygınlaştığı Kanada koşullarında toprak artropodları, ötücü kuşlar, ördek ve küçük memeli hayvan popülasyonlarında önemli artış ve çeşitlilik görüldüğü belirlenmiştir (Baig ve Gamache, 2009). Kısacası, toprak işlemez tarımla bozulan ekolojik dengeler yeniden bir yapılanma sürecine girmektedir.

Toprak işlemez tarımın yaygınlaşması ile birlikte, toprak yüzeyinde önemli bir düzeyde anız bırakılmakta olup bu durum sırasıyla organik madde, toprak yapısı ve toprak sıcaklığının dengelenmesinde önemli ve olumlu artışlara yol açmakta ve sonuç olarak toprak daha fazla su tutarak bitki büyüme ve gelişmesini olumlu yönde desteklemektedir (Hobbs ve ark., 2008; Verhulst ve ark., 2010). Toprak işlemez tarımın toprak özelliklerine olan olumlu etkileri şöyle sıralanabilir:

1. Organik madde artışı: 2.9 ± 1.3 mg ha/yıl;
2. Alınabilir azot mineralizasyonunda, fosfor ve potasyum miktarında artışlar;
3. Mikrobiyal aktivitede ve solucan popülasyonunda artış; agregat kararlılığı ve büyüklük dağılımında artışlar, toprak sıkışmasında ve yüzey akışında azalmalar ile toprak yapısı, su geçirgenliğinde ve su tutma kapasitesinde artış gibi fiziksel toprak özelliklerinde iyileşmelere;

4. Geleneksel tarımla karşılaştırıldığında ortalama bir sıcaklık, daha az sıcaklık stresine yol açmaktadır (Baig ve Gamache, 2009). Bunların doğal sonucu olarak, toprak erozyonu ve tarımsal kimyasallardan kaynaklanan bulaşma risklerinin azalmasıyla su kalitesinde artış görülmektedir (Bal, 1985; Verhulst ve ark., 2010; Laurent ve ark., 2011).

Toprak işlemez tarımın yukarıda sayılan bir çok ekolojik üstünlüğünün yanında, ekonomik üstünlükleri de tartışmaya yol açmayacak kadar tarımda verimliliği artırmak için önemli bir etkidir. Bunların başında iş gücü ihtiyacının %50’ye kadar azalması gelmektedir ki bu çiftçilerin zaman, yakıt ve makina maliyetlerinden tasarruf etmesine yol açar (Saturnino ve Landers, 2002; Baker ve ark., 2007b; Lindwall ve Sonntag, 2010; Crabtree, 2010). Buna ilave olarak yakıt tasarrufu genel olarak %65 civarında rapor

edilmektedir (Sorrenson ve Montoya, 1984; 1991). Ülkemizde yakıtın pahalı olması ve çiftçi gelirlerinin durumu göz önüne alındığında yapılacak yakıt tasarrufu azımsanmayacak kadar önemli bir tutara sahip olacaktır. Nitekim ülkemizde kuru tarım koşullarında yapılan uzun süreli bir araştırmada da buğday verimini düşürmeden 2007 yılı verileri ile dekara 16-18 TL tasarruf yapılacağı hesaplanmıştır (Avcı, 2011). Bugünkü mazot fiyatları esas alındığında ise dekara net gelirin 25-30 TL arasında artacağı unutulmamalıdır.

Dünyada Toprak İşlemesiz Tarımın Durumu ve Benimsenmesi

Dünya genelinde yaklaşık 160 milyon ha seviyesine ulaşan toprak işlemesiz tarımın kıtalar ve ülkeler düzeyinde dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir. Kıtalar düzeyinde doğrudan ekim rakamları incelenecek olursa Amerika kıtası %76.77’lik payla ilk sırada gelmektedir. Bu payda başta; Amerika, Brezilya, Arjantin ve Kanada olmak üzere neredeyse tüm kıta ülkelerinin sahip olduğu toprak varlığı ile orantılı olarak katkısı vardır (Çizelge 1). Bu kıtada ilginç bir biçimde toprak işlemesiz tarım oranı en düşük ülke olan Meksika’da da CIMMYT destekli çok büyük bir araştırma, eğitim ve yayım çalışması sürdürülmektedir. Gelecek 10 yılda bu ülkeden de önemli katkılar beklenmektedir. Avustralya/Yeni Zelanda ise kıta düzeyinde sulu ve kuru koşullarda tarla tarımında bu sistemi en çok yaygınlaştıran diğer kıtadır (Çizelge 1). Bu iki kıtanın oranı %88.16 olup bunları %6.50 ile Asya ve %4.52 ile de Avrupa kıtaları izlemektedir. Önümüzdeki 10 yılda, en büyük artışların Asya ve Avrupa kıtasında gerçekleşmesi beklenmektedir. Özellikle Rusya ve Kazakistan’daki artışlarla birlikte nüfus azlığı, erken kış koşullarının bastırması ve don zararlarından dolayı ekilemeyen alanların toprak işlemesiz tarım sayesinde tarla tarımına kazandırılacağı düşünülmektedir.

Ülkeler düzeyinde toprak işlemesiz tarım irdelendiğinde ise bu konuda öncülük yapan ilk üç ülke olan ABD, Brezilya ve Arjantin 96.6 milyon ha alan ile dünya toprak işlemesiz tarım alanlarının %61.63’ünü oluşturmaktadır. Bu ülkelere Kanada ve Avustralya/Yeni Zelanda da dâhil edildiğinde dünya toprak işlemesiz tarım alanlarının %84.70’ini ilk 6 ülke oluşturmaktadır. Bu ülkeleri son 5 yıldaki atılımı ile başta Çin, Rusya, Paraguay, Kazakistan ve Hindistan takip etmektedir. Dünya sıralamasında toprak işlemesiz tarım ekilişi itibariyle Rusya ve Ukrayna’yı takiben en önemli Avrupa ülkesi 672 000 ha ile İspanya gelirken, bu ülkeyi 380 000 ha ile İtalya, 200 000 ha ile Fransa, Almanya ve Finlandiya izlemektedir (Çizelge 1). Avrupa’da son 5 yılda en fazla dikkat çeken ülkeler Rusya, Ukrayna, İtalya ve Fransa’dır. Önümüzdeki 10 yıllık dönemde Asya ve Avrupa ülkelerinde daha fazla gelişme beklenmektedir. Afrika’dan dünya sıralamasında en çok dikkat çeken ülke ise 368 000 ha ile Güney Afrika olup, bu ülkeyi Zimbabve, Zambiya ve Mozambik ülkeleri takip etmektedir (Çizelge 1).

Ekonomik, ekolojik ve kültürel nedenler ile değişik destekleme politikaları ve çiftçi örgütlenmeleri de benimsenme oranlarında önemli farklılıklara yol açmaktadır. Kanada’da uzun vadede 18.3 milyon hektara ulaşan toprak işlemesiz tarım alanı daha fazla biyo-çeşitliliğin sağlanması ve toz fırtınalarının ortadan kalkması gibi ekolojik faydaları da sağlamıştır (Lindwall ve Sonntag, 2010). ABD’de toprak işlemesiz tarımın benimsenmesi 35.6 milyon ha seviyesine ulaşmasına rağmen hala düşük düzeydedir. Çünkü, bu ülkenin sahip olduğu uzun süreli deneyime rağmen tarıma elverişli alanlarının yaklaşık %23’ü ancak toprak işlemesiz tarıma ayrılmıştır (World Bank, 2016). Özellikle girdi odaklı destekleme sistemleri gibi birçok nedenden dolayı doğrudan ekim yapılan alanların ancak %10-12’sinde süreklilik vardır. ABD’de “Toprak İşlemesiz Tarım Sistemleri Birliği (Conservation Agriculture Systems Alliance)” benzeri çiftçi örgütleri sayesinde ekim nöbetleri, örtücü bitkileri (cover crops) ve ilave faydaları nedeniyle devamlı sıfır işleme konusunda farkındalık artırılmaya çalışılmaktadır (CASA, 2016).

Çizelge 1. Dünya genelinde toprak işlemez tarım alanlarının ülkelere ve kıtalara göre dağılımı (FAO, 2016)

Ülkeler	KTA* (ha)	KTO** (%)	Ülkeler	KTA (ha)	KTO (%)
Amerika	120 344 000	76.77	Asya	10 193 000	6.50
Amerika	35 613 000	22.72	Çin	6 670 000	4.25
Brezilya	31 811 000	20.29	Kazakistan	2 000 000	1.28
Arjantin	29 181 000	18.62	Hindistan	1 500 000	0.96
Kanada	18 313 000	11.68	Kuzey Kore	23 000	0.01
Paraguay	3 000 000	1.91	Batı Asya ve Kuzey Afrika	88 200	0.06
Uruguay	1 072 000	0.68	Türkiye	45 000	0.03
Bolivya	706 000	0.45	Suriye	30 000	0.02
Venezüella	300 000	0.19	Tunus	8 000	-
Şili	180 000	0.11	Fas	4 000	-
Kolombiya	127 000	0.08	Lübnan	1 200	-
Meksika	41 000	0.03	Güney ve Orta Afrika	1 223 440	0.78
Avrupa	7 091 768	4.52	Güney Afrika	368 000	0.23
Rusya	4 500 000	2.87	Zimbabve	332 000	0.21
Ukrayna	700 000	0.45	Zambiya	200 000	0.13
İspanya	672 000	0.43	Mozambik	152 000	0.10
İtalya	380 000	0.24	Malavi	65 000	0.04
Fransa	200 000	0.13	Kenya	33 100	0.02
Almanya	200 000	0.13	Gana	30 000	0.02
Finlandiya	200 000	0.13	Tanzanya	25 000	0.02
İngiltere	150 000	0.09	Sudan	10 000	-
Slovakya	35 000	0.02	Madagaskar	6 000	-
Portekiz	32 000	0.02	Lesotho	2 000	-
İsviçre	17 000	0.01	Namibya	340	-
Macaristan	5 000	-	Avustralya ve Yeni Zelanda	17 857 000	11.39
Hollanda	500	-	Avustralya	17 695 000	11.29
Belçika	268	-	Yeni Zelanda	162 000	0.10
Dünyada Korunulmuş Tarım Yapılan Toplam Alan (ha)				156 752 408	

*KTA: Korunulmuş tarım alanı

**KTO: Korunulmuş tarım alanının toplam tarım alanına oranı

Brezilya, Arjantin, Uruguay ve Paraguay gibi Latin Amerika ülkelerinde toprak işlemez tarımın benimsenme oranı yüksek seviyelerde olsa da benimsenme kalitesi hakkında ciddi endişeler bulunmaktadır. Bu durum kısmen hükümet politikalarından kaynaklansa da pazar baskılarından dolayı devamlı (monokültür) soya tarımı, örtü bitkisi olmadan yaygınlaşmakta ve bu da toprak erozyonu ve toprak bozulmaları ile sonuçlanmaktadır (Gudynas, 2008). Bundan dolayı bu sistemin adı toprak işlemez tarım olarak adlandırılmamakta ve özellikle Arjantin ve Uruguay'da doğrudan ekimin benimsenme oranı yarı yarıya inmektedir. Bu sorun Brezilya ve Uruguay'da güçlendirilen yayım faaliyetleri ve yasal olarak örtü bitkilerinin özellikle soya için ekilmesi ve destekleme politikaları ile aşılmaya çalışılmaktadır (Friedrich ve ark., 2012).

Avrupa'da toprak işlemez tarım Rusya hariç tutulduğunda, Afrika'nın biraz üzerinde olup, toplam ekili alanların yaklaşık %1'ini oluşturmaktadır (Çizelge 1). 1999'dan beri Avrupa toprak işlemez tarım federasyonu, (ECAAF)'nın teşvikleri ile İspanya, İtalya, Fransa, Finlandiya ve İngiltere'de benimsenme düzeyi gözle görünür bir halde iken, İrlanda, Almanya, İsviçre ve Portekiz'de ise benimsenme oranı düşük seviyededir. Özellikle İspanya ve Portekiz'de meyve bahçeleri, bağ ve zeytinlik gibi çok yıllık bitkilerin arasında toprak işlemez tarımın yaygınlaşması tek yıllık bitkilerin benimsenme oranının artmasına yol açmıştır (Friedrich ve ark., 2012).

Avrupa ve Asya arasında köprü görevi yapan Rusya ve Ukrayna'da toprak işlemez tarımı teşvik eden aktif çiftçi grupları vasıtasıyla benimsenme oranı önemli düzeyde artmaktadır. Rusya'da rapor edilen toprak işlemez tarım alanı 15 milyon ha (Friedrich ve

ark., 2012) iken FAO tanımlanmasına göre bu oran 4.5 milyon ha'a düşmektedir (Çizelge 1). Ukrayna'da ise bu oran 700 000 ha'a ulaşmıştır. Dünyanın en önemli petrol ihracatçılarından birisi olan Rusya'da toprak işlemez tarım sisteminin yaygınlaşması daha ucuz tahıl üretimine ve dolayısıyla Rusya'nın dünya tahıl ticaretinde belirleyici olmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Asya ülkelerinde, toprak işlemez tarımda son 10-15 yılda önemli artışlar gözlenmektedir. Orta Asya'da özellikle en hızlı gelişme son beş yılda 10.5 milyon ha ile Kazakistan'da görülmüştür (Friedrich ve ark., 2012). Özellikle Kuzey Kazakistan'ın kuru tarım alanlarında yaygınlaşan bu sistemin "gerçek" toprak işlemez tarım alanı oranı, ekim nöbeti ve devamlı sıfır işleme unsurları göz önüne alındığında ancak ifade edilen alanın %10'unu bulmakta, yani 2 milyon ha ile Kazakistan dünyanın ilk 10 öncü toprak işlemez tarım yapan ülkesi arasına girmektedir.

Çin, 20 yıl önce başlattığı toprak işlemez tarım araştırmalarını son bir kaç yılda yaygınlaştırmaya başlamış ve toprak işlemez tarım sistemini çeltiğe doğru da kaydırmayı başarmıştır (Gupta ve Sayre, 2007). Bugün Çin'de yaklaşık 6.7 milyon ha alan toprak işlemez tarım uygulaması altındadır. Kuzey Kore ise 23 000 ha alan ile bu sistemi benimsemiş ve bu sistem sayesinde ikinci ürün uygulamasına geçmeyi başarmıştır (çeltik, mısır veya soya yazlık ürün iken kışlık buğday veya yazlık arpa kışlık olarak doğrudan anıza ekilmektedir) (Çizelge 1).

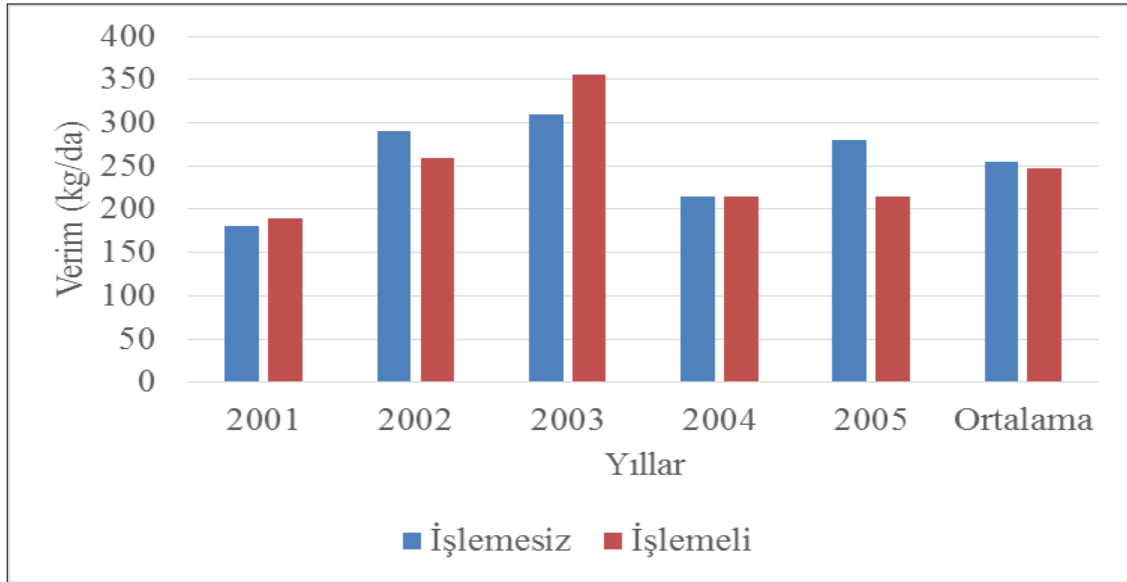
Hindistan, Pakistan, Nepal ve Bangladeş'in içinde olduğu, Indo-Gangetic ovalarda buğday-çeltik ekim nöbeti içerisinde 5 milyon ha doğrudan ekim uygulaması olmasına karşın sadece çok az bir kısmında kaliteli sıfır işleme benimsenmesi bulunmaktadır. Hindistan'da, çiftçiler tarafından doğrudan ekimin benimsendiği en yaygın alan buğday-çeltik ikinci ürün ekim nöbetinde özellikle buğday ekim dönemidir.

Batı Asya ve Kuzey Afrika (WANA) bölgesinde yapılan çalışmaların çoğunda, verim ve verim unsurlarının sıfır işleme ile artırıldığı ortaya konulmuştur. 1980'lerden beri Fas, Tunus, Suriye, Lübnan, Ürdün ve Türkiye'de çok yoğun araştırma ve kalkınma projeleri yürütülmüştür. Bu bölgede en önemli ilerleme kuru koşullarda Suriye'de 30 000 ha ile gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bu gelişmenin altında yakıt kısıtı, yerli ekim makinalarının üretilmesi ve ihracat yapılabilecek duruma gelmesi, tarımsal kalkınma ve teşvik için bazı kuruluşların (GIZ, ICARDA, ASCAD ve Aga Khan Vakfı) destekleri sayılabilir (Suleimenov ve ark., 2003; Freidrich ve ark., 2012).

Türkiye'de Toprak İşlemez Tarımın Durumu ve Benimsenmesi

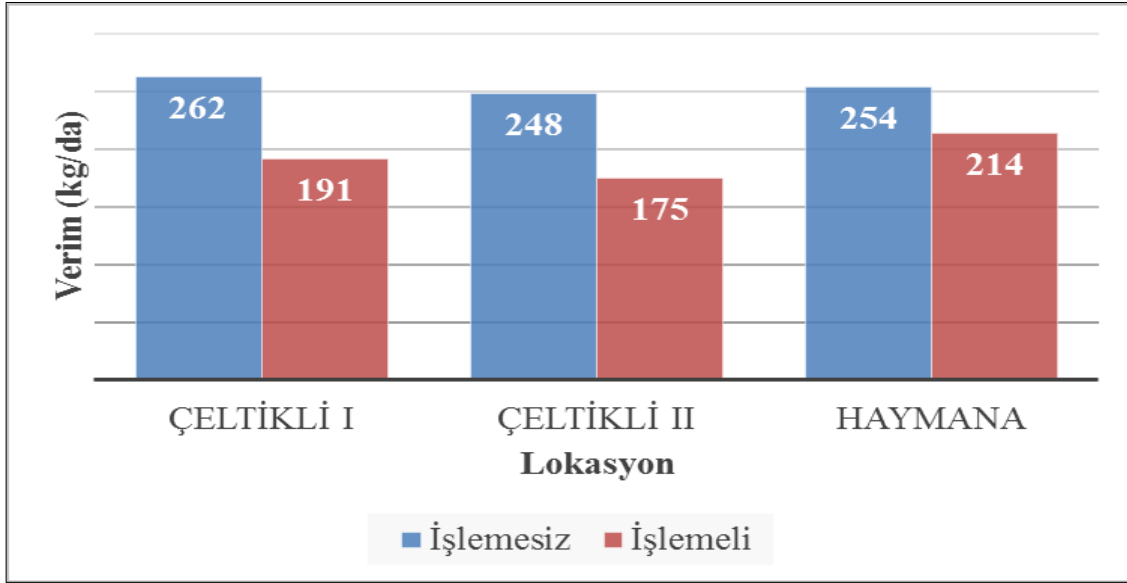
FAO tarafından verilen istatistiklerde, ülkemizin de dâhil edildiği WANA bölgesinde 1980'lerden beri farklı kuruluşlarca toprak işlemez tarım araştırma ve kalkınma projelerinin desteklendiği vurgulansa da, Türkiye'de bu anlamda bir uzun soluklu proje çalışması uygulanmamıştır. Bununla birlikte, ülkemizde kuru ve sululu koşullarda son 10 yıldır farklı üniversitelerde (Korucu ve ark., 1998; Aykas ve Önal, 1999; Aykas ve ark., 2006; Tuğrul ve Dursun, 2007; Çarman ve Marakoğlu, 2007; Yalçın ve ark., 2008; Çarman ve ark., 2010; Altıkat ve Çelik, 2013; Gürsoy ve ark., 2014) ve araştırma kuruluşlarında (Olgun ve ark., 2007; Avcı, 2011; Gözübüyük ve ark., 2012; Karabak ve ark., 2016) yüksek lisans, doktora çalışmaları ve bölgesel düzeyde araştırma projeleri ile toprak işlemez tarımın farklı unsurlarına dönük önemli çalışmalar yürütülmektedir. Ülkemizde en uzun soluklu ve ekim nöbetini de içine alan kuru koşullardaki araştırma ve tanıtım (demonstrasyon) çalışmaları Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünde Dr. Muzaffer Avcı liderliğinde 2001-2010 yılları arasında 10 yıl boyunca çakılı deneme olarak yürütülmüştür. Bu çalışmanın ilk 5 yıllık sonuçlarına göre, Haymana/Ankara koşullarında geleneksel işlemeli ve kimyasal nadas (toprak işlemez) sonrası ekmeçlik buğday

verimleri arasında istatistiksel olarak fark olmamakla birlikte doğrudan ekilen buğdayın verimi ortalama olarak 5 kg/da daha fazla olmuştur (Şekil 1). Burada en dikkat çeken hususun 2002 ve 2005 yıllarında yaşanan kuraklıkta sıfır işlemeli tarım sisteminin toprak işlemeli tarıma göre sırasıyla 50 ve 100 kg/da daha fazla verim vermesidir (Şekil 1). Bu sonuç WANA bölgesinde toprak işlemesiz tarımın su kullanım etkinliğindeki üstünlüğü sonuçlarıyla birebir benzerlik göstermektedir. Bunun sebebinin kurak yıllarda toprak işleme yapılmamasından dolayı toprağın kök bölgesinde kalan, çimlenme ve çıkışı sağlayan yaklaşık 20-30 mm depo nemden ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca, anızların kışın ve ilkbaharda erozyonu azalttığı ve ilave su depolamasına katkı yaptığı da bir gerçektir. Aynı araştırmanın ilk 3 yıllık toprak nem değerleri karşılaştırıldığında, ekim öncesi nem değerleri arasında geleneksel ile işlemesiz arasında fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak beklenen durum toprak işlemesiz tarım lehine olan durumdur. Bunun istenen düzeyde olmayışının nedeninin toprak işlemesiz tarımda toprak yüzeyine bırakılan bitki artığının sadece anızlardan ibaret olması, biçer saplarının tarladan uzaklaştırılmış olması olarak yorumlanmıştır (Avcı, 2005). Tarlada tahıldan kalan tüm saplar toprak yüzeyinde bırakıldığında nadas döneminde biriktirilen suyun gelenekselde %100 fazla olduğu ekolojimize benzer bölgelerde yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur (Unger ve ark., 2006, 2012; Stewart ve ark., 2010; Peterson ve ark., 2012).



Şekil 1. Haymana/Ankara koşullarında geleneksel (toprak işlemeli) ve kimyasal nadas (toprak işlemesiz) sonrası ekmeklik buğday verimleri

Bu çalışmaların sonuçlarına göre, yine Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan 3 farklı lokasyonda yapılan demonstrasyon çalışmasında da sıfır toprak işlemeli buğday tarımının, geleneksel toprak işlemeli tarıma göre dekara yaklaşık %30 daha fazla ekmeklik buğday verimine sahip olduğu ortaya konmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Haymana/Ankara çiftçi koşullarında geleneksel (toprak işlemeli) ve kimyasal nadas (toprak işlemsiz) sonrası ekmeclik buğday verimleri tanıtım (demonstrasyon) çalışmaları

Bu sonuçların 2007 yılında ulusal kanallarda tanıtımıyla ülkemizde sıfır işlemeli tarım konusunda farkındalık oluşumuna çok önemli bir katkı yapılmıştır. Daha sonra anıza doğrudan ekim mibzerine %50 destek verilmesiyle ülkemizde ithal doğrudan ekim makinaları kullanılmaya başlamış fakat bu makinaların %50 desteğe rağmen pahalı oluşu, yüksek traktör gücü (75 BG ve üzeri) ve geniş ekim alanlarına (200 da ve üzeri) ihtiyaç duyulması nedeniyle sadece büyük işletmelerden talep görmüştür. Türkiye'nin sosyo-ekonomik gerçekleri ve arazi büyüklüğüne uyumlu doğrudan ekim makinaları da farklı firmalarca imal edilmekte ve bu makinalar %50 devlet desteğiyle çiftçilerimize sunulmaktaydı, ancak 2015 yılı itibarıyla anıza doğrudan ekim makinalarını da içeren tarımsal mekanizasyon desteği kaldırılmıştır. Ancak buna rağmen her yıl yeni makina imalatçı firmaları hem tahıl-baklagil ve hem de mısır için farklı makina modellerini devreye sokmaya devam etmektedir. Ülkemizde, ağırlığı mısır ve diğer tahıllar olmak üzere yaklaşık 45 bin ha alanda başta TİGEM (Ceylanpınar) ve TİGEM'den kiralanan işletmelerde (Çiçekdağı) olmak üzere ÇATAK projelerinin uygulandığı bazı illerde toprak işlemsiz tarım yapılmaktadır (FAO, 2016). Doğrudan ekim yapan daha etkin mibzerlerin imalatı ve satışı ülkemizde giderek artmaktadır. Bu durum çiftçilerin toprak işlemsiz tarıma olan ilgilerinin arttığının bir göstergesidir.

WANA bölgesinde uluslararası kuruluşların da önerdiği şekliyle girdilerin desteklenmesi (gübre, tohum, ilaç vb.) yerine toprak işlemsiz tarım sisteminin bir bütün olarak desteklenmesine dönük yeni destek politikalarının oluşturulması sistemin yaygınlaştırılması için kaçınılmaz bir gerekliliktir. Nitekim 2013-2015 yılları arasında Kayseri özelinde hem kuru ve hem de sulu koşullarda İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü ile yapılan demonstrasyon çalışmalarında yukarıda saydığımız benzer sorunlarla karşılaşılmasına rağmen mısır, buğday, macar fiği+tahıl karışımlarından olumlu sonuçlar alınmıştır (T. Akar, kişisel görüşme). Dünyanın en pahalı yakıt fiyatlarına sahip olan Türkiye'de çiftçilerimiz ürün maliyetini düşürmek ve özellikle sulu koşullarda ikinci ürün silaj ekimi için zaman kazanmak adına sisteme sıcak bakmaktadırlar. Nitekim, Kayseri'de ÇATAK projesi çerçevesinde erozyona açık alanlarda 2013 yılı itibarıyla 5 000 dekar kuru koşullarda doğrudan ekim yapacak çiftçilere 30 TL/da alan desteği verilmesiyle bu konuda talep patlaması yaşanmıştır. Bu durum sistemin ilave desteklerle ne denli talep göreceğinin açık kanıtıdır.

Toprak İşlemesiz Tarım Türkiye’de Nasıl Yaygınlaştırılabilir?

Her yıl bir Kıbrıs adası kadar toprağın nehirlerle aktığı ve Güneydoğu Anadolu’dan Trakya’ya kadar milyonlarca dekar tahıl alanındaki anızın hasat sonunda maalesef yakıldığı ve bu nedenle kimi zamanlar orman yangınlarının çıktığı ve topraklarımızdaki organik maddenin özellikle kuru tarım alanlarında %1’in altına düştüğü ülkemizde, toprak işlemesiz tarımın yaygınlaştırılması için neler yapılmalıdır? Bu konudaki öneriler aşağıda kısaca özetlenmiştir (Akar ve Avcı, 2012).

Toprak işlemesiz tarım sadece bir “toprak işleme sistemi” değil, hem kuru ve hem de sulu koşullarda uygulanabilen koruyucu tarım sisteminin önemli bir parçasıdır. Dolayısıyla, ülkemizin farklı bölgelerinde, yazlık ve kışlık ekim alanlarında ve farklı ekim nöbeti sistemlerinde bu sistemin verim, kalite, karlılık ve toprak verimliliğine etkileri bir an önce ortaya çıkarılmalıdır. Daha açıkçası tahıl verimi ve kalitesine etki eden sertifikalı tohumluk kullanımından, ekim ve bakım yöntemleri hasat ve harman teknolojileri, hastalık, zararlı ve yabancı ot yönetiminden sulama teknolojilerine kadar tüm yetiştirme teknikleri ve bu sisteme uygun bitki ıslahı çalışmaları da dahil olmak üzere birlikte mercek altına alınmalıdır. Bu amaçla, TAGEM’e bağlı araştırma kuruluşları ile Ziraat Fakülteleri ortaklaşa TÜBİTAK tarafından desteklenen büyük çaplı güdümlü projeler yürüterek her bölge için uygulanabilir araştırma sonuçlarını ortaya çıkarmalıdır.

Araştırma sonuçları, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlükleri, Ziraat Odaları, Çiftçi Birlikleri, Borsalar ve Özel Sektör Tarım kuruluşlarının teknik personeliyle paylaşılmalı ve bölgesel düzeyde geniş çaplı demonstrasyon parselleriyle çiftçilerimize tanıtılmalıdır.

Başta TİGEM olmak üzere TİGEM’den kiralanan tarım işletmeleri ve büyük ölçekli özel tarım işletmelerinde bu konuda geniş çaplı denemeler yürütülmelidir. İki yıl öncesine kadar Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından anıza doğrudan ekim makinasına verilen %50 destek bile, küçük ve orta ölçekli işletmeler için maalesef yeterli değildir. 2015 yılında kaldırılan bu desteğin yeniden uygulamaya konulması yerli ve arazi büyüklüğümüze uygun üretim yapan anıza ekim makinesi üreticilerin büyümesine çok önemli katkı sağlayacaktır. Bilindiği gibi bu makinaların alınmasıyla birlikte en az 75 BG ve üzeri bir de traktör alınmasının gerekli olması ve bu işletmelerde arazi varlığının küçük ve parçalı olması (ortalama 70 da ve altı) bu sistemin yaygınlaşmasının önündeki başlıca nedenlerdir. Bu işletmeler için ülkemiz koşullarında daha küçük kapasiteli anıza doğrudan ekim makinaları üretilmeli veya bu işletmeler için toprak işlemesiz tarım yaklaşımının “azaltılmış toprak işleme” sistemi araştırmaları yurt genelinde yaygınlaştırılmalıdır.

Tarımsal üretimdeki tüm paydaşlarda hızlı bir zihinsel dönüşümü sağlamak amacıyla ülkemizin yazlık ekim yapılan sahil bölgeleri için Avustralya, kışlık ekim yapılan bölgeler için ise Kanada’daki toprak işlemesiz tarım dernekleri ile işbirliğine gidilerek bu çalışmalarda her paydaş grubunda yer alan proje personeli ile gönüllü çiftçileri karşılıklı kısa süreli teknik gezilere dâhil etmek, sisteme karşı önyargıyı kırmak, farkındalık oluşturmak ve deneyim paylaşmak için çok büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca ülkemizde anız yakmaktan kaynaklanan çevre felaketini sonlandırmak ve anızı toprak yüzeyinde tutarak toprak nemini korumak ve organik madde birikimine katkı yapmak amacıyla tarımsal desteklemelerin bir kısmını “ürün veya girdi desteklemek” yerine anızın yakılmadığı “toprak işlemesiz tarım sistemini” desteklemeye yönlendirmek sistemin benimsenmesi ve yaygınlaştırılmasına çok önemli bir katkı sağlayacaktır.

Sonuç

Özelde toprak işlemez tarım sistemi ve genelde koruyucu tarım, verimliliği gün geçtikçe azalan ve her geçen gün erozyona daha açık hale gelen ülkemiz tahıl ekili alanları için ekolojik ve ekonomik olarak büyük bir potansiyel olarak karşımızda durmaktadır. Bize emanet olarak bırakılan bu kutsal toprakların yarınlarımıza verimliliğini koruyarak devredilebilmesi, sürdürülebilir bir buğday, arpa ve mısır üretimi için vakit geçirilmeden bu konunun daha çok araştırılması, ortak akıl bilinci ve elbirliği ile çalışılması artık kaçınılmazdır. Kısacası, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı girdi ve ürün ile analizlere dönük verdiği tarımsal desteklerin bir kısmını belli bir pilot proje dâhilinde doğrudan ekime (anız yakmadan ve ekim nöbeti uygulayarak kışlık/yazlık baklagilleri kullanmak koşuluyla) ayırması durumunda hem nadas alanlarının daraltılması ve hem toprak işlemez tarımın yaygınlaştırılması sağlanabilecektir.

Kaynaklar

- Abdalla, M., Osborne, B., Lanigan, G., Forristal, D., Williams, M., Smith, P., Jones, B. (2013). Conservation tillage systems: a review of its consequences for greenhouse gas emissions. *Soil Use and Management*, 29: 199-209.
- Akar, T., Avcı, M. (2012). Ülkemizde toprak işlemez tarım nasıl yaygınlaştırılabilir! *Kayseri Ticaret Borsası Dergisi*, s. 70-73.
- Altıkat, S., Çelik, A. (2013). Farklı tip gömücü ayaklara sahip anıza doğrudan ekim makinalarının güç ve yakıt tüketimi yönünden karşılaştırılması. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Konya.
- Andersson, J. A. and D'Souza, S. (2014). From adoption claims to understanding farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187: 116-132.
- Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A. (2014). Adoption and intensity of adoption of conservation farming practices in Zambia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187: 72-86.
- Avcı, M. (2005). Zero and minimum tillage as alternatives to conventional cultivation in dryland fallow/wheat and annual cropping systems in Central Anatolia. Pala M, Beukes DJ, Dimes JP, and Myers RJK (eds.), *Management for improved water use efficiency in the dry areas of Africa and West Asia: proceedings of a workshop organized by the Optimizing Soil Water Use (OSWU) Consortium*, 22-26 April 2002, Ankara, Turkey, Aleppo, Syria, ICARDA and Patancheru, India, ICRISAT. pp 89-101.
- Avcı, M. (2011). Conservation tillage in Turkish dryland research. *Agron. Sustain. Dev.* 31: 299-307.
- Aykas, E., Önal, I. (1999). Effects of different tillage seeding and weed control methods on plant growth and wheat yield. 7. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Adana, Turkey.
- Aykas, E., Yalçın, H., Önal, İ., Evcim, Ü. (2006). İkinci ürün pamuk üretiminde doğrudan ekim uygulamaları. TOVAG 2675 no'lu TUBİTAK Projesi Sonuç Raporu.
- http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TPRJ&ano=66241_a5d514498ea6a883fd76986db37b2523 (Son erişim tarihi: 15.04.2017).
- Baig, M. N., Gamache, P. M. (2009). The Economic, agronomic and environmental impact of no-till on the Canadian Prairies. Alberta Reduced Tillage Linkages, Canada. http://nutrient2.iwlearn.org/whats-new/the-economic-agronomic-and-environmental-impact-of-no-till-on-the-canadian-prairies-summary/at_download/file (Son erişim tarihi: 09.02.2017).
- Bajwa, A. A. (2014). Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Protection*, 65: 105-113.
- Baker, J. M., Ochsner, T. E., Venterea, R. T., Giffis, T. J. (2007a). Tillage and soil carbon sequestration: what do we really know?. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 1-5.
- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C. T., Reicosky, D. C., Ribeiro, M. F. S., Justice, S. E., Hobbs, P. R. (2007b). No-Tillage seeding in conservation agriculture. 2nd Edition, CABI and FAO.
- Bal, H. (1985). Toprak sıkışması sorunları ve çözüm yolları. *Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi*, s. 131-138, Adana.
- CASA, (2016). Conservation agriculture systems alliance. <http://www.conservationinformation.org/> (Son erişim tarihi: 03.02.2017)

- Chauhan, B. S., Singh, R. G., Mahajan, G. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38: 57-65.
- Corbeels, M., de Graaff, J., Ndah, T. H., Penot, E., Baudron, F., Naudin, K., Andrieu, N., Chirat, G., Schuler, J., Nyagumbo, I., Rusinamhodzi, L., Traore, K., Mzoba, H. D., Adolwa, I. S. (2014). Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: A multi-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187: 155-170.
- Crabtree, B. (2010). Search for sustainability in dryland agriculture. Crabtree Agricultural Consulting, Australia.
- Çarman, K., Marakoğlu, T. (2007). Nohut üretiminde azaltılmış toprak işleme ve direk ekim uygulamalarının karşılaştırılması. 2. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, 13 Haziran 2007, İzmir.
- Çarman, K., Demir, F., Gücan, A., Topal, A., Soyulu, S., Marakoğlu, T., Akgün, N. (2010). Hububat ve baklagil tarımında koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamaları. 105O492 no'lu TUBİTAK Projesi Sonuç Raporu.
- http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TPRJ&ano=122014_06699c5168e0d495a76e4301368b838c (Son erişim tarihi: 15.04.2017).
- Delgado, J. A., Nearing, M. A., Rice, C. W. (2013). Conservation practices for climate change adaptation. *Advances in Agronomy*, 121: 47-115.
- Derpsch, R., Friedrich, T. (2009). Sustainable crop production intensification –The adoption of conservation agriculture worldwide-. 16th ISCO Congress, 8-12 Nov. 2010, Santiago, Chile.
- Du Preez, C. C., Steyn, J. T., Kotze, E. (2001). Long-term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semiarid plinthosol. *Soil Till. Res.* 63: 25-33.
- FAO, (2008). Investing in sustainable crop intensification: The Case for Soil Health. Report of the International Technical Workshop, FAO, Rome, July. *Integrated Crop Management*, Vol. 6. Rome: FAO.
- FAO, (2016). FAO Aquastat Database.
- <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en> (Son erişim tarihi: 09.02.2017).
- Faulkner, E. H. (1945). *Ploughman's Folly*, Michael Joseph, London.
- Friedrich, T., Kassam, A. H. (2009). Adoption of conservation agriculture technologies: constraints and opportunities. *Proceedings of the IV World Congress on Conservation Agriculture*, ICAR, New Delhi, India.
- Friedrich, T., Derpsch, R., Kassam, A. (2012). Overview of the global spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports*, Special issue 6. <http://factsreports.revues.org/1941> (Son erişim tarihi: 01.02.2017).
- Fukuoka, M. (1975). *One straw revolution*, Rodale Press, English translation of shizen noho wara ippeon no kakumei, Hakujusha Co., Tokyo.
- Giller, K. E., Witter, E., Corbeels, M., Tittonell, P. (2009). Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research*, 114: 23-34.
- Giller, K. E., Andersson, J. A., Corbeels, M., Kirkegaard, J., Mortensen, D., Erenstein, O., Vanlauwe, B. (2015). Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 6: 870. doi: 10.3389/fpls.2015.00870
- Gudynas, E. (2008). The new bonfire of vanities: Soybean cultivation and globalization in South America. *Development*, 51(4): 512-518.
- Gupta, R., Sayre, K. (2007). Conservation agriculture in South Asia. *Journal of Agricultural Science*, 145: 207-214.
- Gürsoy, S., Özaslan, C., Urğün, M., Kolay, B., Koç, M. (2014). The effect of sowing time, tillage system and herbicides on weed species density, weed biomass and yield of lentil within a lentil-wheat sequence. *Agriculture and Forestry*, 60(3): 73-85.
- Gözübüyük, Z., Öztürk, İ., Demir, O., Çelik, A. (2012). Erzurum kuru tarım koşullarında farklı toprak işleme – ekim sistemlerinin toprak nem değişimine etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(4): 365-374.
- Hobbs, P. R., Sayre, K., Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 363: 543-555.
- Holland, J. M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 103: 1-25.
- IPCC, (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

- Karabak, S., Taşçı, R., Karaçam, M., Kodaş, R., Güneş, M., Yılmaz, H. (2016). Kırıkkale ilinde doğrudan ekim sisteminin yaygınlaştırılmasına yönelik bir alan uygulaması ve sonuçların çiftçi açısından değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 145-157.
- Korucu, T., Kirişçi, V., Görücü, S. (1998). Korunmalı toprak işleme ve Türkiye'deki uygulamaları. *Tarım Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi*, s.321-333, Tekirdağ.
- Lal, R. (1989). Conservation tillage for sustainable agriculture: Tropics versus temperate environments. *Advances in Agronomy*, 42: 85-197.
- Laurent, F., Leturcq, G., Mello, I., Corbonnois, J., Verdum, R. (2011). La diffusion du semis direct au Brésil, diversité des pratiques et logiques territoriales: l'exemple de la région d'Itaipu au Paraná. *Confins 12*, <http://confins.revues.org/7143> (Son erişim tarihi: 09.02.2017).
- Lindwall, C. W., Sonntag, B. (eds.) (2010). *Landscape Transformed: The history of conservation tillage and direct seeding*. Knowledge Impact in Society, University of Saskatchewan, 233 p. Saskatoon.
- Madejon, E., Moreno, F., Murillo, J. M., Pelegrin, F. (2007). Soil biochemical response to long-term conservation tillage under semi-arid Mediterranean conditions. *Soil and Tillage Research*, 94: 346-352.
- Murat Olgun, Yunus Serin, A. Metin Kumlay, Bülent Turgut (2007). Kırık şartlarda toprak işleme yöntemleri ve münavebe sistemlerinin Macar fiğın verim ve bazı verim unsurları ile toprak özelliklerine etkisi. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Peterson, G. A., Westfall, D. G., Hansen, N. C. (2012). Enhancing precipitation-use efficiency in the world's dryland ecosystems. In: Lal, R. and Stewart, B.A. (eds), *Soil Water and Agronomic Productivity*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp 455-476.
- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linnquist, B. A., van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, T., van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517: 365-368. doi:10.1038/nature13809
- Reicosky, D. C. (2003). Conservation agriculture: Global environmental benefits of soil carbon management. In: Garcia-Torres, L., Benites, J., Martinez-Vilela, A. and Holgado-Cabrera, A. (eds), *Conservation Agriculture*. Springer Netherlands, pp. 3-12.
- Saturnino, H. M., Landers, J. N. (2002). *The environment and zero tillage*, APDC-FAO, Brasilia, Brazil, UDC.
- Sorrenson, W. J., Montoya, L. J. (1984). *Implicações econômicas da erosão do solo e de práticas conservacionistas no Paraná, Brasil*, IAPAR, Londrina, GTZ, Eschborn.
- Sorrenson, W. J., Montoya, L. J. (1991). The economics of tillage practices. In: Derpsch, R., Roth, C.H., Sidiras, N. And Kopke, U. (eds), *Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*, GTZ, Eschborn, pp. 165 -192.
- Stewart, B. A., Koohafkan, P., Ramamoorthy, K. (2006). Dryland agriculture defined and its importance to the world. In: Peterson, G.A., Unger, P.W. and Payne, W.A (eds), *Dryland agriculture*. Agron. Monogr. 23. 2nd ed. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. pp 1-26.
- Suleimenov, M., Pala, M., Karajeh, F. (2003). ICARDA's network on conservation agriculture in Central Asia. In: Garcia-Torres, L., Benites, J., Martinez-Vilela, A. And Holgado-Cabrera, A. (eds), *Conservation Agriculture*, Springer Netherlands, pp. 165-168
- Tuğrul, K. M., Dursun, I. (2007). Tillage effect on yield, quality, management and cost of sugarbeet. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa And Latin America*, 38(2): 38-41.
- Unger, P. W., McCalla, T. M. (1980). Conservation tillage systems. *Advances in Agronomy*, 33: 1-58.
- Unger, P. W., Payne, W. A., Peterson, G. A. (2006). Water conservation and efficient use. In: G.A. Peterson, P.W. Unger, and W.A. Payne, editors, *Dryland agriculture*. Agron. Monogr. 23. 2nd ed. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. p. 39-85
- Verhulst, N., Govaerts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalama, M., Wall, P. C., Chocobar, A., Deckers, J., Sayre, K. D. (2010). Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems?. In: Lal, R. and Stewart, B.A. (eds), *Food Security and Soil Quality*, CRC Press, pp. 137-208.
- World Bank, (2016). *The World Bank Open Data*. <http://data.worldbank.org/> (Son erişim tarihi: 03.02.2017).
- Yalçın, H., Aykas, E., Çakır, E., Gülsoylu, E., Önal, İ., Okur, B., Nemli, Y., Oğun, A. R., Delibacak, S., Türkseven, S. (2008). *Kontrollü trafik koşullarında koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamaları 2004/ZRF/019 No'lu BAP Projesi Sonuç Raporu* (Yayımlanmamış).