Bölüm 12

TÜRKİYE'DE ŞERİTVARİ TOPRAK İŞLEME VE EKİM UYGULAMALARININ DURUMU

Serkan ÖZDEMİR[1]
Zeliha Bereket BARUT[2]

GİRİŞ

Tüm dünyada toprak, su, hava vb. doğal kaynaklarının korunması konusunda giderek artan duyarlılık ile birlikte üretim maliyetlerinin azaltılması istekleri araştırmacıları farklı toprak işleme yöntemleri arayışına yönlendirmektedir. Bu arayışların en belirgin amaçları; başlıca tarımsal üretim kaynağı olan toprağın verimliliğini koruyarak ekosisteme uyumlu, yüksek verimli, düşük maliyetli, sağlıklı ve kaliteli ürünler elde etmektir. Tarla trafiği, yakıt tüketimi, çevre ve toprak bozunumunun fazla olduğu geleneksel toprak işlemeye alternatif koruyucu toprak işleme ile bu işlemede kullanılan alet ve makinaların geliştirilmesi bu amaçla önem kazanmaktadır.

Türkiye'de işlenen tarım alanlarının %59.2'i su erozyonu, %1.5'i de rüzgar erozyonu tehlikesi altındadır (1). Gelecekte iklim değişikliğinin yaratacağı etkileşim ile toprak erozyonu tehlikesinin gerekli önlemler alınmaz ise ülkemizde daha da artacağı düşünülmektedir. Erozyona duyarlı toprakların korunumu için organik madde içeriğinin ve hidrolik geçirgenliğinin arttırılması, strüktürünün iyileştirilmesi, bitki kalıntısız ve aşırı toprak işlemeden kaçınılması gerekmektedir.

Koruyucu toprak işleme; tarımsal üretimde tohum yatağı hazırlığı ve ekimden sonra toprak yüzeyinin en az % 30 oranında önceki ürün artıklarıyla kaplandığı ya da 1120 kg/ha küçük daneli bitki artığının bırakıldığı, pulluğun kullanılmadığı toprak işleme uygulamasıdır (2 ve 3). Koruyucu toprak işlemede esas amaç, ön bitki artıklarının bir kısmının tarla yüzeyinde kalması, toprağın

[1] Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana, cansa.serkanozdemir@gmail.com

[2] Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, zbbarut@cu.edu.tr

devrilmemesi, ekim nöbeti ve toprak işleme yoğunluğunun azaltılmasıdır. Dünyamız sorunlarının başında gelen iklim değişikliği, kuraklaşma ve su kaynaklarının kısıtlı olduğu gerçeği; toprak içi su ve nem korunumu sağlanmasını öne çıkarmaktadır. Önceki ürün bitki artıkları toprak yüzeyini kapladığı ve güneş ışığını kestiği için anızlı parsellerin nem oranları, bitki artığı olmayan çıplak parsellere oranla daha yüksektir (4). 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 gelecek 20 yıl içinde %15 ile %41 oranında azalacağı FAO (5) tarafından tahmin edilmektedir.

Günümüzde bilinçli ve önder birçok üretici, geleneksel toprak işleme uygulamalarının olumsuz çevresel etkisini, işgücü ve girdi maliyetini azaltmak için doğrudan ekimi benimsemiştir. Geleneksel toprak işleme ile karşılaştırıldığında doğrudan ekimde artan bitki kalıntıları, toprak yüzeyini erozif kuvvetlerden korur ve toprak nemini muhafaza eder. Bununla birlikte özellikle ince tektürlü ve zayıf dreneli topraklarda, doğrudan ekim, tohum çimlenmesinin ve filiz çıkışının azalmasına ve kültür bitkisinin erken gelişiminin gecikmesine neden olan daha serin ve nemli bir ortam yaratabilmektedir. Bu durum geleneksel toprak işleme sistemleri ile karşılaştırıldığında potansiyel olarak düşük verimlere yol açabilmektedir (6). Son 25 yıldır şeritvari toprak işlemeli ekim, doğrudan ekime alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu sistemde, bitki artıklı sıra arası bozulmadan tohum ekim hattı dar bir bant şeklinde işlenir. Böylece tarlada erozyon riski azalırken, ekim hattındaki toprak sıcaklığının artması ve tohum yatağı koşullarının iyileştirilmesi sağlanır (7). Erken ilkbahar döneminde şeritvari toprak işlemeli uygulamalar ile doğrudan ekime göre düşük nem içeriğinden dolayı 1.4-1.9 °C daha fazla toprak sıcaklığı sağlanabilmektedir (8).

Ülkemizde uzun yıllardır araştırması yapılan toprak işlemesiz doğrudan ekim yöntemi uzun vadede verimliliğini kanıtlamış olsa da işletmeler tarafından istenilen kabulü görmemiş, bazı üniversitelerin ve Tarım ve Orman Bakanlığının araştırma alanlarıyla sınırlı kalmıştır. Üreticiler, alışılagelmiş geçmişten gelen ekim öncesi yoğun bir toprak hazırlığı yapma isteğini ne yazık ki devam ettirmektedirler. Bu durum günümüz koşullarında tarımsal işletmelerin yüksek maliyetlerle yönetilmesine, daha fazla enerji ve daha fazla yakıt tüketimine yol açmaktadır. Daha da önemlisi geleneksel diye tanımladığımız toprağı devirerek işleyen yoğun tarla trafiği içeren toprak işleme uygulamaları, uzun vadede hem ekonomik ve hem de ekolojik olarak sürdürülebilir olmayan bir toprak yöneti-

mi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Toprakların su tutma kapasitesine, suyun infiltrasyonuna, organik materyale, biyolojik aktivite ve verime olumsuz olarak etki eden geleneksel toprak işleme yöntemleri uzun dönemde toprağın yapısını bozmaktadır.

ŞERITVARI TOPRAK İŞLEMELI EKIM YÖNTEMI

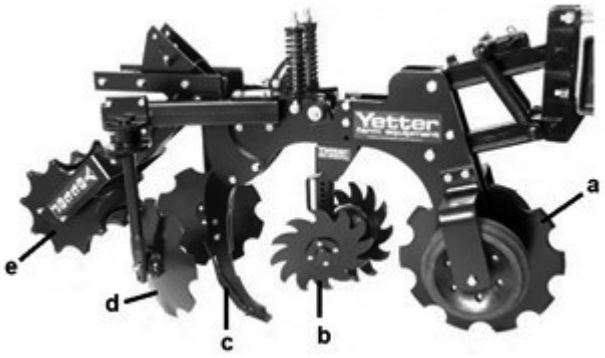
Şeritvari toprak işleme, ekim öncesi tohum yatağı hazırlığı için tarla yüzeyinin yaklaşık olarak %30-40'nın bant şeklinde işlenmesine sağlayan koruyucu toprak işleme yöntemidir (Şekil 1). Bu uygulamada, toprak işleme çoğunlukla ekim öncesi ayrı yapılmaktadır. Ekim sıra hattının üzerine gelen 10-30 cm genişliğindeki bir bant işlenir ve sıralar arası anızla kaplı olarak işlenmeden bırakılır (9 ve 10). Toplam alanın 1/3'ten daha azının işlendiği azaltılmış toprak işleme ve doğrudan ekim tekniğinin birlikte uygulandığı bir yöntemdir (11). Toprağı koruyacak yeterli kalıntı örtüsü bırakmak için işlenen alan, toplam alanının %25'ini geçmemelidir (12).



Şekil 1 Şeritvari toprak işleme uygulaması

Bu teknolojide, dar toprak şeritleri derin (250 mm'ye kadar) işlenebildiği için tüm toprak işlemenin avantajını da içermektedir. Şeritvari toprak işlemede kullanılan çizi temizleyiciler işlenen şeritteki bitki kalıntılarının %75-83'ünü tohum hattından uzaklaştırabilmektedirler (13). Bu uygulamada şeritler kuyruk milinden hareket alan ya da çekilir tip toprak işleme alet ve makinaları ile işlenmektedir. Şeritvari toprak işleme makinaları genel olarak; toprağı gevşeten ve anızı parçalayan sap parçalayıcı (a), sıra temizleyici (b), çizi açıcı ayak (c), çizi kapatıcı (d) ve merdaneden (e) oluşan bir dizi üniteye sahip makinalardır (Şekil

2). Toprak işlemenin yoğunluğu ve genişliği; işleyici aletlerin tipine, geometrik yapısına, genişliğine, işleme derinliğine, yön açılarına, ilerleme hızına ve toprak nemine bağlı olarak değişmektedir (14).



Şekil 2. Şeritvari toprak işleme makinası ünitesinin genel parçaları

Türkiye'de şeritvari toprak işleme ve ekim uygulaması daha çok araştırma bazında olup bir kaç önder üretici tarafından küçük ölçekte uygulanmaktadır. Maalesef bu uygulamalar kayıtlara geçmiş bilgiler şeklinde değildir. Şeritvari toprak işleme ve ekim fikri beraberinde teknolojik olarak bir üretim model yeniliği de getirmektedir. Sosya-kültürel yapımızdan dolayı diğer sektörlerde olduğu gibi tarımsal üretim yeniliklerinin de benimsenmesi hem zor, hem de zaman alıcıdır. Doğrudan ekim ve şeritvari toprak işleme yöntemi ile ilgili genel olarak ortaya çıkan algılar; yeni bir üretim teknoloji olduğu, anlaşılması güç ve yüksek işletme becerisi gerektirdiği, bitki verimleri, kar ve yatırım getirisinin düşük olduğu, mevcut yöntemler ile uyumlu olmadığı, geçmişten gelen ekim öncesi yoğun toprak hazırlığı yapma isteğinden taviz vermenin kolay olmayacağı şeklindedir. Bu algıyı değiştirmek hiçte kolay değildir (15).

Pulluklu geleneksel derin toprak işlemede; toprak tersine çevrilir ve gevşetilir, bitki kök sistemlerinin büyümesi, gelişmesi ve fizyolojik aktivitesi için uygun hava-su-sıcaklık koşulları hazırlanır. Doğrudan ekimde, girdiler ve maliyetler büyük ölçüde sınırlanır, çalışma süresi kısaltılır ve doğal kaynaklar iyi korunur. Şeritvari toprak işleme ise geleneksel ve toprak işlemesiz ekimin özelliklerini birleştiren bir koruyucu toprak işleme uygulamadır. Tarımsal üretimde, şeritveri toprak işleme sisteminin giderek daha fazla önem kazanmasının başlıca nedenleri; dar toprak şeritlerinde iyi bir tohum yatağı hazırlığı olarak görülmesi, gevşetilmiş şeritlerde hızlı toprak ısınması, erken ilkbahar ekim olanağı

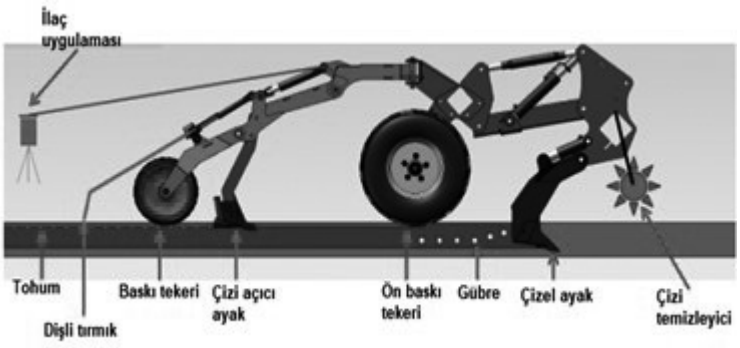
sağlaması, su ve hava değişimini arttıran toprak şeridinin derin işlenmesi, erozyona karşı toprak koruması, hassas gübreleme, artan gübreleme etkinliği, tarlada geçiş sayısını sınırlama, yakıt tüketimi tasarrufu, düşük maliyet ve yüksek verim potansiyeli olarak sıralanabilir. Bu nitelikler, birçok bilimsel araştırmanın sonuçlarıyla doğrulanmıştır (8, 12, 16 ve 17). Geleneksel toprak işleme ve doğrudan ekim sistemlerinin toprak, bitki ve çevre üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda ortaya çıkan yüksek farklılıklar araştırmacıları yeni çözümler aramaya yönlendirmiştir. Son on yılda, tarımsal araştırma ve uygulama çalışmaları, şeritvari toprak işleme yöntemine çok fazla odaklanmıştır (17).

MAKİNA VE EKİPMAN

Günümüzde şeritvari toprak işleme ve ekim uygulaması yaygın olarak ayrı ayrı iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Şeritvari toprak işleme makinasının ekim hattının üzerine gelen 10-40 cm genişliğindeki bir bandı işleyen farklı kobinasyonlarda oluşan üniteleri bulunmaktadır. Anız kesici ve toprağı gevşeten disk, çizi temizleyiciler, çizel ayak ve merdane olabilmekle beraber, anız kesici disk, toprak frezesi ve merdane gibi farklı türde üniteler de kullanılmaktadır. Işlenen toprak şeridinin ekilmesinde ise geleneksel yöntemlerde kullanılan ekim makinası kullanılmaktadır. Toprak işleme ve ekimi aynı anda yapabilen kombine şeritvari ekim makinası uygulaması çok yaygın olmamakla birlikte Orta ve Batı Avrupa'da şeritvari toprak işlemeli ekim makinaları kullanılmaktadır (17).

Ekim makinanın düzgün çimlenme ve istenen bitki yoğunluğunu sağlayabilmesi için eşit derinlikte tohumu yerleştirmesi ve iyi bir tohum-toprak teması sağlaması gerekir. Normal ekim makinalarında olduğu gibi çok sıralı şeritvari toprak işlemeli ekim makinalarında da her bir ünite çatıya ayrı ayrı paralelogram ile bağlanarak arazi engebelerine uyum sağlamakta ve aynı derinlikte tohum yerleştirebilmektedir. Tek geçişte çalışan şeritvari toprak işleme ve ekim makinalarında en önde isteğe bağlı olarak toprak şeridini gevşeten ve yüzeydeki anızı parçalayan dişli diskler bulunabilmektedir (Şekil 3). Bu diskler ayrıca çizi temizleyicilerle de donatılabilmektedir. Sap parçalayıcı ve toprak gevşetici disklerin ardında yerleştirilmiş derin işleme yapabilen çizel tip ayaklar, hasat sonrası uzun bitki kalıntılarını keser ve sıralar arasına iterler. Alt kısmında değiştirilebilir kanatları bulunan çizel ayaklar, dar bir toprak şeridini tarla yüzeyine çıkarmadan derinlemesine gevşeterek nemli toprağın hızlı kurumasını, topaklanmasını ve kabuk bağlamasını önler. Çizel ayakların arkasına mineral gübre aplikatörü monte edilebilmektedir (17).

Değiştirilebilir çizi açıcı ayaklar ve çalışma elemanları tek, çift sıralı veya bantvari ekime uygundur. Bu tip makinalar ile tohumlar, kesintisiz veya tek tohum olarak hassas bir şekilde çizi içine yerleştirilebilmektedir. Bazı çizi ayak tiplerinde uygulanan yan kanatlar, tohum sırasındaki kuru toprakla birlikte bitki kalıntılarını uzaklaştırıp kök büyüme bölgesinde daha yüksek miktarda su emilimini arttırabilmektedir. Çizi açıcı ayağın arkasına bir baskı tekerleği monte edilmiştir. Ayarlanan ekim derinliğini korur ve baskı silindiri görevi görür. Bu makinalar, tasarımda farklılık gösteren değiştirilebilir arka baskı tekerlekleri ile tohumların etrafındaki toprağı bastırarak su penetrasyonunun artışını sağlarlar. Ünite baskı tekerleklerinin arkasında isteğe bağlı olarak kapatıcı tırmık ve bitki koruma ürünleri aplikatörleri ile donatılabilmektedir (17).



Şekil 3. Şeritvari toprak işleme ünitesinin parçaları

EKİM ZAMANI, YABANCI OT KONTROLÜ VE ANIZ YÖNETİMİ

Sağlıklı ve düzgün bitki çıkışı için gerekli toprak nemi, ışık ve sıcaklık değerlerinin sağlandığı yılın en doğru zamanında, en uygun ekim normu ile ekim yapmak gereklidir. İlkbaharda, işlenmemiş veya tarla yüzeyi anız ile kaplı topraklar genellikle nemli ve soğukturlar ve daha yavaş ısınırlar. Geç ısınan topraklarda yetiştirilen bitkilerde verim düşüklüğü ortaya çıkabilmektedir (18). Ekim zamanı düzgün çimlenme için tohum yatağındaki toprak sıcaklığı çimlenmeyi başlatacak seviyede olmalıdır. Şeritvari toprak işleme sisteminde yabancı ot kontrolü tarımsal ürün verimine, ürün kalitesine ve çevreye olan olumlu katkısı nedeniyle diğer tarımsal işlemler ile birlikte önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan son araştırmalarda dünya genelinde artan çevre bilinci ve ilaç kullanımına yönelik hassasiyetler toprak işlemenin yabancı ot kontrolündeki önemini daha

da artırmaktadır. Şeritvari toprak işleme ve ekim yönteminin uygulandığı bir çalışmada şerit genişlikleri arasında yabancı ot kontrolü açısından istatistiksel olarak önemli bir fark gözlemlenmiş ve şerit genişliği artıkça yabancı ot miktarında artış saptanmıştır (19). Şeritvari toprak işleme makinalarının arkasına diğer normal ekim makinalarında olduğu gibi yabancı ot, hastalık ve zararlıları kontrol altına almak için çeşitli tip aplikatörleri monte edilebilmektedir (Şekil 3).

Hasat sonrasında toprak yüzeyinde kalan anız yüksekliği, bitki türü, sıra üzeri bitki aralığı ve sıra arası mesafeye göre değişmektedir. Tahıllarda tarlada kalan anız yüksekliği, bitki sıra arası mesafesini geçmemelidir. Sıra arası mesafeden daha uzun bırakılan bitki anızları genel olarak, ekim sırasında diskli tip dışındaki ekim makinası çizi açıcı ayaklarının tıkanmasına yol açmaktadır. Çapa bitkilerinin hasadı esnasında toprak yüzeyinde bırakılacak anız yüksekliği, bitki özellikleri, bitki sıra arası ve sıra üzeri mesafeler dikkate alınarak belirlenmelidir (20).

ŞERITVARI TOPRAK İŞLEMELI EKIM YÖNTEMI İLE İLGILI DÜNYA'DA YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR

Morrison (7) yapmış olduğu çalışmada toprak işlemesiz tarım (No-till), şeritvari toprak işlemeli ekim (Strip tillage) ve geleneksel toprak işleme yöntemleri karşılaştırılmıştır. Araştırmada şeritvari toprak işlemeli ekimin toprak işlemesiz tarımdan daha fazla yönetim seçeneği sunarak gelecek yıllarda kurak dönemlerde geleneksel toprak işleme yöntemine göre uzun vadede daha fazla verim alınabileceği ortaya konmuştur.

Licht ve Al-Kaisi (8) yaptıkları araştırmada, şeritvari toprak işlemeli ekimin toprak sıcaklığı, toprak nemi ve toprağın fiziksel koşullarına etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmada bu ekim yönteminin toprak sıcaklığını 1,5-2,5 °C arttırdığı ve bitki çıkış oranı indeksinin de geleneksel toprak işlemeye göre iyileştiği belirlenmiştir. Penetrasyon dirençlerinde önemli fark bulunmayıp, geleneksel toprak işleme yöntemine göre toprak nemi içeri daha yüksek belirlenip, bitki gelişimleri gözlemlendiğinde şeritvari toprak işlemeli ekimi daha başarılı bulunmuştur.

Luna ve Staben (11) yapmış oldukları çalışmada, tatlı mısır üretiminde iki farklı şeritvari toprak işleme (rotavatör+merdane ve çizel+disk keski+merdane) ve bir geleneksel toprak işleme yöntemini ürün verimi ve ekonomik açıdan karşılaştırmışlardır. 1997-2000 yılları arasında yürütülen bu araştırmada, her üç

yöntem için üretim girdileri hesaplanarak toplam maliyetler belirlenmiştir. Sonuç olarak rotovatörlü şeritvari işleme yönteminde geleneksel toprak işlemeye göre 900 kg/ha daha fazla mısır üretimi elde etmişlerdir. Rotovatörlü şeritvari işleme yöntemi, geleneksel toprak işlemeye kıyasla toprak işleme maliyetini ortalama 38.50 $/ha azaltmıştır. Toprağı yırtarak işleyen çizelli şeritvari toprak işleme yöntemi ise maliyeti 36.50 $/ha azaltmıştır.

Fernandez ve ark. (16) mısır-soya ürün döngüsünde, doğrudan ekim ve şeritvari ekim uygulamalarının toprak organik maddesi, penetrasyon direnci, hacim ağırlığı, agregat stabilitesi ve infiltrasyon oranına etkisini araştırmışlardır. Yürütülen bu çalışmada, toprak işleme sistemlerinin toprak özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceği vurgulanmış olup şeritvari toprak işlemenin doğrudan ekime göre hacim ağırlığında %4'lük bir düşüşle birlikte organik madde içeriğinde %8.6'lık bir artış ve toprağın ilk 10 cm'sinde penetrasyon direncinde ise ortalama %36'lık bir azalma sağladığı ortaya konmuştur.

Şeritvari toprak işleme, pulluklu geleneksel ve azaltılmış toprak işleme ile karşılaştırıldığında, özellikle yağış eksikliği dönemlerinde toprak nemi, organik karbon içeriği, mikroorganizma ve solucan sayısı ile enzimatik aktivitesi daha yüksek bulunmuş olup 20–30 L/ha üzerinde yakıt tasarrufu sağlamıştır. Bitki çıkışı düzgün ve ürün verim daha yüksektir. Bu nedenle özellikle tek geçişili şeritvari toprak işleme ve ekim uygulaması korumalı tarım ve sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olarak bitkisel üretiminin önemli bir unsuru olabilir (17).

Hossain ve ark. (21) yapmış oldukları bir araştırmada ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde geleneksel toprak işleme yöntemi ile şeritvari toprak işleme yöntemini karşılaştırdıklarında, şeritvari toprak işleme sistemin %60 daha az yakıt tükkettiğini ve %70 daha az zamanda işlemlerin gerçekleştirildiğini belirlemişlerdir.

Donald (22) bir araştırmada, tarımın çevre üzerindeki etkisini en aza indirecek toprak işleme uygulamalarını incelemiştir. Şeritvari işlemenin topraktaki karbon ve karbondioksit kaybı üzerindeki etkisinin geleneksel toprak işlemeye göre daha iyi olduğunu belirlemiştir. Yöntemler arasında en düşük CO_2 akışına sahip uygulamanın toprak işlemesiz ve şeritvari toprak işleme yönteminin olduğu, en yüksek akış değerinin ise geleneksel toprak işleme yönteminde olduğunu belirlemişlerdir. Toprak işleme ile bozulan toprak hacminin azaltılması, toprak karbon içeriğini artırarak toprak ve hava kalitesinin iyileşmesini sağlamıştır. Bu sonuçlarla, toprak yönetimi kararlarında şerit işlemenin toprak ve çevresel faydalarının dikkate alınmasını önermiştir.

Zaman ve ark. (23) yapmış oldukları bir çalışmada tohum yatağı hazırlama ve ekim işlemleri için gereken toplam süreyi, geleneksel toprak işleme yönteminde 15.5 h/ha, şeritvari toprak işleme ve ekim yönteminde ise 5.26 h/ha belirlemişlerdir. Şeritvari toprak işlemedeki yakıt tüketimini ise geleneksele göre %56.2 daha düşük saptamışlardır. Ayrıca şeritvari toprak işlemeden (1499 kg/ha) geleneksel toprak işlemeye (1322 kg/ha) göre daha yüksek dane verimi elde etmişlerdir.

Saldukaite ve ark. (24) yapmış oldukları araştırmada kışlık yağlık kolza yetiştiriciliğinde farklı toprak işleme (derin pulluk, yüzeysel anızlı toprak işleme ve toprak işlemesiz) ve ekim (doğrudan ekim ve şeritvari ekim) sistemlerinin çevre, çalışma süresi, yakıt ve enerji verimliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, pulluklu işleme sistemine kıyasla toprak işlemesiz sistemin %21.2 daha düşük sera gazı emisyonu ile kışlık kolza üretiminde çevreye en az zarar veren üretim sistemi olduğu belirlenmiştir. Çevre üzerindeki olumsuz etkiler tarım makinaları, dizel yakıt ve azotlu gübre kaynaklı sera gazı emisyonlarıdır. En yüksek verim (3935 kg/ha) ve en iyi enerji verimliliği oranı (%7.44) yüzeysel anızlı ön toprak işleme uygulanan şeritvari toprak işleme ve ekim sisteminden elde edilmiştir. Bu araştırmada, sürdürülebilir toprak işleme ve ekim sistemleri kullanılarak daha temiz çevre ve daha yüksek enerji verimliliği ile yüksek verimli kolza üretimi sağlanabileceği ortaya konmuştur.

ŞERITVARI TOPRAK İŞLEMELI EKIM YÖNTEMI İLE İLGILI ÜLKEMIZDE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR

Çelik ve ark. (25) yapmış oldukları bir çalışmada şeritvari toprak işleme ve ekim yöntemi uygulayarak 37.5, 30, 22.5 cm olmak üzere üç farklı genişlikte şeritleri işlemişlerdir. Şeritleri işlemek için sabit rotor dönüş hızı 370 d/d olan frezeli ara çapa makinası kullanılmıştır. Üç şerit genişliği için üç tekrarlı iki yıllık bir tarla deneyi yapılmıştır. Seçilen toprak fiziksel özellikleri, tohum oluşumu ve ayçiçeği (*Helianthus annuus*) verimi üzerindeki etkilerini ölçmüşlerdir. Sonuç olarak, şerit genişliği arttıkça toprak sıcaklığının arttığını, ancak işlenmiş yüzeyden buharlaşma kaybı nedeniyle toprak nem içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. Ayçiçeği tohumu çıkışı %67 ile %93 arasında değişmekte olup, en düşük seviyeler 22,5 cm'lik şeritlerde meydana gelmiştir. Şerit genişliği arttıkça bitki boyu ve sap çapı da artmıştır. İki yıl için tohum verimi de şerit genişliği artmış, sırasıyla 37.5, 30.0 ve 22.5 cm şerit genişlikleri için ortalama 4.4, 4.1 ve 3.9 Mg/ha olmuştur. Bu sonuçlara göre, 22.5 cm şerit genişliği için tohum verimi en

az olmasına rağmen, traktör yakıt verimliliği bu genişlik için en yüksekti ve toprak, 30 ve 37.5 cm genişliklere kıyasla bu genişlik için daha fazla nem tutma eğiliminde olmuştur.

Bilen ve ark., (26) tarafından yapılan bir başka çalışmada 3 farklı frezeli döner çapa bıçaklarının flanşlar üzerindeki bağlantısı değiştirilerek üç farklı şerit genişliği oluşturulmuş ve geleneksel toprak işleme yöntemi (T100) ile denemeye alınmıştır. Şerit genişlikleri 22.5 (T30), 30.0 (T40) ve 37.5 cm (T50) olan parsellerde ayçiçeğinin büyümesi sırasında CO_2-C akışı, bakteri ve mantar popülasyonlarının periyodik ölçümleri yapılmıştır. Farklı toprak işleme sistemleri arasında CO_2-C akışları, mikrobiyal popülasyonlar, toprak hacim ağırlığı ve toplam gözeneklilik açısından önemli ($p < 0.01$) farklılıklar belirlemişlerdir. En yüksek CO_2-C akışları, bakteri populasyonlar ve toplam gözeneklilik T100 uygulamasında ve en düşük değerler ise çiçeklenme ve hasat dönemlerinde T30 uygulamasında belirlemişlerdir. Artan toprak işleme yoğunluğu toprak CO_2-C akışlarını ve bakteri popülasyonunu artırmış, ancak mantar popülasyonunu ve toprak hacim ağırlığını azaltmıştır.

SONUÇ

Sürdürülebilir tarım uygulamaları ile koruyucu toprak işleme sistemi geliştirilerek çevresel faktörleri iyileştirmek, verimliliği artırmak ve üretim maliyetlerini azaltmak istenilmektedir. Bitkisel üretimin ana kaynağı toprağı geleneksel yöntemler ile yoğun bir şekilde işleme ve tarla trafiği oluşturmak, toprak sıkışıklığı ve erozyonu büyük ölçüde tetiklemekte ve topraklarımız kısa ve uzun vadede önemli derecede zarar görmektedir. Olumsuz çevresel etkilerinin yanında artan girdi maliyetleri de tarla trafiğini azaltmayı önemli kılmaktadır.

Ülkemizde koruyucu toprak işleme yöntemlerine ilişkin yapılan araştırmalar daha çok azaltılmış toprak işleme ve doğrudan ekime yönelik olup şeritvari toprak işleme ve ekim çalışması ise oldukça azdır. Toprak işlemeye ve çıplak toprağa alışkın üreticilerimiz tarımsal desteklere rağmen maalesef doğrudan ekimi benimsememişlerdir. Azaltılmış toprak işleme ise her geçen gün daha fazla alanda uygulanmaktadır. Azaltılmış toprak işlemeye göre daha fazla bitki kalıntısı içeren şeritvari toprak işleme, tam toprak işlemeli ve doğrudan ekim uygulamalarının bir kombinasyonu olup doğrudan ekim yöntemine göre daha fazla yönetim seçeneği sunmakta ve üreticiler açısından daha kabuledilenbilir bir koruyucu toprak işleme olarak görülmektedir.

Şeritvari toprak işlemeli ekim yönteminin ülkemizde yaygınlaştırılabilmesi için buna yönelik daha çok araştırma yapılması ve sistemi geliştirecek yeni teklonojilerin araştırılması hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından büyük önem arz etmektedir. Koruyucu tarım ve şeritvari toprak işleme sisteminin benimsemesi ve uygulanması için öncelikle devlet destekli adımlar atılması ve verilen desteklerin izlenmesi gerekmektedir. Üniversitelerde bu konuya ilişkin daha fazla araştırmalar yapılması, projelerin desteklenmesi ve öncelikli alan olarak benimsenmesi, araştırmaların kamu kurum, kuruluşları ve özel sektör ile paylaşılması, sonuçların çiftçi da kapsayan eğitim ve bilgilendirme çalışmaları ile aktarılması gerekmektedir. Çağdaş, sürdürülebilir toprak işleme yöntemleri, dünyanın çeşitli gelişmiş bölgelerinde habitat, sosyo-ekonomik koşullar ve tarım politikasına göre ayarlanmaya çalışılmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Erpul G, Saygın, SD. Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı? Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2012, 1(1):26-32.
2. ASABE. Terminology for Soil Engaging Components for Conservation – Tillage Planters, Drills, and Seeders. *ASABE Standards* Joseph, MI, USA. 2013, S477, 364-369, St.
3. Barut Z B. Ekim Makinaları, Ed. Serdar Öztekin Tarım Makinaları 2, *Nobel Kitapevi Adana*, 2006, s.408,
4. Klocke NL, Currie RS , Aiken RM.. Soil Water Evaporation and Crop Residues. *Trans of ASABE*, 2009, 52(1), 103-110.
5. FAO. http://www.fao.org/ag/ca/. *Basic principles of conservation agriculture.* Erişim tarihi: Kasım, 2015.
6. Vetsch JA., Randall GW. Corn production as affected by tillage system and starter fertilizer, *Agronomy Journal*, 2002, 94(3):532-540.
7. Morrison JE. Strip tillage for 'No Till' row crop production, *Applied Engineering in Agriculture*, 2002,18(3): 277–284.
8. Licht M A, Al-Kaisi M. Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties, *Soil and Tillage Research*, 2005, 80(1-2):233–249.
9. Ramos M E, Robles A B, Sanchez-Navarro A , Gonzalez-Rebollar J L. Soil responses to different management practices in rainfed orchards in semiarid environments*, Soil and Tillage Research,* 2011, 112 (1), 85-91.
10. Gorski D, Gaj R, Ulatowska A, Miziniak W. Effect of Strip-Till and Variety on Yield and uality of Sugar Beet against Conventional Tillage. *Agriculture*, 2022, 12, 166.
11. Luna J M , Staben M L. Strip Tillage for Sweet Corn Production Yield and Economic Return. *HortScience*, 2002, 37(7):1040-1044.
12. Morrison JE, Sanabria JrJ. One–Pass and Two–Pass Spring Strip Tillage for Conservation Row–Cropping in Adhesive Clay Soils, *Transactions of the ASAE*, 2002, ol. 45(5): 1263–1270.
13. Lekaviciene K, Sarauskis E, Naujokiene V, Kriauciunien Z. Effect of Row Cleaner Operational Settings on Crop Residue Translocation in Strip-Tillage, *Agronomy,* 2019, 9(247), doi:10.3390/agronomy9050247

14. Morris N L, Miller P C H, Orson J H, Froud-Williams R J. Soil disturbed using a strip tillage implement on a range of soil types and the effects on sugar beet establishment. *Soil Use and Management*, 2007, 23: 428–436

15. Çelik A. Türkiye'de Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekimin Benimsenmesi ve Yaygınlaştırılması için Atılması Gereken Adımlar, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2016,12 (4), 243-253.

16. Fernandez, FG, Sorensen BA, Villamil MB. A Comparison of Soil Properties after Five Years of No-Till and Strip-Till, *Agronomy Journal,* 2015, 107(4):1339-1346.

17. Jaskulska I, Jaskulski D. Strip-Till One-Pass Technology in Central and Eastern Europe: A MZURI Pro-Til Hybrid Machine Case Study, *Agronomy* 2020, 10, 925; doi:10.3390/agronomy10070925

18. Duiker S, Myres J C. Steps towards a successful transition to no-till. *College of Agricultural Science*, Agricultural Research and Cooperative Extension, Penn State University, 36 p. 2006.

19. Çelik A, Altıkat S. Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Yabancı Ot Kontrolüne Etkisi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2006, 2(4):293-302

20. Özdemir S, Bereket Barut Z B, Doğrudan Ekim Makinalarında Kullanılan Farklı T Tipi Çizi Açıcı Ayakların Ekim Başarısına Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2020,16 (3) , 35-38.

21. Hossain IM, Gathala MK, Tiwari TP, Hossain MS. Strip Tillage Seeding Technique: A Better Option for Utilizing Residual Soil Moisture in Rainfed Moisture Stress Environments of North-West Bangladesh, *International Journal of Recent Development in Engineering and Technology* , 2014, 2(4):132-136.

22. Donald R. Strip Tillage Methods: Impact On Soil And Air Quality, *Australian/New Zealand National Soils*,1998.

23. Zaman R, Ali MO, Islam MA, Islam MR, Khan MA A. Performance of lentil on strip tillage under different seed rate, *Bull. Inst. Trop. Agr., Kyushu Univ*. 2019, 42: 1-6.

24. Saldukaite L , Sarauskis E, Zabrodskyi A, Adamaviciene A, Buragiene S, Kriauciunien Z, Savickas D.. Assessment of energy saving and GHG reduction of winter oilseed rape production using sustainable strip tillage and direct sowing in three tillage Technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2022, Vol.51:101911.

25. Çelik A, Altıkat S, Thomas RW. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield, *Soil and Tillage Research* , 2013,131: 20-27.

26. Bilen S, Çelik A, Altıkat S. Effects of strip and full-width tillage on soil carbon IV oxide-carbon (CO2-C) fluxes and on bacterial and fungal populations in sunflower, *African Journal of Biotechnology*, 2010, 9(38):6312-6319.