



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Farklı toprak işleme yöntemlerinin iki farklı toprak serisinde CO<sub>2</sub> salımına etkileri

Muhittin Murat Turgut <sup>1,\*</sup>, Yakup Kenan Koca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Diyarbakır

### Özet

Sera gazlarının olumsuz etkilerinden kaynaklı küresel ısınma, son yıllarda dünyamızı etkileyen en önemli doğa olaylarının başında gelmektedir. Toplam sera gazları içinde Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) %88 gibi önemli bir paya sahiptir. Aşırı toprak işleme, toprak yapısında bulunan organik madde ve mikroorganizma faaliyetlerine bağlı olarak topraktan atmosfere CO<sub>2</sub> salımında artışa; diğer yandan toprak kalitesinde ve buna bağlı olarak da bitkisel verimde önemli düşüşlere ve çevre kirliliğinde artışlara yol açmaktadır. Bu çalışmada Çukurova Bölgesi koşullarında geleneksel toprak işleme (GTİ), azaltılmış toprak işleme (ATİ) ve doğrudan ekim (DE) yöntemlerinin, birbirinden farklı özelliklere sahip iki farklı toprak serisinde, farklı dönemlerdeki CO<sub>2</sub> salım değerleri üzerindeki etkisi irdelenmiştir. Bu amaçla Çukurova Üniversitesi kampüsü içerisinde bulunan Arık ve Baraj serisi topraklarında buğday tarımı yapılan arazilerde ekim öncesi, ekim sonrası ve hasat sonrası olmak üzere üç farklı dönemde CO<sub>2</sub> ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, kil tekstüre sahip Arık serisi topraklarında CO<sub>2</sub> salım değeri ekim öncesi 6.24 kg/ha gün ve hasat sonrası 10.08 kg/ha gün olarak ölçülmüştür. Ekim döneminde ise yüzey organik maddesi daha yüksek ve orta tekstürlü olan Baraj serisi topraklarında CO<sub>2</sub> salım düzeyi daha yüksek (15.12 kg/ha gün) bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak işleme, toprak serisi, CO<sub>2</sub> salımı.

### Effects of different soil tillage methods on CO<sub>2</sub> fluxes in two different soil series

### Abstract

Global warming caused by the negative effects of greenhouse gases is one of the most important natural events affecting our world in recent years. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) has an important ratio (88%) in total greenhouse gases. Intensive soil cultivation, enhances CO<sub>2</sub> emissions from soil to atmosphere due to organic matter and microorganism activities in soil; on the other hand, it leads to significant decreases in soil quality and plant yield and increases the environmental pollution. In this study, the effect of conventional tillage method, reduced tillage method and direct seeding on two different soil series in different periods of CO<sub>2</sub> emissions in Çukurova Region conditions were investigated. For this purpose, CO<sub>2</sub> measurements were made in Arık and Baraj series located in Çukurova University campus before sowing, after sowing period and after harvest in wheat cultivation. As a result of this study, the CO<sub>2</sub> emission level in Arık series soils having clay textures in pre-planting and post-harvest periods were determined 6.24 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> and 10.08 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> respectively. In the after sowing period, CO<sub>2</sub> emission level were found to be higher (15.12 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) in the Baraj series soils having higher organic matter and middle textured.

**Keywords:** Soil tillage, soil series, CO<sub>2</sub> fluxes.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Sera etkisinin en önemli etmenlerinden biri olarak yeryüzünden salınan CO<sub>2</sub> (Rastogi ve ark., 2002), son yıllarda daha fazla araştırmaya konu olmaya başlamıştır. CO<sub>2</sub>, fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, hızlı nüfus artışı, endüstriyel faaliyetler, ulaşım, toplumlardaki tüketim eğiliminin artması gibi nedenlerle atmosferde her geçen gün artan, %60'lık oranla küresel ısınmadan ana sorumlu ve enerji tüketimi ile doğrudan bağlantılı bir gazdır (Turgut ve Barut, 2008). Dünyada, sektörlere göre atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı incelendiğinde, 2013 yılı verilerine göre en fazla payın endüstriyel faaliyetler için gerekli olan enerji

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 412 241 10 00

E-posta : [mmturgut@dicle.edu.tr](mailto:mmturgut@dicle.edu.tr)

Geliş Tarihi : 23 Kasım 2018

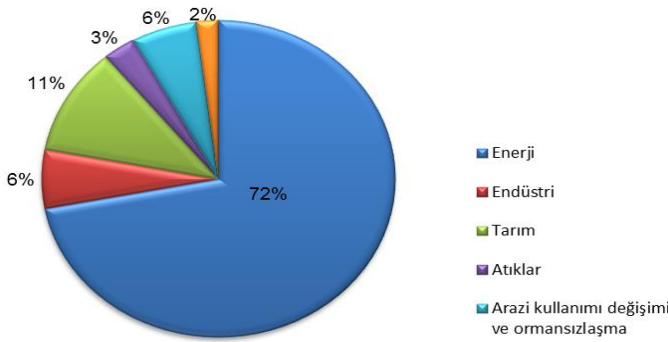
Kabul Tarihi : 20 Nisan 2019

e-ISSN : 2146-8141

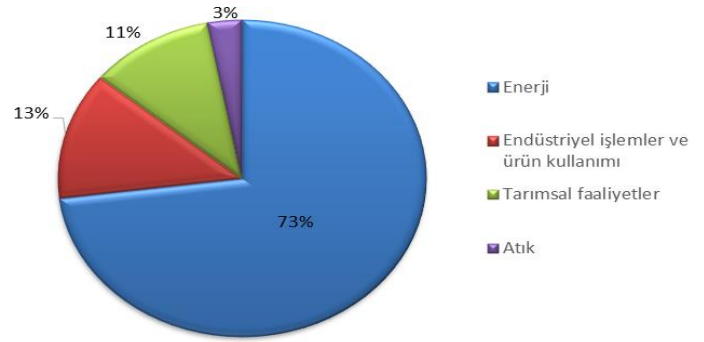
DOI : 10.33409/tbbbd.595156

tüketimi sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub> miktarına ait olduğu görülmüştür (Anonim, 2018a). Dünyada tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub> salımı ise %11'lik pay ile ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 1). Türkiye'de, sektörler göre atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı Dünya değerleriyle paralellik göstermekte olup, 2016 yılı TÜİK verilerine göre (Anonim, 21018b) ülkemizde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub> miktarı %11'lik bir paya sahiptir (Şekil 2).

Dünya toprakları atmosferde mevcut olandan yaklaşık iki kat (1400-1500 Gt) daha fazla Karbon (C) tutmaktadır (Rastogi ve ark., 2002). Tarım topraklarında tutulan C miktarı ise 170 Gt'dur (Paustian ve ark., 2000). Tarımsal üretim faaliyetleri içerisinde yer alan toprak işleme uygulamaları, doğrudan ya da dolaylı olarak CO<sub>2</sub> salımlarına neden olmaktadır. Doğrudan emisyonlar toprak işleme uygulaması esnasında tüketilen fosil yakıtlardan kaynaklanırken, dolaylı emisyonlar ise toprak işleme sonrasında topraktan atmosfere salınan CO<sub>2</sub> gazından kaynaklanmaktadır (Turgut ve Barut, 2008). Bu bağlamda CO<sub>2</sub> salımı toprak organik maddesinin atmosfere yayılan son bozulma ürünü olup toprak işleme uygulamalarından önemli derecede etkilenmektedir.



Şekil 1. Dünyada 2013 yılında sektörlere göre CO<sub>2</sub> salım değerleri (Anonim, 2018a)



Şekil 2. Türkiye'de 2016 yılında sektörlere göre CO<sub>2</sub> salım değerleri (Anonim, 2018b)

Yoğun toprak işleme faaliyetlerinin uygulandığı geleneksel toprak işleme sistemleri, tarım topraklarında %50'ye varabilen oranlarda C kaybına neden olabilmektedir. Buna karşın toprağın daha az işlendiği koruyucu toprak işleme sistemleri ve toprak işlenmez ekim yöntemi (doğrudan ekim) topraktaki organik madde miktarını koruyarak sürdürülebilirliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Toprak CO<sub>2</sub> gazı emisyonları, toprak tekstür yapısına göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada aynı lokasyonda bulunan özellikler bakımından iki farklı toprak serisinin, farklı toprak işleme yöntemleri uygulandığında CO<sub>2</sub> gazı salım değerleri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

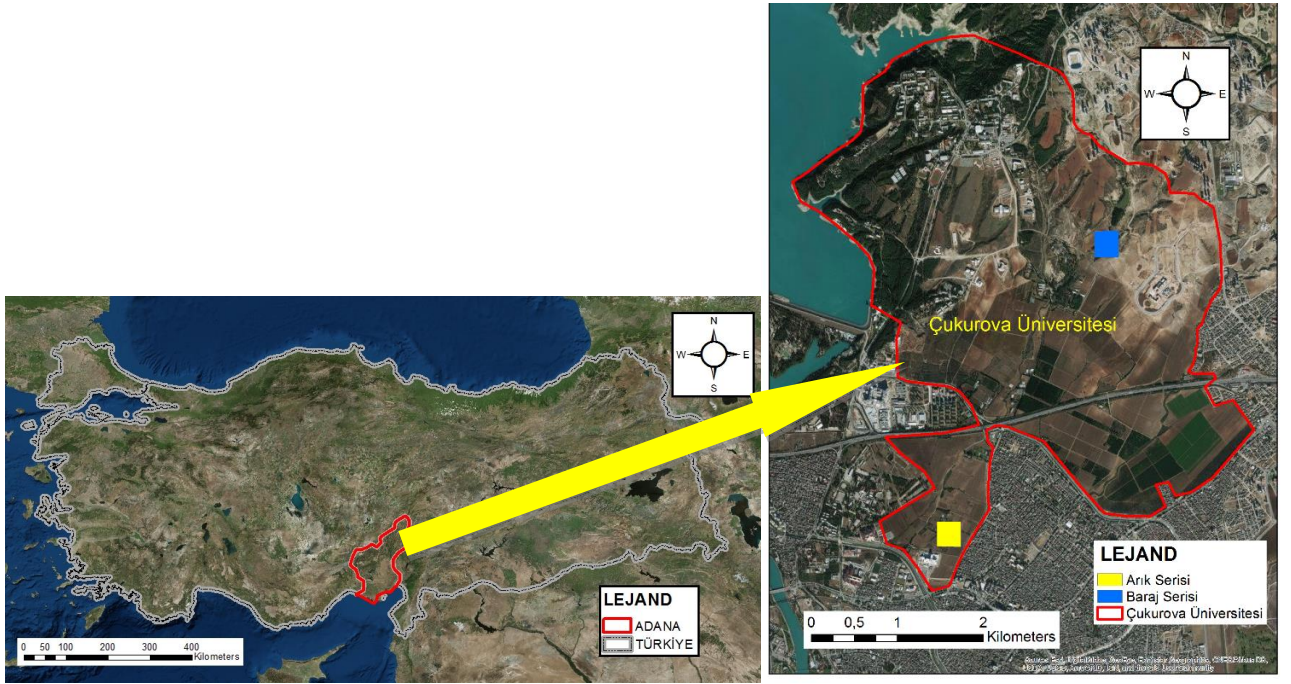
### Materyal

Çalışma Adana ilinde bulunan Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütülmüştür (Şekil 3). Çalışmada, iki farklı seri toprakta aynı dönemde aynı toprak işleme ve ekim uygulamaları yapılmıştır. Kışlık buğday ekimi için toprak işleme uygulamaları ve ardından ekim işlemi 2011 yılı Kasım ayında yapılmış; hasat ise 2012 yılı Haziran ayında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgede tipik Akdeniz iklimi hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 625 mm'dir. Sıcaklıklar -8.1 °C ile +45.6 °C arasında değişir ve yağışın çoğu kış mevsiminde görülür. Ölçüm dönemlerine ait iklim ve toprak verileri Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Ölçümlerin yapıldığı tarihlerdeki iklim ve toprak verileri

Tarih	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Günlük Yağış (mm)	10 cm. toprak sıcaklığı (°C)	20 cm. toprak sıcaklığı (°C)
9.Kas.11	18.5	22.6	2.4	26.8	26.2
8.Haz.12	19.9	25.4	-	25.8	27.1

CO<sub>2</sub> salım değerleri ekim öncesinde buğday bitkisi için tohum yatağı hazırlığında yapılan toprak işleme uygulamalarından hemen sonra, ekim sonrası toprak işleme uygulamalarını takip eden ilk bir haftada ve Haziran ayında yapılan hasadın hemen sonrasında olmak üzere üç farklı dönemde ölçülmüştür. Ölçümler, PP Systems marka CFX-2 model CO<sub>2</sub> ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Sainju ve ark., 2006; Akbolat ve ark., 2009; Erol ve ark., 2016). Toprak CO<sub>2</sub> salım değerleri (gm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>), cihazın kapalı toprak solunum haznesine topraktan giren ve çıkan hava ile normal toprak-atmosfer akış oranı konsantrasyon değişimine göre ölçülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanı konumu ve örnekleme noktaları

Ölçüm yapılan toprakların her ikisi de Adana ili sınırları içerisinde bulunan Çukurova Üniversitesi kampüsünde olmakla birlikte çalışma amacına uygun olarak birbirinden farklı özelliklere sahip iki seri topraklarında yürütülmüştür. Çalışma yapılan topraklardan biri Arık serisi (Güleç, 2002) olup  $37^{\circ}00'54''$  N ve  $35^{\circ}21'27''$  E koordinatlarından örnekleme yapılmıştır. Arık serisi, genellikle düz-düze yakın arazilerde dağılım göstermektedir. A-C horizon diziliminde, oldukça kalın A horizonuna sahiptir. Söz konusu seri yüksek kil ve parlak kayma yüzeyleri ile bölgede bulunan diğer serilerden farklılık göstermektedir. Bu seri topraklarının yüzey horizonları %50'den daha fazla kil içermektedir. Yaklaşık 150 cm derinliğe sahip olan seri toprakları, Toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 2010) göre Vertisol ordosunun Typic Haploxerert alt grubunda sınıflandırılmaktadır.

Örnekleme yapılan diğer bir arazi ise yine işletme sınırları içerisinde  $37^{\circ}02'40''$  N ve  $35^{\circ}22'34''$  E koordinatlarında bulunan ve toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 2010) göre Inceptisol ordosunun Typic Calcixerepts alt grubunda sınıflandırılan Baraj serisidir. A-C horizon dizilimine sahip bu topraklar profil boyunca killi tın tekstüre sahiptir. Özellikle yüzeyde yaklaşık %40 kum içeren bu topraklarda yer yer taşlılığa da rastlanmaktadır. Alt horizonlarda kil miktarı artmakta ve C horizonunda %70'lere çıkmaktadır. Seri toprakları orta derin olmakla birlikte 70 cm derinliğe sahiptir (Dingil ve ark., 2008).

### Yöntem

Araştırmada, buğday tarımı yapılan iki farklı seri topraklarında geleneksel toprak işleme (GTİ), azaltılmış toprak işleme (ATİ) ve doğrudan ekim (DE) olmak üzere üç farklı toprak işleme yöntemi uygulanmıştır. Uygulanan yöntemlere ait işlem sırası, alet-ekipman bilgisi ve toprak işleme derinlikleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Denemede uygulanan yöntemler

Toprak İşleme ve Ekim Yöntemleri	Kışlık Tohum Yatağı Hazırlığı ve Ekim
Geleneksel Toprak İşleme (GTİ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anız/Sap parçalama</li> <li>Kulaklı pullukla işleme (30-33 cm)</li> <li>Diskli tırmık (18-21 cm) (2 kez)</li> <li>Tapan (5 cm)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi (4 cm)</li> </ul>
Azaltılmış Toprak İşleme (ATİ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anız/Sap parçalama</li> <li>Diskli tırmık (18-21 cm) (2 kez)</li> <li>Tapan (5 cm)</li> <li>Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi (4 cm)</li> </ul>
Doğrudan Ekim (DE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anız/Sap parçalama</li> <li>Herbisit uygulama</li> <li>Doğrudan tahıl ekim makinası ile buğday ekimi (4 cm)</li> </ul>

Deneme alanları, tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş olup çalışma, üç farklı toprak işleme sistemi (GTİ, ATİ, DE) için üç tekerrürlü olmak üzere toplam dokuz parsel üzerinde yürütülmüştür. Her parselde de üç ayrı noktadan üçer tekrarlı olmak üzere dokuz adet CO<sub>2</sub> ölçümü yapılmıştır. Denemede parsellerin her birinin genişliği 12 m, uzunluğu 40 m'dir.

Çalışmada ilk CO<sub>2</sub> ölçümü ekim öncesi toprak işleme uygulamasından hemen sonra yapılmıştır. Ardından ekim işlemi sonrası yedi gün boyunca 24 saat arayla ölçümler yapıp kaydedilmiştir. Son ölçüm ise buğday hasat edildikten hemen sonra gölge tavında yapılmıştır. Her iki seride de ekim öncesi ölçümler 9 Kasım 2011; ekim sonrası ölçümler bu tarihten sonra 7 gün boyunca ve hasat sonrası ölçümler ise 8 Haziran 2012 tarihlerinde yapılmıştır. Çalışma kapsamında iki farklı seri toprağından CO<sub>2</sub> ölçümleri hedef alınmıştır. Bu kapsamda iklimsel verilerin etkisinin gözardı edilmesi için her iki seride ölçümler aynı günlerde yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında bulunan iki farklı serinin toprak özelliklerinden yüzey horizonları işlendiğinden dolayı bu çalışmada iki farklı serinin yalnızca yüzey toprak özellikleri dikkate alınmıştır. Bu serilerden Arık serisinin yüzey toprağı kil tekstüre, granüler strüktüre, yoğun saçak köke ve kuru iken 3-8 cm genişliğinde çatlaklara sahiptir. Baraj serisi ise, killi tın tekstüre sahiptir. Granüler strüktür, taşlılık ve yoğun saçak kök serinin diğer fiziksel özellikleridir. Seri topraklarında çatlaklar bulunmamaktadır. Her iki serinin yüzey toprağının kimi özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Her iki seride de ekim öncesi, ekim sonrası ve hasat sonrasında yapılan ölçümlerde elde edilen CO<sub>2</sub> değerleri birbirinden farklılık göstermektedir (Çizelge 4).

Çizelge 3. İki serinin yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Dingil ve ark., 2008)

Seri Adı	pH (sat.)	Tuz (mmhos cm <sup>-1</sup> )	Org.Mad. (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	KDK (me 100 gr <sup>-1</sup> )	Kireç (%)	Tekstür dağılımı (%)			Tekstür sınıfı
							Kum	Silt	Kil	
Arık	7.63	0.06	1.17	7.11	46.83	27.2	17	28	55	C
Baraj	7.30	0.20	2.80	2.74	14.89	27.4	37	29	34	CL

Çizelge 4. İki serinin farklı toprak işleme yöntemlerindeki CO<sub>2</sub> salım değerleri (kg/ha gün)

Toprak İşleme Yöntemi	Ekim Öncesi (09.11.2011)		Ekim Sonrası (İlk 7 gün ort.)		Hasat Sonrası (05.06.2012)	
	Arık Serisi	Baraj Serisi	Arık Serisi	Baraj Serisi	Arık Serisi	Baraj Serisi
Geleneksel Toprak	6.24	4.32	10.80	15.12	10.08	7.68
Azaltılmış Toprak	8.16	5.76	7.68	12.96	8.16	6.24
Doğrudan Ekim	2.88	2.88	6.48	4.08	4.56	4.32

### Serilerin karşılaştırılması:

Arık serisine ait toprakta, ekim öncesi toprak CO<sub>2</sub> emisyon değerleri toprak işleme yöntemine göre değişkenlik göstermekle birlikte en düşük salım değeri doğrudan ekim (DE) yönteminde; en yüksek salım değeri ise azaltılmış toprak işleme (ATİ) yönteminde bulunmuştur. Ekim sonrası ilk yedi günün ortalamasına bakıldığında, en düşük salım değeri yine DE'de belirlenmiştir. En yüksek salım değeri ise geleneksel toprak işleme (GTİ) de belirlenmiştir. Hasat sonrasında yapılan ölçümlerde de yine en düşük değer DE'de; en yüksek değer GTİ'de belirlenmiştir (Çizelge 4).

Baraj serisine ait toprakta ölçülen değerlere bakıldığında ise, ekim öncesi döneme ait en düşük salım değeri DE'de ölçülürken, en yüksek salım değeri ATİ'de belirlenmiştir. Ekim sonrası ilk yedi günün ortalama değerlerinde ise yine en düşük salım değeri DE'de ölçülürken, en yüksek salım değeri GTİ'de belirlenmiştir. Hasat sonrası dönem ise ekim sonrası döneme benzerlik göstermiş en düşük salım değeri DE'de, en yüksek salım değeri GTİ'de ölçülmüştür (Çizelge 4).

İki farklı toprakta yapılan ölçümler birlikte değerlendirildiğinde ise, Ekim öncesi dönemde DE'de CO<sub>2</sub> salımı benzer çıkmıştır. Ancak GTİ ve ATİ'de Arık seri toprağından yapılan ölçümler Baraj serisinden yüksek çıkmıştır. Ekim sonrası dönemde ise DE'de Arık serisi topraklarında CO<sub>2</sub> salımı daha yüksek iken, GTİ ve ATİ'de Baraj serisi toprağından CO<sub>2</sub> salım değerleri daha yüksek belirlenmiştir. Hasat sonrası dönemde yapılan ölçümlerde ise, her iki seri topraklarında DE yapılan alanlarda sonuç benzer iken, GTİ ve ATİ yapılan alanlarda CO<sub>2</sub> salımı Arık serisinde daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Önemli bir seri özelliği olarak tanımlanan toprak tekstürüne göre de her iki seride önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ekim öncesi ve hasat sonrası dönemlerde Arık serisi topraklarından CO<sub>2</sub> salımı Baraj serisi topraklarından daha yüksektir. Bunun tersine ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında Baraj serisi topraklarından CO<sub>2</sub> salımı Arık serisi topraklarından daha yüksektir. Buradaki en büyük etken olarak toprakların fiziksel özelliklerinden olan toprak tekstürü ön plana çıkmaktadır. Vertisol olarak sınıflandırılan Arık serisi topraklarının kil içeriği profil boyunca %60'lar düzeyine ulaşmakla birlikte, yüzey toprağında

%55'dir. Oldukça küçük boyutta olan kil mineralleri çok büyük özgül yüzey alanına sahip olmasından dolayı suyu ve diğer maddeleri absorbe etme özelliği bulunmaktadır (Güzel ve Gülüt, 2010). Buna karşın kum parçacıklarının düşük özgül yüzey alanına sahip olmaları da su tutma kapasitesinin düşük olmasına etken olmaktadır. Topraklarda sürüm sonrası sıkışma sonucunda, toprak hacim ağırlığında artış CO<sub>2</sub> salımında ani düşüşler yaratabilmektedir (Reicosky, 2003). Vertisol olarak sınıflandırılmış olan Arık serisine ait toprakta hacim ağırlığının daha düşük; profil boyunca daha yüksek kum miktarına sahip olan Baraj serisi topraklarının hacim ağırlığı daha yüksektir. Reicosky (2003) tarafından da belirtilen ani düşüşleri, daha yüksek hacim ağırlığına sahip Baraj serisinde ekim sonrası ilk yedi gün ortalaması ile hasat sonrası dönemde görmekteyiz. Toprağın yoğun olarak işlendiği GTİ yönteminde, ekim öncesi 6.24 kg/ha gün olan salım değeri, ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında 15.12 kg/ha gün seviyesine çıkmış, hasat sonrasında ise 7.68 kg/ha gün'lere düşmüştür. Dünya genelinde yapılan birçok çalışmada, toprak işleme uygulaması yapılmış ve yapılmamış kumlu topraklarda CO<sub>2</sub> salım değeri farkı ortalama %29 olarak hesaplanırken, bu değer killi topraklarda %12'ye düşmüştür (Abdalla ve ark., 2016).

Toprak işlemenin bir amacı da toprağı havalandırarak atmosfer ile toprak arasındaki gaz alışverişini sağlamaktır. Ancak özellikle kulaklı pulluğun kullanıldığı, toprağı devirerek alt üst etme şeklinde uygulanan geleneksel toprak işleme yönteminde, toprağın içine giren oksijen miktarı artmakta, bu durum aynı zamanda toprakta bulunan organik maddenin oksidasyonunu da arttırmaktadır (Nardi ve ark., 1996; Islam ve Weil, 2000; Acar, 2016). Bu artışla birlikte topraktan CO<sub>2</sub> çıkışı da artmaktadır. Tekstür bakımından orta düzeyde bulunan Baraj serisine ait toprakların yüzey horizonunda bulunan organik madde miktarı (%2.8) Arık serisi topraklarının yüzey horizonundaki organik madde miktarından (%1.17) daha fazladır. Sürüm esnasında daha iyi havalandırılan ve daha yüksek organik madde içeriğine sahip olan Baraj serisinde daha yüksek salımın sebebi de bundan ileri gelmektedir.

### Toprak İşleme Yöntemlerinin İrdelenmesi

Zamansal olarak topraktan CO<sub>2</sub> salımı değerlendirildiğinde, en büyük değişimler GTİ ve ATİ'de görülmektedir. En az değişim ise DE'de belirlenmiştir. GTİ'nin zamansal olarak toprakta CO<sub>2</sub> salımına etkisi değerlendirildiğinde Arık serisinde ekim öncesi 6.24 kg/ha gün olan ölçüm değeri ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında 10.8 kg/ha gün'e yükselmiş ve daha sonra çok küçük düşüş eğilimi göstermiştir. Ancak aynı dönemlerde Baraj serisinde ise değişim daha sert yaşanmış ve ekim öncesi 4.32 kg/ha gün olan ölçüm değeri ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında 15.12 kg/ha gün'e yükselmiştir. Hasat sonrasında ise yine sert bir düşüşle 7.68 kg/ha gün 'ye gerilemiştir. Benzer durum ATİ için de söz konusudur. Arık serisinde her üç dönemde de ciddi bir değişim yaşanmazken, Baraj serisinde ekim öncesi 5.76 kg/ha gün olan salım değeri ekim döneminde 12.96 kg/ha gün'e yükselmiş, hasat sonrasında ise ekim öncesi döneme geri düşmüştür. DE'de ise hemen hemen üç dönemde de ciddi CO<sub>2</sub> salımları görülmemiştir. Özellikle toprağın havalandırıldığı GTİ ile ATİ'de CO<sub>2</sub> salımı yüksek bulunmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde, ekim öncesi toprak işleme uygulamalarından hemen sonra yapılan ölçümlerde ATİ uygulamasında her iki seride de CO<sub>2</sub> çıkış değerlerinin GTİ uygulamasına göre yüksek olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuçlar, Morell ve ark. (2010) ve Horak ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Kulaklı pulluğun ilk olarak kullanıldığı GTİ uygulamalarında toprak büyük parçalar (kesekler) halinde toprak yüzeyinde kalmaktadır. Kulaklı pulluğun hemen sonrasında uygulanan ikincil toprak işleme aletleri parçalama etkisi yapsa da, toprak yüzeyi ATİ uygulamalarına göre daha büyük parçacıklar halinde bırakılmaktadır. ATİ uygulamalarında ise uygulama sonrası toprak yüzeyinde ufalanmış parçacıklar çoğunluktadır. Ufalanmış parçacıklar daha fazla hava temasına maruz kaldığından ilk etapta daha fazla CO<sub>2</sub> çıkışı gözlemlenmiştir. Ancak sonraki günlerde, ATİ parsellerindeki toprak yüzeyinin bitki örtüsüyle kaplı olması, GTİ parsellerine göre CO<sub>2</sub> çıkışlarının düşük olmasına etken olmuştur. Sıkışık topraklarda üst katmanlarda hava geçirgenliğinin azalması sonucu CO<sub>2</sub> çıkışının da düşük olduğu belirtilmektedir (Jensen ve ark, 1999). Söz konusu etki diğer işleme yöntemlerine göre DE'nin yapıldığı uygulamada görülmektedir. Dönemlere bağlı olarak değişimlerle birlikte tüm uygulamalarda ve tüm dönemlerde DE uygulamasında en düşük CO<sub>2</sub> salım değerleri belirlenmiştir.

### Sonuç

Çukurova koşullarında buğday tarımı yapılan farklı özelliklere sahip iki seri toprağında ekim öncesi tohum yatağı hazırlığında yapılan toprak işleme uygulamalarından hemen sonra, ekim sonrası (ilk yedi gün ortalaması) ve hasadın hemen sonrası olmak üzere üç farklı dönemde topraktan CO<sub>2</sub> salımı değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler karşılaştırıldığında doğrudan ekim yönteminin düşük CO<sub>2</sub> salımına olumlu etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek CO<sub>2</sub> salımı ise döneme bağlı olarak geleneksel toprak işleme ile azaltılmış toprak işleme yöntemlerinde belirlenmiştir. Toprak işleme yöntemlerinden özellikle

doğrudan ekim yönteminin Çukurova koşullarında daha da yaygınlaştırılması, atmosfere salınan CO<sub>2</sub> düzeyinde %50'den daha fazla bir düzeyde azalmaya sebep olacaktır.

Toprakta CO<sub>2</sub> salımını etkileyen etmenlerden birisi de toprak özellikleridir. Bunun belirlenmesi amacıyla aynı lokasyonda bulunan ancak birbirinden farklı iki tekstüre sahip olan toprakta aynı dönemde ölçümler yapılmıştır. Kil tekstüre sahip olan Arık serisinde ekim öncesi ve ekim sonrası dönemlerde CO<sub>2</sub> salım düzeyleri daha yüksek iken, ekim döneminde Baraj serisi topraklarından CO<sub>2</sub> salımının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum özellikle daha yüksek hacim ağırlığına sahip olan topraklarda doğrudan ekim yapılmasının daha uygun bir uygulama olduğunu göstermektedir. Ekim döneminde CO<sub>2</sub> salımının Baraj serisinde yüksek olması ise, kumlu toprakların daha yüksek makro gözenekliliğe sahip olmasından dolayı toprak işleme uygulamaları sonucu atmosfere geniş sınırlar dahilinde gaz çıkışına izin vermesi gerçeğinden kaynaklanabilir (Rastogi ve ark., 2002; Bauer ve ark., 2006). Bölgede özellikle kum tekstüre sahip olan alanlarda toprak işlemenin daha yüzlek yapılması düşük CO<sub>2</sub> salımı için faydalı olacaktır.

Bu çalışma aynı lokasyonda bulunan farklı özelliklere sahip iki seri toprağında belirlenmiştir. Farklı iklim ve toprak koşullarına sahip bölgelerde yapılacak olan bu tip çalışmalar, toprak ve çevre kalite parametrelerinin belirlenmesi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına yön vermesi açısından faydalı olacaktır.

## Kaynaklar

- Abdalla, K, Chivenge, P, Ciais, P, Chaplot, V, 2016. No-tillage lessens soil CO<sub>2</sub> emissions the most under arid and sandy soil conditions. *Biogeosciences*, 13, 3619-3633.
- Acar, M, 2016. Uzun süreli farklı işleme uygulamalarının agregat boyut dağılımındaki organik karbon ve yarayışlı su içeriğine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akbolat, D, Evrendilek, F, Coşkan A, Ekinci, K, 2009. Quantifying soil respiration in response to short-term tillage practices: a case study in southern Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil & Plant Science* 59:50-56.
- Anonim, 2018a. World Resources Institute, Climate Analysis Indicators Tool. Available from URL: <http://www.c2es.org/content/international-emissions/>
- Anonim, 2018b. TÜİK verileri. URL: [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Bauer, PJ, Frederick, JR, Novak, JM, Hunt, PG, 2006. Soil CO<sub>2</sub> flux from a norfolk loamy sand after 25 years of conventional and conservation tillage, *Soil & Tillage Research* 90, 205-211.
- Dingil, M, Şenol, S, Öztekin, ME, 2008. Çukurova Üniversitesi kampüs alanı topraklarının coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılarak detaylı toprak etüt ve haritasının güncellenmesi. Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi. Proje No: ZF2005BAP8 Proje Sonuç Raporu, Adana
- Erol A, Ekinci K, Akbolat D, Evrendilek F, 2016. Modeling impacts of land uses on carbon and nitrogen contents, carbon dioxide and water effluxes of Mediterranean soils. *Polish Journal of Environmental Studies* 25(4):1479-1487.
- Güleç, M, 2002. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme alanının detaylı toprak etüt ve haritalaması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Güzel, N, Gülüt, KY, 2010. Toprağın Oluşumu ve Özellikleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 289; Ders Kitapları Yayın No: A-91.
- Horak, J., Igaz, D., Kondlova, E., 2014. Short-term soil carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission after application of conventional and reduced tillage for red clover in Western Slovakia. *Eurasian Journal of Soil Science* 3: 206 - 211.
- Islam, KR, Weil, RR, 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79 (1): 9-16.
- Jensen, LS, Mc Queen, DJ, Shepherd, TG, 1999. Effect of soil compaction on N-mineralization and microbial-C and -N. I. field measurement. *Soil & Tillage research*, 38: 175-188.
- Morell, F.J. Fuentes, J.A., Lampurlanés, J., Martínez, C.C., 2010. Soil CO<sub>2</sub> fluxes following tillage and rainfall events in a semiarid Mediterranean agroecosystem: Effects of tillage systems and nitrogen fertilization. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139(1-2): 167-173.
- Nardi, S, Cocheri, G, Dell Agnola, G, 1996. Biological activity of humus. In: Humic Substances in Terrestrial Ecosystems (eds. Piccolo, A), Elsevier, Amsterdam, 361-406.
- Paustian, K, Six, J, Elliott, ET, Hunt, HW, Rustad, LE, Huntingdon, TG, Boone, RD, 2000. Controls on Soil Respiration Implications for Climate Change. *Biogeochemistry* 48: 147-163.
- Rastogi, M, Singh, S, Pathak, H, 2002. Emission of carbon dioxide from soil, *Current Science* 82, 510-517.
- Reicosky, DC, 2003. Tillage-induced CO<sub>2</sub> emissions and carbon sequestration: effect of secondary tillage and compaction. (eds. García-Torres, L, Benites, J, Martínez-Vilela, A, Holgado-Cabrera, A), Springer; 1 edition, 516, 291-300.
- Sainju, UM, Jabro, JD, Stevens, WB, 2006. Soil Carbon Dioxide Emission as Influenced by Irrigation, Tillage, In: Cropping System, and Nitrogen Fertilization, pp. 1086-1098.
- Soil Survey Staff, 2010. Keys to Soil Taxonomy by Soil Survey Staff. Eleventh edition. USDA, Natural Resources Conservation Service, USA.
- Turgut, MM, Barut, ZB, 2008. Tarımda toprak işleme uygulamaları ve CO<sub>2</sub> salımı. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*. 23(4), 25-32.