

Tohum Yatağı Hazırlığında Tapan Kullanımının Topraktan CO₂ Çıkışına Etkisi

Davut AKBOLAT

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, 32260, Isparta
Yazışma Yazarı: dakbolat@ziraat.sdu.edu.tr

Özet: Sera oluşumuna etkili gazların miktarı, insan aktiviteleri sonucu son yıllarda daha da artmıştır. Bu aktiviteler; endüstriyel, tarımsal ve fosil yakıt kullanımını içeren çalışmalardır. Tarımsal çalışmalarda üretilen sera gazları; CO₂, NH₄ ve N₂O gazlarıdır. Bu gazlar içerisinde en fazla üretileni karbondioksit gazıdır. Toprak ekosistemi özelliklerine bağlı olarak topraktan salınan CO₂ miktarı değişmektedir. Bu özelliklerden en önemlileri; toprak nemi, organik madde miktarı, toprak sıcaklığı ve toprağın havalandırılma derecesidir. Bu çalışmada sırasıyla; 0 (P₀), 45 (P₄₅) ve 60 (P₆₀) kg ağırlığında tapanlar kullanılarak tohum yatağı hazırlanmıştır. Daha sonra, CO₂ çıkışı ve toprak fiziksel özellikleri saptanmıştır. Elde edilen verilere göre; CO₂ çıkışı; g m⁻² h⁻¹ olarak en çoktan aza doğru sırasıyla, tapansız P₀ (0.104), P₄₅ (0.043) ve P₆₀ (0.037) uygulamaları birbirini izlemiştir. P₀ 'da (P<0.05) istatistiksel olarak diğer iki uygulamadan daha çok CO₂ çıkışı gerçekleşmiştir. Penetrasyon dirençlerinden; P₆₀ (1.80) diğerlerinden (P₄₅ 1.44 ve P₀ 1.37) daha yüksek çıkmıştır. En yüksek porozite, P₀ uygulamasında elde edilirken bunu sırasıyla, P₄₅, ve P₆₀ uygulamaları izlemiştir. Hacim ağırlıkları olarak; P₀, P₄₅, P₆₀ sırasıyla 1.34, 1.49 ve 1.48 g cm⁻³ değerleri elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Topraktan CO₂ çıkışı, tohum yatağı hazırlığı, sera gazı etkisi, tapan,

The Effect of Scrapper Use on Soil CO₂ Emission during the Seedbed Preparation

Abstract: As a result of human activities in recent years, the amount of greenhouse gases has increased dramatically. These are industrial and agricultural activities including the use of fossil fuels. Greenhouse gases produced in the agricultural activities are CO₂, NH₄, and N₂O. CO₂ is the most produced gas among the greenhouse gases. The amount of CO₂ flux from soil varies depending on the soil ecosystem properties. The most important of these features are soil moisture, amount of organic matter, soil temperature, and the degree of soil aeration. In this study; a scrapper loaded with different weight of 0 (p₀), 45 (P₄₅) and 60 (P₆₀) kilogram was used to prepare the seedbed. Then, the CO₂ flux and soil physical properties were determined. According to the data obtained; CO₂ flux (g.m⁻².h⁻¹) was 0.104, 0.043, and 0.037 for P₀, P₄₅, and P₆₀ respectively. P₀ application produced more CO₂ than the other two applications (P<0.05). Penetration resistance obtained from P₆₀ (1.80 MPa) was higher than that of other two applications P₄₅ (1.44 MPa) and P₀ (1.37 MPa). The highest porosity was obtained from P₀ (50%) application than P₄₅(44%) and P₆₀(44%) applications followed. Volume weight for P₀, P₄₅ and P₆₀, applications were 1.34, 1.49, and 1.48 g cm⁻³, respectively.

Keywords: Soil CO₂ emission, seedbed preparation, green house gas effect, scrapper.

Giriş

İnsan aktiviteleri ile son dönemlerde; fosil yakıtların kullanılması, orman alanlarının tahribi, hızlı nüfus artışı ve toplumlardaki tüketim eğiliminin artması gibi nedenlerle CO₂, NH₄ ve N₂O vb. gazların atmosferdeki miktarı artış göstermiştir. Sera etkisi oluşturan bu

gazlardaki artış ile küresel ısınma ve iklim değişiklikleri meydana gelmiştir.

Tarımsal üretimin bir aşaması olan tohum yatağı hazırlığı, topraktan çıkan CO₂ gazı çıkışını etkileyen faktörlerden birisidir. Toprağa yapılan etkilerin yoğunluğu ve tarzına bağlı olarak topraktan atmosfere

salınan CO₂ miktarı değişmektedir (Akbolat ve ark., 2004). Bu bakımdan son yıllarda bilimsel araştırmaların konularından biri de topraktan atmosfere salınan CO₂ gazı miktarının belirlenmesidir. Toprak işleme sistemlerine bağlı olarak topraktan atmosfere salınan CO₂ gazını saptamaya yönelik bir çok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalar arasında tohum yatağının bastırılmasının CO₂ çıkışına olan etkisi konusundaki çalışmalar yeterli değildir.

Tohum yatağı hazırlığı sırasında, tohumun nispeten sert bir zemine yerleştirilmesi isteği ve hava boşlukların azaltılarak keseklerin daha fazla kırılması için toprağın bastırılması gerekmektedir (Önal, 1995). Bu amaçla kullanılan tapanlar, şekil ve ağırlık olarak hem yöreden yöreye hem de çiftçiden çiftçiye değişmektedir. Toprağı bastırmak amacıyla kullanılan bu aletler, sürgü, merdane ve tapan gibi değişik adlarla adlandırılmaktadır. Tapanlar biçimsel olarak, silindirik demir bir boru olabildiği gibi dörtgen uzun bir kalas biçiminde, çalı süpürgesi, zincir demeti, tekerlek çemberi veya küçük takozların birbirine esnek olarak bağlanması ile oluşturulan değişik biçimlerde de olabilmektedir. Kullanılan bu aletler ya tamamen ayrı bir traktör trafiği ile çeki kancasına takılarak kullanılmakta ya da toprak işleme aleti arkasına bağlanarak sürümle birlikte toprak işleme aletleri ile kombine edilerek kullanılmaktadır.

Tarımsal aktiviteler, anız yakma, pullukla toprak işleme ve kesintisiz üretim vb. topraktan CO₂ çıkışı artışı da çok önemli role sahiptir (Lal and Kimbele 1997). Reicosky (2003), yol tapanının, birincil işleme için kulaklı pulluk, çizel, paraplov ve dipkazandan sonra bir geçişli olarak toprağı sıkıştırması için kullanılmasının CO₂ çıkışında ani düşüşe sebep olduğunu ve dördüncü geçiş ile, çok daha az CO₂ çıkışı elde edildiği bildirilmiştir. Aynı araştırmacı, gaz değişimindeki ani düşüşün sıkışma sonrasında toprak hacim ağırlığındaki artıştan ileri geldiğini bildirmiştir. Ball ve ark. (1999), sıkışma ve toprak işleme ile ilişkili su içeriğinde ve toprak strüktür

kalitesindeki değişikliklerin CO₂ ve N₂O'nun üretimi, tüketimi ve taşınmasını oldukça etkilediğini bildirmiştir. Ayrıca aynı araştırmacı, toprak işleme ve sıkışmanın topraktaki gaz hareketi üzerine dolayısıyla toprak kalitesine oldukça etkili olduğunu bildirmiştir. Ball ve ark. (2008), topraktan CO₂ ve N₂O çıkışında 1 kPa ve 6 kPa değerindeki sıkıştırmanın etkisinin incelendiği kısa dönemli bir çalışmada, sıkıştırma ile topraktan salınan her iki gazın azaldığı bildirilmiştir. Jensen ve ark. (1999), toprak sıkışmasının toprak mikrobiyel aktivitesine olan etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada; traktörün beş kez geçişi sonrasında üst katmanda hava geçirgenliğinin azalması nedeniyle topraktan CO₂ çıkışının azaldığını bildirmiştir.

Topraktan CO₂ çıkışı, kontrollü laboratuvar koşullarında sabit veya arazi koşullarında hızlı mobil sistemler ile ölçülmektedir. Toprakta, standart bir solunum daima vardır ve bu solunum normal tarla toprağında CO₂ çıkışı olarak 0,5-10 mg CO₂ m⁻² gündür⁻¹ (Haktanır ve Arcaç 1997). Gaz çıkışlarında etkili olan mikroorganizma ve kök aktivitesini doğrudan etkileyen fiziksel etkenlerden en önemlileri; toprak sıcaklığı ve nemdir (Smith ve ark. 2003). Toprağa yapılan etkiler topraktan CO₂ çıkışını, nitrat birikimini ve mikrobiyel aktiviteyi dolayısıyla toprak ve atmosferik çevrenin kalitesini etkilemektedir (Calderon and Jackson 2002). Toprağa yapılan etkilerin yoğunluğunu da gösteren toprak işleme sistemlerinde, en fazla CO₂ çıkışı toprağın çok fazla havalandırıldığı, alışlagelmiş toprak işleme sisteminde gerçekleşmiş, diğer azaltılmış toprak işleme sistemlerinde daha az gaz çıkışı gerçekleşmiş, en az CO₂ çıkışı ise toprak işlenmiş tarım sisteminde gerçekleşmiştir (Akbolat ve ark. 2009). Pullukla farklı derinliklerde toprak işlemenin CO₂ çıkışına etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada, işleme derinliği artışı ile CO₂ çıkışının arttığı bildirilmiştir (Reicosky and Archer 2007).

Bu araştırmanın amacı, tohum yatağı hazırlığında toprağı bastırmada tapan

kullanımının topraktan atmosfere salınan CO₂ miktarlarına olan etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Deneme, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma uygulama çiftliğinde yürütülmüştür. Isparta, yarı kurak karasal iklim özelliğine sahip, ortalama yağış 600.4 mm, günlük ortalama sıcaklık 12.1 °C ve deniz seviyesinden yüksekliği 1035 m'dir. Deneme alanının toprak tipi; %33.9 kum, %43.8 silt, %22.3 kil, pH 7.87 ve organik madde içeriği %1.7 'dir (Karatepe, 2000). Toprak fiziksel özellikleri 30 cm toprak derinliğinde; hacim ağırlığı, 1.58±0.12 g cm⁻³, porozite % 46.06±4.71, toprak nemi (işleme sırasında) % 14.25±1.01 (kb) 'dir. Deneme Kasım sonu (2007) tohum yatağı hazırlığı ile başlamış, CO₂ ölçümleri ocak (2008) ortasına kadar kısa vadeli olarak sürmüştür. Deneme alanında uzun yıllar nadas sistemli tahıl üretimi (buğday) yapılmaktadır. Denemede faktörler, oluşturulan parsellere rasgele dağıtılmış ve üç tekrarlı olarak topraktan CO₂ çıkışı ölçümü yapılmıştır.

Toprak fiziksel özelliklerinden hacim ağırlığı ve porozite değerlerini belirlemek için Blake and Hartge (1986) ve Danielson and Sutherland (1986) 'e uygun olarak toprağın 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerinden bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Denemede, 70 BG 'lü traktör, sabit motor devri ve 1,45 m s⁻¹ ilerleme hızında kullanılmıştır. Denemede ikinci sınıf azaltılmış toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığı aleti olarak tandem diskaro kullanılmıştır. İki kez kullanılan diskaronun, iş genişliği 3050 mm, ağırlığı 850 kg, disk çapı 460 mm ve disk sayısı 36 dır.

Toprağı bastırmak amacıyla, uzunluğu 3500 mm, çapı 90 mm ve ağırlığı 45 kg olan silindirik demir boru (tapan) kullanılmıştır. Kullanılan silindirik boru iki noktadan zincirlerle diskaronun arkasına yerde sürünecek şekilde bağlanmıştır. Tapan sıkıştırma parametreleri olarak (faktör); P₀ (tapansız tohum yatağı hazırlığı), P₄₅ (ölçüleri verilen 45 kg

ağırlığındaki standart tapan) ve P₆₀ (P₄₅ üzerine 15 kg ek ağırlık konularak 60 kg olarak uygulanan tapan) ele alınmıştır. Ekimde kullanılan kombine ekim makinesinin ekim normu 30 kg.da⁻¹, ekici ayak sayısı 20, sıra arası mesafe 140 mm, iş genişliği, 2800 mm, gübreleme normu 23 kg.da⁻¹, kullanılan taban gübresi çeşidi ise (N-P-K) 18-46-0 dır.

Topraktan karbondioksit gazı çıkışı ölçümü; PP SYSTEMS tarafından üretilen "CFX soil CO₂ flux system" ile yapılmıştır (Blanke, 1996; Sainju et al. 2006). Sistem; integral analizör, bağıl nem probu, CFX-2 toprak solunum odası ve toprak/hava sıcaklığı probundan oluşmaktadır. Sistem; chamber içindeki (toprak solunumu) ve normal atmosferdeki CO₂ değerlerini (ppm) ayrı ayrı vermekte ve bu değerlerin farkı alınmakta, alınan fark değer chamber yüzey alanına oranlanarak g.CO₂.m⁻².h⁻¹ olarak işlenmiş CO₂ değerine dönüştürülmektedir. Sistem ile CO₂ çıkışı yanında H₂O çıkışı ve toprak/hava sıcaklığı değeri de ölçülmektedir. Kullanılan cihaz ile, her parselden rasgele seçilen üç noktadan üçer okuma yapılmış ve bu okumalar yaklaşık her nokta için 1.5 dakika sürmüştür. Gaz ölçümü; topraktan çıkan CO₂ miktarında değişim olmayıncaya kadar sürdürülmüştür. Seçilen noktalara chamber toprak içine 1.5 cm çakılarak dış ortamla yalıtılmıştır. Toprak sıcaklığını ölçmek için sıcaklık probu 20 cm toprak derinliğine batırılmıştır. Toprak neminin etkisini gözlemlemek için, çiftlikte bulunan meteorolojik gözlem istasyonundan elde edilen yağış değerleri kullanılmıştır.

Toprak penetrasyon dirençleri, Eijkelkamp (06.15) Penetrologger (hafıza 1500, kuvvet çözünürlüğü 1 N, maksimum penetrasyon direnci 1000 N, ölçüm derinliği 80 cm, derinlik çözünürlüğü 1 cm, GPS doğruluğu 2.5 m) kullanılmıştır. CO₂ ölçümü yapılan noktalardan 5 tekrarlı olmak üzere penetrometre direnci ölçümü yapılmıştır. Elede edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi, SAS istatistik analiz programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirme sonuçları

çizelge 1 'de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 1 'de CO₂ çıkışına etkisi olan, toprak sıcaklığı ve buharlaşma (H₂O) değerleri de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprakten CO₂ ve Su (H₂O) salımı ve toprak sıcaklıkları

Tapan Ağırlığı	Tohum yatağı hazırlığı sonrası geçen süre (gün)								Ortalama
	1	7	8	12	14	18	25	49	
Toprakten CO ₂ Salımı (g.CO ₂ .m ⁻² .h ⁻¹)									
P ₀	0.037	0.022	0.119	0.234	0.269	0.172	-0.019	-0.002	0.104 ^a
P ₄₅	-0.006	0.058	0.106	0.138	0.134	0.019	-0.162	0.058	0.043 ^b
P ₆₀	0.004	-0.19	0.088	0.276	0.207	0.15	-0.145	-0.096	0.037 ^b
Toprakten su salımı (g.H ₂ O.m ⁻² .h ⁻¹)									
P ₀	1.56	1.05	1.18	1.08	0.77	2.66	2.77	1.31	1.55 ^a
P ₄₅	0.69	1.17	1.08	1.10	0.62	3.46	2.45	1.48	1.51 ^a
P ₆₀	1.15	0.87	0.76	0.93	0.64	2.79	1.72	2.16	1.38 ^a
Toprak sıcaklığı (°C)									
P ₀	8.07	8.47	8.03	6.16	7.74	4.60	3.07	2.08	6.03 ^{ab}
P ₄₅	8.04	6.71	8.30	6.42	7.85	4.83	3.87	2.71	6.09 ^a
P ₆₀	7.47	7.88	7.96	5.98	7.80	4.47	3.63	2.14	5.92 ^b

$\alpha=0.05$

Tohum yatağı hazırlığı ve ekimden bir gün sonra ilk CO₂ ölçümlerine başlanmak üzere belirli aralıklarla ve ilerleyen süreçlerde açılan ölçüm aralıklarında olmak üzere 49 gün sonrasına kadar ölçümler devam etmiş ve 49. günde ölçüme son verilmiştir. Ölçümün sonlanması, topraktan çıkan CO₂ miktarının standart düzeyine ulaşması dikkate alınarak yapılmıştır. CO₂ çıkışına paralel olarak cihazın standart olarak saptadığı diğer parametreler olan, toprak sıcaklığı, topraktan buharlaşma veya su salımı, atmosferik basınç gibi değerlerde kaydedilmiştir.

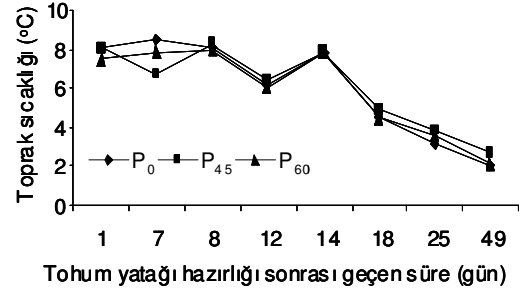
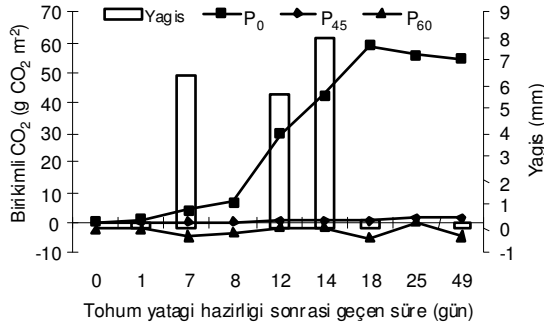
Toprakten CO₂ çıkışı ortalamaları incelendiğinde, her üç ortalamanın da günlük standart değer olarak Haktanır ve Arcaç (1997) tarafından bildirilen toprak solunumu değerleri arasında olduğu görülmektedir. Faktörler arasında ortalamalar ($p<0.05$) karşılaştırıldığında, P₀ uygulaması hem P₄₅ uygulaması hem de P₆₀ uygulamasından farklı (yüksek) çıkmıştır. Diğer deyişle P₀ (baskısız) tipi tohum yatağı hazırlığında topraktan salınan CO₂ miktarı istatistiksel olarak diğerlerinden (baskılı) daha fazladır. Ancak, P₄₅ ve P₆₀ uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Bunun nedeni olarak, iki uygulama arasındaki ağırlık

farkının P₀ 'a göre daha az oluşu ile açıklanabilir. P₀ ile P₄₅ arasında 45 kg 'lık ağırlık farkı varken, P₄₅ ile P₆₀ arasında 15 kg 'lık ağırlık farkı bulunmaktadır. Buradan, 15 kg ağırlık farkının CO₂ çıkışında uygulamalar arasında farklılık oluşturmaya yeterli olmadığı sonucu elde edilir. Ancak istatistiksel anlamda önemli olmasa da P₄₅ ile P₆₀ arasında ağırlık farkının etkisi, az da olsa (0.006 g CO₂ m⁻² h⁻¹) ortalamaya yansımıştır. Şekil 1 'de tapan baskısının ve yağış miktarının birikimli olarak topraktan karbondioksit çıkışına etkisi (a) ve toprak sıcaklığı verileri (b) verilmiştir.

Toprakten çıkan karbondioksit miktarı tohum yatağı hazırlığının hemen sonrasında düşük düzeylerde seyrederken ilerleyen günlerde ve özellikle 14. günde yaklaşık 8 mm yağışla birlikte en üst düzeye çıkmıştır. Tüm uygulamalarda 14. günden sonra CO₂ miktarı düşüş eğilimi sürmüştü ve 25. günden sonra çıkış sıfırın altındaki değerlere inmiştir. Bu düşüşte, toprak stabilitesi yanında mevsimsel olarak sıcaklık azalmasının da etkili olduğunu söylemek olanaklıdır. Şekilden görüleceği üzere, çoğu zaman aralıklarında P₀ en üst düzeyde yer almış, P₄₅ ve P₆₀ arasında ise belirgin bir fark gözükmemektedir. Şekle göre, yağışın

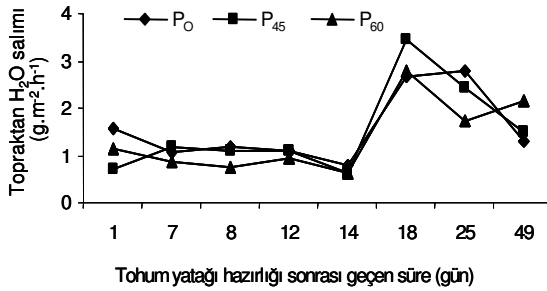
ve buna bağı olarak toprak neminin CO₂ çıkışını önemli dercede artırdığını söylemek olasıdır. Toprakta CO₂ çıkışını etkileyen faktörlerden biride toprak sıcaklığıdır. Sıcaklık artışı ile toprak mikroorganizmalarının çalışması hızlanmaktadır (Haktanır ve Arcaç, 1997). Denemede saptanan toprak sıcaklıklarında,

faktörler arasında istatistiksel olarak; P₆₀, P₄₅ den düşük çıkarken P₀ ile arasında fark bulunmamıştır. Bu durumda, sıcaklıkla CO₂ çıkışı arasında doğrusal bir ilişki kurmak olanaklı değildir. Diğer deyişle P₄₅ ile P₆₀ arasında sıcaklık farklılığına rağmen CO₂ çıkışında fark bulunmamıştır.



Şekil 1. Tapan baskısı ve yağışın topraktan karbondioksit çıkışına etkisi (a) ve toprak sıcaklığı (b)

Şekle göre ölçüm başlangıcı ve bitimine doğru toprak sıcaklığında gittikçe azalan bir eğilim vardır. Bu durum mikroorganizma aktivitesinden çok, mevsimsel olarak havaların soğumasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. Toprakta buharlaşma (H₂O) miktarları

Saptanan hava sıcaklığı değerleri de toprak sıcaklığındaki düşüşle paralelik göstermektedir. Deneme sonuna doğru sıcaklıktaki bu düşüşler CO₂ çıkışındaki geneldeki düşüşler ile de ilişkilendirilebilir.

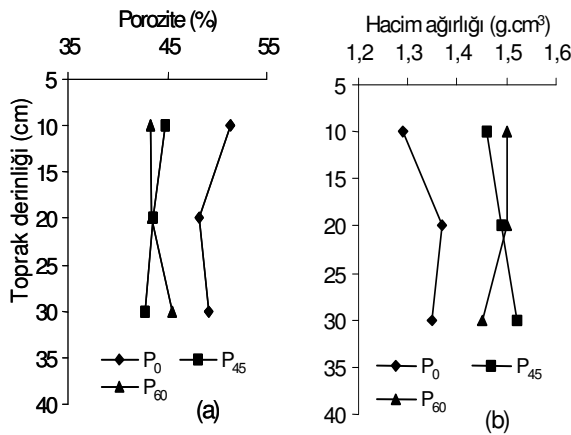
Üç uygulamanın sıcaklık ortalamaları farkı P₀-P₄₅ ve P₄₅-P₆₀ sırasıyla 0.06 ve 0.17 °C ile CO₂ çıkışını etkileme olasılığı düşük iken, ölçümün başlangıcı ile bitiş arasında sıcaklık farkı P₀ P₄₅ P₆₀ için sırasıyla 5.99, 5.33 ve 5.33 °C dir. Bu

yüksek sıcaklık farkının CO₂ çıkışını azaltmış olma olasılığı yüksektir.

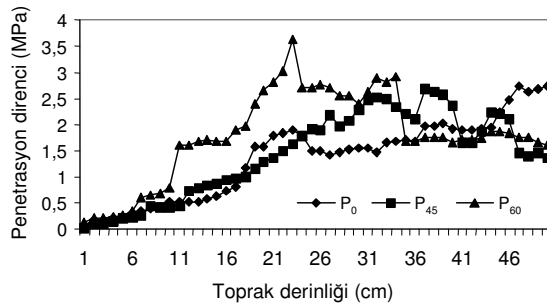
Şekil 2'de tohum yatağı hazırlığından sonra ölçüm sonuna kadar geçen süredeki buharlaşma (H₂O) miktarları verilmiştir.

Uygulamalara bağı olarak topraktan su salımları arasında istatistiksel olarak (p<0.05) fark bulunmamıştır. Şekilden de görüleceği gibi böyle bir farklılığın varlığını söylemek olanaklı değildir. Ancak 14. ve 18. günler arasında yağın yağış ve buna bağı buharlaşma nedeniyle H₂O salımı yaklaşık dört kat artmıştır. Genel olarak 7, 12 ve 14. günlerdeki yağışlar ile topraktan CO₂ çıkışı artmıştır. Bu durum toprak neminin topraktan CO₂ çıkışında önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Yağışlar tüm uygulamalarda topraktan CO₂ çıkışını etkilemiştir. Ancak P₀ uygulamasını daha da fazla etkilemiştir. Bunun nedeni ise P₀ 'daki toprak porozitesinin yüksek oluşu ile açıklanabilir. Şekil 3 'de uygulamalara bağı olarak toprak fiziksel özellikleri olan, porozite (a) ve hacim ağırlığı (b) değerleri verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere P₀ uygulamasının hacim ağırlığı, bu uygulamada toprağa baskı (sıkıştırma) yapılmadığı için diğerlerinden (P₄₅ ve P₆₀) daha düşüktür. Ancak P₄₅ ve P₆₀

uygulamalarındaki porozite ve hacim ağırlığı değerleri ise birbirlerine oldukça yakındır. Bu sonuçlar topraktan salınan CO₂ miktarı ile porozite (a) ve hacim ağırlığı (b) arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Diğer deyişle bastırılmamış topraktaki yüksek porozite, havalanmanın ve topraktaki hava oranının yüksek olmasını sağlamakta bu ise mikroorganizma aktivitesini artırarak solunumu hızlandırmaktadır. Solunumun hızlanması ile topraktan dışarı daha fazla CO₂ çıkışı olmaktadır. Şekil 4 'de uygulamalara göre toprak penetrasyon dirençleri verilmiştir.



Şekil 3. Toprak fiziksel özellikleri; porozite (a) ve hacim ağırlığı (b)



Şekil 4. Toprak penetrasyon dirençleri

Toprağa yapılan sıkıştırma basıncının düzeyi ve göstergesi olarak toprak penetrometre dirençleri, faktörler arasındaki değişimi daha iyi yansıtacaktır. Şekil 4 incelendiğinde toprağa yapılan baskıya bağlı olarak penetrasyon dirençlerinin değiştiği görülmektedir. Üç farklı uygulama ortalamaları alındığında; P₀, P₄₅ ve P₆₀ 'da

bu dirençler 50 cm toprak derinliğinde sırasıyla 1.37, 1.44 ve 1.80 MPa olarak gerçekleşmiştir. Bu rakamsal değerler ile elde edilen toprak hacim ağırlığı değerleri, porozite ve topraktan CO₂ salımı miktarları uyum içindedir. Penetrasyon dirençleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak; P₆₀ uygulaması P₄₅ ve P₀ 'dan ($\alpha < 0.05$) farklı bulunurken, P₀ ile P₄₅ arasında farklılık bulunmamıştır. P₆₀ uygulamasının diğer uygulamalardan olan farklılığı 30 cm 'ye kadar olan toprak derinliğinde oldukça belirgin olarak gözükmektedir.

Sonuçlar

Tohum yatağı hazırlığı sırasında ekim öncesi toprağın tapan çekilerek bastırılmasının topraktan CO₂ çıkışına etkisini belirleme için yapılan bu çalışma sonucunda, tapan kullanımının topraktan CO₂ çıkışını azalttığı belirlenmiştir. Tapan uygulanmayan konu ile (P₀), tapan uygulanan (P₄₅ ve P₆₀) konular arasında CO₂ çıkışı açısından farklılık bulunurken, P₄₅ ve P₆₀ daki baskı düzeyleri ile yapılan uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır. Bunun nedeni olarak, P₄₅ ile P₆₀ arasındaki 15 kg lık ağırlık farkının, toprak porozitesini azaltacak ve hacim ağırlığında artma sağlayacak boyutta olmaması ile açıklanabilir. Birikimli CO₂ çıkışına göre (Şekil 1), P₀, P₄₅ ve P₆₀ daki gaz çıkışı sırasıyla 54.456, 1.456 ve -0.285 g CO₂ m⁻² değerleri birbirini izlemiştir. Buradan da tapan uygulanmayan konudaki CO₂ çıkışının çokluğu açıkça gözükmektedir. Bu sonuçlar literatür bildirişleri ile uyum göstermektedir (Ball ve ark. 2008). Karbondioksit salımı yağış ile birlikte artmıştır. Bu artış tapan uygulanmayan konuda daha belirgin olarak gözükmektedir. Uygulamalar arasında topraktan buharlaşma (H₂O) açısından fark bulunmamıştır. Toprak ortalama sıcaklıkları açısından P₄₅, P₆₀ tan farklı, P₀ ile benzer değerler göstermiştir. Deneme sonuçlarına göre sıcaklıkların CO₂ çıkışına etkisi konusunda bir şey söylemek olanaklı değildir. Genel ortalamalara yansımaya bile yağış sonrası izleyen günlerde yapılan ölçümlerde her üç uygulamada da CO₂ çıkışı artmıştır. Toprak fiziksel

özelliklerinden hacim ağırlığı ve porozite değerleri arasında normal bir ilişki vardır. Bu ilişki CO₂ çıkışına doğrusal olarak yansımıştır. Diğer deyişle, yüksek porozite ve düşük hacim ağırlığında en yüksek CO₂ çıkışı (P₀) gerçekleşmiştir. Bu durumun, toprağın içerdiği oksijen miktarı ile ilişkili olduğunu söylemek olanaklıdır. Bu sonuçlar Akbolat ve ark. (2009) 'nın pulluk kullanımında yaklaşık 25 cm toprak derinliğinde, düşük hacim ağırlığı ve yüksek porozite koşullarında diğer düşük porozite koşullarına göre daha fazla CO₂ çıkışının elde edildiği çalışma ile uyumludur. Toprağa yapılan baskının penetrasyon direnci olarak yansımına bakıldığında; ortalamalara göre P₆₀ uygulaması diğerlerinden farklı bulunmuştur. Bu sonuçlar, toprak yüzeyine yapılan 60 kg değerindeki baskının istatistiksel anlamda penetrasyon direncinde değişime yol açtığını göstermektedir. Yapılan baskı artışı ile toprak penetrasyon direnci doğrusal olarak artmıştır.

Bu sonuçlar, tohum yatağı hazırlığı sırasında tapan kullanmanın topraktan CO₂ çıkışını azalttığını göstermektedir. Son yıllarda küresel ısınma ve buna paralel iklimsel değişimlere yol açan sera gazı üretiminin tarımsal üretim süreçlerindeki uygulamalarla da artabileceği gözükmektedir. Bu uygulamalarda topraktan CO₂ çıkışını azaltacak üretim tekniklerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda, toprağın daha az karıştırılarak hatta doğrudan ekim tekniği ile tohumun ekilmesi ve tohum yatağının bastırılması topraktan CO₂ çıkışını azaltabilecektir. Bu sayede topraktan daha az CO₂ salınacak ve tarımsal kaynaklı sera oluşum etkisi azaltılabilecektir.

Kaynaklar

- Akbolat, D., Ekinci, K., Camcı Çetin S., ve Coşkan, A. 2004. Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Toprakta Organik Maddenin Ayrışmasına Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 8, 152-160.
- Akbolat, D., Evrendilek, F., Coşkan A. ve 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.
- Ball, BC., Crichton I. and Horgan, GW. 2008. Dynamics of upward and downward N₂O and CO₂ fluxes in ploughed or no-tilled soils in relation to water-filled pore space, compaction and crop presence. *Soil Tillage Research*, 101, 20-30.
- Ball, BC., Scott A. and Parker, JB. 1999. Field N₂O, CO₂ and CH₄ fluxes in relation to tillage, compaction and soil quality in Scotland. *Soil Tillage Research* 53, 29-30.
- Blake, GR. and Hartge, KH. 1986. Bulk density. In: Klute A ed. *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods. Agronomy Monographs 9. American Society of Agronomy (ASA) and Soil Science Society of America (SSSA), Madison, Wisconsin. Pp. 363-375.*
- Blanke, MM. 1996. Soil Respiration in an Apple Orchard. *Environmental and Experimental Biology*, vol 36 pp 339-348.
- Calderon, F. and Jackson, LE. 2002. Rototillage, disking, and subsequent irrigation: Effects on soil nitrogen dynamics, microbial biomass, and carbon dioxide efflux. *J. Environmental quality*, 31, 752-758.
- Danielson, RE. and Sutherland, PLI. 1986. Porosity. A ed. of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. *Agronomy 9. American Society of Agronomy (ASA) and Soil Science Society of America (SSSA), Wisconsin. Pp. 443-461.*
- Haktanır, K. ve Arcak, S. 1997. *Toprak Biyolojisi. Ankara Üniversitesi (1486), Ziraat Fakültesi (447) Yayınları ANKARA.*
- Jensen, LS., Mc Queen, DJ. and Shepherd, TG. 1999. Effect of soil compaction on N-mineralization and microbial-C ans -N. I. Field measurement. *Soil & tillage research*, 38, 175-188.

- Karatepe, M. 2000. SDÜ Çiftlik Topraklarının Elverişli Bazı Bitki Besin Elementleri Dağılımının Araştırılması, Yüksek lisans Tezi, SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim dalı, ISPARTA.
- Lal, R. and Kimbele, JM. 1997. Conservation Tillage for Carbon Sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 49: 243-253.
- Önal, İ. 1995. Ekim, bakım ve gübreleme makineleri. Ege üniversitesi ziraat fakültesi yayınları No: 490, Bornova-İzmir
- Reicosky, DC. 2003. Tillage-induced CO₂ emissions and carbon sequestration: effect of secondary tillage and compaction. Ed. L. García-Torres, J. Benites, A. Martínez-Vilela, and A. Holgado-Cabrera. (source); conservation agriculture: environment, farmers experiences, innovations, socio-economy. Springer; 1 edition, 516, 291-300.
- Reicosky, DC. and Archer, DW. 2007. Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. *Soil & Tillage Research*, 94, 109-121.
- Sainju, UM., Jabro, JD. and Stewens, WB. 2006. Soil Carbon Dioxide Emission as Influenced by Irrigation, Tillage, Cropping System, and Nitrogen Fertilization. *Workshop on Agricultural Air Quality*, pp (1086-1098). USDA-ARS-NPARI, 1500 North Central Avenue, Sidney.
- SAS, 1999. Statistical Analysis Program.
- Smith, KA., Ball, T., Conen, F., Dobie, KE., Massheder J. and Rey, A. 2003. Exchange of Greenhouse Gasses between Soil and Atmosphere: Interactions of Soil Physical Factors and Biological Processes. *European Journal of Soil Science*, 54, 779-791.