

## Farklı Toprak Sıcaklıkları ile Azalan Toprak Nem İçeriğinin CO<sub>2</sub> Üretimine Etkisi

Davut AKBOLAT<sup>1</sup>, Ali ÇOŞKAN<sup>\*2</sup>

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 15, Sayı 2,  
Sayfa 192-198, 2020

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 15, Issue 2,  
Page 192-198, 2020

**Özet:** Bu çalışmada, başlangıçta doyumluğun %60'ına ulaşıncaya kadar sulanan bir toprağın, farklı sıcaklıklardaki atmosfer içerisinde bulunması halinde, CO<sub>2</sub> emisyonunda meydana gelen değişimi incelemek amacıyla bir saksı denemesi yürütülmüştür. Denemede saksıların yerleştirildiği düzeneğin sıcaklıkları 40, 36 ve 32 °C'ye ayarlanmış, ayrıca oda sıcaklığında bırakılan kontrol saksıları denemeye alınmıştır. Sulama sadece deneme başlangıcında bir kez yapılmıştır. Zamana bağlı olarak toprak sıcaklığında, toprak neminde, CO<sub>2</sub> emisyonunda ve buharlaşmada meydana gelen değişimler başlangıçtan itibaren 22. güne kadar izlenmiştir. Deneme sonucunda saksının yer aldığı atmosfere uygulanan sıcaklık ile toprak sıcaklığı arasında fark olduğu, uygulanan sıcaklığın toprağa aynı seviyede geçmediği saptanmıştır. Buna rağmen 40 °C, 36 °C, 32 °C ve oda sıcaklığı uygulamaları arasında sırasıyla 3.9, 3.3 ve 4.7 °C sıcaklık farkı elde edilmiştir. Deneme başlangıcında uygulanan suyun topraktan azalma hızı sıcaklıkla birlikte artmış, en yüksek azalma en yüksek sıcaklık uygulamasında kaydedilirken en düşük azalma oda sıcaklığında belirlenmiştir. Denemenin son ölçüm günü olan 22. günde 40 °C uygulamasında toprağa verilen suyun %81'i, 36 °C uygulamasında %73.6'sı, 32 °C uygulamasında %66.6'sı, kontrol uygulamasında %47.5'i eksilmiştir. Sonuçlardan, farklı sıcaklık uygulamalarının CO<sub>2</sub> emisyonunu belirgin biçimde artırdığı (p<0.05), en yüksek değerlerin görüldüğü ikinci ve üçüncü ölçüm günlerinde 40 °C'de belirlenen emisyonun kontrol uygulamasında 1.5 ve 1.7 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Denemede belirlenen en yüksek CO<sub>2</sub> emisyonu değeri 1.41 gm<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup> ile 40 °C uygulamasının üçüncü ölçüm gününde belirlenirken en düşük değer ise 0.024 gm<sup>-2</sup>.gün<sup>-1</sup> ile aynı sıcaklığın 15. ölçüm gününde belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** CO<sub>2</sub> emisyonu, toprak nemi, toprak sıcaklığı, küresel ısınma

## Effects of Different Soil Temperature and Reducing Soil Moisture Content on CO<sub>2</sub> Production

**Abstract:** A pot experiment was conducted to examine the change in CO<sub>2</sub> emission of the soil which was initially irrigated until it reaches 60% of the saturation and treated by different atmosphere temperatures. In the experiment, the temperature of the self-constructed system which the pots were placed were adjusted to 40, 36 and 32 °C, and the control pots left at room temperature were included in the experiment. Irrigation was done only once at the start of the experiment. Changes in soil temperature, soil moisture, CO<sub>2</sub> emission and evaporation depending on time were determined until the 22<sup>nd</sup> day. Result of the experiment showed the differences on temperature values between pot atmosphere and soil; however, a differences among 40 °C, 36 °C 32 °C and ambient temperature found to be 3.9, 3.3 and 4.7 °C, respectively. At the beginning of the experiment, the rate of reduction of the water applied to the soil increased with the temperature, while the highest decrease was recorded in the highest temperature application, the lowest decrease was obtained from room temperature. The last measurement day was 22<sup>nd</sup> day after the experiment conducted. Measured water diminishes on that day were 81%, 73.6%, 66.6% and 47.5% for the temperatures of 40, 36, 32 °C and room temperatures, respectively. Results revealed that temperature applications significantly increased CO<sub>2</sub> emission (p<0.05) where the highest values observed at the second and third measurement day at 40 °C application and that values were 1.5 and 1.7 times higher than the control. The highest determined CO<sub>2</sub> emission was in 40 °C treatment as 1.41 gm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> at third measurement day while the lowest was 0.024 gm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> at 15<sup>th</sup> measurement day at same temperature application.

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
alicoskan@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 26/10/2020  
Kabul (Accepted): 10/11/2020

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve  
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve  
Bitki Besleme Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> emission, soil moisture, soil temperature, global warming

## 1. Giriş

Sera gazı emisyonlarının son yıllarda oldukça artması küresel ısınmanın etkilerini daha da görünür hale getirmiştir. Küresel ısınmayı etkileyen sera gazlarının kaynakları başta enerji üretimidir ve bunu sırasıyla endüstriyel üretim işlemleri, tarımsal aktiviteler ve atıklardan oluşan emisyonlar izlemektedir (Güner ve Turan, 2017). Tarımsal üretim etkinliklerinde sektörel olarak üretilen sera gazları oranının toplam sektörler içindeki payının yaklaşık olarak %10'luk bir değere sahip olduğu söylenebilir (EPA, 2018). Tarımsal üretim etkinlikleri içerisinde toprak ile ilişkili etkinlikler sera gazı emisyonu oluşturan kaynaklardan biridir. Bu etkinliklerde en fazla emisyon oluşturan sera etkili gazların başında karbondioksit gelmektedir.

Toprak CO<sub>2</sub> emisyonunun kaynakları çok fazla olmakla birlikte bunlardan bazıları, toprak nemi içeriği, toprak organik karbonu, toprak sıcaklığı, toprak işleme yöntemleri ve iklimsel koşullardır (Davidson ve ark., 1998; Johnson ve ark., 2007; Shresta ve Penrose, 2009; Şenyigit ve Akbolat, 2010; Akbolat ve ark., 2009; Akbolat ve ark., 2018). Bozulmamış çayır - alfaalfa uygulamaları ve geleneksel toprak işleme ve toprak işlemez tarımda toprak yüzey CO<sub>2</sub> emisyonu ile toprak sıcaklığı arasında üstel bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir (Jabro ve ark., 2008). Verville ve ark. (1998), yerel ölçekte, bitki örtüsü kompozisyonunun, CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> emisyonları üzerine hava ve toprak sıcaklığının doğrudan etkisinden daha fazla etkili olduğu bildirilmiştir. Schindlbacher ve ark. (2004) ise NO ve N<sub>2</sub>O emisyonlarının anlaşılmasında toprak sıcaklığı ve toprak neminin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Toprak sıcaklıklarındaki dalgalanma, maksimum ve minimum hava sıcaklıklarındaki ve gelen güneş radyasyonundaki değişikliklerle ilişkilidir (Rathore ve ark., 1998). Nakadai ve ark. (2002), toprak CO<sub>2</sub> emisyonunun yüzeyden 5 cm yukarıda ve 0 cm'deki sıcaklıkla önemli ölçüde ilişkili olduğunu, ancak 10 cm derinliğin altındaki sıcaklıkla ilişkili olmadığını bildirmişlerdir. Diğer yandan Coşkan ve ark. (2017) toprağın alt katmanlarında sıcaklık değişimi olduğunu ancak bu değişimin oldukça yavaş gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca Nakadai ve ark. (2002), ortamdaki CO<sub>2</sub> düzeylerinin genellikle gün batımından itibaren arttığını ve gün doğumundan sonra aşamalı olarak azaldığını da bildirilmişlerdir. Kim ve ark. (2015), daha yüksek sıcaklıkların (12 ve 22 °C) turba ve turbalık topraklarından CO<sub>2</sub> üretimini önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir. Almagro ve ark. (2009), topraktaki nem içeriğinin, toprak CO<sub>2</sub> emisyonunu toprak sıcaklığından daha çok etkilediğini bildirmişlerdir. Akbolat ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, hava sıcaklığı değişiminin 20 cm toprak derinliğindeki toprak sıcaklığını 24 saatlik periyot içinde değiştirmediği, fakat toprak CO<sub>2</sub> emisyonunun gün içinde hava sıcaklığı değişimine paralel bir seyir izlediği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı küresel ısınma nedeniyle toprak sıcaklığında meydana gelecek olası sıcaklık artışlarına bağlı olarak toprak CO<sub>2</sub> emisyonunda ne gibi bir değişim olacağına dair ön verileri toplamaktır.

## 2. Materyal ve Metot

Denemede kullanılan toprak siltli tın tekstüre sahip, hafif alkali (pH<sub>1:2.5</sub>: 7.7), hafif tuzlu (EC<sub>1:2.5</sub>: 0.248 dS m<sup>-1</sup>), çok fazla kireçli (%27), olup organik madde sınıfı az (%1.76) olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark., 1998). Potasyum, magnezyum çinko ve bakır içerikleri yeterli bulunurken, kalsiyum, demir ve mangan içerikleri fazladır (Alpaslan ve ark., 1998). Analizlerden bünye belirlenmesi hidrometre yöntemiyle (Bouycous, 1951), pH ve EC 1:2.5 toprak su süspansiyonu ile cam elektrodlu pH metre ile (Salinity Laboratory Staff, 1954) belirlenmiştir. Kireç Scheibler kalsimetresi ile (Çağlar, 1949), organik madde Walkley Black (Kacar ve İnal, 2010) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

Saksıların ısıtılmasında kullanılan sistem Şekil 1'de yer almaktadır. Sistem ham sunta kullanılarak 85 x 30 x 22 cm boyutlarında kutu şeklinde oluşturulmuş, saksıların yerleştirileceği yerler CNC ile 8 numaralı saksının tam oturacağı şekilde oyulmuştur. Sistemin alt tarafına 60 W gücünde Rexva Xica 25x80 karbon ısıtıcı film yerleştirilmiştir. Isınan havanın yükselmesi nedeniyle oluşturulan sistemin üst noktası alt noktasına göre daha sıcak olmakta, bir anlamda güneş ışığı ile üstten ısınma durumu taklit edilmiş olmaktadır. Isıtıcılar W1209 dijital termostat (kuluçka, kümes, akvaryum termometresi) ile irtibatlandırılarak 40, 36 ve 32 °C sıcaklıklar ayarlanmıştır. Herhangi bir ısıtma işlemi uygulanmayan kontrol saksılarının bulunduğu ortam sıcaklığı deneme kurulduğu gün 27.5 °C olarak belirlenmiş ve bu sıcaklık değeri deneme süresince azalma göstererek 24.3 değerine kadar düşmüştür. Sistemde yer alan termostatın algılayıcı ucu sistemin yukarıya yakın bölgesine konumlandırılmıştır. Sıcaklıklar IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) projeksiyonları ile ortaya konan 1.3 – 1.8 °C sıcaklık artışı öngörüsü (Meehl ve ark., 2007) değerlerinin yaklaşık 2.5 katı olan 4 derece farkın katları şeklinde seçilmiştir. Saksıların sıcaklık ölçümleri saksının ortasından, yüzeyden yaklaşık 12-14 cm derinlikten yapılmıştır.



Şekil 1. Ölçüm sistemi

CO<sub>2</sub> ölçümleri PP Systems, Hitchin, UK tarafından geliştirilen Soil CO<sub>2</sub> flux system yardımıyla belirlenmiştir (Akbolat ve ark., 2009). Sistemde dahili analizör, toprak buharlaşma probu, CFX-2 flux çember bulunmaktadır. Toprakların nem içeriğindeki değişim ağırlık esasına dayanarak belirlenmiştir. Hava kuru olarak tartıma alınan toprağın başlangıç nem içeriği %2.9 olduğu belirlenmiş ve saksılara 4500 g hava kuru toprak konulmuştur. Topraklar tartıldıktan 24 saat sonra tüm saksılara doymunluğun %60'ı kadar su verilerek toprak nemi %23.7'ye getirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen tüm sonuçlar Minitab paket programı ile Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ( $p < 0.05$ ) gruplandırılmıştır. Denemde elde edilen tüm değerler arasındaki korelasyonlar MS Excel paket programında, veri çözümlemesi fonksiyonu kullanılarak belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

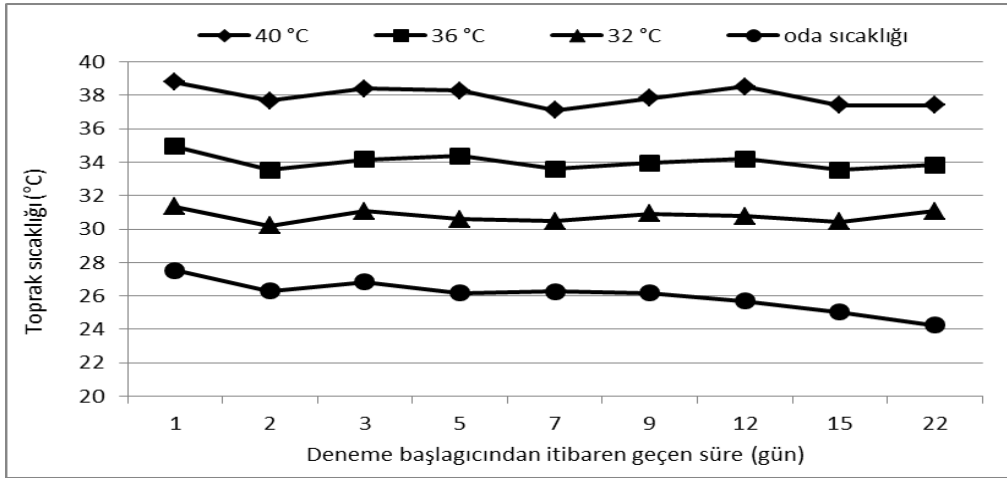
Deneme süresince saksılar sıcaklıkları bildirilen atmosferde tutulmuşlardır. Ancak saksıların üzerlerinin açık olması ve toprak nemine bağlı olarak toprağın sıcaklık iletimindeki farklılıklar nedeniyle atmosfer sıcaklık değerleri ile toprakta ölçülen sıcaklıklar arasında farklar

meydana gelmiştir. Saksıların ölçülen sıcaklıkları Şekil 2'de, tüm deneme süresince belirlenen değerlerin ortalamaları istatistiki analizi ( $p=0.001$ ) ile birlikte Şekil 3'te verilmiştir.

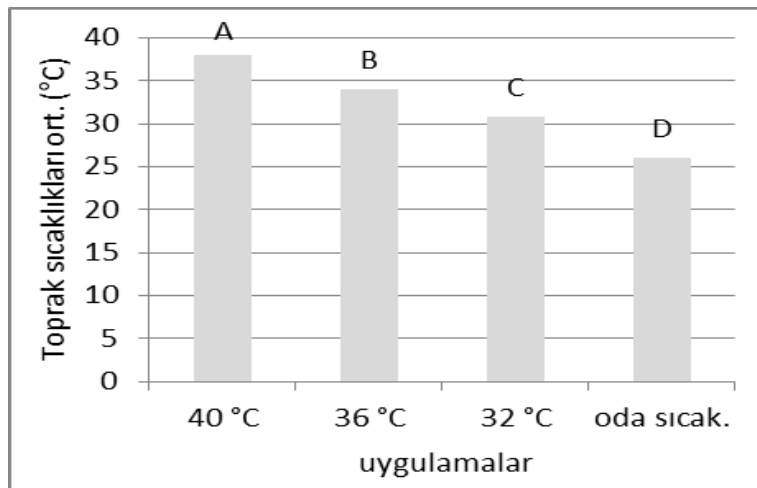
Toprak sıcaklıkları arasından ölçüm günleri arasında farklılıklar görülmüştür. Ancak ortalama değerler itibariyle uygulamalar arasındaki sıcaklık farkları sırasıyla 3.9, 3.3 ve 4.7 °C olarak belirlenmiştir.

Deneme başlangıcında doymunluğun %60'ı kadar su verilen saksılar her ölçüm gününde tartılarak toprakların su içeriği belirlenmiş, elde edilen sonuçlar Şekil 4'te verilmiştir.

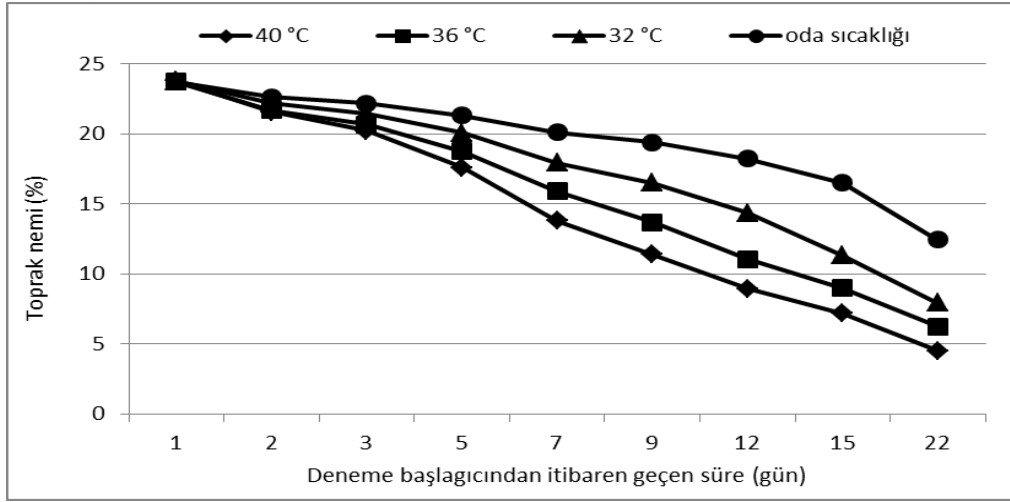
Beklendiği üzere artan sıcaklık uygulamaları buharlaşmayı teşvik etmiş, en düşük su kaybı oda sıcaklığında bırakılan kontrol saksılarında görülürken en yüksek kayıp 40 °C'ye ayarlanan sisteme yerleştirilen saksılarda belirlenmiştir. Denemenin son ölçüm günü olan 22. günde 40 °C'de bulunan saksılarda verilen suyun %81'i buharlaşırken, 36 °C'de bulunan saksılarda %73.6'sı, 32 °C'de bulunan saksılarda %66.6'sı ve kontrol saksılarında ise %47.5'i buharlaşmıştır. Suyun azalma hızı belirli bir düzen halinde iken, yüksek sıcaklıkta bulunan saksılarda değerlerin



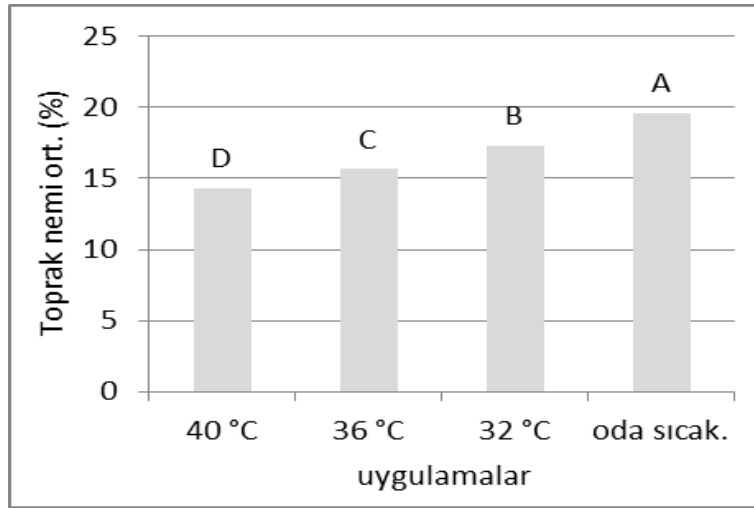
Şekil 2. Belirlenen toprak sıcaklığı değerleri



Şekil 3. Belirlenen toprak sıcaklığı ortalamaları



Şekil 4. Deneme süresince saptana toprak nem içeriği değerleri



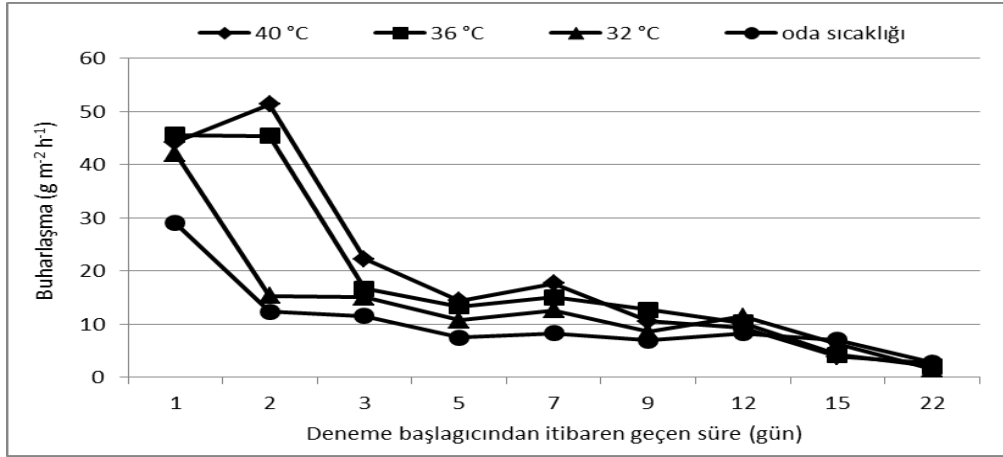
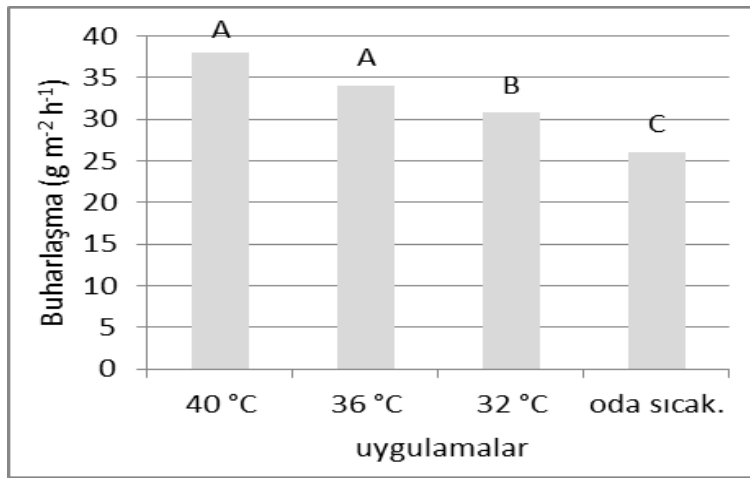
Şekil 5. Sıcaklığa bağlı toprak nem içeriği

oluşturduğu çizginin eğimi daha fazla olmuştur. Ortalama toprak nem değerleri ve istatistiki analiz sonuçları (Şekil 5) nem içerikleri arasında belirgin farklar ( $p=0.05$ ) olduğunu ortaya koymuştur.

Toprağın CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Denemenin ilk gününde sıcaklık uygulamasının CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine belirgin etkileri gözlenmemiştir. Ancak ikinci ve üçüncü ölçüm günlerinde farklar belirgin biçimde ortaya çıkmıştır. Bu durum yüksek olasılıkla toprakta var olan mikroorganizmaların nem ve sıcaklığın artmasından sonra belirli bir adaptasyon süresine ihtiyacı olması ile ilgilidir. Su uygulamasının toprak sıcaklığında azalma meydana getirdiği bilinmektedir. Toprakların sulanma nedeniyle soğuması deneme başlangıcında fark görülmemiş olmasını açıklar niteliktedir. Karbondioksit emisyonunda ikinci ve üçüncü ölçüm günlerinde belirlenen farklar sonraki ölçüm günlerinde giderek azalmış, yedinci ölçüm gününden itibaren sıcaklık uygulamalarının tümünden elde edilen değerler, kontrol saksılarından elde edilen değerlerin altına inmiştir. Ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Şekil 7'de verilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde oda sıcaklığı uygulamasında belirlenen değer ( $0.434 \text{ gm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ) ile 32 °C uygulamasında belirlenen değer ( $0.434 \text{ gm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ) arasında CO<sub>2</sub> emisyonu bakımından istatistiki fark bulunmadığı görülmüştür. Yüksek sıcaklık uygulamaları olan 40 ve 36 °C sıcaklık uygulamalarında ise diğerlerinden daha yüksek ( $p<0.05$ ) olmak üzere sırasıyla  $0.492$  ve  $0.458 \text{ gm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri belirlenmiştir.

En yüksek buharlaşma (H<sub>2</sub>O emisyonu) 36 °C ve 40 °C ve kontrol uygulamalarında ilk ölçüm gününde bulunurken, ikinci gün ise en yüksek buharlaşma 40 °C'de belirlenmiştir. Bu günlerden sonra beşinci ölçüm gününe kadar belirgin olarak azalan H<sub>2</sub>O emisyonu değerleri, sonraki günlerde daha yavaş bir seyirle azalmaya devam etmiştir (Şekil 8). Ortalama H<sub>2</sub>O emisyonu değerleri incelendiğinde (Şekil 9) 40 ve 36 °C uygulamaları arasında istatistiki farklar görülmezken, diğer uygulamalar arasındaki farklar da düzenli biçimde azalmış, en düşük ortalama buharlaşma değeri kontrol saksılarından elde edilmiştir.

Şekil 8. Toprak buharlaşma (H<sub>2</sub>O emisyonu) miktarı

Şekil 9. Toprak buharlaşma miktarı ortalamaları

Tablo 1. Belirlenen parametreler arasındaki ilişkiler

	H <sub>2</sub> O emisyonu	CO <sub>2</sub> emisyonu	Toprak nemi
CO <sub>2</sub> emisyonu	0.4850***		
Toprak nemi	0.6195***	0.6640***	
Toprak sıcaklığı	0.3069**	0.0748	-0.2842**

\* 0.05, \*\* 0.01, \*\*\* 0.001 önem düzeyini ifade etmektedir.

Denemede belirlenen parametreler arasındaki ilişkiler analiz edilerek elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Toprağın CO<sub>2</sub> emisyonu ile toprak sıcaklığı arasında istatistiksel olarak önemli olmayan pozitif yönlü bir ilişki belirlenmiştir. İlişkinin önemsiz oluşunun yüksek sıcaklıkta buharlaşmanın da daha yüksek olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu görüşü destekler biçimde CO<sub>2</sub> ile toprak nemi arasında %0.1 düzeyinde ilişki belirlenmiştir. CO<sub>2</sub> ile sıcaklık arasında ilişki bulunmamış olması büyük olasılıkla yüksek sıcaklıkta suyun hızlıca buharlaşması sonucu biyolojik aktivitenin sınırlanmasıdır. Buharlaşma ile belirlenen tüm parametreler arasında ilişki olduğu görülmüştür. H<sub>2</sub>O emisyonu ile CO<sub>2</sub> emisyonu ve toprak nemi arasında %0.1 düzeyinde ilişki belirlenirken, H<sub>2</sub>O emisyonu ile toprak sıcaklığı arasındaki ilişki %1 düzeyinde olmuştur. Toprak sıcaklığı ile toprak nemi arasında ise %1 düzeyinde negatif ilişki olduğu görülmüştür.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Küresel ısınma sonucu hava sıcaklığının artması halinde toprak CO<sub>2</sub> emisyonunda meydana gelebilecek değişimi belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma sonuçları, hava sıcaklığına bağlı olarak artan toprak sıcaklığının CO<sub>2</sub> emisyonunu belirgin biçimde artırdığını ortaya koymuştur. Bu denemede seçilen sıcaklıklar, IPCC tarafından bulunduğumuz yüzyılın ortasında öngörülen 1.3–1.8 °C sıcaklık artışının (Meehl ve ark., 2007) oldukça üzerindedir. Bunun nedeni ise olası etkinin yönünü belirgin hale getirmektir. Bu yaklaşımdan beklenildiği üzere en yüksek seçilen sıcaklıkta CO<sub>2</sub> emisyonu ani olarak belirgin bir artış göstermiştir. Diğer yandan bu artış kısa süre içerisinde kaybolmuş hatta emisyon miktarı kontrol uygulamasının bile altına inmiştir. Bu durumun CO<sub>2</sub> emisyonu ile toprak sıcaklığı arasında üstel ilişki (Jabro ve

ark., 2008) beklentisi ile uyumlu olmamasının, yüksek sıcaklıkta toprak neminin hızla kaybolması ile ilintili olduğu düşünülmektedir. Zira Almagro ve ark. (2009) topraktaki nem içeriğinin, toprak CO<sub>2</sub> emisyonunu bakımından toprak sıcaklığından daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer biçimde Schindlbacher ve ark. (2004) sadece toprak sıcaklığı yerine toprak neminin de dikkate alınması halinde ölçüm sonuçlarının daha sağlıklı değerlendirilebileceği uyarısında bulunmuşlardır.

Bu denemede topraklar başlangıçta sulanmış ve bundan sonra başkaca sulama yapılmamıştır. Yüksek sıcaklık uygulaması sonucu buharlaşmanın çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak kontrol toprağında 22. günde görülen kuruma (toprak neminin azalması), 40 °C uygulamasında yedinci ve dokuzuncu günler arasında görülmüştür. Bu anlamda küresel ısınma sonucu toprakların nem içeriğinin daha çabuk düşeceği gerçeğinden hareketle CO<sub>2</sub> emisyonunda yaşanacak artışın lineer olmayacağı da açıktır. Bu noktadan hareketle küresel ısınmanın olumsuz etkisini söylerken olası CO<sub>2</sub> artışlarından daha önemli olmak üzere toprakların hızla kuruyacağından söz etmek yanlış olmaz. Bu kuruma sulanabilir alanlarda kısmen önlenebilse de, doğal vejetasyonda meydana gelecek azalmalar atmosferden CO<sub>2</sub> tutumunu da azaltacağından etkinin boyutu çok daha fazla artabilecektir.

Atmosfer sıcaklığının toprak sıcaklığını değiştirmek için zamana ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir (Coşkan ve ark., 2017). Bu çalışmada saksı koşullarında dahi atmosfer sıcaklığının toprağa bire bir geçmediği görülmüştür. Gece gündüz arasındaki sıcaklık farkları göz önüne alındığında toprak sıcaklığında beklenen ortalama artışın 1.3–1.8 °C'nin çok daha altında olabileceği düşünülebilir. Bilindiği üzere sulama, toprakların sıcaklığını kontrol etmede kullanılan yöntemler arasındadır. Ancak sulama sonucu meydana gelebilecek ani CO<sub>2</sub> emisyonu da düşünülmesi, sadece sıcaklığı düşürmek amacıyla sulamadan kaçınılmalıdır.

Bu denemede sıcaklık yüksek olduğu halde CO<sub>2</sub> emisyonunda meydana gelen azalmanın sözü edilen hızlı kurumadan veya uygun nem ve sıcaklık koşullarında, kolay ayrışabilir organik maddenin tükenmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bir sonraki çalışmada aynı sıcaklıklara bağlı kalınarak hiç sulama yapılmayan ve eksilen suyun düzenli olarak tamamlandığı denemelerin yürütülmesi planlanmıştır.

#### Kaynakça

Akbolat D, Ekinci K, Bozkurt YE, Kumbul BS (2018). The influence of soil and air temperature on soil carbon dioxide emission in farmland. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (1): 89-94.

Akbolat D, Evrendilek F, Coskan 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 and Plant Science, 59: 50-56.

Almagro M, López J, Querejeta JI, Martínez-Mena M (2009). Temperature dependence of soil CO<sub>2</sub> efflux is strongly modulated by seasonal patterns of moisture availability in a Mediterranean ecosystem. Soil Biology and Biochemistry, 41 (3): 594-605.

Alpaslan M, Güneş A, İnal A (1998). Deneme Tekniği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.

Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal, 43 (9): 434-438.

Coşkan A, Erdal İ, Öz H (2017). Toprak altı sıcaklığının erkencilikte kullanılma potansiyeli. Academia Journal of Engineering and Applied Sciences, 318-324.

Çağlar KÖ (1949). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.

Davidson E, Belk E, Boone RD (1998). Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest. Global Change Biology, 4: 217-227.

EPA (2018). <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions> (erişim tarihi: 10.09.2020)

Güner ED, Turan ES (2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel iklim değişikliği üzerine etkisi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 3 (1): 48-55.

Jabro JD, Sainju U, Stevens WB, Evans RG (2008). Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. Journal of Environmental Management, 88 (4): 1478-1484.

Johnson JMF, Franzluebbers AJ, Weyers SL, Reicosky DC (2007). Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. Environmental Pollution, 150: 107-127.

Kacar B, İnal A (2010). Bitki Analizleri. Nobel Yayınevi, Ankara.

Kim Y, Ullah S, Roulet N T, Moore TR (2015). Effect of inundation, oxygen and temperature on carbon mineralization in boreal ecosystems. Science of the Total Environment, 511: 381-392.

- Meehl GA, Stocker TF, Collins WD, Friedlingstein P, Gaye AT, Gregory JM, Kitoh A, Knutti R, Murphy JM, Noda A, Raper SCB, Watterson IG, Weaver AJ, Zhao ZC (2007). Global Climate Projections In: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Eds. Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL), Cambridge University Press, United Kingdom and New York.
- Nakadai T, Yokozawa M, Ikeda H, Koizumi H (2002). Diurnal changes of carbon dioxide flux from bare soil in agricultural field in Japan. *Applied Soil Ecology*, 19 (2): 161-171.
- Rathore AL, Pal AR, Sahu KK (1998). Tillage and mulching effects on water use, root growth and yield of rainfed mustard and chickpea grown after lowland rice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 149-161.
- Salinity Laboratory Staff (U.S.) (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USDA No: 6.
- Schindlbacher A, Zechmeister-Boltenstern S, Butterbach-Bahl K (2004). Effects of soil moisture and temperature on NO, NO<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>O emissions from European forest soils. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109: D17.
- Shrestha RK, Lal R, Penrose C (2009). Greenhouse gas emissions and global warming potential of reclaimed forest and grassland soils. *Journal of Environmental Quality*, 38: 426-436.
- Şenyigit U, Akbolat D (2010). The effect of different irrigation methods on soil carbon dioxide emission. *Ekoloji*, 19 (77): 59-64.
- Verville JH, Hobbie SE, Chapin FS, Hooper DU (1998). Response of tundra CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> flux to manipulation of temperature and vegetation. *Biogeochemistry*, 41 (3): 215-235.