



Araştırma Makalesi/Research Article

Şekerpancarı ve Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Karbon Stokları ile Bazı Fizikokimyasal Özellikleri: Kırklareli-Babaeski ve Balıkesir-Altıeylül Örnek Çalışmaları

Mehmet Parlak^{1*}

Timuçin Everest²

Yakup Çıkkılı³

^{1,2}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale.

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 07.05.2020

Kabul Tarihi: 17.11.2020

Öz

Küresel iklim değişikliğiyle mücadele etmenin yollarından birisi de toprakların karbon stoklarını artırmaktır. Bu araştırmanın amacı şekerpancarı (*Beta vulgaris* L.) ve sarımsak (*Allium sativum* L.) tarlalarındaki toprakların organik karbon stokları ile bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemektir. Toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınmış ve tekstür, hacim ağırlığı, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, toplam N, alınabilir P, K, Fe, Cu, Mn, Zn gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarında organik karbon stokları 33.57 ton/ha ve sarımsak topraklarında ise bu değer 30.70 ton/ha olarak saptanmıştır. Şekerpancarı ve sarımsak topraklarının genellikle tınlı bünyeli (kumlu killi tın ve killi tın), nötr ve hafif alkali pH'da ve tuzsuz oldukları belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının %44.5'i az kireçli ve %22.2'si kireçli sınıfta iken, sarımsak topraklarının %11.1'inin kireçli sınıfta oldukları saptanmıştır. Organik madde içerikleri bakımından şekerpancarı topraklarının %66.7'sinin ve sarımsak topraklarının ise %33.3'ünün az sınıfta oldukları belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının %55.6'sının toplam N içeriği, %44.4'ünün alınabilir P içeriği, %11.1'i alınabilir Cu içeriği, %70.3'ünün alınabilir Zn içeriği bakımından ve sarımsak topraklarının ise %16.7'sinin toplam N içeriği, %22.3'ünün alınabilir P içeriği, %61.1'inin alınabilir Zn içeriği bakımından yetersiz sınıfta oldukları saptanmıştır. Hem organik karbon stoklarını hem de yetersiz seviyedeki besin maddesi miktarlarını artırmak için ahır gübresiyle birlikte gübre uygulamaları yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Şekerpancarı, sarımsak, toprak karbon stoku, toprak özellikleri

Carbon Stocks and Physicochemical Characteristics of Sugar Beet and Garlic Cultivated Soils: The Case Studies: Kırklareli- Babaeski and Balıkesir- Altıeylül Abstract

Improved carbon stocks is a method of combat with global climate change. This study was conducted to determine carbon stocks and physicochemical characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) cultivated soils. Soil samples were taken from 0-20 cm soil depth and texture, bulk density, pH, electrical conductivity, lime, total N, available P, K, Fe, Cu, Mn, Zn-like physical and chemical characteristics were determined. Organic carbon stocks were identified as 33.57 ton/ha in sugar beet fields and as 30.70 ton/ha in garlic fields. Sugar beet and garlic fields were generally loamy (sandy-clay-loam and clay-loam) in texture, neutral and slightly alkaline in pH and unsaline. In terms of lime contents, 44.5% of sugar beet fields had low lime contents and 22.2% were limy; 11.1% of garlic fields were limy. In terms of organic matter contents, 66.7% of sugar beet fields and 33.3% of garlic fields had low organic matter contents. For sugar beet fields, 55.6% were insufficient in total N, 44.4% in available P, 11.1% in available Cu, 70.3% in available Zn. For garlic fields, 16.7% were insufficient in total N, 22.3% in available P, 61.1% in available Zn. It was recommended based on present findings that livestock manure should be applied to sugar beet and garlic fields both to improve carbon stocks and increase insufficient nutrients.

Keywords: Sugar beet, garlic, soil carbon stock, soil properties

Giriş

Sanayi devriminden beri fosil yakıtların aşırı tüketilmesi, tarımsal faaliyetler, ormansızlaşma, kentleşme, sanayileşme, nüfusun hızla artması ve yaşam koşullarının iyileşmesi sonucunda sera gazları emisyonu özellikle karbondioksit (CO₂) miktarı artmaya başlamıştır (Türkeş, 2006). Dünyadaki sıcaklığı güvenilir sınırlar içerisinde tutacak küresel CO₂ konsantrasyonu 380 ppm olması



gerekirken günümüzde 408 ppm'e yükselmiş durumdadır (Demirsoy, 2019). Atmosferdeki CO₂'in artması iklim değişimini hızlandırmış, toprak ve hava sıcaklığını, toprak nemini ve tarımsal üretimi etkilemiştir. Karasal ekosistemde topraklar en büyük karbon (C) depolama havuzlarıdır. Topraktaki karbon havuzu toprak verimliliği ve sağlığının göstergesi olarak düşünülmekte olup karasal ekosistemlerde üstteki karbon havuzunun küresel karbon döngüsünde çok önemli rolü vardır. Topraktaki karbon stokları, vejetasyon ve atmosferdeki karbon miktarından daha fazla olduğu için toprak organik karbonundaki küçük bir değişim atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunda önemli değişime neden olabilir. Topraktaki organik karbon depolanmasını etkileyen faktörlerin iklim, topoğrafya, ana materyal, vejetasyon, arazi kullanımı, toprak yönetimi (gübreleme, sulama), mikroorganizmalar, toprak faunası ile fizikokimyasal toprak özellikleri (toprak tipi, agregasyon, silt ve kil kapsamı, kil mineralojisi ve spesifik yüzey alanı, Fe ve Al oksitler, alınabilir Ca ve Mg içerikleri) olduğu belirtilmiştir (Wiesmeier ve ark., 2019). Almanya'da yapılan bir araştırmada (Mayer ve ark., 2019) ise, tarım topraklarındaki organik karbon stoklarını kontrol eden etmenlerin arazi kullanım tarihçesi, toprak tipi, arazi şekli ve topografik ıslaklık indeksi olduğu saptanmıştır.

Organik karbonun toprakta depolanması karbonun kazanılması ve kaybı arasındaki denge ile ilişkilidir. Biyokütle üretimi, iklimsel değişkenlikler (yağış ve sıcaklık), toprak tekstürü, litoloji, antropojenik özellikler ve amenajman teknikleri toprakta organik karbon depolanması süreçlerini etkileyen faktörlerdir (Albaladejo ve ark., 2013). Türkiye topraklarının 0-30 cm derinliğindeki toplam organik karbon stok miktarının 3.51 milyar ton olduğu hesap edilmiştir. Karbon stok miktarı arazi kullanım türlerine göre değerlendirildiğinde ise orman arazilerinde yaklaşık 56 ton/ha, mera arazilerinde 50 ton/ha ve tarım arazilerinde ise 36 ton/ha olduğu bildirilmiştir (ÇEM, 2018). Atmosferde artan CO₂ emisyonu miktarı ve bu artan emisyonun küresel iklim değişikliğine olan etkileri nedeniyle toprak organik karbon stokları çalışmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Literatürde yapılan birçok çalışma bu alana katkı sağlamıştır ve konunun önemini vurgulamıştır (Ogle ve ark. 2005; Li ve ark. 2007; Wu ve ark. 2010; Gonçaves ve ark. 2017; Chen ve ark. 2019).

Dünya şekerpancarı üretimi 2017 yılında yaklaşık 301 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Rusya Federasyonu, Fransa, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) önemli şeker pancarı üreticileridir. 2017 yılı bitkisel üretim istatistikleri incelendiğinde Türkiye'nin dünya şeker pancarı üretiminin %6.92'sini gerçekleştirdiği görülmektedir (FAO, 2017). Türkiye'de şeker pancarı tarımı, Doğu Karadeniz, Ege ve Akdeniz sahil şeridi, Güneydoğu Anadolu bölgesi dışındaki tüm bölgelerde yapılmaktadır. En fazla üretim sırasıyla Konya, Yozgat ve Eskişehir illerinde gerçekleştirilmektedir (TOB, 2020). Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk şeker pancarı fabrikası, Kırklareli'nin Babaeski İlçesi'nde Atatürk'ün talimatıyla 1926 yılında kurulan Alpullu Şeker Fabrikasıdır (Durukan Kopuz ve Tetik, 2012). Kırklareli'nde 2018 yılında 4 605 ton şeker pancarı üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2019). Şeker pancarı organik maddece zengin, bitki besin maddelerince yüksek, yeterli miktarda su tutabilen ve iyi drenajlı derin topraklarda gelişebilen bir bitki olup asidik pH'lı topraklara karşı çok hassastır. Şeker pancarında en yüksek verim pH 6-8 arasında alınmaktadır (Zengin ve Özbahçe, 2011).

Dünyada hemen hemen her kültüre ait insanlar tarafından bilinen sarımsağın gıda ve baharat sanayinde kullanımı yaygındır. Ayrıca sarımsak pek çok hastalığı tedavi edici ve hastalığa karşı koruyucu olarak da (tüberkülozu önleyici, cüzzam ve menenjitte karşı, sindirimi kolaylaştırıcı, viral enfeksiyonları önleyici, kurşun ve yılan zehirlenmelerinde etkili, afrodisyak, salgın hastalıklardan koruyucu vb.) kullanılan bir sebzedir (Koyuncu, 2012). Dünya sarımsak üretimi 2017 yılında yaklaşık 28.16 milyon ton olup üretimin yaklaşık %80'i Çin tarafından gerçekleştirilmiştir. Çin'den sonra en fazla sarımsak üreten ülke Hindistan'ın dünya üretimindeki payı %6 düzeyindedir. Türkiye ise %0.53'lük pay ile sarımsak üreten ülkeler arasında dünyada 13. sırada yer almıştır (FAO, 2017). Türkiye'de 2018 yılında 117 688 ton kuru sarımsak üretimi gerçekleştirilmiş olup bunun %3.61'i (4250 ton) Balıkesir'de üretilmiştir (TÜİK, 2019). Sarımsak toprak istekleri yönünden seçici olmayan bitki olup bitki besin maddeleri ve organik maddece zengin toprakları ister. Toprak pH'sı 6.5 ile 7.0 arasında olmalıdır. Nötr topraklarda üretim daha başarılıdır (Vural ve ark., 2000).

Türkiye'de şekerpancarı ve sarımsak yetiştirilen toprakların verimlilik durumları ile fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptayan araştırmalar (Adiloğlu ve Güler, 2002; Taban ve ark., 2004; Akça ve ark., 2017) az sayıda yapılmış olmasına rağmen bu bitkilerin yetiştirildiği toprakların organik karbon stoklarıyla ilgili yayınlanmış araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmanın amacı şekerpancarı ve



sarımsak yetiştirilen toprakların organik karbon stokları ile bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemektir.

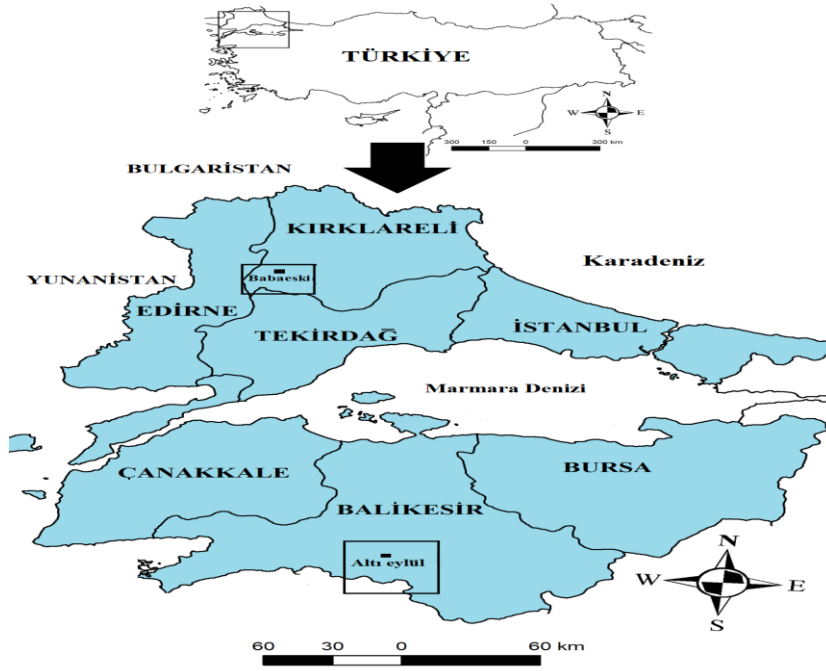
Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanları

Babaeski, Türkiye'nin kuzeybatısında Marmara Bölgesi'nde bulunan Kırklareli iline bağlı bir ilçedir. Babaeski ilçesi, Kırklareli ilçelerinden kuzeyde Merkez, doğuda Lüleburgaz, güneybatıda Pehlivan köy ilçeleriyle birlikte batısında Edirne'nin Havsa ve güneyinde Tekirdağ'ın Hayrabolu ilçeleriyle komşudur (Şekil 1). Babaeski ilçesi 41° 37' 17"– 41° 15' 47" kuzey enlemleri ile 26° 58' 00"- 27° 14' 50" doğu boylamaları arasında yer almaktadır. Babaeski ilçesinde buğday (*Triticum aestivum* L.), ayçiçeği (*Heliantus annuus* L.), arpa (*Hordeum vulgare* L.), mısır (*Zea mays* L.), çeltik (*Oryza sativa* L.), şekerpancarı, yonca (*Medicago sativa* L.) ve kanola (*Brassica napus* L.) yetiştirilmektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre (1981-2010) Babaeski'nin yıllık ortalama yağış miktarı 614 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 14°C'dir (DMİ, 2010).

Şekerpancarında ekim 45 cm sıra arası, 20 cm sıra üzeri olacak şekilde pnömatik mibzerle yapılmıştır. Çiftçiler ile yapılan görüşmeler sonucu geleneksel yöntemlere göre ekimle birlikte 25 kg kompoze gübre (20.20.0)/da ile ve daha sonra üst gübre olarak 15 kg üre (%46 N) ile 10 kg kalsiyum amonyum nitrat (CAN) gübresi (%26 N)/da verildiği bilgisi edinilmiştir. Bitkilerde çıkış olduktan sonra bitkiler 3-4 yapraklı olduğunda el çapası ile ilk çapalama yapılmıştır. İlk çapadan 20 gün sonra ise yine el çapasıyla (bitkiler 6 yapraklı olduğunda) ikinci çapalama yapılmıştır. Ekimden hasada kadar geçen sürede yağış yeterli olduğu için iki defa yağmurlama sulama yapılmıştır. Şekerpancarı hasadı Ekim 2018'de yapılmıştır. Babaeski'de örnekleme yapılan topraklar Toprak Kaynakları için Dünya Referans Sistemi'ne göre Haplic Vertisols ve Haplic Fluvisols olarak sınıflandırılmıştır.

Altıeylül ilçesinin kuzeyinde Balıkesir ilinin Karesi, doğusunda Bigadiç, batısında İvrindi ve güneyinde ise Manisa ilinin Kırkağaç ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1). Altıeylül ilçesi 39° 41' 01" – 39° 44' 55" kuzey enlemleri ile 27° 51' 07" – 27° 52' 57" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Altıeylül ilçesinde buğday, yulaf (*Avena sativa* L.), mısır, fiğ (*Vicia sativa* L.), arpa, çavdar (*Secale cereale* L.), yonca ve sarımsak yetiştirilmektedir. Toprak Kaynakları için Dünya Referans Sistemi'ne göre Altıeylül ilçesindeki Pamukçu Köyü toprakları Haplic Vertisols, Çinge Köyü toprakları ise Haplic Calcisols olarak sınıflandırılmıştır. Balıkesir meteorolojisi istasyonu verilerine göre (1981-2010) Altıeylül ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 551 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 14.5 °C'dir (DMİ, 2010). Sarımsak dişleri Ekim 2017'de çift sıralı olarak dikilmiştir. Çift sıralı dikimde 120-150 cm genişliğindeki tahtalar üzerine, sıra üzeri ve sıra arası 10'ar cm mesafe bırakılarak 12-15 sıralı dikimler yapılmıştır. Sarımsak yetiştirilen tarlalara Şubat ayında 25 kg üre (%46 N)/da ve Mart ayında ise 20 kg triple süper fosfat (TSP) (%42-44 P₂O₅)/da gübreleri uygulanmıştır. Sarımsak bitkilerinin gelişme dönemi, yağışların en yoğun olduğu dönem olduğundan genellikle sulamaya gerek kalmaz. Yağışın yetersiz olduğu dönemlerde ise sulama yapılmaktadır. Yağış yeterli olmadığından sarımsak ekiminden sonra çimlenmeyi sağlamak için bir kez sulama yapılmıştır. Daha sonra ise hasada 20 gün kala 5 günde bir kez yağmurlama sulama yapılmıştır. Sarımsak üretiminde özellikle ilk çapa önemlidir. Bitkiler, 15-20 cm boy aldıklarında yabancı ot gelişimini önlemek, toprağı havalandırmak ve bitkilerin daha iyi gelişmesini sağlamak için, 3-4 cm derinliği geçmeyecek şekilde yüzeysel olarak ilk çapalama işlemi gerçekleştirilmiştir. İkinci çapalama ise Nisan ayında yapılmıştır. Hasattan bir hafta önce tel kurduyla (*Agriotes* spp.) mücadele etmek için etken maddesi ve oranı Chlorpyrifos-ethyl %25 olan ilaçtan 1.2 kg/da uygulanmıştır. Mayıs 2018'da sarımsak hasadı yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanlarının konumları

Toprak Örneklerinin Alınması

Çalışma kapsamında şekerpancarı ve sarımsak yetiştiriciliği yapılan alanları en iyi düzeyde temsil etmek için TÜİK, çiftçi kayıt sistemi verileri ve arazi örtüsü esas alınarak örnekleme yapılmıştır. Araştırma; Kırklareli'nin Babaeski ilçesinde en çok şeker pancarı üretimi yapılan 3 köy (Sinanlı Köyü, Pancar Köy ve Alpullu Kasabası) ile Balıkesir'in Altıeyül ilçesinde en çok sarımsak üretimi yapılan 2 köyde (Pamukçu Köyü ve Çinge Köyü) yapılmıştır. Şeker pancarı tarlalarından 27 bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği (3 köy x 3 tarla x 3 parsel), sarımsak tarlalarından ise 18 bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği (2 köy x 3 tarla x 3 parsel) alınmıştır. (Şekil 2). Şeker pancarı tarlalarında her bir parsel 6 m² (3 m x 2 m), sarımsak tarlalarında ise her bir parsel 4 m²'dir (2 m x 2 m). Örnekleme yaptığımız şekerpancarı tarlalarının büyüklüğü 4.5 – 46.0 dekar arasında, sarımsak tarlalarının büyüklüğü ise 5 - 8 dekar arasında değişmiştir.

Toprakların fizikokimyasal özelliklerini belirlemek için toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten kürek kullanılarak alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda kurutulan örnekler 2 mm'lik elek yardımıyla analizler için hazırlanmıştır.



Şekil 2. Toprak örnekleri alınan şekerpancarı ve sarımsak tarlaları



Toprak Analizleri

Analize hazırlanmış olan toprak örneklerinde fiziksel analizlerden tekstür Bouyoucus hidrometre yöntemiyle (Gee ve Or, 2002) ve bir başka fiziksel toprak özelliği olan hacim ağırlığı ise bozulmamış örnek alma kaplarında Grossman ve Reinsch (2002)'ye göre belirlenmiştir.

Kimyasal toprak özelliklerinden olan pH saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile (Thomas, 1996), elektriksel iletkenlik (EC) yine saturasyon çamurunda elektriksel kondaktivimetre aleti (Rhoades, 1996) kullanılarak saptanmıştır. Kireç Scheibler kalsimetresinde açığa çıkan CO₂ gazının ölçülmesine (Loeppert ve Suarez, 1996) göre, organik madde ve organik karbon ise değiştirilmiş Walkley-Black yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1996) belirlenmiştir. Toplam azot (N) mikro Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1996), alınabilir potasyum (K) 1 N amonyum asetat (NH₄OAc) çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi (Helmke ve Sparks, 1996) ve alınabilir fosfor (P) ise 0.5 M sodyum bikarbonat (NaHCO₃) çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemine (Kuo, 1996) göre belirlenmiştir. Alınabilir mikro elementler [demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn)] ise 0.005 M dietilen triamin penta asetik asit (DTPA), 0.01 M kalsiyum klorür (CaCl₂) ve 0.1 M tri etanol amin (TEA) çözeltisi ile (pH: 7.3) ekstraksiyon yöntemine göre (Lindsay ve Norwell, 1978) elde edilen süzüklerde İndüktif Eşleşmiş Plazma- Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) aleti yardımıyla belirlenmiştir.

Toprak organik karbon stoku (TOKS) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Blanco-Canqui ve Lal, 2008).

$$\text{TOKS (ton/ha)} = \rho_b \times D \times \text{TOK} \times A \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

ρ_b : Hacim ağırlığı (g/cm³)

D : Toprağın alındığı örnekleme derinliği (m)

TOK : Toprak organik karbonu (g/kg)

A : Alan (10 000 m²/ha).

İstatistik Analizler

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tanıtıcı istatistikleri (ortalama, standart sapma, minimum değer, maksimum değer) ile TOKS ve fizikokimyasal parametreler arasındaki korelasyon katsayıları MINITAB 16 paket programında belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmamızda şekerpancarı ve sarımsak tarlalarından alınan toprak örneklerinde belirlenen toplam organik karbon stokları (TOKS) ile bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 1'de toplu olarak sunulmuştur. Şekerpancarı tarlalarında toplam organik karbon stoku 19.38 – 75.76 ton/ha arasında değişmiş ve ortalama TOKS 33.57 ton/ha olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, sarımsak tarlalarında saptadığımız toplam organik karbon stoku 20.59 – 42.23 ton/ha arasında değişmiş ve ortalama TOKS 30.70 ton/ha olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Evrendilek ve ark. (2004) Akdeniz ekosistemindeki tarım alanlarında organik karbon stokunun 32.64 ton/ha olduğunu bildirmişlerdir. Mayes ve ark. (2014) Konya Havzası'nda yaptıkları araştırmada, tarım alanlarındaki organik karbon stoklarının toprak tipine göre değiştiğini (alüvyalde 52.6 ton/ha, lakustrinde (gölsel) 30.7 ton/ha ve terasta 19.9 ton/ha) belirlemişlerdir. Dengiz ve ark. (2015) Madendere Havzası'ndaki (Kocaeli-Kartepe İlçesi) tarım arazilerindeki yüzey topraklarında (0-20 cm) organik karbon stokunun 38.50 ton/ha olduğunu bildirmişlerdir. Çelik ve Sakin (2017) Adıyaman'ın Kahta İlçesi'nde tıbbi aromatik bitkilerin [adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)] yetiştirildiği topraklarda organik karbon stokunu 37.60 ton/ha olarak rapor etmişlerdir. Budak ve Günal (2018) Yukarı Dicle Havzası'ndaki (Diyarbakır, Batman, Siirt illeri) tarla bitkileri (buğday, mercimek, arpa, mısır, tütün, pamuk) ve sebze bitkileri (domates, biber, patlıcan, fasulye, domates, acur, salatalık, karpuz, çilek) tarımının yapıldığı topraklarda organik karbon stoklarını sırasıyla 28.91 ton/ha ve 38.23 ton/ha olarak hesaplamışlardır. Başka bir araştırmada (ÇEM, 2018) ise; Türkiye'deki tarım alanlarından 9702 toprak örneği alınmış ve tarım alanlarındaki organik karbon stokunun 35.96 ton/ha olduğu belirtilmiştir.

Toprak organik karbon stoklarındaki değişiklik organik maddenin ayrışması, gübreleme gibi karbon girdileri ile erozyon ve yıkanma gibi karbon çıktılarına bağlıdır (Meena ve ark., 2020).



Toprakta karbon tutulmasını etkileyen en önemli faktörlerin toprak işleme, ekim nöbeti ve gübreleme olduğu belirtilmiştir (Francaviglia ve ark., 2017). Hasattan sonra şekerpancarı tarlaları Kasım ayında pullukla sürülmüş ve daha sonra kültivatörle toprak işlenmiştir. Ocak ayında tohum yatağı hazırlamak için yine kültivatörden yararlanılmıştır. Şeker pancarı tarımında 3 defa toprak işleme yapılmıştır. Sarımsak tarlalarında ise ilk toprak işleme ekim ayında pullukla yapılmış, arkasından kazayağı ve tırmık çekilmiştir. Toprak işleme toprak çevresindeki su, sıcaklık ve hava koşullarını değiştirdiği için organik maddenin ayrışmasını hızlandırır. Buna ilaveten agregatları parçalayarak toprağı erozyona daha duyarlı hale getirir. Geleneksel toprak işleme artan toprak erozyonu ve toprak strüktürünü bozması nedeniyle toprağın organik karbon havuzunu olumsuz etkileyebilir (Meena ve ark., 2020). Klasik toprak işlemenin yapıldığı Adıyaman'ın Akpınar Köyü ve Gözebaşı Köyü'nde toprak organik karbon stokları sırasıyla 18.50 ton/ha ve 19.20 ton/ha olarak saptanmıştır (Sakin ve ark., 2018). Franko ve Ruehlman (2018) toprak organik karbonundaki artışın tarım topraklarındaki toprak işleme yoğunluğunun azaltılması veya karbon girdilerinin artmasıyla (ahır gübresi ve bitkilerle doğrudan veya mineral gübrelerle dolaylı) artış gösterebileceğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada şeker pancarı arazilerinde TOKS'un sarımsak bitkisine kıyasla görece olarak daha fazla olduğu görülmüştür. Her iki arazi kullanım türünde de benzer geleneksel toprak işleme yöntemlerinin uygulanmasına rağmen bu farkın organik materyaller ile yapılan ilavelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Makineyle yapılan şekerpancarı hasadı ile bitkinin toprak üstü aksamının belirli bir kısmının toprak üstünde kalması bu artışa katkı sağlamış olabilir.

Şekerpancarı dörtlü ekim nöbetine (buğday, ayçiçeği, mısır, şekerpancarı) ve sarımsak ise ikili ekim nöbetine [sarımsak, domates (*Solanum lycopersicum* L.) veya biber (*Capsicum annuum* L.)] girmektedir. Ekim nöbeti uygulamaları monokültüre göre genellikle daha yüksek miktarda toprak organik karbonu girdisi sağlar. Ekim nöbeti uygulaması kök karbon girdisini, toprak mikrobiyal çeşitliliğini ve agregat stabilitesini artırarak toprak organik karbonunun depolanmasında önemli bir rol oynar (Wiesmeier ve ark., 2019). Bölgesel ölçekte bitki çeşitliliğinin toprak organik karbonu birikimiyle pozitif korelasyonlu olduğu saptanmıştır (Lange ve ark., 2015).

Şeker pancarı topraklarının tekstürü killi tın, kil, kumlu killi tın ve kumlu tın; sarımsak topraklarının tekstürü ise kil ve kumlu killi tın olarak saptanmıştır. Şekerpancarı yetiştirilen topraklarda hacim ağırlığı 1.28 g/cm^3 ve sarımsak yetiştirilen topraklarda ise 1.16 g/cm^3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Şekerpancarı (n=27) ve sarımsak (n=18) tarlalarından alınan toprakların organik karbon stokları ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Şekerpancarı Tarlası	Sarımsak Tarlası
	Ortalama \pm standart sapma (Minimum – Maksimum)*	Ortalama \pm standart sapma (Minimum – Maksimum)
TOKS (ton/ha)	33,57 \pm 16,94 (19,38 – 75,76)	30,70 \pm 6,82 (20,59 – 42,23)
Kum (%)	34,87 \pm 18,86 (12,25 – 70,00)	36,83 \pm 7,33 (27,19 – 51,00)
Kil (%)	43,25 \pm 16,96 (14,92 – 66,16)	45,63 \pm 8,93 (28,20 – 55,65)
Silt (%)	21,87 \pm 5,15 (12,95 – 32,09)	17,54 \pm 2,69 (14,85 – 23,14)
Hacim ağırlığı (g/cm^3)	1,28 \pm 0,16 (1,04 – 1,62)	1,16 \pm 0,09 (1,02 – 1,29)
pH	7,88 \pm 0,22 (7,41 – 8,40)	7,52 \pm 0,14 (7,24 – 7,68)
EC (dS/m)	0,82 \pm 0,19 (0,22 – 1,32)	1,04 \pm 0,22 (0,78 – 1,53)



Kireç (g/kg)	35,5 ± 29,3 (3,0 – 152,0)	170,1 ± 81,9 (47,0 – 291,0)
Organik madde (g/kg)	22,6 ± 11,6 (13,4 – 56,8)	22,9 ± 4,9 (14,8 – 31,9)
Organik karbon (g/kg)	13,13 ± 6,73 (7,77 – 32,94)	13,27 ± 2,86 (8,58 – 18,50)
Toplam N (g/kg)	1,10 ± 0,60 (0,60 – 2,90)	1,20 ± 0,30 (0,70 – 1,60)
Alınabilir P (mg/kg)	11,66 ± 9,04 (1,35 – 35,14)	15,88 ± 9,27 (1,61 – 31,22)
Alınabilir K (mg/kg)	558,5 ± 257,8 (162,5 – 1025,0)	836,8 ± 232,0 (555,0 – 1360,0)
Alınabilir Fe (mg/kg)	0,61 ± 0,28 (0,25 – 1,14)	0,22 ± 0,05 (0,17 – 0,31)
Alınabilir Cu (mg/kg)	0,66 ± 0,24 (0,27 – 1,13)	1,00 ± 0,64 (0,42 – 2,42)
Alınabilir Mn (mg/kg)	12,13 ± 5,78 (6,03 – 26,25)	17,80 ± 5,86 (12,96 – 35,68)
Alınabilir Zn (mg/kg)	0,73 ± 0,65 (0,16 – 2,45)	1,04 ± 0,67 (0,22 – 2,58)

*: Parantez içindeki rakamlar parametrelere ait minimum ve maksimum değerleri göstermektedir.

Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenliği (EC), kireç, organik madde, toplam N, alınabilir P ve K içeriklerinin dağılımı ve bu özelliklerin yeterlilik sınıflandırmaları Çizelge 2’de toplu olarak verilmiştir. Şekerpancarı ve sarımsak tarlalarından alınan toprakların ortalama pH’ları sırasıyla 7.88 ve 7.52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Örnekleme yapılan toprakların tamamı pH ve EC değerleri bakımından tekdüze topraklardır. Her iki bitkinin yetiştiği tarlalardan örneklenen toprakların hiçbirisinde tuzluluk sorunuyla karşılaşılması. Şekerpancarı topraklarının %29.6’ında orta seviyede ve %3.7’inde fazla seviyede kireç saptanmışken sarımsak topraklarının %50.0’si fazla kireçli ve %16.7’si çok fazla kireçli sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Sarımsak topraklarının ana materyali kireçtaşı olduğundan kireç kapsamı da genellikle yüksek belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının organik madde içerikleri 13.4 ile 56.8 g/kg arasında değişerek ortalama 22.6 g/kg olduğu, toplam N içerikleri ise 0.60 g/kg ile 2.90 g/kg arasında değişerek ortalama 1.10 g/kg olduğu belirlenmiştir. Sarımsak topraklarının organik madde içerikleri 14.8 g/kg ile 31.9 g/kg arasında ve toplam N içerikleri ise 0.70 g/kg ile 1.60 g/kg arasında değişmiştir. Şekerpancarı topraklarının alınabilir P içeriklerinin 1.35 mg/kg ile 35.14 mg/kg arasında değiştiği ve toprakların %11.1’i çok az, %33.3’ü az, %48.2’si yeterli ve %7.4’ü fazla sınıfında alınabilir P kapsadığı saptanmıştır. Sarımsak topraklarının alınabilir P içeriklerinin ise 1.61 mg/kg ile 31.22 mg/kg arasında değiştiği ve sarımsak topraklarının %5.6’sı çok az, %16.7’si az, %55.6’sı yeterli ve %22.2’si fazla sınıfında alınabilir P kapsadıkları belirlenmiştir. Şekerpancarı topraklarının %11.1’inde yeterli, %85.2’inin fazla ve %3.7’sinin ise çok fazla seviyede alınabilir K kapsadıkları belirlenirken, sarımsak topraklarının ise %16.7’sinde fazla ve %83.3’ünde çok fazla seviyede alınabilir K içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 2).



Çizelge 2. Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının kimyasal özellikleri ile bazı bitki besin elementi içeriklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Özellik	Sınır Değerleri	Tanımlama	Şeker pancarı toprakları (%)	Sarımsak toprakları (%)
Toprak reaksiyonu (Anonim, 1988)	< 4,5	Kuvvetli asit	–	–
	4,5 – 5,5	Orta asit	–	–
	5,5 – 6,5	Hafif asit	–	–
	6,5 – 7,5	Nötr	3,7	38,9
	7,5 – 8,5	Hafif alkali	96,3	61,1
> 8,5	Kuvvetli alkali	–	–	
Elektriksel iletkenlik (EC, dS/m) (Richards, 1954)	< 2	Tuzsuz	100,0	100,0
	2 – 4	Hafif tuzlu	–	–
	4 – 8	Orta tuzlu	–	–
	8 – 15	Çok tuzlu	–	–
CaCO ₃ (g/kg) (Anonim, 1988)	< 10	Az kireçli	44,5	–
	10 – 50	Kireçli	22,2	11,1
	50 – 150	Orta	29,6	22,2
	150 – 250	Fazla	3,7	50,0
> 250	Çok fazla	–	16,7	
Organik madde (g/kg) (Anonim, 1988)	< 10	Çok az	–	–
	10 – 20	Az	66,7	33,3
	20 – 30	Orta	18,5	61,1
	30 – 40	İyi	3,7	5,6
> 40	Yüksek	11,1	–	
Toplam N (g/kg) (FAO, 1990)	< 0,45	Çok az	–	–
	0,45 – 0,90	Az	55,6	16,7
	0,90 – 1,70	Yeterli	29,6	83,3
	1,70 – 3,20	Fazla	14,8	–
> 3,20	Çok fazla	–	–	
Alınabilir P (mg/kg) (FAO, 1990)	< 2,5	Çok az	11,1	5,6
	2,5 – 8,0	Az	33,3	16,7
	8 – 25	Yeterli	48,2	55,6
25 – 80	Fazla	7,4	22,2	
Alınabilir K (mg/kg) (FAO, 1990)	< 50	Çok az	–	–
	50 – 110	Az	–	–
	110 – 290	Yeterli	11,1	–
	290 – 1000	Fazla	85,2	16,7
> 1000	Çok fazla	3,7	83,3	



Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının alınabilir Fe, Cu, Mn ve Zn içeriklerinin dağılımı ve bu özelliklerin yeterlilik sınıflandırmaları Çizelge 3'te verilmiştir. Şekerpancarı ve sarımsak topraklarının tamamı alınabilir Fe içeriği bakımından çok az seviyede belirlenmiştir. Yüksek pH'ya (pH 7.4 – 8.5) sahip topraklarda alınabilir Fe miktarı azalmaktadır. Kireçli alkalın topraklarda çözünebilir şekilde Fe miktarı aşırı derecede düşük olabilmekte ve bunun bir yansıması olarak bu topraklarda yetiştirilen bitkilerde Fe noksanlığı belirtileri daha sık ve yaygın şekilde görülebilmektedir (Kacar, 2019). Bu sorunu gidermek için Fe-kilyetler toprağa uygulanmalı veya ahır gübresi uygulaması teşvik edilmelidir. Sonuçlar alınabilir Cu içeriği yönünden incelendiğinde; şeker pancarı topraklarının %11.1'i az, %55.6'sı yeterli ve %33.3'ü fazla sınıfında yer alırken, sarımsak topraklarının %50'si yeterli ve %50'si de fazla sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Toprağa uygulanan gübre ve tarım ilaçlarının tarım topraklarındaki Cu'nun kaynağı olduğu bazı araştırmacılar (Parlak ve ark., 2019; Li ve ark., 2020) tarafından belirtilmiştir. Alınabilir Mn içeriği bakımından şekerpancarı ve sarımsak topraklarının tamamının çok fazla seviyede olduğu belirlenmiştir. Manganyum toprakta biyoyararlılığına toprak pH'sı, redoks tepkimeleri, mikrobiyal aktivite, gelişme ortamının sıcaklığı, toprağın su kapsamı ve bitki özellikleri gibi çeşitli etmenler etki etmektedir (Kacar, 2019). Şekerpancarı topraklarının alınabilir Zn içeriği bakımından %55.5'inin çok az, %14.8'inin az ve %29.7'inin yeterli sınıfında bulunduğu, sarımsak topraklarının ise alınabilir Zn içeriği bakımından %22.2'inin az, %38.9'unun az ve %38.9'unun yeterli sınıfında olduğu saptanmıştır. Araştırmamızdaki bu sonuçlar toprak analiz sonuçlarına göre gübreleme yapılması gerektiğini ve çiftçilerin bu konuda bilinçlendirilmesinin şart olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 3. Şeker pancarı ve sarımsak topraklarının alınabilir mikro element içeriklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Özellik	Sınır Değerleri	Tanımlama	Şeker pancarı toprakları(%)	Sarımsak toprakları(%)
Alınabilir Fe (mg/kg) (FAO, 2008)	< 2	Çok az	100,0	100,0
	2 – 4	Az	–	–
	4 – 6	Yeterli	–	–
	6 – 10	Fazla	–	–
	> 10	Çok fazla	–	–
Alınabilir Cu (mg/kg) (FAO, 2008)	< 0,1	Çok az	–	–
	0,1 – 0,3	Az	11,1	–
	0,3 – 0,8	Yeterli	55,6	50,0
	0,8 – 3,0	Fazla	33,3	50,0
	> 3,0	Çok fazla	–	–
Alınabilir Mn (mg/kg) (FAO, 2008)	< 0,5	Çok az	–	–
	0,5 – 1,2	Az	–	–
	1,2 – 3,5	Yeterli	–	–
	3,5 – 6,0	Fazla	–	–
	> 6,0	Çok fazla	100,0	100,0
Alınabilir Zn (mg/kg) (FAO, 2008)	< 0,5	Çok az	55,5	22,2
	0,5 – 1,0	Az	14,8	38,9
	1,0 – 3,0	Yeterli	29,7	38,9
	3,0 – 5,0	Fazla	–	–
	> 5,0	Çok fazla	–	–



Şekerpancarı ve sarımsak tarımı yapılan toprakların organik karbon stokları (TOKS) ile fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayısına göre belirlenmiştir. Şeker pancarı topraklarında; TOKS ile toprak organik maddesi ($r= 0.950$), toplam N kapsamları ($r= 0.951$) ve silt kapsamı ($r= 0.581$) arasında önemli pozitif ilişki belirlenmiştir. Yaşar Korkanç ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada organik karbon ile silt arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.474$) önemli olduğunu saptamışlardır. Şekerpancarı topraklarının kireç kapsamları ($r= 0.139$), pH ($r= -0.052$), EC ($r= -0.175$), kum ($r= -0.296$) ve kil kapsamları ($r= 0.152$), hacim ağırlığı ($r= 0.222$), alınabilir P ($r= -0,260$), alınabilir K ($r= -0.133$), alınabilir Fe ($r= -0.253$), alınabilir Cu ($r= -0.092$), alınabilir Mn ($r= -0.075$) ve alınabilir Zn ($r= -0,140$) kapsamları ile TOKS miktarı arasında belirlenen ilişkilerin değişimleri önemli bulunmamıştır. Sarımsak topraklarında; TOKS ile organik madde ($r= 0.930$) ve toplam N kapsamları ($r= 0.834$) arasında önemli pozitif ilişki belirlenmiştir. Bununla birlikte, sarımsak topraklarının kireç kapsamı ($r= 0.373$), pH ($r= -0.007$), EC ($r= -0.167$), kum ($r= 0.195$), kil ($r= -0.160$), silt ($r= -0.001$) kapsamları, hacim ağırlığı ($r= 0.306$), alınabilir P ($r= 0.215$), alınabilir K ($r= 0,289$), alınabilir Fe ($r= 0.147$), alınabilir Cu ($r= -0.298$), alınabilir Mn ($r= -0.387$) ve alınabilir Zn ($r= 0.192$) ile TOKS miktarı arasında belirlenen ilişkilerin değişimleri önemli bulunmamıştır.

Sonuç

Bu çalışma Kırklareli ve Balıkesir illerindeki şekerpancarı ve sarımsak tarımı yapılan arazilerdeki organik karbon stoğunun hesaplanması amacı ile yürütülmüştür. Gerçekleştirilen analiz ve yapılan hesaplamalar sonucunda şekerpancarı tarlalarında organik karbon stoku sarımsak tarlalarına göre daha fazla bulunmuştur. Şekerpancarı ve sarımsak topraklarının bazılarında organik madde, toplam N, alınabilir P ve Zn içerikleri ve toprakların tamamında ise alınabilir Fe içeriği bakımından sorunlar saptanmıştır. Toprakta karbon tutulması toprak yönetimine (toprak işleme, ekim nöbeti, gübreleme) göre değişiklik gösterebilmektedir. Toprak yönetimiyle ilgili bu üç esas etmenin karbon stoklarına etkisini belirlemek için tarla denemeleri kurulmalıdır. Arazi kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanılması için mutlaka akılcı arazi yönetim tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Toprakların sürdürülebilir yönetimi küresel karbon yönetimine de önemli düzeyde katkı sağlayacaktır. Ayrıca tarım arazilerinde karbon stoğunu arttırmak için farklı iklim ve farklı arazi kullanım türlerini esas alan çalışmalara önem verilmelidir. Kısa ve uzun dönemli izleme ve değerlendirme çalışmaları ile tarımsal amenajman tekniklerinin karbon depolaması ile olan ilişkileri ve bu ilişkilerin karakterizasyonu hakkında önemli bilgiler sunabilir. Sera gazlarının etkisini azaltmak ve toprak verimliliğini artırmak için organik madde miktarını artıracak uygulamalar (hasat artıklarının toprak yüzeyinde bırakılması, ahır gübresi, kompost vb.) yaygınlaştırılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2018-2644.

Kaynaklar

- Adiloğlu, A., Güler, M., 2002. Tekirdağ-Hayrabolu yöresinde yetiştirilen şeker pancarının (*Beta vulgaris* L.) beslenme durumunun belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fak. Derg. 16(29): 26–30.
- Akça, H., Taban, N., Turan, M.A., Taban, S., Ouedraogo, A.R., Türkmen, N., 2017. Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu. Toprak Bil. Bitki Besleme Der. 5(2): 93–100.
- Albaladejo, J., Ortiz, R., Garcia-Franco, N., Navarro, A. R., Almagro, M., Pintado, J. G., Martínez-Mena, M., 2013. Land use and climate change impacts on soil organic carbon stocks in semi-arid Spain. J. Soils Sediments, 13(2): 265-277.
- Anonim, 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (3. Baskı). T.C. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, Ankara.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2008. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment. Soil Sci. Soc. Am. J. 72(3): 693–701.
- Bremner, J. M., 1996. Nitrogen – Total. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 1085–1122. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Budak, M., Günal, H., 2018. Yukarı Dicle Havzasında farklı arazi kullanımları altındaki toprakların karbon depolama potansiyelleri. Anadolu Orman Araş. Der. 4(1): 61–74.



- Çelik, A., Sakin, E., 2017. Surface carbon concentrations and parameters of soils where medicinal and aromatic plants grow. *Appl. Ecol. Env. Res.* 15(3): 1057–1068.
- ÇEM, 2018. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Toprak organik karbonu projesi, teknik özet. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Chen, S., Arrouays, D., Angers, D. A., Chenu, C., Barré, P., Martin, M. P., Saby, A., P., N., Walter, C., 2019. National estimation of soil organic carbon storage potential for arable soils: A data-driven approach coupled with carbon-landscape zones. *Sci. Total Environ.* 666: 355-367.
- Demirsoy, A., 2019. 2035 Sonun Başlangıcı. Asi Yayıncılık, 176 sayfa, Ankara.
- Dengiz, O., Sağlam, M., Türkmen, F., 2015. Effects of soil types and land use - land cover on soil organic carbon density at Madendere watershed. *Eurasian J. Soil Sci.* 4(2): 82–87.
- DMİ, 2010. Devlet Meteoroloji İşleri, Çanakkale İklim Verileri (yayınlanmamış).
- Durukan Kopuz, A., Tetik, T., 2016. Trakya’da modern yaşamın izleri; Alpullu Şeker Fabrikası ve işçi konutları. A+Arch Design Int. *J. Architecture Design* 2(3): 1–15.
- Evrendilek, F., Çelik, İ., Kılıç, Ş., 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. *J. Arid Env.* 59: 743–752.
- FAO, 1990. Micronutrients Assessment at the Country Level. An International Study (Ed. M. Sillanpaa) FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO. Roma, Italy. 128 pp.
- FAO, 2008. Guide to Laboratory Establishment for Plant Nutrient Analysis. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 19 (Eds. M.R. Motsara, R.N. Roy), Rome. ISBN 978–92–5–10598.
- FAO, 2017. FAOSTAT. Data. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed November 20, 2019).
- Francaviglia, R., Di Bene, C., Farina, R., Salvati, L., 2017. Soil organic carbon sequestration and tillage systems in the Mediterranean Basin: A data mining approach. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 107: 125–137.
- Franko, U., Ruehlman, J., 2018. SOC sequestration as affected by historic and present management. *Geoderma* 321: 15–21.
- Gee, G. W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods.* 255–293. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Grossman, R.B., Reinsch, T.G., 2002. Bulk density and linear extensibility. In: J.H. Dane and G.C. Topp (Ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods.* 201–225. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Gonçalves, D. R. P., de Moraes Sá, J. C., Mishra, U., Cerri, C. E. P., Ferreira, L. A., Furlan, F. J. F., 2017. Soil type and texture impacts on soil organic carbon storage in a sub-tropical agro-ecosystem. *Geoderma*, 286: 88-97.
- Helmke, P. A., Sparks, D. L., 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and calcium. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* 551–574. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Kacar, B., 2019. Sürdürülebilir Tarımda Mikro Besin Maddeleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Koyuncu, M., 2012. Sarımsağın tarihçesi, kullanım alanları, sarımsağın faydaları. Taşköprü Sarımsak Paneli Bildiri Notları. 6 Şubat 2012. s. 11–19. T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı. Kastamonu.
- Kuo, S., 1996. Phosphorus. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* 869–920. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Lange, M., Eisenhauer, N., Sierra, C.A., Bessler, H., Engels, C., Griffiths, R.I., Mellado-Vazquez, P.G., Malik, A.A., Roy, J., Scheu, S., Steinbeiss, S., Thomson, B.C., Trumbore, S.E., Gleixner, G., 2015. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nat. Commun.* 6: 6707. doi: 10.1038/ncomms7707
- Li, Z. P., Han, F. X., Su, Y., Zhang, T. L., Sun, B., Monts, D. L., Plodinec, M., J., 2007. Assessment of soil organic and carbonate carbon storage in China. *Geoderma*, 138(1-2), 119-126.
- Li, X., Zhang, J., Gong, Y., Liu, Q., Yang, S., Ma, J., Zhao, L., Hou, H., 2020. Status of copper accumulation in agricultural soils across China (1985-2016). *Chemosphere.* doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125516
- Lindsay, W.L., Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Sci. Amer. J.* 42 (3): 421–428.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. In: Sparks, D. L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* 437–474. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Mayer, S., Kühnel, A., Burmeister, J., Kögel-Knabner, I., Wiesmeier, M., 2019. Controlling factors of organic carbon stocks in agricultural topsoils and subsoils of Bavaria. *Soil Till. Res.* 192: 22–32.
- Mayes, M., Marin-Spiotta, E., Szymanski, L., Erdoğan, M.E., Özdoğan, M., Clayton, M., 2014. Soil type mediates effects of land use on soil carbon and nitrogen in the Konya Basin, Turkey. *Geoderma*, 232-234: 517-527.



- Meena, R.S., Kumar, S., Yadav, G.S., 2020. Soil carbon sequestration in crop production.1–39. In: R.S. Meena (Ed.) Nutrient Dynamics for Sustainable Crop Production. Springer.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter: Laboratory methods. In: Sparks D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 961–1010. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Ogle, S. M., Breidt, F. J., Paustian, K., 2005. Agricultural management impacts on soil organic carbon storage under moist and dry climatic conditions of temperate and tropical regions. *Biogeochemistry*, 72(1): 87–121.
- Parlak, M., Everest, T., Tunçay, T., 2019. Rulo çim alanlarındaki toprakların ve çim bitkisinin bazı ağır metal (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb) içerikleri: Pilot çalışmaları: Edirne, Balıkesir ve Çanakkale. *ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg.* 7(2): 323–334.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 417–436. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook No: 60. 160 pp.
- Sakin, E., Çelik, A., Doğan, Z., Yalçın, H., Seyrek, A., 2018. Comparing carbon pools and some soil quality parameters of soils in organic and conventional agriculture land. *Fresen. Environ. Bull.* 27(11): 7536–7544.
- Taban, S., Çıkılı, Y., Kebeci, F., Taban, N., Sezer, S.M., 2004. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Tarım Bilimleri Der.* 10(3): 297-304.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. 475–490. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Türkeş, M., 2006. Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik*, 29: 99–107.
- TOB, 2020. Tarım Ürünleri Piyasaları, Şeker Pancarı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Ocak 2020, Ürün No: BÜ-20. Ankara
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal veriler. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi 20.11.2019).
- Vural, H., Eşiyok D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Yaşar Korkanç, S., Şahin, H., Özden, A.O., Özkurt, B., 2018. Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği. *Türkiye Ormançılık Der.* 19(4): 362-367.
- Weismeier, M., Urbanskia, L., Hobley, E., Lang, B., Lützw, M.V., Marin-Spiotta, E., Wesemael, B.V., Rabot, E., Liebf, M., Garcia-Francoa, N., Wollschlagerf, U., Vogelf, H.J., Kögel-Knabner, I., 2019. Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales. *Geoderma*, 333: 149–162.
- Wu, G. L., Liu, Z. H., Zhang, L., Chen, J. M., Hu, T. M., 2010. Long-term fencing improved soil properties and soil organic carbon storage in an alpine swamp meadow of western China. *Plant Soil*, 332(1-2): 331-337.
- Zengin, M., Özbahçe, A., 2011. Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. Atlas Akademi Yayın No: 4, Konya. 167 s.