

Yukarı Dicle Havzasında Farklı Arazi Kullanımları Altındaki Toprakların Karbon Depolama Potansiyelleri

M. Budak^{1,*}, H. Günal²

¹ Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt, Türkiye

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 26 Mayıs 2018

Kabul Tarihi : 2 Temmuz 2018

*Sorumlu yazarın e-posta adresi:
m.budak@siirt.edu.tr

ÖZ

Organik karbonun (C) toprakta zenginleşmesi, atmosferdeki C konsantrasyonunu azaltarak iklim değişikliği ile mücadelede geçerli bir stratejidir. Bu çalışmanın amacı, Yukarı Dicle Havzasında farklı arazi kullanımları altındaki topraklarının C depolama potansiyellerinin belirlenmesi ve haritalanmasıdır. Yaklaşık 8700 km² genişliğindeki çalışma alanı 5 km x 5 km'lik gridlere ayrılmış ve her gridin köşe noktasından toplam 210 adet bozulmuş ve bozulmamış yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Toprak özelliklerinin 5 km'den daha kısa mesafelerde değişkenliğini belirlemek amacıyla, birbirini izleyen iki kare gridin köşeleri arasında 250 m, 750 m ve 1750 m mesafelerden 42 toprak örneği daha alınmıştır. Toprak örneklerinin organik C ve hacim ağırlıkları belirlenmiş ve her nokta için karbon stoku hesaplanarak çalışma alanının toprak organik C stoku (TOCS) haritası hazırlanmıştır. Arazi kullanımlarının TOCS üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir. Çalışma alanında TOCS miktarı 8.06 ile 66.68 Mg ha⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama TOCS miktarı 30.33 Mg ha⁻¹'dir. Farklı arazi kullanımları arasında en yüksek TOCS miktarının 44.33 Mg ha⁻¹ ile ormanlık alanlarda iken en düşük TOCS miktarının ise 28.91 Mg ha⁻¹ ile tarla bitkileri ekili alanlarda olduğu görülmüştür. Özellikle mera alanlarında aşırı otlama ve tarım arazilerindeki geleneksel toprak işleme ile hasat atıklarının yakılması Yukarı Dicle Havzasında TOCS miktarı üzerinde olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Toprak karbon depolama, toprak organik karbonu, toprak işleme, farklı arazi kullanımı

Carbon Storage Potentials of Soils under Different Land Uses In Upper Tigris Basin

ABSTRACT

Organic carbon (C) sequestration in soils is a prevailing strategy in mitigating climate change by reducing C concentration in the atmosphere. The purpose of this study was to identify and map the C storage potential of soils under different land uses in the Upper Tigris Basin. The study area, covering an area of approximately 8700 km², was divided into 5 km x 5 km of grids and total of 210 disturbed and undisturbed surface (0-20 cm) soil samples were taken from the corners of the grids. In order to determine the variability in soil properties at shorter distances than 5 km, 42 additional soil samples were taken at 250 m, 750 m and 1750 m distances between two consecutive grid corners. Organic C and bulk density of soil samples were determined, amount of soil C stock (SOCS) for each sampling point was calculated and SOCS map of study area was built. Land use differences had a statistically significant effect on TOCS. The TOCS in study area ranged from 8.06 to 66.68 Mg ha⁻¹ and mean TOCS was 30.33 Mg ha⁻¹. The highest TOCS was found in forested lands with 44.33 Mg ha⁻¹ while the lowest TOCS was 28.91 Mg ha⁻¹ in field crops cultivated lands. Excessive grazing, especially in pasture areas, and conventional tillage with burning of harvest residues on agricultural lands had significant impact on TOCS in Upper Tigris Basin.

Keywords: Soil carbon storage, soil organic carbon, tillage, different land use

Bu makaleye atf:

Budak, M., Günal, H., 2018. Yukarı Dicle Havzasında Farklı Arazi Kullanımları Altındaki Toprakların Karbon Depolama Potansiyelleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 4(1): 61-74.

1. Giriş

Atmosferdeki karbon (C) döngüsü üzerine etkisinin yanı sıra (Vicente-Vicente et al., 2016; Yadav et al., 2017) toprak kalitesinin iyileştirilmesi ve tarımsal kalkınmanın sürdürülebilirliğine olan etkilerinden (Zhang et al., 2013a) dolayı C'nun (organik ve inorganik) toprakta depolanması oldukça önemlidir. Toprak organik C (TOC) terimi toprak organik maddesi içerisinde oluşan C'ü tanımlamaktadır ve toprağın hacim ağırlığı, organik C konsantrasyonu ve toprak derinliği göz önünde bulundurularak stok miktarı hesaplanabilmektedir (Lal et al., 2011). "Karbon bağlanması" terimi ise atmosferdeki karbondioksitin (CO₂) uzun süreli C havuzları şeklinde toprağa transferi işlemi olarak tanımlamak mümkündür (Olson et al., 2014). Atmosferdeki CO₂ seviyesinin artışı ve bu artışın devam edeceği endişesi, toprakların C depolama potansiyelleri ile ilgili araştırmaların daha fazla önem kazanmasına neden olmaktadır (Baker et al., 2007; Mishra et al., 2010; Lu and Liao, 2017).

Biyosfer ve atmosfere kıyasla toprak yaklaşık 2 kat daha fazla C depolamakta ve bir havuz görevi görmektedir (Lal and Kimble, 1997; Mishra et al., 2010). Toprakta C'nun depolanmasındaki çok küçük artışlar dahi atmosferdeki C konsantrasyonunun azalmasına katkı yaptığı gibi (Lal and Kimble, 1997; Mishra et al., 2010; Zhang et al., 2013b; Lu and Liao, 2017; Yadav et al., 2017) tarımsal sistemlerin üretkenliği ve sürdürülebilirliğinin geliştirilmesine (Lal, 2015), yüzey akışı ve erozyonun azaltılmasına (Söderstöm et al., 2014) ve özellikle toprak mikrobiyal aktivitesinin artışı ile birlikte toprak kalitesinin iyileştirilmesine (Lu and Liao, 2017) olumlu katkı yapmaktadır. Toprakta C bağlanması üzerine etki eden en önemli faktörler; C girdisi, ürün rotasyonu, toprak işleme amenajmanı, iklim koşulları, gübreleme ve toprak tekstürü olarak tanımlanmıştır (Lal, 2004). Bitkisel üretim, sulama, toprak işleme gibi tarımsal amenajman yöntemleri, bölgesel ve küresel ölçekte çevreyi etkileyen toprak C'unun kalitesi ve miktarına olumlu veya olumsuz etki etmektedir (Lu and Liao, 2017). Kucharik et al. (2001), tarım arazilerinde uygulanan amenajman yöntemlerinin neden olduğu toprak organik C konsantrasyonundaki azalmanın oldukça yüksek olduğu ve bu değerlerin topraktaki C miktarının yaklaşık %63'üne kadar ulaştığını rapor etmiştir. Ormanlık alanların yok edilmesi, bitki örtüsünün tahrip edilmesi (Lal and Kimble, 1997; Mishra et al., 2010) ve tarım arazilerinin yoğun kullanımı (Mishra et al., 2010) toprak organik C'unun azalmasına ve nihayetinde atmosfere salınan CO₂ miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda insan

kaynaklı sera gazı emisyonunun yaklaşık %10 ile 15'inin tarım topraklarından gerçekleştiği rapor edilmiştir (Smith et al., 2007).

Arazi kullanımındaki farklılık toprakta depolanan C miktarı üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. Aynı bölgede yer alan farklı arazi kullanımı altındaki toprakların C depolaması bakımından önemli düzeyde farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir (Qin et al., 2016). Yoğun bir şekilde yapılan toprak işlemenin toprakta büyük miktarda organik C kayıplarına neden olduğunu bildiren çok sayıda yayınlanmış araştırma raporu bulunmaktadır (Halvorson et al., 2002; Blanco-Canqui and Lal, 2008; Mishra et al., 2010; Huang et al., 2015; Gao et al., 2017). Tarımsal üretim yapılan arazilerde organik C'un birikmesi, toprak işlemeyi en aza indiren, arazi yüzeyinde hasat atıkları miktarını en yüksek seviyeye çıkaran amenajman sistemleri ve su ve besin kullanım etkinliğini arttıran üretim sistemlerinin uygulanması ile ilişkilendirilmiştir (Paustian et al., 1997).

Polat ve ark. (2012), farklı arazi kullanımına göre en önemli C depolama alanlarının ormanlık alanlar olduğu ve bu alanlarda yetişen bitkilerin yılda 3 ile 5 ton ha⁻¹ CO₂'i atmosfere alıp bitki ve toprakta depoladığını rapor etmişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar bitki türlerinin toprakta depolanan C miktarı üzerine önemli bir etkisi olduğunu ve kızılçam ormanları altındaki topraklarda saatte 11.7 ile 23.4 kg ha⁻¹ CO₂ üretilirken bu oranın tarla bitkileri altındaki topraklarda 1.25 ile 4.1 kg ha⁻¹ olarak ölçüldüğünü bildirmiştir. Don et al. (2011) tropik bölgelerde ormanlık alanların tahrip edilip tarla tarımına dönüştürmesi ile toprak C miktarının %25 ile 30 arasında azaldığını rapor etmiştir. Çayır mera alanları ile ormanlık alanlar tarım arazilerine kıyasla daha yüksek C depolama kapasitesine sahiptirler. Özellikle çayır mera alanları ile ormanlık alanların tahrip edilerek tarla tarımına dönüştürülmesi atmosfere salınan CO₂ miktarının artmasına neden olmaktadır (Lal and Kimble 1997). Bu nedenle, farklı arazi kullanımları altındaki toprakların C depolama potansiyellerinin belirlenmesi, mevcut durumun daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve toprakların C depolama potansiyellerinin iyileştirilmesi adına önemlidir. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde oldukça yoğun baraj ve sulama yatırımlarının yapıldığı, artan nüfusumuzun beslenme ve giyinmesinde gerekli hammaddenin üretileceği büyük tarım arazilerinin yer aldığı ve farklı arazi kullanım türleri altında yoğun tarımsal üretimin gerçekleştirildiği Yukarı Dicle Havzasında toprakların C depolama potansiyellerinin belirlenmesi ve haritalanmasıdır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanının genel tanımı

Çalışma 37°58'-38°30' (K) enlemleri ile 39°47'-41°30' (D) boylamları arasında Diyarbakır, Batman ve Siirt illerinin büyük bir kısmının içinde kaldığı yaklaşık 8700 km²'lik alanı kapsayan Yukarı Dicle Havzasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Oldukça geniş bir alanı kapsayan çalışma alanı içerisinde farklı jeolojik kökene sahip materyaller ile aluviyal düzlük, koluviyal etek arazisi, plato, dağ yamacı gibi çeşitli fizyografik üniteler yer almaktadır. Yüksek bir plato görünümünde olan havza birçok çanaklaşmış alt havza ve alçak tepelerden oluşmaktadır. Çalışma alanının Güney-Batı bölümünde Karacadağ'dan gelen bazaltlar yer alırken Güney, Güney-Doğu ve Doğu bölümünün büyük çoğunluğu konglomera, kil taşı, kumtaşı, şeyl ve yer yer jips özellikli Şelmo formasyonu üzerinde oluşmuştur. Kuzey ve Kuzey-Batı kısmının çoğunluğu kumtaşı, kil taşı, silt taşı ve kireçtaşı özellikli Lice formasyonu, orta kısımlarının büyük çoğunluğu ise Neritik kireçtaşı ve yer yer marn özellikli Fırat formasyonu üzerinde oluşmuştur (Sütçü, 2008; Çelik, 2015).

Çalışma alanında yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin karasal iklimi hâkimdir. Diyarbakır ilinin uzun yıllar (1984-2014) ortalama yıllık yağış miktarı 472 mm, Batman ilinin 470 mm ve Siirt ilinin ise 685 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklıklar ise Diyarbakır'da 15.8 °C, Batman'da 16.4 °C ve Siirt'te ise 16 °C'dir.

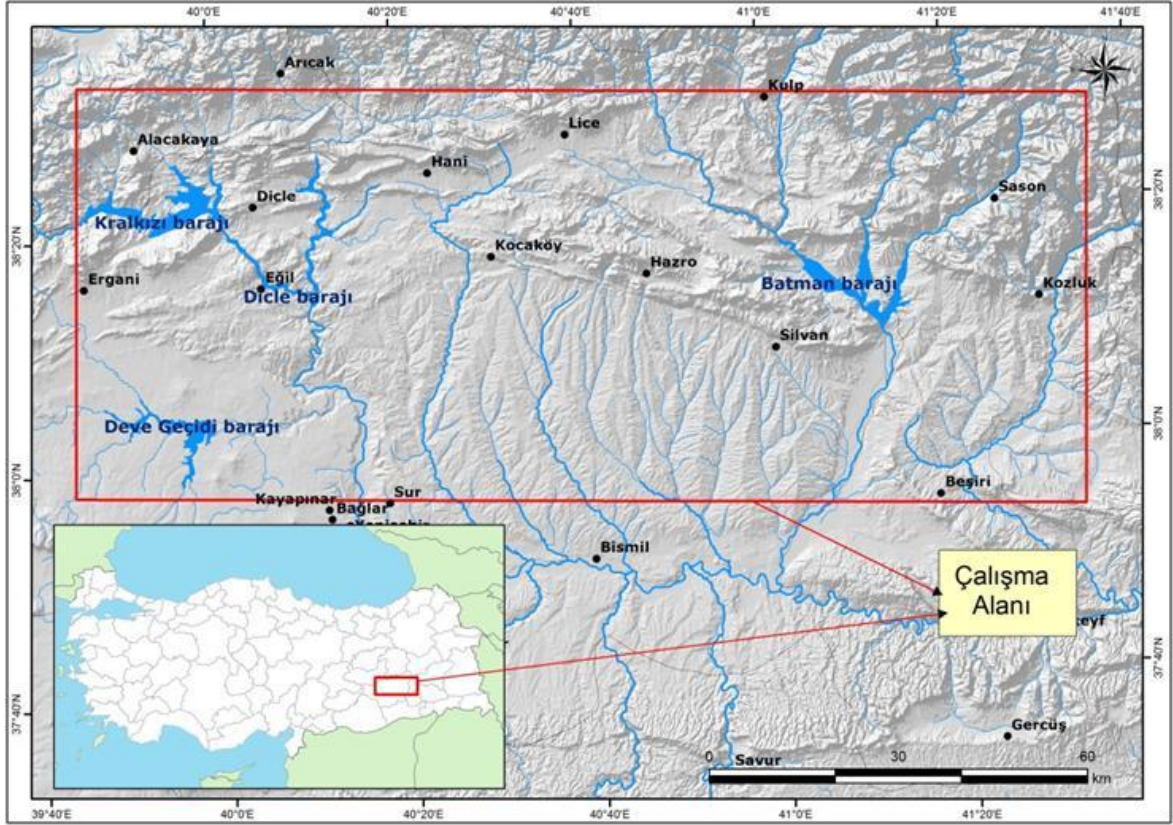
Doğal bitki örtüsü çoğunlukla geven (*Astragalus Gumifer*), tüylü buğday (*Aegilops Neglecta*), tilki bromu (*Bromus Rubens*), köpek dişi ayrığı (*Cynodon Dactylon*), yaban yulafı (*Avena Sterilis*), sakal otu (*Aegilops Triuncialis*) yabani arpa (*Hordeum Murinum* L.) gibi step bitkilerinden oluşmaktadır. Bu bitkiler yağışın bol olduğu ilkbahar aylarında kısa bir süre içinde yeşerip çiçeklenir ve yağışların kesilmesiyle kurak yaz başında hızla kurumaya başlarlar. Ormanlık alanlar genellikle çalışmanın kuzey kısmında yer almakta ve çoğunlukla meşe ağaçlarından oluşmaktadır. Alanda çoğunlukla kuru

tarım yapılmakta olup başta buğday olmak üzere, arpa, mercimek, mısır, pamuk ve tütün gibi tarla bitkileri, üzüm, badem, erik, fıstık ve elma gibi meyve ağaçları, çilek, karpuz, fasulye, domates, salatalık, acur, biber ve patlıcan gibi sebze bitkileri yetiştirilmektedir.

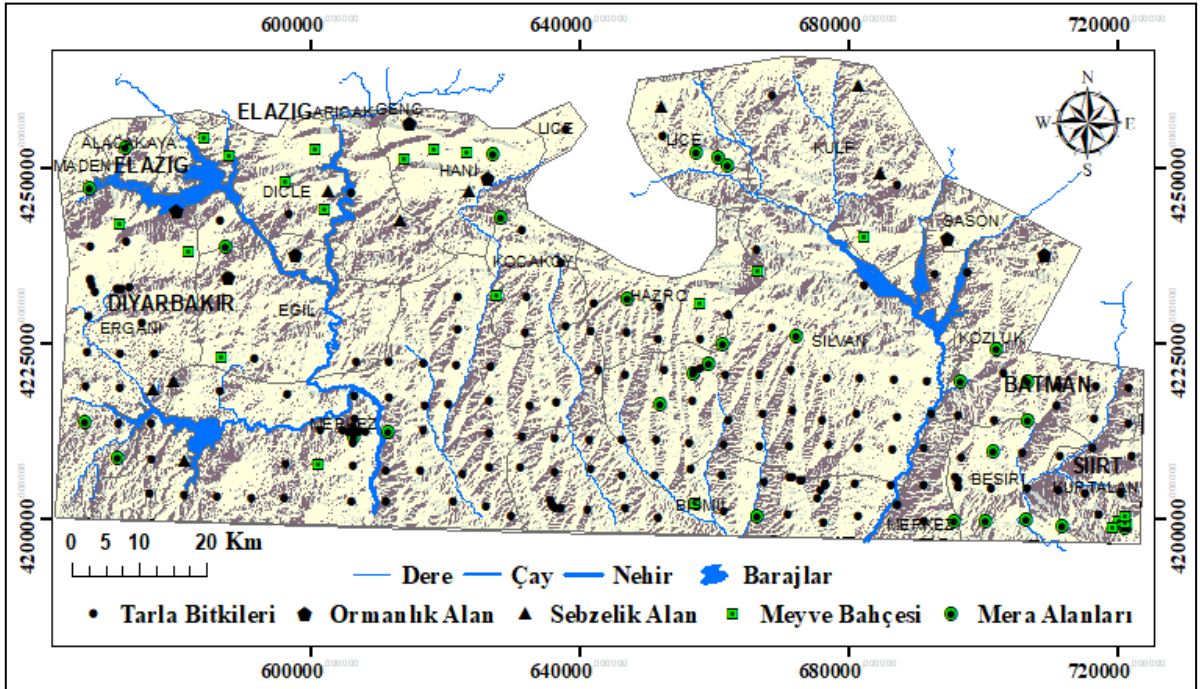
Çalışma alanında iklim, topoğrafya ve eğim farklılığından dolayı toprak işleme yöntemlerinde önemli bir farklılık görülmektedir. Genellikle sulama imkânlarının olmadığı, buğday ve arpa yetiştirilen alanlarda tohum yatağı hazırlamak için kulaklı pulluk, kültivatör ve goble diskli tırmık gibi geleneksel toprak işleme yöntemleri kullanılmaktadır. Alanda özellikle mercimek yetiştiriciliğinden sonraki dönemlerde buğday için tohum yatağının hazırlanmasında çoğunlukla kulaklı pulluk kullanımı tercih edilmektedir. Sulama imkânlarının olduğu, mısır ve pamuk yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda toprak işleme yöntemi sonbaharda kulaklı pulluk derin sürüm ve erken ilkbaharda kültivatör ile toprak işleme şeklindedir. Çalışma alanında yer yer anıza toprak işleme yöntemi uygulansa da toprak yüzeyinde kalan anızların ekin kambur böceği (*Zabrus spp.*) ve bitki kök çürüklüğüne sebep olduğu düşünüldüğünden bölgenin büyük çoğunluğunda hasattan sonra anızlar yakılmaktadır (Gürsoy ve ark., 2013).

2.2. Toprak örnekleme

Toplam 8.700 km² genişliğe sahip olan çalışma alanı 5 km x 5 km'lik gridlere ayrılmış ve her gridin köşe noktasından toplam 210 adet bozulmuş ve bozulmamış yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Toprak özelliklerinin 5 km'den daha kısa mesafelerde değişkenliğini belirlemek amacıyla, birbirini izleyen iki kare gridin köşeleri arasında 250 m, 750 m ve 1750 m mesafelerden 42 toprak örneği daha alınmıştır. Böylece toplam 252 noktadan 0-20 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alınmıştır (Şekil 2). Toprak örneklemesinin yapıldığı dönemde 184 noktada tarla bitkileri, 23 noktada meyve bitkileri ve 9 noktada ise sebze bitkileri yetiştiriciliği yapıldığı belirlenmiştir. Ayrıca toprak örneklerinin alındığı 29 nokta mera ve 7 nokta ise ormanlık alandan oluşmaktadır.



Şekil 1 Çalışma alanının coğrafi konumu



Şekil 2 Toprak örnekleme deseni

2.3. Toprak analiz yöntemleri

Bozulmuş toprak örnekleri oda sıcaklığında kurutulmuş ve laboratuvar analizleri için 2 mm'lik elekten geçirilerek hazır hale getirilmiştir. Parçacık büyüklük dağılımı hidrometre yöntemine (Gee and

Bauder, 1986); organik madde (OM) ve toprak organik C (TOC) değiştirilmiş Walkey-Black metoduna göre (Nelson and Sommers, 1982); hacim ağırlığı (ha) ise bozulmamış toprak örneklerinde silindir yöntemine göre belirlenmiştir (Blake and Hartge, 1986).

2.4. Toprak karbon stokunun belirlenmesi

Toprak organik C stoku (TOCS) miktarı eşitlik 1'e göre belirlenmiştir (Zhang et al., 2013b).

$$TOCS = ha \times D \times TOC \times A \quad (1)$$

Burada **ha**; 0-20 cm toprak derinliğindeki toprağın hacim ağırlığı ($Mg \ m^{-3}$), **D**; toprak örneğinin alındığı derinlik (metre), **TOC**; Walkey-Black metoduna göre elde edilen toprak organik C miktarı ($g \ kg^{-1}$) ve **A**; alanı ($ha: 10^4 \ m^2$) tanımlamaktadır.

2.5. İstatistiksel analizler

Belirlenen toprak özelliklerinin en küçük, en yüksek, ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı ve yatıklık değerlerine ait tanımlayıcı istatistikleri SPSS 21.0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

2.6. Toprak özelliklerine ait mesafeye bağlı değişimin modellenmesi ve haritalanması

Toprak özelliklerine mesafeye bağlı değişkenlikler GS⁺7.0 paket programında modellenmiş ve elde edilen model parametrelerinin kullanılarak ArcGIS 10.2.1 paket programı ile haritalanmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen özelliklere ait semivariogramlar oluşturulurken mesafeye bağlı değişkenliği en iyi tanımlayan modelin seçiminde modele ait r^2 ve ölçüm hatalarının göstergesi olan Artık Kareler Toplamı (Residual Sum of Squares, RSS) değerleri dikkate alınmıştır. En iyi modelin seçiminde r^2 değerinin 1.0'a ve RSS değerinin ise sıfır (0)'a yakın olanları tercih edilmiştir (Yang et al., 2011). Semivariogram ve çapraz değerlendirme sonucu elde edilen parametreler (nugget, sill, range, aktif lag değeri ve komşu sayısı) kullanılarak ArcGIS 10.2.1 paket programının jeostatistik modülünde yer alan ordinary kriging yöntemi ile her bir toprak özelliği için dağılım haritaları üretilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Farklı arazi kullanımları altındaki toprakların bir kısım fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Yarı kurak bir iklime sahip çalışma alanında toprak C stoku (TOCS) 8.06 ile 66.68 $Mg \ ha^{-1}$ arasında olup ortalama TOCS 30.33 $Mg \ ha^{-1}$ 'dir (Tablo 1; Şekil 4). Çalışma alanında TOCS'unun yüksek bir değişkenlik göstermesinin temel nedeni

arazi kullanımlarının, toprak işleme, bitkisel üretim deseni, gübreleme ve sulama gibi tarımsal uygulamaların, yağış ve sıcaklık miktarının farklılığıdır. Toros Dağlarında farklı amenajman uygulamaları altındaki arazilerde yapılan bir çalışmada, TOCS'unun ortalama 32.64 (tarım alanları) ile 57.32 (çayır-mera) $Mg \ ha^{-1}$ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Evrendilek et al., 2004). Araştırmacılar özellikle tarım alanlarında toprak işleme yöntemlerinin TOCS'nun azalması üzerine önemli bir etki yaptığını belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada Alvarez et al. (2014), farklı bitki türleri ve farklı toprak işleme yöntemleri altındaki yüzey topraklarında TOCS'nun ortalama 12.6 ile 20.7 $g \ kg^{-1}$ arasında değişim gösterdiğini rapor etmiştir. Değişkenliğin temel nedeninin alanda yer alan farklı bitki deseni ve toprak işleme yöntemleri olduğu ifade edilmiştir.

Toprakta dayanıklı agregatların oluşumu, toprağın erozyona karşı direnç göstermesi, toprakta suyun hareketi, bitki büyümesi, biyo-çeşitlilik (Budak et al., 2018) ve özellikle de toprakta C depolanması üzerine olan etkilerinden (Lal and Kimble, 1997; Shang-Qi et al., 2013; Zhang et al., 2013b) dolayı organik madde önemli bir toprak özelliğidir. Toprakların TOCS'u hesaplanırken göz önünde bulunduran organik madde içeriği çalışma alanında yer yer %0.42 (Mera) gibi yetersiz iken kimi arazilerde %4.20 (Sebze ekili alanlar) gibi yüksek düzeylere çıkmaktadır (Tablo 1). Alanda yüksek değişkenlik (%VK=36.21) gösteren organik madde, TOCS'unun da değişken olmasına neden olmuştur. Çalışma alanı topraklarının düşük organik madde içeriğine (ortalama %1.82) sahip olması TOCS miktarının da düşüklüğüne neden olmuştur. Poeplau and Don (2015) TOCS miktarında meydana gelen değişikliklerin temel nedeninin organik maddenin ayrışma düzeyi, gübreleme yöntemi gibi C girdileri ile yıkanma ve erozyon gibi C çıktıları arasındaki dengesizlik olduğunu rapor etmiştir.

Hacim ağırlığı TOCS'nun hesaplanmasında kullanılan diğer bir toprak özelliğidir (Halvorson et al., 2002; Evrendilek et al., 2004; Blanco-Canqui and Lal, 2008; Mishra et al., 2010; Zhang et al., 2013b). Çalışma alanı topraklarının hacim ağırlığı 1.12 ile 1.93 $gr \ cm^{-3}$ arasında olup ortalama 1.45 $gr \ cm^{-3}$ 'tür (Tablo 1; Şekil 4). Hacim ağırlığının geniş bir aralıkta değişim göstermesinin temel nedeni alanda organik madde, tekstür içeriği, yüzey taşlılığı ve toprak işleme yöntemlerinde görülen değişkenliktir. Blanco-Canqui and Lal (2008), hacim ağırlığının toprak işleme yöntemlerine göre değişkenlik gösterdiğini ve bunun da hacim ağırlığı ile birlikte TOCS üzerinde de önemli bir etkisi

olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar amenajman uygulamalarının hacim ağırlığına olan etkisinin alana özgü olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca toprak işleme zamanı ve süresi ile toprak tekstürünün de hacim ağırlığı üzerine önemli

düzye etkili olduğunu bildirmişlerdir. Toprak işleme süresi arttıkça toprakların hacim ağırlığı artmakta buna bağlı olarak TOCS miktarı artmaktadır.

Tablo 1 Çalışma alanı topraklarına ait tanımlayıcı istatistik parametreleri

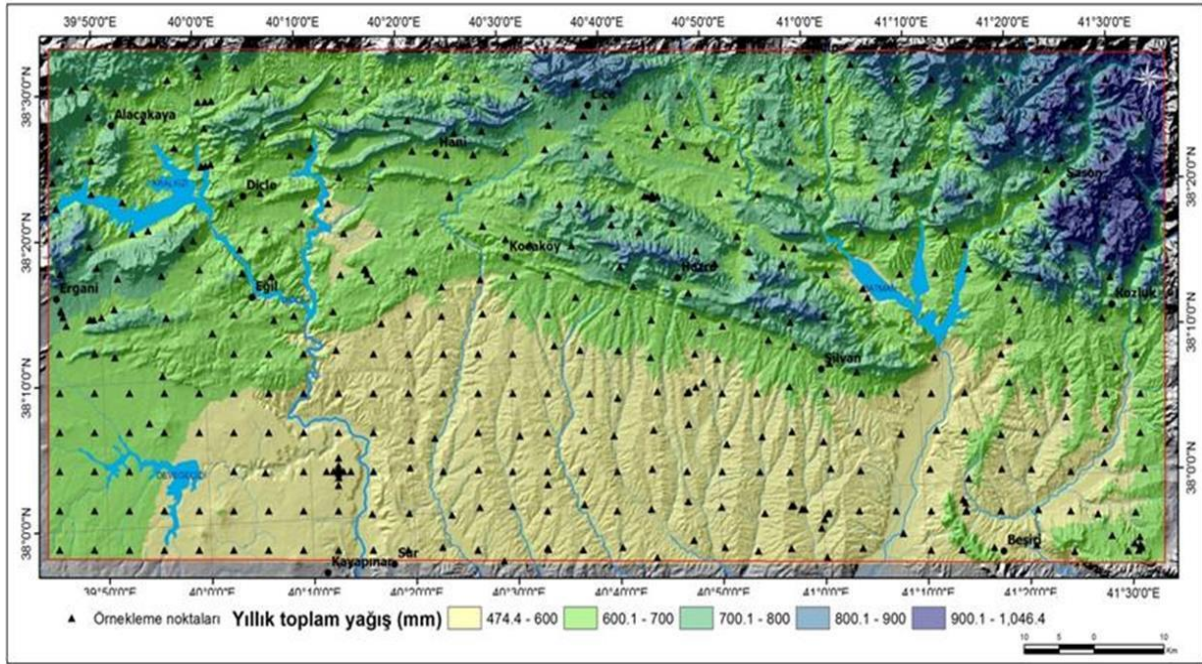
Tüm Alan							
Özellik	Birim	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Std. Sapma	% VK	Çarpıklık
Kil		15.20	77.70	50.86	15.31	30.12	-0.05
Kum	%	4.80	59.10	26.54	13.65	51.44	0.50
OM		0.42	4.20	1.82	0.66	36.21	0.93
TOC	gr kg ⁻¹	2.44	24.36	10.53	3.81	36.21	0.93
Hacim Ağırlığı	gr cm ⁻³	1.12	1.93	1.45	0.16	10.78	0.23
TOCS	Mg ha ⁻¹	8.06	66.68	30.33	10.71	35.30	0.81

VK: Varyasyon Katsayısı

Çalışma alanımızın da dahil olduğu Diyarbakır ilinde yüzey topraklarında organik C stokunun 24.43 ile 65.57 Tg arasında değiştiği ve değişkenliğin temel nedeninin amenajman uygulamaları ve özellikle yağış miktarındaki değişkenlik olduğu rapor edilmiştir (Sakin et al., 2014). Yağış rejimindeki değişkenlik bitki örtüsünün önemli düzeyde değişmesine neden olmaktadır (Türkeş, 2012; Hayas et al., 2017; Masocha et al., 2017; Nourani et al., 2017). Yağışın azaldığı alanlarda bitki tür sayısı, miktarı ve örtüsü azalmaktadır (Türkeş, 2012). Bu durum depolanacak TOC miktarının azalmasına neden olmaktadır. Çalışma alanının güney kısmında yağış miktarı 474 ile 600 mm arasında değişim gösterirken kuzeye gidildikçe yağış artmakta ve yer yer 1046 mm'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 3). Çalışma alanında yağış miktarının değişken olması bitki örtüsü ve miktarına etki ettiğinden TOCS üzerine de önemli düzeyde etki etmektedir. Toprağa uygulanan gübreleme yöntemlerine bağlı olmadan TOC bağlanmasının en düşük olduğu yerlerin tropik bölgeler olduğu ve bunu daha sıcak ve soğuk olan iklimlerin yer aldığı bölgelerin takip ettiğini bildiren Han et al., (2016)'da iklimin TOC bağlanma oranı ve miktarı üzerine en etkili faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Toprak özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi ortaya koyan korelasyon analizine ait veriler Tablo 2'de

verilmiştir. Organik madde içeriği ile TOCS arasında önemli düzeyde ($r=0.949$) pozitif bir ilişki ($p<0.01$) bulunurken; hacim ağırlığı ile herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Ayrıca toprak organik C'ü ile hacim ağırlığı arasında ($r=-0.211$) istatistiksel olarak önemli düzeyde negatif bir ilişki ($P<0.01$) olduğu görülmüştür (Tablo 2). Toprakların C stok potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan hacim ağırlığı ile TOCS arasında pozitif bir ilişki beklenirken çalışma alanımızda herhangi bir ilişkinin olmaması hacim ağırlığına etki eden faktörlerin çok değişken olduğunu göstermektedir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre toprakların organik madde içeriği arttıkça hacim ağırlığının azaldığı görülmektedir. Toprakta organik madde oranı arttıkça hacim ağırlığının azaldığı ve toprakta hacim ağırlığını düşürmek için toprağa organik materyallerin ilave edilmesi gerektiği birçok araştırmacı tarafından da rapor edilmiştir (Perie and Quimet, 2008; Çelik et al., 2010; Poeplau and Don, 2015; Reichert et al., 2018). Bu durum TOCS'ü üzerine organik maddenin daha yüksek bir etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Toprak özelliklerine ait dağılım haritalarında da bu durum net bir şekilde görülmektedir. Özellikle organik madde içeriğinin yüksek olduğu alanlarda TOCS'nun arttığı görülebilmektedir (Şekil 4).



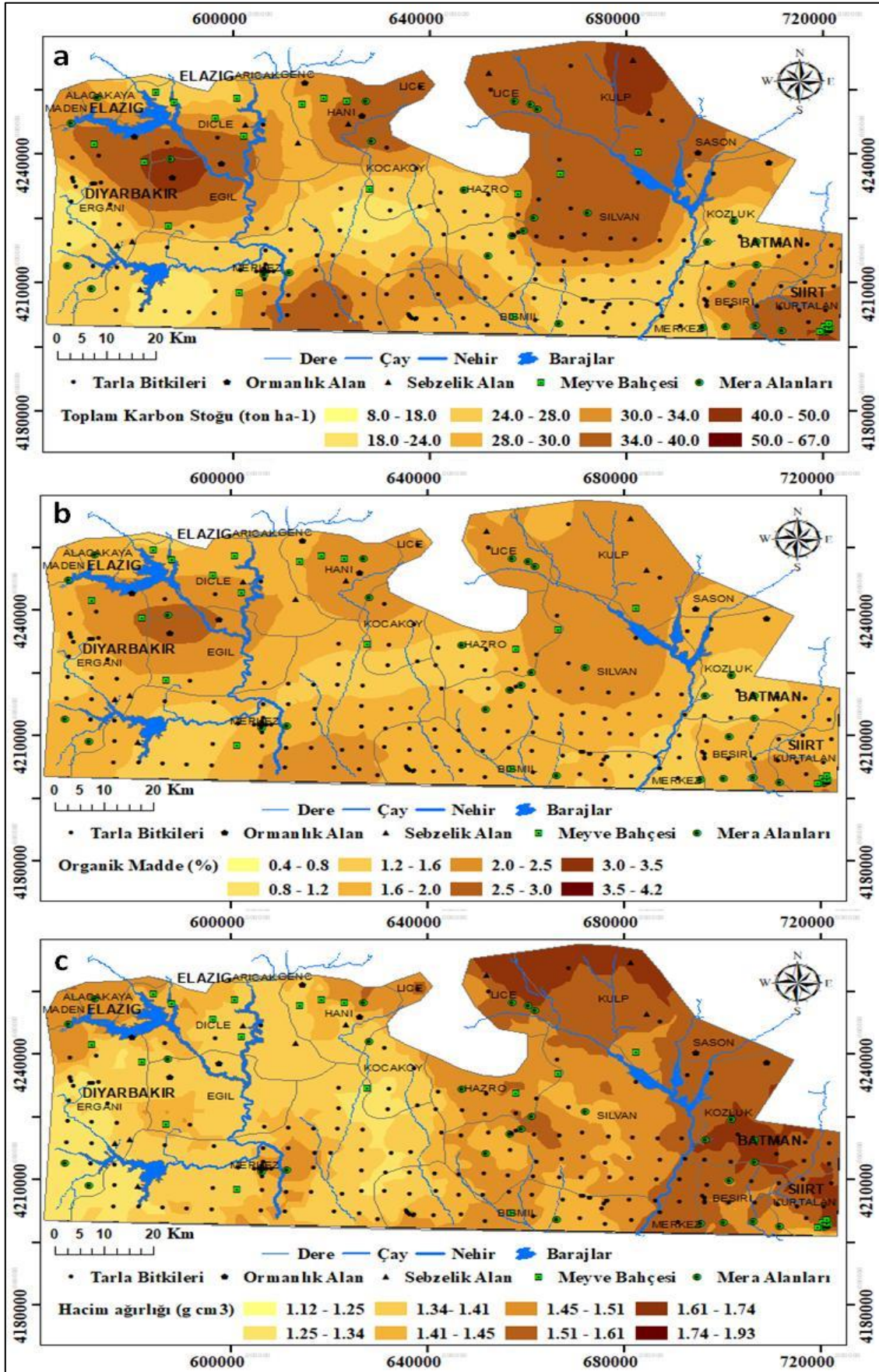
Şekil 3 Diyarbakır ve Batman iline ait uzun yıllar (1975-2015) ortalama yıllık toplam yağış dağılımı

Tablo 2 Toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları.

	TOC	Hacim Ağırlığı	TOCS
TOC	1		
Hacim Ağırlığı	-0.211**	1	
TOCS	0.949**	0.085	1

Yukarı Dicle Havzasında iklim (Şekil 3), TOCS, organik madde ve hacim ağırlığı (Şekil 4) için oluşturulan dağılım haritaları incelendiğinde yağışın yüksek olduğu Diyarbakır iline bağlı Silvan, Lice ve Kulp ilçeleri ile Batman iline bağlı Sason ilçesi üçgeninde kalan alanda TOCS miktarının en yüksek değerlere çıktığı gözlemlenmektedir. Bu alanlarda yağış miktarının yüksek olması nedeni ile daha iyi bir vejetasyon gelişimi söz konusudur. Ayrıca bu alanda organik madde içeriğinin de yüksek olması TOCS miktarının da artmasını sağlamıştır. Özellikle tarımsal üretimin yoğun bir şekilde yapıldığı, genellikle arpa ve buğday gibi tarla bitkilerinin

ekildiği, Diyarbakır iline bağlı, Kocaköy, Hazro, Ergani, Bismil ilçeleri ile Batman iline bağlı Kozluk ilçelerinde ise TOCS değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun temel nedenleri bu alanlarda uygulanan geleneksel yoğun işleme ve anızların yakılması gibi uygulamalar nedeni ile toprakta organik madde kaybının fazla olması ve yağışın diğer alanlara kıyasla çok daha düşük olması şeklinde ifade edilebilir.



Şekil 4 (TOCS) (a), OM (b) ve hacim ağırlığı (c) özelliklerine ait dağılım haritaları

3.1. Farklı arazi kullanımlarının toprak karbon stoku üzerine etkisi

Farklı arazi kullanımları altındaki toprakların özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri Tablo 3'te verilmiştir. Beş farklı arazi kullanımının bulunduğu çalışma alanında en yüksek TOCS, 44.33 Mg ha⁻¹ ile ormanlık alanlarda, en düşük TOCS ise 28.91 Mg ha⁻¹ ile tarla bitkileri ekili alanlarda yer almaktadır. Çalışma alanında araziler ortalama organik madde içeriği bakımından ormanlık alanlar (% 2.72) > sebze ekili alanlar (%2.34) > mera alanları (%1.93) > meyve bitkileri ekili alanlar (%1.87) > tarla bitkileri ekili alanlar (%1.73) şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 3). Tarla tarımının yapıldığı alanlardaki topraklar diğer alanlara göre daha düşük organik madde ve TOCS miktarına sahiptir. Bunun temel nedenleri toprak işleme ile organik maddenin daha hızlı ayrışması (Dignac et al., 2017; Gözübüyük ve ark., 2017) toprakların erozyona karşı daha hassas olması nedeniyle üst topraklarının taşınması (Bayer et al., 2006) ve toprak yüzeyinde kalan anızların yakılması (Sun et al., 2016) ile oluşan toprak C kayıplarıdır.

Yoğun bir şekilde uygulanan toprak işleme agregatların parçalanmasına ve agregatlar içinde tutulan organik maddenin mikroorganizmalar tarafından mineralize edilmesine yol açmaktadır. Ayrışma sonucu açığa çıkan CO₂ atmosfere salınmakta ve bunun sonucunda da toprakların C içeriği önemli ölçüde azalmaktadır (Polat ve ark., 2012). Araştırma yapılan alanın büyük bir kısmında arpa, buğday ve mercimek gibi tarla bitkilerinin üretimi yapılmaktadır. Toprak işleme genellikle geleneksel yöntemlerle ve çok sayıda yapılmaktadır. Ayrıca hasat sonrası arazilerin büyük bir kısmında tarla yüzeyinde kalan anızlar bir sonraki ürün için arazi hazırlığının daha kolay yapılabilmesi amacı ile yakılmaktadır. Bu uygulamalar toprakta organik maddenin azalmasına ve yer yer %0.53 gibi çok düşük düzeylere düşmesine neden olmaktadır. Organik madde içeriğinin yetersizliği tarla bitkileri ekili alanların TOCS miktarının diğer arazi kullanımlarına kıyasla daha düşük çıkmasına neden olmuştur. Meyve yetiştiriciliği yapılan alanlarda da yabancı ot mücadelesi amacı ile toprak işlemenin çok yoğun yapıyor olması TOCS'unun düşük olmasına yol açmıştır. Evrendilek et al., (2012)'da tarım arazilerinde TOCS'nun diğer arazi kullanımlarına kıyasla daha düşük olmasının nedeninin yoğun bir şekilde yapılan geleneksel toprak işleme olduğunu bildirmişlerdir. Farklı toprak işleme yöntemleri altındaki alanlarda yürütülen

çalışmalarda toprakta C birikiminin geleneksel toprak işlemenin yapıldığı alanlarda en az, toprak işlemenin azaltıldığı veya hiç yapılmadığı alanlarda ise en fazla görüldüğü rapor edilmiştir (Bayer et al., 2006; Conceição et al., 2013; Büchi et al., 2017; Acar et al., 2018).

Sebze ekili alanlarda OM içeriği %0.8 ile 4.20 arasında TOCS ise 15.97 ile 63.43 Mg ha⁻¹ arasında değişim göstermekte olup tarla bitkileri ve meyve bitkileri ekili alanlara göre daha yüksek bir ortalama OM (% 2.34) ve TOCS'na (38.23 Mg ha⁻¹) sahiptir (Tablo 3). Sebze ekili alanlarda geleneksel toprak işleme yöntemleri uygulanmasına rağmen daha yüksek bir TOCS ve OM içerisine sahip olmaları muhtemelen sebzelik alanlarda araziye uygulanan hayvan gübresinden kaynaklanmaktadır. Arazi çalışmaları esnasında sebze ekili alanların genellikle aile işletmeciliği şeklinde yapıldığı ve her sene daha iyi ürün almak için hayvan gübresinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum çalışma alanında organik madde içeriğinin yer yer %4.20 gibi yüksek değerlere çıkmasına ve bunun sonucunda da daha yüksek bir TOCS miktarına ulaşmasına neden olmuştur.

Mera alanlarının OM içeriği %0.42 ile 4.17 arasında ve TOCS miktarı ise 8.06 ile 66.68 Mg ha⁻¹ arasında değişmektedir. Toprak özelliklerinin değişkenliğini tanımlamada kullanılan % varyasyon katsayılarına (%VK) göre OM içeriği ve TOCS bakımından en yüksek değişkenliğin olduğu arazi kullanım türü meralardır. Diyarbakır ili meralarında yapılan vejetasyon etüdüne göre merada bitki örtüsü ile kaplama oranının %46.2 ile 72 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Seydoşoğlu ve ark., 2015). Araştırmacılar bölgedeki meraların karasal iklim etkisinde olduğunu ve kuraklıkla beraber otlatma yoğunluğundan aşırı zarar gördüğünü rapor etmişlerdir. Mera alanlarında TOCS'un çok değişken olması, meralardaki otlatma kapasitelerinin ve yağış miktarının (474-1046 mm arasında) farklılığı nedeni ile bitki örtüsünde görülen değişkenlik ile ilişkilendirilmiştir. Bir başka çalışmada, Adana çevresinde Toros dağlarında yer alan meralarda TOCS miktarı ortalama 57.32 Mg ha⁻¹ olarak rapor edilmiştir (Evrendilek et al., 2004). Yukarı Dicle Havzası için yaptığımız bu çalışmada diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalara göre meraların daha düşük TOCS miktarına sahip olmasının temel nedeni, bölgede küçükbaş hayvancılığın yoğun olması ve meraların kapasitelerinin üzerinde otlatılmasıdır.

Tablo 3 Farklı kullanım altındaki topraklara ait tanımlayıcı istatistik verileri.

Özellik	Birim	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Std. Sapma	% Varyasyon Katsayısı	Çarpıklık
Tarla Bitkileri Ekili Alanlar							
OM	%	0.53	3.67	1.73	0.55	31.89	0.73
TOC	gr kg ⁻¹	3.08	21.27	10.04	3.20	31.90	0.73
Hacim Ağırlığı	gr cm ⁻³	1.14	1.89	1.45	0.15	10.64	0.19
TOCS	Mg ha ⁻¹	10.09	63.94	28.91	8.92	30.86	0.51
Meyve Bitkileri Ekili alanlar							
OM	%	1.02	3.48	1.87	0.69	37.08	0.61
TOC	gr kg ⁻¹	5.94	20.19	10.85	4.02	37.04	0.62
Hacim Ağırlığı	gr cm ⁻³	1.25	1.93	1.48	0.14	9.59	1.26
TOCS	Mg ha ⁻¹	17.48	59.39	31.97	11.54	36.11	0.51
Sebze Bitkileri Ekili Alanlar							
OM	%	0.83	4.20	2.34	1.01	43.40	0.32
TOC	gr kg ⁻¹	4.83	24.36	13.55	5.88	43.42	0.32
Hacim Ağırlığı	gr cm ⁻³	1.14	1.76	1.43	0.22	15.20	0.05
TOCS	Mg ha ⁻¹	15.97	63.43	38.23	16.45	43.02	0.07
Mera Alanları							
OM	%	0.42	4.17	1.93	0.88	45.50	0.92
TOC	gr kg ⁻¹	2.44	24.17	11.17	5.08	45.47	0.92
Hacim Ağırlığı	gr cm ⁻³	1.12	1.77	1.46	0.17	11.98	0.10
TOCS	Mg ha ⁻¹	8.06	66.68	32.17	14.32	44.52	0.79
Ormanlık Alanlar							
OM	%	1.91	3.54	2.72	0.65	23.73	0.30
TOC	gr kg ⁻¹	11.05	20.52	15.77	3.74	23.74	0.29
Hacim Ağırlığı	gr cm ⁻³	1.28	1.56	1.40	0.11	7.62	0.58
TOCS	Mg ha ⁻¹	33.64	64.00	44.33	12.23	27.58	0.94

Yukarı Dicle Havzasında bulunan bazı ormanlık alanların OM içeriği %1.91 ile 3.54 arasında ve TOCS miktarı ise 33.64 ile 64.00 Mg ha⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama OM içeriği %2.72 ve ortalama TOCS miktarı 44.33 Mg ha⁻¹'dir. Çoğunlukla Meşe ağaçlarından ve çalılardan oluşan ormanlık alanlar havzada en yüksek TOCS miktarına sahip alanları oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu TOCS miktarı ülkemizde ormanlık alanlarda yapılan birçok araştırmada rapor edilen ortalama TOCS değerlerinden daha düşüktür. Bunun temel nedeni ormanlık alanların uygunsuz biçimde otlatılması, bitki örtüsünün seyrek olması, sık orman yangınları ve yer yer ormanlık alanlarda görülen şiddetli su erozyonudur (Şekil 5). Adana ilinde ormanlık alanlarda 0-20 cm toprak derinliğinde ortalama TOCS miktarı 56.48 Mg ha⁻¹ (Evrendilek et al., 2012), Kastamonu ilinde genç köknar ağaçlarından oluşan ormanlarda TOCS miktarı 48.6 Mg ha⁻¹ köknar ağaçlarından oluşan ormanda ise 47.4 Mg ha⁻¹ olarak bildirilmiştir (Sarıyıldız ve ark., 2017). Araştırmacılar, ormanlık alanlarda depolanan C miktarının, bölgenin iklimine, topoğrafyasına, toprak tipine, ağacın türü ve yaşına göre değiştiğini rapor etmişlerdir.

Varyasyon analizi sonuçlarına göre yarı kurak bir iklime sahip Yukarı Dicle Havzasında bulunan farklı arazi kullanımları altındaki topraklar OM içeriği ve

TOCS miktarı bakımından P<0.01 önem seviyesinde birbirlerinden farklı iken, hacim ağırlığı bakımından arazi kullanımları arasında önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Arazi kullanımlarının benzerliklerini belirlemek için yapılan DUNCAN testine göre hem OM içeriği hem de TOCS miktarı bakımından meyve bahçeleri ile mera alanlarının benzer olduğu diğer arazi kullanımlarının ise önemli düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Hacim ağırlığı bakımından ise tüm arazi kullanımlarının benzer özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4). Daha öncede değinildiği gibi yoğun bir şekilde uygulanan toprak işleme yöntemleri agregatların parçalanmasına ve agregatlar içerisinde tutulan organik maddenin daha fazla ayrışmasına neden olmaktadır (Polat ve ark., 2012). Ayrıca toprak işleme yöntemlerinin kolay uygulanabilmesi ve zararlı böcek ve hastalık riski oluşturduğu düşüncesi nedenleri ile özellikle buğday ve arpa ekili alanlarda hasattan sonra anızlar yakılmaktadır (Gürsoy ve ark., 2013). Anızların yakılması ile toprağa karışacak organik atıklar azalmaktadır (Coşkan ve ark., 2006). Bu nedenlerden dolayı tarla bitkileri ekili alanlarda OM ve TOCS değerleri diğer kullanımlara göre daha düşük çıkmıştır. OM ve TOCS değerlerinin düşük olduğu ve birbirine benzer özellik gösteren diğer arazi kullanımları ise mera alanları ile meyve bahçeleridir. Çalışma alanında incelenen meyve

bahçelerinde yabancı ot kontrolü genellikle toprak işleme yöntemleri ile gerçekleştirildiğinden bu alanlarda organik maddenin ayrışması daha fazla olmaktadır. Mera alanlarının yoğun bir şekilde otlatılması ise toprağa karışacak organik materyalin azalmasına zamanla da mera kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle mera alanları ve meyve bahçeleri ortalama OM ve TOCS değerleri bakımından diğer kullanımlara göre farklılık göstermiştir. Çalışma alanının kuzey kısmı hem yağışların fazla olduğu hem de bitki örtüsünün en

yoğun olduğu ormanlık alanlardan oluşmaktadır. Genellikle ormanlıklarda toprakta organik maddenin birikimi ayrışmadan daha fazla olmaktadır (Neill et al., 1997; Perie and Quimet, 2008). Bu nedenle toprakta OM birikimi artmaktadır. Ormanlık alanlarda ortalama OM içeriğinin diğer kullanımlara göre daha yüksek olması ortalama TOCS değerinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı ortalama OM ve TOCS değerleri bakımından arazi kullanımları farklılık göstermiştir.



Şekil 5. Çalışma alanındaki ormanlık alanlarda görülen yüzey erozyonu

Tablo 4 Arazi kullanımlarına göre toprak özelliklerine ait DUNCAN ve ANOVA testi verileri

	TOCS	OM	Hacim Ağırlığı
Tarla Bitkileri	28.91c	1.73c	1.45a
Meyve Bahçeleri	31.97cb	1.87cb	1.48a
Mera Alanları	32.17cb	1.92cb	1.46a
Sebze Bitkileri	38.23ba	2.34ba	1.43a
Ormanlık Alanlar	44.33a	2.72a	1.40a
ANOVA	0.000	0.000	0.766

4. Sonuçlar

Elde edilen bulgular, yarı kurak bir iklime sahip Yukarı Dicle Havzasında arazi kullanımlarındaki farklılığın toprakta depolanacak organik C miktarı üzerine önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada, yoğun tarımsal üretimin yapıldığı alanlarda uygulanan geleneksel

toprak işleme yöntemlerinin ve mera alanları üzerindeki baskının toprak organik maddesini dolayısı ile toprakta depolanacak C miktarını önemli ölçüde azalttığı da tespit edilmiştir. Sonuçlar, Yukarı Dicle Havzası ve benzer iklim özelliklerine sahip diğer bölgelerde organik madde üzerinde olumsuz etkiye sahip olan geleneksel toprak işleme yöntemlerinden uzaklaşıp birçok ülkede kabul gören korumalı toprak işleme yöntemlerinin uygulanmasının, meraların ıslah edilmesinin ve ormanlık alanlarda oluşan tahribatın ortadan kaldırılarak sürdürülebilir orman yönetiminin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, 214O374 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

Acar, M., Celik, I., and Günel, H., 2018. Effects of long-term tillage systems on aggregate-associated organic carbon in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Eurasian Journal of Soil Science*, 7(1), 51-58.

Alvarez, C., Alvarez, C. R., Costantini, A., Basanta, M., 2014. Carbon and nitrogen sequestration in soils under different management in the semi-arid Pampa (Argentina). *Soil and Tillage Research*, 142, 25-31.

Baker, J. M., Ochsner, T. E., Venterea, R. T., Griffis, T. J., 2007. Tillage and soil carbon sequestration—What do we really know? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1-4), 1-5.

Bayer, C., Martin-Neto, L., Mielniczuk, J., Pavinato, A., Dieckow, J., 2006. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. *Soil and tillage research*, 86(2), 237-245.

Blake GR, Hartge K.H., 1986. Bulk Density. *Methods of Soil Analysis, Part 1, Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA*. pp: 363-375,

Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2008. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment. *Soil Science Society of America Journal*, 72(3), 693-701.

Budak, M., Gunal, H., Celik, I., Yildiz, H., Acir, N., Acar, M., 2018. Soil Quality Assessment Of Upper Tigris Basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(1), 301-316.

Büchi, L., Wendling, M., Amossé, C., Jeangros, B., Sinaj, S., Charles, R., 2017. Long and short-term changes in crop yield and soil properties induced by the reduction of soil tillage in a long-term experiment in Switzerland. *Soil and Tillage Research*, 174, 120-129.

Celik, I., Gunal, H., Budak, M., Akpınar, C., 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma*, 160(2), 236-243.

Çelik, R., 2015. Temporal changes in the groundwater level in the Upper Tigris Basin, Turkey, determined by a GIS technique. *Journal of African Earth Sciences*. 107: 134-143.

Conceição, P. C., Dieckow, J., Bayer, C., 2013. Combined role of no-tillage and cropping systems in soil carbon stocks and stabilization. *Soil and Tillage Research*, 129, 40-47.

Coşkan, A., Gök, M., Doğan, K. 2006. Anız yakılmış ve yakılmamış parseller üzerine uygulanan tütün atığının soyada biyolojik azot fiksasyonuna ve verime etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(3), 239-245.

Dignac, M. F., Derrien, D., Barré, P., Barot, S., Cécillon, L., Chenu, C., Chevallier, T., Freschet, G.T., Garnier, P., Guenet, B., Hedde, M., Klumpp, K., Lashermes, G., Maron, P.A., Nunan, N., Roumet, C., Doelsch I.B., 2017. Increasing soil carbon storage: mechanisms, effects of agricultural practices and proxies. A review. *Agronomy for sustainable development*, 37(2), 14.

Don, A., Schumacher, J., Freibauer, A., 2011. Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks—a meta-analysis. *Global Change Biology*, 17(4), 1658-1670.

Evrendilek, F., Celik, I., and Kılıç, S., 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. *Journal of Arid Environments*, 59(4), 743-752.

Gao, L., Becker, E., Liang, G., Houssou, A. A., Wu, H., Wu, X., Cai, D., Degré, A., 2017. Effect of different tillage systems on aggregate structure and inner distribution of organic carbon. *Geoderma*, 288, 97-104.

Gee GW, Bauder J.W., 1986. Particle-size Analysis. In A.L. Page (ed.). *Methods of soil analysis, Part1, Physical and Mineralogical Methods. Second Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy, Madison, WI. P: 383-411.*

Gözübüyük, Z., Öztaş, T., Çelik, A., Yıldız, T., Adıgüzel, M.C., 2017. Farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(2), 48-54.

Gürsoy, S., Sessiz, A., Songül, A., 2013. Diyarbakır İlinde Uygulanan Toprak İşleme Yöntemleri ve Makinalı Ekimde Karşılaşılan Sorunlar. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 9(3), 184-185.

Halvorson, A. D., Wienhold, B. J., Black, A.L., 2002. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), 906-912.

Han, P., Zhang, W., Wang, G., Sun, W., Huang, Y., 2016. Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management: a global meta-analysis. *Scientific Reports* 6 29330 DOI: 10.1038/srep29330

Hayas, A., Poesen, J. and Vanwalleghem, T., 2017. Rainfall and Vegetation Effects on Temporal Variation of Topographic Thresholds for Gully Initiation in Mediterranean Cropland and Olive Groves. *Land Degradation & Development*, 28(8), 2540-2552.

Huang, M., Liang, T., Wang, L., Zhou, C., 2015. Effects of no-tillage systems on soil physical properties and carbon sequestration under long-term wheat-maize double cropping system. *Catena*, 128, 195-202.

Kucharik, C. J., Brye, K. R., Norman, J. M., Foley, J. A., Gower, S. T., Bundy, L. G., 2001. Measurements and modeling of carbon and nitrogen cycling in agroecosystems of southern Wisconsin: potential for SOC sequestration during the next 50 years. *Ecosystems*, 4(3), 237-258.

Lal, R., and Kimble, J.M., 1997. Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 49(1-3), 243-253.

Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, 1623-1627.

Lal, R., Delgado, J., Groffman, P., Millar, N., Dell, C., Rotz, A., 2011. Management to mitigate and adapt to climate change. *J. Soil Water Conserv.* 66, 276-285.

- Lal, R., 2015. Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(3), 55A-62A.
- Lu, X., Liao, Y., 2017. Effect of tillage practices on net carbon flux and economic parameters from farmland on the Loess Plateau in China. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1617-1624.
- Masocha, M., Dube, T., Skidmore, A., Holmgren, M., Prins, H., 2017. Assessing effect of rainfall on rate of alien shrub expansion in a southern African savanna. *African Journal of Range & Forage Science*, 34(1), 39-44.
- Mishra, U., Ussiri, D.A., Lal, R., 2010. Tillage effects on soil organic carbon storage and dynamics in Corn Belt of Ohio USA. *Soil and Tillage Research*, 107(2), 88-96.
- Nelson, D.W., Sommer, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A.L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis*. 2nd Ed. ASA Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison, pp. 539-579.
- Neill, C., Melillo, J. M., Steudler, P. A., Cerri, C. C., de Moraes, J. F., Piccolo, M. C., Brito, M. 1997. Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern Brazilian Amazon. *Ecological Applications*, 7(4), 1216-1225.
- Nourani, V., Fard, A. F., Gupta, H.V., Goodrich, D.C. Niazi, F., 2017. Hydrological model parameterization using NDVI values to account for the effects of land cover change on the rainfall-runoff response. *Hydrology Research*, 48(6), 1455-1473.
- Olson, K.R., Al-Kaisi, M.M., Lal, R., Lowery, B., 2014. Experimental consideration, treatments, and methods in determining soil organic carbon sequestration rates. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 78, 348-360.
- Paustian, K., Andren, O., Janzen, H.H., Lal, R., Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Noordwijk, M.V., Wooster, P.L., 1997. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use Management* 13, 230-244.
- Perie, C., Ouimet, R., 2008. Organic carbon, organic matter and bulk density relationships in boreal forest soils. *Canadian journal of soil science*, 88(3), 315-325.
- Poepflau, C., Don, A., 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops—A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33-41.
- Polat, O., Polat, S., Akça, E., 2012. Küresel Isınmada Ormanların Karbon Tutulumuna Etkisi: Tarsus-Karabucak Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, Özel*, (313-319).
- Reichert, J. M., Mentges, M. I., Rodrigues, M. F., Cavalli, J. P., Awe, G. O., Mentges, L.R., 2018. Compressibility and elasticity of subtropical no-till soils varying in granulometry organic matter, bulk density and moisture. *Catena*, 165, 345-357.
- Sakin, E., Sakin, E. D., Seyrek, A., 2014. Diyarbakır İli Yüzey Topraklarının Karbon Stokları ve Miktarları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(2), 1-5.
- Sariyildiz, T., Savaci, G., Maral, Z., 2017. Effect of Different Land Uses (Mature and Young Fir Stands-Pasture and Agriculture Sites) on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stock Capacity in Kastamonu Region. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 17(1), 132-142.
- Shang-Qi, X. U., Zhang, M.Y., Zhang, H. L., Fu, C.H.E.N., Guang-Li, Y.A.N.G., Xiao-Ping, X.I.A.O., 2013. Soil organic carbon stocks as affected by tillage systems in a double-cropped rice field. *Pedosphere*, 23(5), 696-704.
- Seydoşoğlu, S., Saruhan, V., Mermer, A., 2015. Diyarbakır ili Silvan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerinde bir araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 1-7.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl B., Ogle S., O'Mara F., Rice C., Scholes B., Sirotenko O., Howden M., McAllister T., Pan G., Romanenkov V., Schneider U., Towprayoon S., 2007. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1-4), 6-28.
- Söderström, B., Hedlund, K., Jackson, L.E., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I.K., Bracht Jørgensen, H., 2014. What are the effects of agricultural management on soil organic carbon (SOC) stocks? *Environ. Evidence* 3, 1-8.
- Sun, J., Peng, H., Chen, J., Wang, X., Wei, M., Li, W., Yang, L., Zhang, Q., Wang, W., Mellouki, A., 2016. An estimation of CO₂ emission via agricultural crop residue open field burning in China from 1996 to 2013. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2625-2631.
- Sütçü, Y.F., 2008. Geological Maps of Turkey, Muş L 46 Map Section. No 71. General Directorate of Mineral Research and Explorations. Ankara/Turkey.
- Türkeş, M., 2012. Kuraklık, çölleşme ve Birleşmiş Milletler çölleşme ile savaşım sözleşmesinin ayrıntılı bir çözümlemesi.
- Qin, Z., Dunn, J.B., Kwon, H., Mueller, S., Wander, M.M., 2016. Soil carbon sequestration and land use change associated with biofuel production: empirical evidence. *Gcb Bioenergy*, 8(1), 66-80.
- Vicente-Vicente, J.L., García-Ruiz, R., Francaviglia, R., Aguilera, E., Smith, P., 2016. Soil carbon sequestration rates under Mediterranean woody crops using recommended management practices: a meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 235, 204-214.
- Yadav, G.S., Lal, R., Meena, R.S., Babu, S., Das, A., Bhowmik, S.N., Datta, M., Layak, J., Saha, P., 2017. Conservation tillage and nutrient management effects on productivity and soil carbon sequestration under double cropping of rice in north eastern region of India. *Ecological Indicators*.
- Yang, F., Zhang G., Yin X., Liu Z., 2011. Yang, F., Zhang, G., Yin, X., Liu, Z., 2011. Field-scale spatial variation of saline-sodic soil and its relation with environmental factors in Western Songnen Plain of China. *International Journal Of Environmental Research and Public Health*, 8(2): 374-387.
- Zhang, S., Li, Q., Lü, Y., Zhang, X., Liang, W., 2013a. Contributions of soil biota to C sequestration varied with aggregate fractions under different tillage systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 62, 147-156.

Zhang, M.Y., Wang, F.J., Chen, F., Malemela, M. P., Zhang, H.L., 2013b. Comparison of three tillage systems in the wheat-maize system on carbon sequestration in the North China Plain. *Journal of Cleaner Production*, 54, 101-107.