

Araştırma Makalesi/Research Article

Kavak Deltası (Gelibolu-Çanakkale) Tarıma Açılan Bakir ve Sulak Alanlarında Toprak Organik Karbonunun Değişimi

Hüseyin Ekinci^{1*} 

Utku Özer¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale, Türkiye
*Sorumlu yazar: hekimci@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.05.2025

Kabul Tarihi: 20.06.2025

Öz

Saroz Körfezi kıyısında yer alan Gelibolu yarımadası Kavak Deltası, önemli bir sulak alan olmasının yanı sıra önemli kuş alanlarından da biridir. Bu nedenle 2010 yılında Bakanlar Kurulu kararıyla Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırlarına dahil edilmiştir. Bu çalışmada, Kavak Deltasındaki bakir alanların (sulak-bataklık alanlar, doğal mera alanları ve çıplak –kumul alanları) tarıma açılan bazı kısımlarında farklı arazi kullanımı ve buna bağlı olarak değişen arazi örtüsünün toprak organik karbon (TOK) miktarı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, bakir alanlarda ve bu alanların tarıma açılan çeltik ve diğer tarım alanlarından (bağ-bahçe ve buğday-ayçiçeği) 0-30 cm derinlikten bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek TOK miktarı mera alanlarında (147.31 ton C ha⁻¹) ve bataklık alanlarda (128.15 ton C ha⁻¹) saptanmıştır. Tarım alanlarının 78.16 ton C ha⁻¹, çeltik alanlarının ise 108.9 ton ha⁻¹ TOK içerdiği bulunmuştur. Buna karşın genellikle kumullardan oluşan çıplak alanların en düşük TOK içeriğine (10.23 ton C ha⁻¹) sahip olduğu görülmüştür. İncelenen toprakların ortalama TOK miktarı 94.55 ton C ha⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Sulak ve bataklık alanların, buğday-ayçiçeği gibi tarım alanlarına dönüştürülmesi sonucunda yaklaşık 50 ton C ha⁻¹, çeltik tarımına dönüştürülmesi ile ise 20 ton C ha⁻¹ TOK kaybının olduğu belirlenmiştir. Kavak Deltasında ÇEM sınıflamasına göre çok yüksek-çok yüksek çölleşme risk sınıfında yer alan çıplak alanlar hariç, diğer tüm arazi kullanım türlerinin kapladığı alanlar çok düşük-çok düşük çölleşme risk sınıfında yer almıştır. Yapılan çalışma lokal alanda olsa bile, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün (ÇEM) Organik Karbon Projesinde belirlenen hedeflerden birisi olan "Toprak organik karbon stokunda ortaya çıkan değişimin izlenmesi" hedefine katkı sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Toprak Organik Karbonu, Kavak Deltası, Bakir-Sulak Alanlar, Sürdürülebilir Tarım

Changes in Soil Organic Carbon in Virgin and Wetlands Opened to Agriculture in Kavak Delta (Gelibolu-Çanakkale)

Abstract

Kavak Delta of Gelibolu Peninsula located on the coast of Saros Gulf is not only an important wetland but also one of the important bird areas. For this reason, it was included in the Special Environmental Protection Area borders by the decision of the Council of Ministers in 2010. In this study, the effects of different land uses and the changing land cover in some parts of the virgin areas (wetlands-swamps, natural pastures and bare-dune areas) in Kavak Delta opened to agriculture on the amount of soil organic carbon (TOC) were investigated. For this purpose, disturbed and undisturbed soil samples were taken from 0-30 cm depth from virgin areas and from paddy and other agricultural areas (vineyards-orchards and wheat-sunflower) opened to agriculture in these areas. As a result of the study, the highest TOC amount was determined in pasture areas (147.31 tonnes C ha⁻¹) and marsh areas (128.15 tonnes C ha⁻¹). It was found that agricultural areas contained 78.16 tonnes C ha⁻¹ and paddy areas contained 108.9 tonnes ha⁻¹ TOC. On the other hand, it was observed that the bare areas, which are generally composed of sand dunes, have the lowest TOC content (10.23 tonnes C ha⁻¹). The average TOC amount of the examined soils was determined to be 94.55 tonnes C ha⁻¹. It was determined that approximately 50 tonnes C ha⁻¹ TOC was lost as a result of the conversion of wet and marsh areas to agricultural areas such as wheat and sunflower, and 20 tonnes C ha⁻¹ TOC was lost when they were converted to rice farming. Except for the bare areas in the Kavak Delta, which are in the very high-very high desertification risk class according to the ÇEM classification, the areas covered by all other land use types are in the very low-very low desertification risk class. Even though the study is conducted in a local area, it will contribute to the target of "Monitoring the changes in soil organic

carbon stock”, which is one of the targets determined in the Organic Carbon Project of the General Directorate of Combating Desertification and Erosion (ÇEM) of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change of the Republic of Turkey.

Keywords: Soil Organic Carbon (SOC), Kavak Delta, Virgin-wetland Areas, Sustainable Agriculture

Giriş

Karbon, yeryüzündeki canlılığın ana unsurudur. Dünyanın oluşumundan çok sonra ortaya çıkan yaşam belirtisinin temel yapı taşlarından bir tanesi olan karbon, tüm organik bileşiklerin yapısında bulunmaktadır (Schidlowski, 1988). Karbon canlıların biyokütlesinde, çürüyen organik maddenin içinde önemli rol oynadığı gibi toprakta da tutulduğu karasal ekolojik sistemlerde küresel karbon döngüsünde de önemli rolü vardır (Polat ve ark., 2011).

Toprak Organik Karbonu; bitki ve hayvandan arta kalanların, bitki kök salgılarının, canlı ve ölü mikroorganizmaların ve toprak biyotasının mineralizasyonu ile toprağa geçmektedir (ÇEM, 2018). Topraktaki Organik Karbon (TOK), bitkiler ve hayvanlardan artı kalan maddelerin ayrışmasının farklı safhalarından oluşan toprak organik madde bileşenlerinden biri olarak toprakta depolanan karbon olarak bilinmektedir. TOM kütleli olarak yaklaşık % 55-60 C kapsar. Bu karbon birçok toprakta, inorganik toprak karbon formlarının oluşumları dışında, TOK olarak isimlendirilen C stokunun çoğunu veya tamamını içermektedir (FAO ve ITPS, 2015). Ekinci ve Kavdır (2005) yürüttükleri çalışma sonucunda, toprak organik maddesinin karbonhidrat içeriğinin toprak agregatlarının dayanıklılığı ile doğrudan bağlantılı olduğunu saptamışlardır.

Hızlandırılmış TOK ayrışması nedeniyle topraklar, atmosfere önemli miktarda sera gazı (GHG) emisyonu kaynağı durumunda kalabilirler. İklimsel değişikliklerin TOK stokları üzerindeki bütünsel etkisi, bölge ve toprak çeşidine göre oldukça değişkenlik göstermektedir. Ancak, artan sıcaklıklar ve aşırı iklim olaylarının sık tekrarı, TOK kayıplarını da arttırabilir (FAO ve ITPS, 2015). TOK kaybı, çevre faktörlerine (iklim, topografya gibi) bağlı olmakla birlikte, arazi kullanım türü ve yönetim teknikleriyle de yakından ilişkilidir. Son yıllarda yürütülen bilimsel çalışmalar, özellikle orman ve otlak gibi bakir alanların kontrolsüz şekilde tarıma açılmasıyla birlikte küresel çapta kayıpların ortaya çıktığını göstermektedir (ÇEM, 2018).

Toprak organik maddesi (TOM); toprağın erozyona karşı dayanıklılığını, su tutma kapasitesini ve elverişli bitki besin maddesi miktarını yükseltmekte ve dolayısıyla toprak verimliliğini arttırmaktadır (Rasmussen ve Collins, 1991). Toprak verimliliğinin temel öğelerinden olan TOK ve TOM, arazi kullanımındaki yanlış teknikler (toprağı çıplak bırakmak, aşırı sulama, aşırı kimyasal gübre ve ilaç kullanımı vb) nedeniyle kayba uğramaktadır. Tarımsal ekosistemlerdeki gibi diğer bir karasal ekosistemin önemli bir bileşeni olan toprak organik maddesinin özelliğinin daha iyi anlaşılması; tarımsal amenajman pratiklerinin, sürdürülebilir arazi kullanımı için yeniden ele alınması ve geliştirilmesi bakımından oldukça önemlidir (Batjes, 1996; Morisada ve Miyamoto, 2004).

Sürdürülebilir tarım kavramı, farklı şekillerde tanımlanarak farklı yorumlarda da bulunulmuştur. Bu tanımlamaların ortak noktası, toprak sağlığını, yer altı ve yer üstü su kaynaklarını ve buralardaki biyoçeşitliliğini korumaktır. Bunu yaparken, tarımı daha verimli, optimum girdi ve enerjiyle, tarımsal ekosistemlerin şu anki ve gelecekteki gereksinimlerini karşılamak için planlanmış, söz konusu araziye özel uygulamaların yapılması gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır. Sürdürülebilir tarım, çiftçiler ve halk için karlı, çevreye duyarlı, enerji açısından verimli ve yaşam kalitesini iyileştiren gıda üretim sistemlerini kapsamaktadır (Menalled ve ark., 2008).

Toprak kalitesi ve toprak sağlığı, sürdürülebilir tarım açısından en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Toprak kalitesi genellikle fiziksel, kimyasal ve biyolojik göstergeleri ile sınıflandırılmaktadır (Doran ve Parkin, 1997; Kavdır ve ark., 2004). Orman ekosistemi karasal ekosistemdeki organik karbonun %76-78’ini tutmakta ve bu nedenle en önemli karbon havuzu olarak tanımlanmaktadır (Sivrikaya ve Bozali, 2012). Bununla birlikte özellikle sulak alanlar da yüksek oranda organik karbon içermektedir. Bu arazilerde oluşan peat materyallerindeki organik maddenin %60-85’ini hüyük maddeler oluşturmaktadır. Organik madde ve organik karbon bakımından zengin olan bu alanlardaki su tahliye edildiğinde, söz konusu alanlar su ve organik materyal rezervi olmaktan çıkıp artık birer sera gazı kaynağına dönüşürler (Dikici ve ark., 2017; Okrusko, 1993).

Saroz körfezi zengin bir zoolojik çeşitliliğe ve habitat yapısına sahiptir. Bunun yanında endemik ve nadir görülen türleri de barındırmaktadır. Kavak Deltası, Saroz Körfezi kıyısında yer alan önemli bir sulak alandır ve aynı zamanda önemli bir kuş alanıdır. Bu nedenle 2010/1089 nolu Bakanlar Kurulu

kararı ile 2010 yılında içinde sulak alan tanımının da bulunduğu Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiştir. Yörede yapılan bir çalışmada, Kavak Deltasının aynı zamanda zengin bir herpetofaunaya da sahip olduğu ortaya konulmuştur (Uysal ve Tosunoğlu, 2012).

Bu çalışmada, Kavak Deltasındaki bakir alanlarda ve bu alanların tarıma açılan bazı kısımlarında, beş farklı arazi kullanım-yönetim sınıfına ait (çeltik alanları, bataklık-sulak alanlar, mera alanları, çıplak alanlar ve diğer tarım alanları) yerlerden 0-30 cm derinliğinde toprak örnekleri alınmıştır. Sözü edilen alanlardan alınan toprak örneklerinde, farklı kullanım türlerinin toprak organik karbonu miktarı üzerine etkisi ve TOK stok durumlarının değişimi incelenmiştir.

Materyal

Bu çalışma, Çanakkale ili Gelibolu Yarımadası'nda yer alan Kavak Deltası'nda (40°39' K ve 26°53' D), yaklaşık 28 km²'lik bir alanda yürütülmüştür. Çalışma alanı, Gelibolu (Çanakkale) ilçe merkezine 35 km uzaklıkta ve Saroz Körfezi kıyısında yer almakta olup aynı zamanda önemli bir kuş alanı olan sulak alandır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı ve coğrafi konumu
Figure 1. Study area and geographical location

Çalışma alanına genellikle Akdeniz tipi iklim özellikleri hâkim olmakla birlikte Marmara tipi iklim özellikleri arasında geçiş göstermektedir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı/Meteoroloji Genel Müdürlüğü (1929-2020) verilerine göre, bölgedeki ortalama sıcaklık yıllık 15.1°C, yıllık yağış ortalaması ise 620 mm civarındadır (Anonim, 2021).

Çalışma alanı, Kavak Çayı ve diğer akarsuların getirdiği sedimentler ile Korudağı kökenli çamur akıntıları üzerinde oluşmuş toprakları içermektedir. Kavak çayının taşkın düzlüğü toprakları, delta toprakları (tuzlu-bataklık ve hidromorfik alüviyal topraklar) ve %2-6 eğimli çamur akıntıları olarak üç farklı fizyografik ünite üzerinde yer almaktadır. Kavak Deltası' nın jeolojik yapısı, Trakya' nın güneybatısında görülen Tersiyer yapının bir devamı olarak tanımlanmaktadır. Çalışma alanına ait en eski oluşumu Maestrihtiyen-Paleosen yaşta, tersiyer havzanın temelini oluşturan ofiyolitli karışık yapıdır (Sümengen ve Terlemez, 1991).

Yöntem

Çalışma alanında öncelikle 5 farklı arazi kullanım türü belirlenmiştir. Bu kullanım türleri mera, sulak-bataklık alanlar, çeltik alanları, diğer tarım alanları (buğday, ayçiçeği, mısır, bağ-bahçe) ve çıplak alanlardır. Bu kullanım türlerine ait alanlarda 1x1 km'lik aralıklarla gridler oluşturulmuş ve bu gridlerin kesişme noktalarından toplam 49 adet bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği alınmıştır (Şekil 2).





Şekil 2. Çalışma alanındaki farklı arazi kullanım türleri ve toprak örnekleme noktaları
Figure 2. Different land use types and soil sampling points in the study area

Bozulmamış toprak örnekleri için 100 cm³'lük çelik silindirler kullanılmıştır. Alınan bozulmuş toprak örnekleri ise laboratuvar koşullarında kurutulduktan sonra öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazırlanmıştır.

Bozulmuş toprak örneklerinde % organik karbon, pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç (% CaCO₃), % nem, tekstür ve katyon değişim kapasitesi (KDK) analizleri yapılmış, bozulmamış toprak örneklerinde ise kuru hacim ağırlığı belirlenmiştir.

Toprak Analiz Yöntemleri

Toprak tekstürü: Bozulmuş toprak örnekleri 2 mm'lik eleklerden elenerek, Bouyoucos hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986).

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC): 1:2.5'lik toprak-su süspansiyonunda, cam elektrotlu pH metre ve EC metre ile ölçülmüştür (Black ve ark., 1965).

Kireç miktarı (% CaCO₃): Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Schlichting ve Blume, 1966).

Toprak Organik Karbonu (TOK): Smith-Weldon yaş yakma yöntemi ile belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

Gravimetrik nem içeriği: Ağırlık esas dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Kuru hacim ağırlığı: Toplam hacmi bilinen (100 cm³) bozulmamış toprak örneklerinin, fırın kuru ağırlıklarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Blake ve Hartge, 1986).

Katyon değişim kapasitesi (KDK): Amonyum asetat (pH:7) yöntemiyle; adsorbe edilen sodyumun ölçülmesi yoluyla tayin edilmiştir (Sumner ve William, 1996).

İstatistik Analizleri

Toprakların, toprak organik karbon (TOK) stokunun bakir ve tarıma açılmış alanlardaki gösterdiği farklılıklar ile bazı toprak özelliklerindeki değişimlerin (pH, EC, KDK, tekstür, organik karbon (%), CaCO₃ içeriği, % nem içeriği) belirlenmesinde Tukey ve Duncan testi kullanılarak, SAS paket programı (SAS Enstitüsü, 2001) ile hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında arazi kullanım türlerinden sulak-bataklık ve mera alanları çalışma alanının yaklaşık üçte birini (%31) oluşturmaktadır. Çıplak alanlar en küçük alanı (%4), diğer tarım alanları (buğday, ayçiçeği, bağ-bahçe) ise %43' lük bir oranla en geniş alanı kaplamaktadır.

Çalışma alanındaki farklı kullanımlara ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Farklı arazi kullanım türlerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tablo 1, 2, 3, 4 ve 5 te sunulmuştur.

Tablo 1. Mera topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of pasture soils

Örnek No	pH 1:2.5 top-su	EC (dSm ⁻¹)	Nem (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Kuru Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Organik Karbon (TOK) (%)	KDK (cmolkg ⁻¹)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
1	7.52	0.61	3.29	2.91	1.07	3.78	18.01	19.92	17.55	62.53
3	7.87	0.46	7.82	8.73	1.37	6.55	-	30.2	38.38	31.6
4	9.03	7.14	4.98	6.78	1.47	3.57	14.41	57.57	22.56	29.87
5	7.65	6.92	5.07	3.05	1.19	2.78	24.75	38.89	42.29	18.82
8	8.26	0.47	2.46	2.48	1.47	2.8	14.28	25.55	47.77	26.68
16	7.92	1.79	1.06	0.47	1.19	2.55	-	6.92	26.14	66.94
29	9.1	2.14	4.84	2.96	1.05	1.81	14.29	48.68	45.69	5.63
30	8.04	4.98	11.78	2.98	1.54	3.34	-	38.3	45.83	15.87
31	7.98	5.71	12.91	3.06	1.51	3.25	-	35.9	49.78	14.32
33	7.95	4.67	7.26	0.87	1.34	3.05	26.76	58.02	26.49	15.49
40-1	6.03	0.23	5.29	-	1.12	7.36	20.68	21.17	33.6	45.33
45	8.16	6.43	13.26	3.25	1.49	3.81	32.04	38.7	45.34	15.96

Tablo 2. Sulak alan ve bataklık topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some physical and chemical properties of wetland and marsh soils.

Örnek No	pH 1:2.5 top-su	EC (dSm ⁻¹)	Nem (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Kuru Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Organik Karbon (TOK) (%)	KDK (cmolkg ⁻¹)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
3-1	7.44	3.66	4.6	7.45	1.38	3.29	19.69	57.7	37.32	4.98
3-2	7.71	1.83	4.68	10.68	1.37	3.81	-	46.12	25.87	38.01
15	7.54	2.11	2.58	3.06	1.33	4.71	20.18	43.83	36.44	19.73
17	8.21	11.51	19.17	6.17	1.18	3.07	26.47	49.94	42.64	7.42
18	7.93	0.83	9.91	3.22	0.65	3.2	21.74	85.29	8.73	5.98

Tablo 3. Diğer tarım alanı (buğday, mısır, ayçiçeği, bağ-bahçe) toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 3. Some physical and chemical properties of soils in other agricultural areas (wheat, corn, sunflower, vineyards-orchards)

Örnek No	pH 1:2.5 top-su	EC (dSm ⁻¹)	Nem (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Kuru Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Organik Karbon (TOK) (%)	KDK (cmolkg ⁻¹)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
2	7.92	0.23	7.15	3.71	1.6	3.68	-	51.28	26.32	22.4
4-1	8.26	0.28	3.68	5.26	1.34	3.31	15.73	37.69	38.98	23.33
4-2	8.01	0.28	4.20	2.28	1.37	3.5	14.98	34.43	35.75	29.82
4-3	7.55	0.23	4.26	6.44	1.5	1.29	-	41.02	46.52	12.46
9	8.14	0.26	2.28	2.64	1.47	0.97	7.68	24.42	45.21	30.37
10	7.72	0.17	4.88	1.78	1.63	0.87	15.34	25.28	38.43	36.29
11	7.89	0.21	4.38	1.87	1.72	2.14	-	34.45	48.32	17.23
12	7.96	0.29	4.21	3.56	1.75	2.07	-	36.17	51.61	12.22
13	7.96	3.28	2.34	2.55	1.58	0.98	11.91	21.82	46.26	31.92
13-2	7.67	0.86	2.74	1.78	1.57	0.89	10.64	26.76	51.9	21.34
13-3	7.79	0.25	2.58	4.03	1.62	0.79	8.57	22.69	53.98	23.33
21	7.85	0.45	2.64	1.65	1.39	1.09	10.45	22.67	53.94	23.29
25	8.05	0.20	6.01	2.41	1.71	1.44	15.45	35.73	43.93	20.34
34	7.95	0.27	3.25	3.62	1.38	1.65	-	32.83	36.75	30.42
35-1	7.61	1.29	6.33	2.14	1.35	1.74	15.14	38.39	38.23	23.38
36	8.07	0.18	4.64	2.53	1.64	2.11	-	36.42	56.4	7.18
39	7.94	0.34	2.44	1.57	1.6	1.29	-	24.54	31.21	44.25
40	6.08	0.08	5.31	0.68	1.66	1.4	14.43	35.3	24.74	39.96
43	7.51	0.37	2.13	1.89	1.7	0.92	6.54	24.5	28.98	56.52
44	7.9	0.51	3.78	6.02	1.58	1.27	-	35.28	44.87	19.85

Tablo 4. Çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal değerleri
Table 4. Some physical and chemical values of soils used for rice cultivation.

Örnek No	pH 1:2.5 top-su	EC (dSm ⁻¹)	Nem (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Kuru Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Organik Karbon (TOK) (%)	KDK (cmol kg ⁻¹)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
13-2	7.71	0.31	8.97	2.39	1.46	2.1	11.79	21.74	56.86	21.4
14	7.55	0.81	5.12	3.87	1.24	3.93	26.35	56.2	35.24	8.64
19	8.05	0.69	6.63	4.89	1.39	2.78	-	36.46	45.61	17.93
20	7.3	0.89	6.27	2.83	1.37	3.48	17.46	40.26	49.29	10.45
26	7.96	0.78	9.7	1.64	1.25	2.97	-	26.21	49.9	23.89
27	7.95	1.14	4.31	3.38	1.41	1.1	-	28.58	45.24	26.18
28	7.44	0.75	7.94	2.80	1.32	2.91	12.21	36.37	42.59	21.04
32	8.06	1.01	10.2	2.48	1.29	3.06	-	50.08	40.28	9.64
33-1	7.71	0.64	8.95	2.65	1.43	3.31	20.07	51.94	37.45	10.61
35	7.56	0.84	10.48	2.70	1.09	1.83	-	39.64	19.73	40.63

Tablo 5. Çıplak alan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal değerleri
Table 5. Some physical and chemical values of bare land soils.

Örnek No	pH 1:2.5 top-su	EC (dSm ⁻¹)	Nem (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Kuru Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Organik Karbon (TOK) (%)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
6	8.53	1.56	0.73	3.45	1.47	0.03	4.1	3.9	92
7	8.22	21.8	11.2	2.45	1.63	0.42	22.18	75.64	2.18

Toprak reaksiyonu (pH)

Tablo 1, 2, 3, 4 ve 5 'de sunulan analiz sonuçlarının ortalamaları alınarak her kullanım türü için toprak özelliklerine ait ortalama değerler belirlenmiştir. Buna göre mera alanlarının ortalama pH değeri 7.96, sulak ve bataklık alanların 7.77, diğer tarım alanlarının 7.79, çeltik alanlarının 7.73 ve çıplak alan topraklarının 8.37 olarak saptanmıştır.

Elektiriksel iletkenlik (EC dSm⁻¹)

Mera alanlarının ortalama EC değeri 3.46 dSm⁻¹, sulak ve bataklık alanlarının 3.99 dSm⁻¹, diğer tarım alanlarının (buğday, ayçiçeği, mısır, bağ-bahçe) 0.5 dSm⁻¹, çeltik alanlarının 0.79 dSm⁻¹ iken çıplak alanların ortalama EC değeri ise 8.37 dSm⁻¹ dir.

Gravimetrik nem (%)

Ortalama nem içeriğine bakıldığında mera alanlarının %6.67, sulak ve bataklık alanlarının %8.19, diğer tarım alanlarının %3.96, çeltik alanlarının %7.86 ve çıplak alan topraklarının nem içeriğinin ise %5.96 olduğu görülmektedir.

Kireç (% CaCO₃)

Toprakların kireç içeriği mera alanlarında ortalama %3.41, bataklık ve sulak alanlarında % 6.12, diğer tarım alanlarında (buğday, ayçiçeği, mısır, bahçe) %2.92, çeltik tarımı yapılan alanlarda %2.96 ve çıplak alanlarda ise %2.95 olarak belirlenmiştir.

Kuru hacim ağırlığı (gr cm⁻³)

Kuru hacim ağırlığı (db) ise ortalama olarak mera alanlarında 1.32 gr cm⁻³ , sulak ve bataklık alanlardaki toprakların db 1.18 gr cm⁻³ tarım alanlarının db 1.56 gr cm⁻³, çeltik alanlarının db'si 1.32 gr cm⁻³ ve çıplak alanlarının ortalama db'si ise 1.55 gr cm⁻³ olarak saptanmıştır.

Kil içeriği (%)

Analiz sonuçlarına göre, mera alanlarının ortalama kil içeriği %34.97, sulak ve bataklık alanların %56.58, diğer tarım alanlarının %32.08, çeltik alanlarının %38.75 ve çıplak alan topraklarının %13.13 olarak saptanmıştır.

Toprak organik karbonu içeriği (TOK)

Analiz sonuçlarına göre mera alanlarının ortalama toprak organik karbon içeriği % 3.72, sulak ve bataklık alanların %3.62, diğer tarım alanlarında (buğday, mısır, ayçiçeği, bahçe) % 1.67, çeltik alanlarında % 2.75, çıplak alanlarda ise ortalama % 0.22 olarak belirlenmiştir. Ortalama organik karbon miktarı mera alanlarına göre, sulak ve bataklık alanlarda %2.7 azalırken, buğday, mısır, ayçiçeği ve

bahçe tarımı yapılan alanlarda %55.1, çeltik tarımı yapılan alanlarda %26.1 ve çıplak alanlarda ise %94.1 azalmıştır.

Kasyon değişim kapasitesi (KDK)

Analiz sonuçları na göre mera alanlarının ortalama KDK değeri 20.65 cmol kg⁻¹, sulak ve bataklık alanların 22.02 cmol kg⁻¹, diğer tarım alanlarının 12.24 cmol kg⁻¹, çeltik tarımı yapılan alanların ise 17,58 cmol kg⁻¹olarak saptanmıştır.

TOK Stoku

Topraktaki TOK stoku aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{TOK (kgC ha}^{-1}\text{)} = \text{mgC kg}^{-1} (\text{KHA} \times 1000) \times 10000 \times \text{TD} / 1000000$$

Bu eşitlikte TOK, toprak organik karbonunu; mgC kg⁻¹, toprak örneklerin organik karbon miktarını; KHA, toprak kuru hacim ağırlığını (g cm⁻³); TD, alınan toprak örneğinin derinliğini (m) ifade etmektedir

Toprak derinliği olarak yüzeyden itibaren 30 cm'lik kısım dikkate alınmıştır.

İstatistiki Değerlendirme

Çalışma alanındaki farklı arazi kullanım türlerinin toprak özellikleri (ortalama) üzerine olan etkisi Tablo 1, 2, 3, 4 ve 5' de verilen değerlerin ortalamalarından Duncan LSD testi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 6 da sunulmuştur.

Tablo 6. Farklı arazi kullanım türlerinin bazı toprak özellikleri üzerine etkisine ait ortalamalar

Table 6 . Averages of the effects of different land use types on some soil properties

Arazi Kullanım Türü	pH 1:2.5 top-su	EC dSm ⁻¹	Gravimetrik nem (%)	Kuru hacim ağırlığı (gr cm ⁻³)	Kil (%)	CaCO ₃ (%)	KDK (cmolk ⁻¹)	Toprak Organik Karbonu (TOK %)
Sulak ve Bataklık	7.77 A	3.99 B	8.19 A	1.18 B	56.58 A	6.12 A	22.02 A	3.62 A
Mera Alanları	7.96 A	3.46 B	6.67 BA	1.32 B	34.97 B	3.41 B	20.65 A	3.72 A
Çeltik Tarımı	7.73 A	0.79 B	7.86 BA	1.33 B	38.75 B	2.96 B	17.58 BA	2.75 BA
Diğer Tarım Alanları	7.79 A	0.50 B	3.96 B	1.56 A	32.08 B	2.92 B	12.24B	1.67 B
Çıplak Alanlar	8.37 A	11.68 A	5.96 BA	1.55 A	13.14 C	2.95 B	-	0.22 C

Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (P<0.05)

Tablo 6'nın incelenmesi sonucunda, çalışma alanındaki farklı arazi kullanım türlerinin pH değeri üzerine etkisi, istatistiki olarak önemli (p>0.05) bulunmamıştır. Buna karşın arazi kullanım ve yönetim biçimlerinin EC, kuru hacim ağırlıkları, % kil içerikleri, % nem içerikleri, % kireç içerikleri, toprak organik karbon (TOK) içeriği ve kasyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Çıplak alanlarda belirlenen yüksek EC değerinin sebebi, tuzlu deniz sularının bu alanlarda rüzgar ile serpinti ve gel git olayları ile bu alanlara ulaşabilmesi ve toprak tuzluluğunu etkilemesidir. Nitekim Karaoğlu ve Yalçın (2018), okyanuslarla ve denizlerle birleşen delta ovalarında, gel git olayları ve deniz serpintileri ile tuzlu suyun topraklara ulaşması, topoğrafya ve arazinin drenaj durumunun toprak tuzluluğunun başlıca kaynakları arasında olduğunu belirtmektedirler. İstatistiki olarak önemli bulunmasa da sulak ve bataklık alanlarda ve çeltik tarımı yapılan alanlarda diğer alanlara göre yüksek EC değerlerinin saptanması, bu bölgelerde taban suyunun daha yüksek seviyelere ulaşabilmesi ile açıklanabilmektedir.

Arazi kullanım türlerinin % nem içerikleri üzerine etkisi, istatistiki olarak önemli bulunması, buradaki sulak ve bataklık alanların yüksek kil içeriği ve arazi topoğrafyasına bağlı olarak su içeriğinin ve su tutma kapasitesinin yüksekliğinin etkisinden kaynaklanmaktadır. Nitekim, topraktaki organik maddelerin ayrışmaya karşı direncini açıklamak için çeşitli mekanizmalar tarif edilmiştir. Bu mekanizmalardan biri de organik maddelerin kil tabakaları veya organik kompleksler gibi yüzeylere adsorpsiyonudur (Oades, 1989; Van Veen ve Kuikman, 1990).

Arazi kullanım türlerinin kireç içerikleri üzerine etkisi, istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Burada yüksek kil ve organik madde miktarına bağlı olarak çözünmüş kirecin kil minerallerine ve organik komplekslere sıkıca bağlanarak yıkanmaya karşı direnç göstermesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Arazi kullanım türlerinin katyon değişim kapasitesi (KDK) üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli bulunması, katyonların kil fraksiyonunun ve organik maddenin daha yüksek olduğu yerlerde kolay yıkanamamasından ve dolayısıyla KDK'nın buralarda daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan bazı çalışmalarda katyonların kil içeriği yüksek topraklarda yıkanmaya daha dirençli olduğu belirtilmiştir. Örneğin Yüksel ve Ekinci (2019), Meriç Nehri teraslarında yürüttükleri bir araştırmada, toprakların KDK değerlerinin içerdikleri kil miktarına göre değişiklik gösterdiğini, kil tekstürünün hâkim olduğu bir profilde KDK değerinin $65,26 \text{ cmol kg}^{-1}$ a kadar yükseldiğini bildirmektedirler.

Arazi kullanım türlerinin organik karbon (TOK) içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Bakir ve sulak alanların, tarıma açılan ve çıplak bırakılan arazilere oranla daha fazla miktarda organik karbon içerdiği belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu alanlarda kil ve nem miktarının fazla olması, bitki örtüsünün çeşitliliği ve ayrışmanın düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin Ladd ve ark., (1985), kil içeriği %5 ile %42 arasında değişen ve iklim koşullarında büyük farklılıklar olmayan topraklarda organik maddenin tutulmasını karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, çalışma sonuçlarının organik karbon tutulmasının toprağın kil içeriği ile oldukça orantılı olduğunu gösterdiğini belirtmektedirler. Ayrıca, farklı kil minerallerinin özelliklerindeki farklılıkların da önemli bir etkisi bulunmaktadır (Van Veen ve Kuikman, 1990). Buna karşın toprak işlemenin yoğun olduğu, dönemsel olarak arazinin çıplak bırakıldığı tarıma açılmış alanlarda organik materyalin mineralizasyonu fazladır. Gauer ve ark., (1981), toprak kalitesini belirleyen parametrelerden olan toprak neminin toprak işleme ve yüzeyi çıplak bırakma gibi faktörlerden doğrudan etkilendiğini belirtmekte ve kontrolsüz yapılan bu tür uygulamaların topraktan olan buharlaşmayı doğrudan artırdığını vurgulamaktadırlar.

Çalışma Alanındaki Toprakların Organik Karbon Stokları

Çalışma alanındaki 5 farklı arazi kullanım türünden (sulak ve bataklık alanlar, mera alanları, diğer tarım alanları, çeltik alanları ve çıplak alanlar) alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu elde edilen veriler ile hektar başına düşen TOK miktarı ve TOK stoku Tablo 7 de sunulmuştur.

Tablo 7. Çalışma alanındaki arazi kullanım türlerine göre hesaplanan TOK miktarları

Table 7. TOC amounts calculated according to land use types in the study area

Arazi Kullanım Türü	Alan (ha)	Alan (%)	TOK Miktarı (ton C ha ⁻¹)	TOK Stoku (ton)	Tok Stoku (%)
Mera Alanları	575	20.29	147.31	84703	29.42
Sulak ve Bataklık Alanlar	308	1.87	128.15	39470	13.71
Diğer Tarım Alanları	1200	42.34	78.16	93792	32.58
Çeltik Alanları	631	22.27	108.9	68715	23.86
Çıplak Alanlar	120	4.23	10.23	1227	0.43
Toplam	2844	100	472.75	287907	100

Tablo 7' de görüldüğü gibi en yüksek TOK miktarları mera alanlarında ($147.31 \text{ ton C ha}^{-1}$) ve bataklık alanlarda ($128.15 \text{ ton C ha}^{-1}$) saptanmıştır. Burada, mera alanlarının TOK miktarının sulak ve bataklık alanlardan fazla bulunması, söz konusu meralarda gezinen hayvan miktarının fazlalığına bağlı olarak genellikle hayvan dışkılarıyla yoğun olarak desteklenmesi, ek olarak meraların genellikle nemli koşullarda ve sıklıkla da ıslak konumda olması nedeniyle organik maddenin fazla ayrışmamasından kaynaklanabilir. Ayrıca, bu alanlarda toprağın işlenmemesi toprak organik madde içeriğini de korumaktadır. Tarım alanları $78,16 \text{ ton C ha}^{-1}$, çeltik alanları $108.9 \text{ ton C ha}^{-1}$ TOK içermektedir. Buna karşın çıplak ve genellikle kumullardan oluşan alanların ise $10.23 \text{ ton C ha}^{-1}$ ile çalışma alanında en düşük TOK içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Çalışma alanındaki toprakların ortalama TOK miktarının $94.55 \text{ ton C ha}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir. Sulak ve bataklık alanların buğday-ayçiçeği gibi tarım alanlarına dönüştürülmesiyle yaklaşık 50 ton C ha^{-1} , çeltik tarımına dönüştürülmesi ile ise ortalama yaklaşık 20 ton C ha^{-1} TOK kaybının ortaya çıkacağı görülmektedir. Yöredeki çeltik alanlarının kış aylarında ve ürün yetiştirme döneminde genellikle su altında kalması nedeniyle organik maddenin

ayrışması diğer tarım alanlarına göre çok daha yavaş olmaktadır. Bu nedenle sulak -bataklık alanlar ile meraların çeltik alanlarına dönüştürülmesi ile ortaya çıkan TOK kayıpları diğer tarım alanlarından daha az olmaktadır.

ÇEM (2018) 'e göre Türkiye'deki meraların ortalama 49.77 ton C ha⁻¹, sulak alanların 49.71 ton C ha⁻¹, tarım alanlarının 35.96 ton C ha⁻¹ ve çıplak alanların ise 12.78 ton C ha⁻¹ TOK içerdiği belirtilmiştir. Kavak deltasında aynı arazi kullanım türlerinde saptanan TOK miktarlarının söz konusu çalışmadaki Türkiye ortalama değerleriyle kıyaslandığında yüksek olduğu ve sadece çıplak alanlardaki TOK değerlerinin çok yakın olduğu görülmektedir. Bu durum Kavak Deltasının coğrafi konumu, bitki örtüsü, Kavak Çayı ile devamlı bir şekilde beslenmesi ve sürekli nemli ve ıslak koşullara sahip olması gibi nedenlere bağlı olabilir. Ayrıca Türkiye çapında yapılan çalışmanın çok geniş farklı coğrafi alanlardan elde edilen verilerin bir ortalaması olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanında Kavak deltasının ortalama TOK değeri 94.55 ton C ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Bu değer, ÇEM'in Türkiye genelinde yaptığı çalışmada Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi için verilen TOK değeri (100,68 ton C ha⁻¹) ile Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi (84.22 ton C ha⁻¹) değerlerine yakın bulunmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre en yüksek TOK miktarı mera alanlarında (147.31 ton C ha⁻¹) ve bataklık alanlarda (128.15 ton C ha⁻¹) saptanmıştır. Tarım alanları 78.16 ton C ha⁻¹, çeltik alanları 108.9 ton C ha⁻¹ TOK içermektedir. Buna karşın çıplak ve genellikle kumullardan oluşan alanların 10.23 ton C ha⁻¹ ile çalışma alanında en az TOK içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Çalışma alanının ortalama TOK miktarının ise 94.55 ton C ha⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Sulak ve bataklık alanların buğday-ayçiçeği gibi tarım alanlarına dönüştürülmesiyle yaklaşık 50 ton C ha⁻¹, çeltik tarımına dönüştürülmesi ile de ortalama yaklaşık 20 ton C ha⁻¹ TOK kaybının ortaya çıktığı görülmektedir. Toprak işleme organik maddenin mineralizasyonunu hızlandırmakta, bunun yanında işlenen topraklarda C/N oranı da daralmaktadır (Seeber ve Seeber, 2005; ÇEM, 2018). Yöredeki çeltik alanları kış aylarında ve ürün yetiştirme döneminde genellikle su altında kalmaktadır. Bu nedenle bu alanlarda organik maddenin ayrışması diğer tarım alanlarına göre daha yavaş olmaktadır. Buna bağlı olarak, sulak -bataklık alanlar ile meraların çeltik alanlarına dönüştürülmesi ile ortaya çıkan TOK kayıpları diğer tarım alanlarına göre daha düşük olmaktadır.

Çalışmada elde edilen TOK miktarlarına ait sonuçlar ÇEM (2018)'e göre yapılan Türkiye geneli çölleşme risk sınıflarına göre incelenmiştir. Buna göre Kavak Deltasında küçük bir alan kaplayan (yaklaşık %4) arazi kullanım türlerinden çıplak alanlar, çok yüksek-çok yüksek çölleşme risk sınıfına girmektedir. Buna karşılık geri kalan tüm arazi kullanım türlerinin kapladığı alanlar çok düşük-çok düşük çölleşme risk sınıfında yer almıştır. İFADELER DOĞRU

Çalışma sonucunda, tarıma açılan alanlardaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bakir alanlara göre, önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir. Toprakların tuzluluk, katyon değişim kapasitesi, karbon içerikleri, kireç içerikleri, nem içerikleri doğrudan veya dolaylı yoldan TOK miktarını etkilemektedir.

Bakir sulak-bataklık alanların hızla tarıma açılarak kontrolsüz drene edilmesi, birer organik madde ve su rezervi olan bu bölgeleri sera gazı emisyonu rezervuarları haline getirme riskini artırmaktadır. Diğer yandan tarıma açılan alanlarda plansız sulama ile topraktaki tuzun bir kısmının yeraltı kaynaklarına yıkanması ve buradan da taban suyunun yükselmesiyle yeniden toprak yüzeyinde birikime yol açtığı görülmüştür. Buna ek olarak tarıma açılan alanlarda organik karbon ve dolayısıyla organik madde kaybına paralel olarak KDK değerlerinde de azalma olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonuçları, tarıma açılan alanlarda önemli TOK kaybının olduğunu ve TOK stokunun sürekliliği bakımından bakir alanların (mera ve sulak-bataklık alanlar) korunması gerekliliğini göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmanın yerel bir alanda yürütülmüş olsa da, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün (ÇEM) Organik Karbon Projesinde belirlenen hedeflerden birisi olan "Toprak organik karbon stokunda ortaya çıkan değişimin izlenmesi" amacına katkı sağlayabilecek bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma makalesi ikinci yazarının ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans tez çalışması sonuçlarından üretilmiştir. Çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından ÇOMÜ- BAP FYL-2019/3038 proje numarasıyla desteklenmiştir. Katkılarından dolayı ÇOMÜ- BAP komisyon başkanlığına teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anonim, 2021. İllerimize ait genel istatistik verileri. www. mgm.gov.tr , (17.04.2021).
- Batjes, N. H., 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the World. *European journal of soil science*. 47(2): 151-163.
- Black, C. A., Evans, D. D., Dinauer, R. C., 1965. *Methods of soil analysis* (Vol. 9, pp. 653-708). Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Blake, G. R., Hartge, K. H., 1986. Bulk density. *Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods*. 5: 363-375.
- ÇEM. 2018. Toprak organik karbonu projesi. Teknik Özet, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Dikici, H., Qader, R. K., Demir, Ö. F., 2017. Karbon/azot oranının organik toprakların bazı özellikleri üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*. özel sayı: 66-70.
- Doran, J. W., Parkin, T. B., 1997. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. *Methods for assessing soil quality*. 49: 25-37.
- Ekinci, H., Kavdir Y., 2005. Changes in soil quality parameters after a wildfire in Gelibolu (Gallipoli) National Park, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 14.12 (2005): 1184-1191.
- FAO, ITPS, 2015. Status of the world's soil resources (SWSR)–main report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy 650.
- Gauer, E., Shaykewich, C. F., Stobbe, E. H., 1982. Soil temperature and soil water under zero tillage in Manitoba. *Canadian journal of soil science*. 62(2): 311-325.
- Gee, G. W. , Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. *Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods*. 5: 383-411.
- Karaoğlu, M., Yalçın, A. M., 2018. Toprak tuzluluğu ve ılgır ovası örneği. *Journal of Agriculture*. 1(1): 27-41.
- Kavdir, Y., Özcan, H., Ekinci, H., Yüksel, O., Yiğini, Y., 2004. The influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregate stability and tensile strength. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 28.3 (2004): 155-162.
- Ladd, J. N., Amato, M., Oades, J. M., 1985. Decomposition of plant material in australian soils. III. residual organic and microbial biomass C and N from isotope-labelled legume material and soil organic matter, decomposing under field conditions. *Soil Research*. 23(4): 603-611.
- Menalled, F., Bass, T., Buschena, D., Cash, D., Malone, M., Maxwell, B., Weaver, D., 2008. An introduction to the principles and practices of sustainable farming. Montana State University.
- Morisada, Y., Miyamoto, Y., 2004. SiC-coated carbon nanotubes and their application as reinforcements for cemented carbides. *Materials Science and Engineering*. A 381.1-2 57-61.
- Nelson, D. W., Sommers, L. E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter 1. *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbiological properties methods of soil. 539-579.
- Oades, J. M., 1989. An introduction to organic matter in mineral soils. *Minerals in soil environments*. 1: 89-159.
- Okrusko, H., 1993. Transformation of fen-peat soils under the impact of draining. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 406: 3-73.
- Polat, O., Polat, S., Akça, E., 2011. Küresel ısınmada ormanların karbon tutulumuna etkisi: Tarsus-Karabucak örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*. Özel: 313-319.
- Rasmussen, Paul E., Harold P. Collins, 1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Advances in agronomy*. 45(Academic Press): 93-134.
- SAS Institute, 2001. SAS/STAT user's manual, version 8.2.
- Schidlowski, M., 1988. A 3,800-million-year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks. *Nature*. 333: 617-619.
- Schlichling, E., Blume H.P., 1966. *Bodenkundliches praktikum*, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin
- Seeber, J., Seeber, G. U. H., 2005. Effects of landuse changes on humus forms on alpine pastureland (Central Alps, Tyrol). *Geoderma*. 124: 215-222.
- Sivrikaya, F. ve Bozali, N., 2012. Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu planlama birimi örneği. " *Journal of Bartın Faculty of Forestry* 14.1. Special Issue (2012), 69-76.
- Sumner, M.E., William P. M., 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. *Methods of soil analysis part 3—chemical methods of soil*. 1201-1229.
- Sümengen, M., Terlemez, I., 1991. Stratigraphy of eocene sediments in the Southwest Thrace. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*. 113(113): 15-29.

- Uysal, İ., Tosunoğlu, M., 2012. Kavak Deltası (Saroz Körfezi)'nın herpetofaunal zenginliği. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*. 3(2): 52-58.
- Van Veen, J. A., Kuikman, P. J., 1990. Soil structural aspects of decomposition of organic matter by micro-organisms. *Biogeochemistry*. 11(3): 213-233.
- Yüksel, O., Ekinci H., 2019. Yaşlı nehir (Meriç) terasları üzerinde yer alan bir toprak profilinin özellikleri. 1. Uluslararası Tarım ve Çevre Bilimleri Araştırmaları Kongresi. 07-08 Aralık 2019, Ankara.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC BY 4.0 International License.