



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Orta Karadeniz bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği

Seval Sünal^{1,*}, Ülkü Dikmen¹, Sabit Erşahin¹, Tayfun Aşkın²

Damla Bender Özenç², Ceyhan Tarakçıoğlu², Kürşat Korkmaz², Turgut Kutlu³

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

² Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

³ Seyh Edebali Üniversitesi, Tarım ve Yaşam Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

Özet

Toprakların tarımsal, orman, mera ve kentsel amaçlı kullanımının planlamasında, toprak özellikleri ve süreçlerinin modellenmesinde toprak değişkenliği dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bu çalışmada, Samsun ili Terme İlçesi'nde Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından kullanılan arazileri de kapsayan yaklaşık 1.400 hektarlık bir alanda bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği incelenmiştir. Toprakların 0-20 cm derinliğinden gelişigüzel örnekleme yöntemine göre 100 toprak örneği alınarak laboratuvarında CaCO₃, toprak organik maddesi, kation değişim kapasitesi (KDK), elektriksel iletkenlik (EC) ve pH için analiz edilmiştir. Toprak değişkenlerinin uzaysal yapısı semivaryogramlar kullanılarak modellenmiş ve daha sonra krigleme ile yüzey haritaları oluşturularak uzaysal değişim desenleri incelenmiştir. Toprak özelliğinden sadece CaCO₃ normale yakın bir dağılım göstermiş, TOM ve KDK küresel modelle, diğerleri ise Gaus (Gaussian) modelle modellenmiştir. En düşük nugget etkisi EC en yüksek ise pH için hesaplanmış, EC ve CaCO₃ kuvvetli, diğerleri ise orta uzaysal bağımlılık sergilemiştir. Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği birbirleriyle benzerlik göstermekte olup, toprak tekstürü ve arazinin kullanımın bunda etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuçların, çalışma alanındaki arazilerin sürdürülebilir kullanım planlamasında katkı sağlayabilecek ve kültürel uygulamalarda (sulama, gübreleme, toprak işleme, vb.) kaynak kullanımında tasarruf edilmesi, arazi bozulmasının önlenmesi ve çevre sağlığının korunması bakımından bölgedeki yetiştirici ve uygulayıcılara rehber olabilme potansiyeli bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Krigleme, nugget etkisi, toprak kimyasal özellikleri, semivaryogram, uzaysal değişkenlik.

Spatial variation of chemical properties of colluvial-alluvial soils in central Black Sea Region

Abstract

Soil spatial variation is an important factor to be regarded in land use planning and water and nutrient management in soils. In this study, spatial variation of some soil properties in an approximately 1400 ha area comprising the soils used by Black Sea Agricultural Research Institute were evaluated. One hundred soils samples were taken from 0-20 cm soil depth by random sampling scheme and analyzed for soil organic matter (SOM), cation exchange capacity (CEC), CaCO₃, pH, and electrical conductivity (EC) in the laboratory. The spatial structures of soil properties were modeled by semivariograms and their surface maps were built by kriging interpolation of five soil properties, only CaCO₃ exhibited normal-like distribution, and SOM and CEC were modeled with spherical, and others with Gaussian model. Lowest nugget effect occurred for EC and highest for pH, and EC and CaCO₃ were strongly spatially dependent, while the others were moderately spatially dependent. Spatial pattern of soil properties were somehow similar one to another, and this was attributed to soil texture and land use, which occurred as common controlling factors of spatial variability of studied soil variables in the study area. The results have a potential to be used in sustainable land use planning and to guide growers in revising/adapting management practices (e.g. fertilizer use, irrigation, soil tillage, etc.) for mitigating land degradation, protecting environmental health, and saving resources.

Keywords: Kriging, nugget effect, soil chemical properties, semivariogram, spatial variation.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Topraklar; iklim, vejetasyon ve zamanın farklı topografyalarda ana materyal üzerine etkisi sonucu oluşmuşlardır. İklim, topografya ve vejetasyonun nispi etkilerinin bir sonucu olarak, aynı ana materyalden

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 376 212 2757

E-posta : sevalsunal@karatekin.edu.tr

Geliş Tarihi : 15 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 31 Mayıs 2018

e-ISSN : 2146-8141

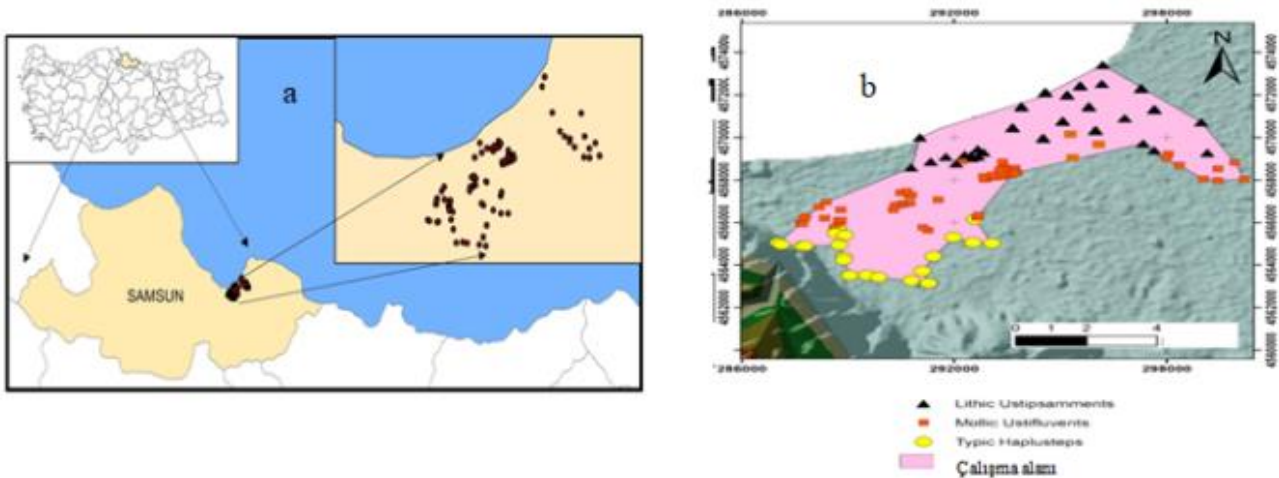
oluşan toprakların zamanla son derece farklı özellikler kazandıkları görülmektedir (Mulla and McBratney, 2000). Başarılı bir toprak idaresinde toprak değişkenliği önemli bir faktördür. Toprak özelliklerinin arazideki değişkenliği düzenli veya gelişigüzel olabilir (Goderya, 1998). Gelişigüzel bir değişkenliğin analizinde klasik istatistik kullanılabilir. Klasik istatistikte, bir özelliğin değişkenliğinin belirlenmesinde, o özelliğin aritmetik ortalama, varyans, basıklık ve çarpıklık gibi dağılım ölçülerine bakılır. Bu yöntem, ilgili değişkenin arazideki değerlerinin birbirinden bağımsız olduğunu ve aritmetik ortalamasının arazinin her yerinde aynı olduğunu kabul etmektedir (Trangmar et al., 1985). Ancak araştırmalar bu varsayımın genelde geçerli olmadığını, toprak özelliklerinin arazide mesafeye bağlı bir benzerlik gösterdiğini (otokorelasyon) göstermektedir. Ayrıca sınırlı sayıda alınan toprak örneği de toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği hakkında yeterince bilgi vermemektedir (Heuvelink, 1998). Birçok araştırmacı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğe sahip olduğunu, kısa mesafelerde güçlü dalgalanmalar ortaya koyduklarını (Trangmar et al., 1985; Warrick, 1980; Webster and Oliver, 2001) ve bu nedenle uzaysal bağımlılığın analiz edilmesinde jeostatistiksel yöntemlerin kullanılmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Journel and Huijbregts, 1978). Dolayısıyla toprak özelliklerinin arazide mesafe ile otokorele olduğunu kabul eden jeostatistiksel yöntemler, son zamanlarda klasik istatistiğe alternatif olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin analizi toprak ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Goovaerts, 1998).

Çalışma alanı toprakları; Samsun ili Terme ilçesi sınırları içerisinde yer alan yaklaşık 1400 ha genişliğinde, önemli üretim potansiyeline sahip, farklı zamanlarda akarsular ve yerçekimi etkisi ile eğim yönünde hareket ederek depolanan ana materyallerden oluşmuş, toprak özelliklerinin değişkenlik gösterdiği düz ve düze yakın alanlardaki toprakları içermektedir. Aynı çalışmadan yayınlanmış bir makalede (Erşahin et al., 2017) bu topraklardaki kimyasal taşınma (solute transport) değişkenlerinin sistematik bir varyasyon gösterdiği belirtilmiştir. Dolayısıyla tarımsal üretimde önemli bir faktör olan toprak kimyasal özelliklerinin de sistematik bir değişim göstermesi beklenmektedir. Bu özelliklerinin uzaysal değişiminin belirlenmesi bu arazilerin kullanımında önemli avantajlar sağlayabilir. Sonuçların çalışma alanı topraklarının kullanım planlaması ve toprakların yere özgü (site-specific) amenajmanında kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. Bu çalışma ile çalışma alanındaki toprakların toprak organik madde içeriği, CaCO₃ içeriği, pH, EC ve katyon değişim kapasitesinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanının tanımı

Çalışma alanı, Samsun ili Terme İlçesi'nde yer alan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından kullanılan araziler ve civarındaki arazilerle birlikte yaklaşık 1.400 hektarlık bir alandır (Şekil 1a). Çalışma alanında tipik Karadeniz iklimi hüküm sürmekte, kışlar ılıman, yazlar ise serin geçmektedir. Ortalama en yüksek aylık sıcaklık 27 °C ile Ağustos ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise 3,8 °C ile Şubat ayında görülmektedir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması ise 85,2 (kg/m²) ile Kasım ayında görülmektedir (İyigün et al., 2013).



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktalarının konumu (a) ve örnekleme noktalarının toprak tipine göre dağılımı (b) (Erşahin et al., 2017).

Çalışma alanında gelişigüzel örnekleme yöntemine göre 0-20 cm toprak derinliğinden alınan 100 toprak örneği laboratuvarında CaCO₃ (Kacar, 1996), organik madde içeriği (Nelson and Sommers, 1982), katyon

değişim kapasitesi (Chapman and Pratt,1982), EC ve pH (Janzen, 1993) için analiz edilmiştir. Örneklem noktalarının koordinatları örnekleme esnasında bir GPS ile belirlenerek kaydedilmiştir. Toprak özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (aritmetik ortalama, maksimum, minimum, standart sapma, varyasyon katsayısı, basıklık ve çarpıklık katsayısı) hesaplandıktan sonra, jeostatistiksel analizler yapılmıştır. Jeostatistiksel analizlerde önce semivaryogram kullanılarak toprak özelliklerinin uzaysal yapısı modellenmiş daha sonra teorik semivaryogramlara ilişkin parametreler (nugget, sill, range) kullanılarak uzaysal enterpolasyon yapılmıştır. Toprak değişkenleri için en uygun semivaryogramın elde edilmesinde değişken lag aralıkları kullanılmış, aktif lag mesafesi, çalışma alanının en kısa ekseninin yarısı olan 1400 m ve lag sınıfları 20, 30, 50, 80, 100, 250, 400, 550, 600, 800, 1000, 1200 ve 1400 m olarak belirlenmiştir.

Semivaryogramın modellenmesinde modelin uygunluğu ve başarısı determinasyon katsayısı (R^2), hata kareler toplamı (RSS) ve çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r) ile kontrol edilmiştir. Bu bağlamda, en yüksek R^2 ve r ile en düşük RSS değerlerini veren model ve değişken lag aralıkları tercih edilmiştir.

Değişkenler için hesaplanan nugget (C_0), range ve sill (C_0+C) değerleri kullanılarak nispi (%) nugget etkisi ($(\text{nugget/sill}) \times 100$) hesaplanmış ve daha sonra bu değer ilgili değişkenlerin uzaysal bağımlılık derecesinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Şayet nugget etkisi %25 ve altında ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı, %25-75 arasında orta derecede ve %75'den fazla ise zayıf uzaysal bağımlı olarak nitelendirilmiştir (Cambardella et al., 1994).

Toprak değişkenleri için elde edilen teorik semivaryogramlar bayağı nokta krigleme (ordinary point kriging) yöntemi ile kullanılarak toprak özelliklerinin çalışma alanındaki yüzey haritaları oluşturulmuştur. Krigleme haritalarının güvenilirliği çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiş, kriglemede semivaryogramın range mesafesi de dikkate alınarak 16 komşu kullanıldığında en yüksek çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprak özelliklerine ilişkin tanımsal istatistikler incelendiğinde; en yüksek değişkenliğin CaCO_3 'da olduğu en düşük değişkenliğin ise toprak pH'sında olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyumludur (Erşahin, 1999a; Mulla and McBratney, 2000). Toprak organik maddesi şiddetli düzeyde sola, EC ise şiddetli düzeyde sağa çarpık bir dağılım gösterirken, KDK ve pH orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım sergilemektedir (Webster, 2001). Çalışılan toprak değişkenlerinden sadece CaCO_3 normale yakın bir dağılım göstermektedir (Tablo1).

Tablo 1. Çalışma alanına ait toprak kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	Aritmetik ortalama	Standart sapma	En büyük değer	En küçük değer	Basıklık	Çarpıklık	Varyasyon katsayısı (%)
KDK (meq/100g)	35,3	10,4	57,4	3,9	-0,5	0,8	29,4
pH	7,5	0,6	8,5	5,7	-1,2	0,8	7,9
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	143,1	98,8	484,0	38,3	1,5	1,6	69,0
TOM (%)	2,9	1,9	3,4	1,2	-0,0	-1,9	65,9
CaCO_3 (%)	3,3	2,9	12,6	0,2	1,07	0,3	86,7

KDK: Katyon değişim kapasitesi, TOM: Toprak organik maddesi

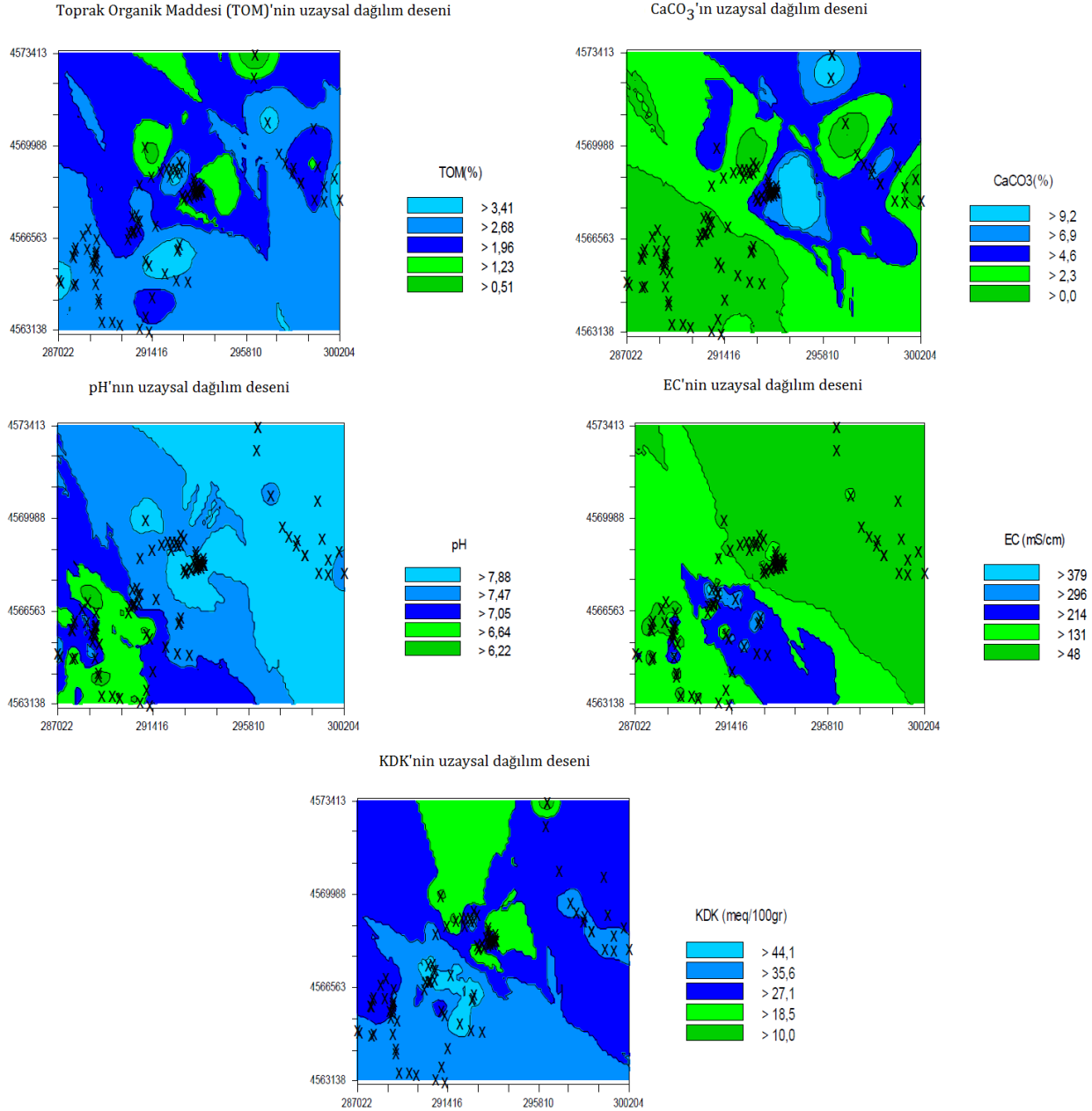
Toprak organik maddesi ve KDK için deneysel semivaryogramlar küresel modelle, diğerleri ise Gaus (Gausiyan) modeli ile modellenmiştir. Küresel ve Gaus modeli toprak özelliklerinin modellenmesinde en fazla uygunluk gösteren modellerdir (Burrough, 1995). CaCO_3 ve EC kuvvetli uzaysal bağımlı iken, diğer üç özellik orta düzeyde uzaysal bağımlılık göstermektedir (Cambardella et al., 1994). Toprak özelliklerinden pH, KDK ve TOM benzer range mesafelerine sahipken, EC ve CaCO_3 için hesaplanan değerler çok daha farklıdır (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışma alanında toprak kimyasal özelliklerine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme sonuçları

Özellik	Model	Nugget (C_0)	Sill (C_0+C)	Range (m)	Nugget Etkisi (%)	R^2	RSS	r^2
TOM (%)	Küresel	0,2	0,8	1172	27,5	0,6	0,07	0,7
CaCO_3 (%)	Gaussian	1,9	11,9	2338	16,4	0,7	18,1	0,7
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Gaussian	250	3650	330	6,8	0,7	$2,50^{-2}$	0,7
pH	Gaussian	0,0	0,21	1042	33,1	0,7	0,01	0,6
KDK (meq/100gr)	Küresel	18,9	68,1	1035	27,7	0,9	$3,3 \times 10^{-2}$	0,6

TOM: Toprak organik maddesi, KDK: Katyon değişim kapasitesi, RSS: Hata kareler toplamı. R^2 : Determinasyon katsayısı, r : Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı

Toprak organik maddesi kıydan içerilere doğru ilerledikçe artmakta, eğimin ve kil içeriğinin daha yüksek olduğu, güneydoğuya bakan hafif ve orta eğimli alanlardaki meralarda yüksek değerler almaktadır. Diğer taraftan, CaCO_3 lokal bir alanda yüksek değerler almakta ve kıydan içerilere doğru giderek azalmaktadır. Kireç kuvvetli uzaysal değişkenlik göstermekte (yüzde nugget <25) ve çalışılan değişkenler arasında en uzun mesafeli uzaysal bağımlılık göstermektedir (Tablo 2). Kirecin, yıkanma ve birikmesini kontrol eden süreçlerin uzaysal değişkenliği, bu değişkenin uzaysal değişkenliğini büyük ölçüde kontrol etmektedir. Toprak tuzluluğunun (EC) ise düz alanlarda azaldığı, ancak orta ve hafif eğimli alanlardaki topraklarda daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanında toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal dağılım deseni

Toprak pH'sı 6,22 ve 8,16 arasında değişmekte ve kıydan içerilere doğru ilerledikçe giderek artmaktadır. Toprak organik madde içeriği için oluşturulan krigleme haritası ile KDK için oluşturulan krigleme haritalarının birbirine benzer olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 2). Bu sonuca göre, KDK'nin uzaysal değişkenliğinin önemli ölçüde toprak organik tarafından etkilendiği söylenebilir.

Toprak özelliklerinin uzaysal değişimi toprak oluşum faktörlerinden toprak amenajmanına kadar birçok süreç tarafından etkilenmektedir (Burrough, 1995). Bu süreçlerin farklı ölçeklerde karşılıklı etkileşimleri sonucunda topraklar oldukça farklı uzaysal değişkenlik gösterebilir (Thomas, 2001; Caniego et al, 2005). Çalışma alanı toprakları alüvyal ve kolüvyal ana materyaller üzerinde oluşmuş olup, hem ana materyal hem

de topografyanın etkisi ile değişkenlik göstermektedir. Ayrıca, çalışma alanındaki farklı arazi kullanım şekli ve işlenen alanlardaki yoğun tarımsal uygulamalar da toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal değişim şeklini etkilemektedir.

Trangmar et al. (1985) toprak özelliklerindeki kısa mesafeli uzaysal yapının toprak amenajman uygulamaları ve uzun mesafeli yapının ise toprak oluşum faktör ve süreçleri ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Organik madde içeriğinin uzaysal değişimine yönelik elde edilen sonuçlar tam da bu görüşü destekler niteliktedir. Örneğin, toprak organik madde (TOM) içeriği kıyıda içerilere doğru ilerledikçe giderek artan bir eğilim (trend) göstermektedir. Diğer taraftan bu genel eğilimin yanında, TOM miktarının belirli alanlarda artış gösterdiği parçalı bir yapı da dikkat çekmektedir (Şekil 2). Buradaki genel eğilim büyük ölçüde toprak oluşum süreçleri ile ilgili iken, TOM içeriğinin yüksek olduğu lokal alanların genelde mera olarak kullanılan alanlara tekabül ettiği görülmektedir. Erşahin et al. (2017) çalışma alanında organik madde içeriği ile toprak tipi arasında %5 düzeyine ($r=0.20$) önemli bir ilişkinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Organik maddenin tersine CaCO_3 içeriği, kıyıya yaklaştıkça artan bir eğilim takip etmekte, ancak tıpkı TOM içeriğinde olduğu gibi yer yer yüksek ve düşük değerlerin olduğu lokal alanların varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 2). Erşahin et al. (2017) çalışma alanında log CaCO_3 ile organik madde içeriği arasında orta-kuvvetli ters ($r=-0,5$; $P<0,01$) bir ilişkinin olduğu rapor etmişlerdir. Kirecin toprakta yıkanma ve birikme süreçleri büyük ölçüde toprak suyunun hareketi tarafından kontrol edilmektedir. Özellikle Lithic Ustipsamments olarak sınıflandırılmış olan alanlardaki yüksek CaCO_3 kapsamı, bu alanlarda kullanılan gübre ve türevlerinin (kireç içeren dolgu maddeleri) toprak su hareketinin sınırlı olması nedeni ile üst toprakta birikmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Üs toprağın hemen altında (20 cm) bulunan kum, toprak suyunun derine sızmasını önemli ölçüde engelleyeceğinden, toprağa gübrelerden ve havadan katılan CaCO_3 'ün üst toprakta birikmesi muhtemeldir.

Toprak pH'sı, CaCO_3 içeriğine benzer bir uzaysal değişim göstermektedir (Şekil 2). Buradaki benzerlikten CaCO_3 'ün toprak pH'sının uzaysal yapısını bir dereceye kadar kontrol ettiği söylenebilir. Daha önce Erşahin ve ark. (2017) aynı alanda toprak pH'sı ile CaCO_3 içeriği arasında orta-kuvvetli ($r=0,47$; $P<0.01$) bir ilişkinin olduğunu bildirilmişlerdir.

Diğer taraftan EC ise CaCO_3 ve pH'nın tersi ancak KDK'ye benzer bir uzaysal eğilim göstermektedir. Elektriksel iletkenlik ve KDK kıyıda içerilere doğru giderek artmakta ve orta ve hafif eğimli arazilerde yüksek değerler almaktadırlar. Daha önce bu alanda bu iki değişken arasında kuvvetli doğrusal bir ilişkinin olduğu rapor edilmiş olup, burada elde edilmiş olan sonuçlarla uyumludur. Ancak, bu iki değişken birbirlerinin uzaysal yapısını tam anlamıyla kontrol edemeyeceğine göre, her ikisinin de uzaysal eğilimini kontrol eden bir başka değişken olmalıdır. Daha önceki çalışmamızda (Erşahin ve ark., 2018) KDK ile toprak kum içeriği ve kil içeriği arasında zayıf ancak önemli (kum için $r=0,22$; $P<0,05$ ve kil için $r=0,20$; $P<0.05$) doğrusal ilişkilerin olduğu rapor edilmesi nedeniyle toprak tekstürünün KDK ve pH'nın uzaysal yapısını kontrol eden başlıca faktör olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, toprak organik madde içeriğinin genel uzaysal değişim eğilimi ile KDK ve pH'nın uzaysal değişim deseni arasındaki benzerlik, organik madde içeriğinin bu iki özelliğin uzaysal değişkenliğini kontrol eden önemli bir faktör olduğu söylenebilir. Nitekim daha önce aynı çalışmadan yapılmış olan yayında (Erşahin et al., 2017) organik madde ile KDK arasında orta-kuvvetli doğrusal ($r = 0,52$; $P<0,01$) ve pH arasında zayıf-orta ancak ters ($r= -0,27$, $P<0.05$) bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada uzaysal değişkenliği incelenen toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal yapısının bir dereceye kadar birbirleriyle ilişkili olduğu görülmüştür. Toprak tipi ve arazi kullanımı toprak özelliklerinin uzaysal yapısını kontrol başlıca faktörler olup, toprak değişkenlerinin uzun mesafeli uzaysal değişkenliğinin toprak oluşum faktör ve sürelerinin bir sonucu olarak toprak tipi tarafından kontrol edildiği, kısa mesafelerdeki parçalı yapının ise büyük ölçüde arazi kullanımı ve kültürel uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Toprak özelliklerinin uzaysal yapısındaki benzerlik ve tezatlıklar aynı çalışmadan daha önce yapılmış yayında (Erşahin et al., 2017) rapor edilen korelasyon katsayıları ile uyumludur. Elbette h (0) için elde edilmiş olan korelasyon katsayıları diğer lag mesafeleri için de geçerli olmayabilir. Ancak, korelasyon katsayılarının çalışılan özelliklerin uzaysal yapısı ile olan uyumu (Şekil 3) Aynı ilişkinin diğer laglar için de geçerli olabileceğini göstermektedir.

Toprak özelliklerine ilişkin nugget varyansın sıfırdan yüksek olduğu görülmektedir. Nugget varyans, örnekleme aralıklarının olması gerekenden daha yüksek olması, mikrotopografyadaki ani değişiklikler, örneklerin analizinde yapılan hatalar ve GPS koordinatlarının alınmasında yapılan kaydırmalar dahil birçok faktörden kaynaklanabilir (Gregory et al., 2006). Bu çalışmada TOM, CaCO_3 ve pH orta düzeyde nugget

etkisine sahip olup, bunun büyük ölçüde bu özelliklerin genel eğilimleri yanında göstermiş oldukları parçalı (patchy) yapıdan kaynaklandığı söylenebilir (Şekil 3). Arazi kullanımı ve toprak amenajmanında (gübreleme, sulama, vs.) bu yapının dikkate alınması önemlidir.

Sonuç

Samsun Terme ilçesinde yer bulunan Orta Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazilerini de içine alan yaklaşık 1400 ha genişliğindeki bir alandaki toprakların kimyasal özelliklerinin uzaysal değişkenliklerinin incelendiği bu çalışmada toprak kimyasal özelliklerinin uzaysal yapısının iki önemli faktör, toprak tipi ve arazi kullanımı, tarafından kontrol edildiği anlaşılmıştır. Çalışılan toprak özelliklerinin uzaysal yapısında iki husus dikkat çekmektedir: 1) arazi boyunca gösterdikleri genel bir eğilim ve 2) değerlerin yer yer azaldığı ya da arttığı lokal alanların varlığı. Genel eğilimin büyük ölçüde toprak oluşum faktörlerinin bir sonucu olarak toprak tipi tarafından, parçalı (patchy) yapının ise arazi kullanımından ve toprak amenajman uygulamalarındaki farklılıklardan kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Toprak özelliklerinden TOM içeriği, pH ve KDK için hesaplanan nugget etkisinin orta olması daha sonra bu alanda yapılacak benzer çalışmalarda örnekleme aralıklarının bu çalışmada olduğundan düşük tutulması gerektiğini göstermektedir. Çalışma alanı arazilerinde yapılması hedeflenen arazi planlama çalışmalarında ve bu arazilerin amenajmanında burada elde edilen sonuçların dikkate alınması önemli avantajlar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmaya vermiş olduğu destek için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Ayrıca, arazi çalışmasında desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımızda hissettiğimiz Orta Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü İdareci ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Burrough PA, Frank AU, 1995. Concepts and paradigms in spatial information: Are current geographical information systems truly generic? *International Journal of Geographical Information Systems* 9 (2): 101-116.
- Cambardella, CA, Moorman TB, Novak JM, Parkin TB, Karlen DL, Turco RF, Konopka AE, 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal* 58: 1501-1511.
- Caniego FJ, Espejo R, Martín MA, San Jose F, 2005. Multifractal scaling of soil spatial variability. *Ecological Modelling* 182: 291-303.
- Chapman HD, Pratt PF, 1982. Method for the analysis of soil. Plant And Water. 2nd ed California University Agricultural Division, California: 170.
- Erşahin S, 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (Spatial) değişkenliğinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13: 34-41.
- Erşahin S, Aşkın T, Tarakçıoğlu C, Özenç, DB, Korkmaz K, Kutlu T, Sünel S, Bilgili BC, 2017. Spatial variation in the solute transport attributes of adjacent Typic Haplusteps, Mollic Ustifluvents, and Lithic Ustipsamments. *Geoderma* 289: 107-116.
- Goderya FS, 1998. Field scale variations in soil properties for spatially variable control: a review. *Journal of Soil Contamination* 7: 243-264.
- Gregory JH, Dukes MD, Jones PH, Miller GL, 2006. Effect of urban soil compaction on infiltration rate. *Journal of Soil Water Conservation* 61(3): 117-124.
- Heuvelink GBM 1998. Uncertainty analysis in environmental modelling under a change of spatial scale. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 50: 255-264.
- Iyigun C, Türkeş M, Batmaz İ, Yozgatligil C, Purutçuoğlu V, Koç EK, Öztürk MZ, 2013. Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method. *Theoretical and Applied Climatology* 114 (1-2): 95-106.
- Janzen HH 1993. Soluble salts. Soil sampling and methods of analysis. pp.161-166.
- Journel AG, Huijbregts ChJ, 1978. Mining geostatistics. Academic press, 600 p.
- Kacar B, 1996. Toprak analizleri. AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim Arastırma ve Gelistirme Vakfi, Yayın No. 3, Ankara.
- Mulla DJ, McBratney, AB, 2000. Soil spatial variability. In M. E. Sumner (Ed.), Handbook of Soil Science (pp. A321-A352). Boca Raton, FL, CRC Press.
- Nelson DW, Sommers, LE, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. pp. 539-579.
- Thomas MF, 2001. Landscape sensitivity in time and space-an introduction. *Catena* 42: 83-98.
- Trangmar BB, Yost RS, Uehara G, 1986. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in Agronomy* 38: 45-94.
- Warrick AW, Nielsen DR 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel D ed. Application of Soil Physics. Academic Press. pp. 319-344.
- Webster R, Oliver MA, 2001. Geostatistics for environmental scientists (Statistics in practice).