

Bazalt Ana Materyali ve Farklı Topografik Pozisyonlar Üzerinde Oluşmuş Toprakların Bazı Topografik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri Arasındaki Doğrusal Regresyon Modellerinin Belirlenmesi

İmanverdi EKBERLİ

Orhan DENGİZ*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, SAMSUN

*sorumlu yazar e-mail (corresponding authore-mail): odengiz@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 28.12.2016

Kabul tarihi (Accepted): 17.02.2017

Öz

Bu çalışmanın amacı, farklı topografya ve arazi kullanım-örtü altında ancak, benzer jeolojik materyal üzerinde oluşmuş altı farklı toprak profilinin zamana bağlı olarak lokal değişimlerinin incelenmesi ve eğim ile beraber ele alınan bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasında doğrusal regresyon modellerinin oluşturulmasıdır. Bu kapsamda, Samsun-Bafra karayolunun güneyinde, Engiz Beldesine bağlı Dağköy mevki alanı içerisinde farklı topografik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük/plato, yamaç, etek ve taban arazi) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikler belirlenmiş ve sınıflamaları yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, toprakların gerek arazi morfolojik incelemeleri gerekse de alınan toprak örneklerinde yapılan laboratuvar analizler sonucu, yamaç arazilerde yer alan topraklar, Soil Taksonomi sınıflandırmasına göre Lithic Ustorthent alt grubunda sınıflandırılırken, düz düze yakın eğimli taban ve tepe üstü/plato düzlüklerinde yer alan topraklar ise Typic Haplustert olarak sınıflandırılmıştır. Farklı toprak horizonlarının bazı topografik, fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında korelasyon matrisleri belirlenmiştir. Ayrıca pedonlara ait genetik horizonların özellikleri arasında doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Çarpım, kare, kare kök içeren polinomlarla ifade edilen regresyon modellerinin regresyon katsayıları daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal regresyon model, toprak oluşumu, bazalt ana materyal

Determination of Liner Regression Model Between Some Topographic and Physico-chemical Properties of Soils Formed on Different Topographic Position and Basalt Parent Material

Abstract:

The aim of this study is to investigate local variation of six soil pedons with time under different topographic position and land use-cover but over similar geologic material and to determine to generate liner regression models between slope, elevation and physico-chemical soil properties. In this concept, the main subjects in investigated six soil pedons that formed on basaltic parent material and different topographic positions and land use and land cover located in south of Samsun-Bafra highway and Engiz-Dağköy district were determine physical and chemical properties, and were classified. According to results which were obtained from both morphological properties in field study and analysis of soil samples in laboratory while soils located on high slope degree of transect were classified in Soil

Taxonomy as Lithic Ustorthent, soils formed on almost flat land were classified as Typic Haplustert. In addition, it was created liner regresion models between genetic horizons of pedons

Key Words: Liner regresion model, soil formation, basalt parent matrial

GİRİŞ

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, diğer çevresel faktörlerle beraber, toprak oluşum süreçlerine, verimliliğe ve bitki gelişimine önemli düzeyde etki yapmaktadır. Fiziksel ve kimyasal özelliklerin değerleri ve değişimleri; toprakların katı, sıvı, gaz bileşenlerini ve oranlarını, bu bileşenlerin karşılıklı etkisini ve etkisel değişimlerini belirlemektedir. Dolayısıyla, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi, verimliliğin korunması, tahmin edilmesi ve artırılmasına yönelik yöntemlerinin belirlenmesinde gerekli olmaktadır.

Birçok araştırmacılar, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, strüktürel dayanaklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı, bitki gelişiminde etkileyici faktörler olan tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerini önemli şekilde etkilediğini belirtmişlerdir (Gülser vd., 2003; Gülser, 2004). Zaydelman (1987), toprakların infiltrasyon kapasitesi bünye ile yakından ilişkili olduğu için, kapalı dren aralıklarının toprakların bünye özelliğine göre belirlenebildiğini, dolayısıyla ağır bünyeli topraklarda dren aralıklarının az olması gerektiğini bildirmektedir. Ekberli ve Kerimova (2005; 2008), Azerbaycan'ın kurak iklime sahip Şirvan bölgesinin sulanan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerinin değişimini; toprakların pH, değişebilir Na, bazı değişebilir bazik katyonların (Na, Ca, Mg) toplamı, humus ve < 0.001 mm fraksiyonları arasında fonksiyonel ilişkileri belirlemişlerdir. Araştırmacılar, toprakların fiziksel-kimyasal parametreleri arasındaki fonksiyonel ilişkilerin verimin tahmininde de kullanılmasının mümkün olduğunu bildirmişlerdir. Yine, Ekberli vd. (2009) tarafından Türkiye'nin Çankırı-Kızılırmak Havzasının alüvyal topraklarında yürütülen bir araştırmada, topraktaki tuz miktarı ile toprağın bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal ampirik ilişkiler belirlenmiştir. Elde edilen ampirik ilişkilerin, benzer özelliklere sahip bölge topraklarındaki tuz miktarının hesaplanmasında kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Toprak işleme süreçleri yöntemlerinin bilimsel temelini belirlemede, çeşitli topraklarda fiziksel ve kimyasal özelliklerin optimum değişim

aralıklarının saptanması önemlidir. Zhumabekov (2005), toprakların plastiklik, yapışkanlık, sıklık, direnç gibi fiziksel-mekaniksel özelliklerinin tarım işlemlerinde önemli olduğunu göstererek, Kırgızistan'ın temel toprak tiplerinde, bu özelliklerin toprak nemine bağlı olarak değişimini incelemiştir. Toprak neminin %15.8–42.3 arasında değişiminde, plastiklik sayısının 4.1–15.9; nemin %11.2–30.6 arasında değişiminde ise yapışkanlığın 6.9–40.5 g/cm² arasında değiştiğini bildirmiştir. Mısır bitkisi altındaki sulanan ve sulanmayan toprakların %15.3–24.6 nem durumunda, direncin 0.50–0.65 kg cm⁻² arasında olduğunu göstermiştir. Utkaeva (2007) tarafından, podzolik, allüvyal, gri orman, çernezyom (tipik, yıkanmış, vertik), solonetzic topraklarının fiziksel özellikleri değerlendirilmiş ve çeşitli antropojen etkiler sonucunda humus, nem, su tutma kapasitesi vb. gibi özelliklerin değişimi incelenmiştir. Çeşitli ıslah yöntemleri kullanılarak, toprakların optimum su bilançosunun yapılmasında da fiziksel özelliklerin belirlenmesi gereklidir. Korolev (2008), çernezyem topraklarda yapılan bir araştırmada sulama sonucunda toprağın temel fiziksel özelliklerinin değişimini incelemiştir. Sulama sonucunda, toprağın yukarı horizonlarında kil ve 0.01 mm'den küçük zerreciklerde azalma eğiliminin olduğunu; strüktürün düşük ve orta düzeyde, özgül ağırlık, toplam mesamelik ve hava tutumunun düşük düzeyde bozulduğunu göstermiştir. Purtova ve Zimina (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, kahverengi orman topraklarının yüzey horizonlarında (fitogenik alanlarda) fiziksel-kimyasal özelliklerin değişimi ve özellikler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Fitogenik alanlarda humus miktarının (%3.42-15.27) ve rezervinin (0-20 cm katmanında 72.0-228.0 t ha⁻¹) yüksek, pH değerlerinin ise (2.74-6.16) düşük olduğunu göstermişlerdir.

Toprak özellikleri arasındaki ampirik modeller, deneysel olarak elde edilen parametrelerin karşılıklı etkisini göz önüne alarak yapılmaktadır. Olayın mahiyetine varmadan sebep ($x_i, i=1, n$) → sonuç (y) ilişkisini ($y = f(x)$) belirlemede ve

uygulamaya yönelik özelliğe sahip olmaktadır. Araştırılan ekosistemin (toprağın) özelliklerini ifade eden basit matematiksel ilişkilerin yapılmasına imkan veren parametrelerin nispeten az sayıda bulunması, regresyon modellerinin yapılmasının temel kısmı olmaktadır. Regresyon modellerine dâhil olan parametrelerin fazla olması (>20–30) modellerin uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Yukselen-Aksoy ve Kaya (2010), toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle, özgül yüzey alanı arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde regresyon denklemlerinden kullanılmışlardır. Elde edilen denklemlerin, benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip topraklarda kalibre edilmesinin gerekliliğini bildirmişlerdir. Simon ve Garcia (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, toplam çözünür tuzlarla (S), EC değerleri arasındaki ilişki ikinci dereceden regresyon denklemiyle ($S = 28.320 EC + 0.2858 EC^2$, $r = 0.969$, $RMS = 61.5$) ifade edilmiştir. Azerbaycan'ın Mil ovası topraklarının verimlilik düzeylerinin deneysel ve matematiksel olarak değerlendirilmesinde, agroekolojik, agrofiziksel ve agrokimyasal özellikleri kapsayan kavramsal modeller oluşturulmuş, bu özelliklerle verimlilik arasındaki ilişkiler çok değişkenli doğrusal regresyon denklemler ile ifade edilmiştir (Bayraklı vd., 1999). Candemir ve Gülser (2012) yaptıkları bir çalışmada, alkali toprakların su iletkenliğine etki yapan faktörleri belirleyerek, su iletkenliğinin tahmininde birinci ve ikinci dereceden doğrusal regresyon denklemleri kullanılmışlardır. Topraklarda doygun hidrolik iletkenliğin tahmininde de birinci ve ikinci dereceden pedotransfer ilişkilerin kullanılması mümkün olmaktadır (Gülser vd., 2007). Bir çok araştırmacılar (Qian vd., 1996; Li vd., 1998; Carlona vd., 2004; Verachtert vd., 2011; Liu vd., 2014; Bosch vd., 2016; Silva Chagas vd., 2016) tarafından toprak parametrelerinin karşılıklı etkisine bağlı olarak çeşitli regresyon ilişkileri (doğrusal ve doğrusal olmayan) yapılmakta ve tahmin süreçlerinde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, farklı topografik pozisyonlarda ve aynı ana materyal (bazalt) üzerinde oluşmuş toprakların genetik horizonlarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi; eğim ve yükselti gibi topografik parametrelerle fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin karşılıklı etkisini ifade eden korelasyon matrisinin oluşturulması; karşılıklı etkisi önemli olan özellikler arasında doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma sahası Engiz Çayı havzası içerisinde yer alır. Engiz Çayı Havzası Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz bölümünde, Bafra Ovasının kuzeyinde, Samsun ili sınırları içerisinde yer alır. Dağköy mevki alanı içerisinde deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliğinde bulunmaktadır. Araştırma sahası ve yakın çevresinde yüzeyleyen en geniş birim Yenikonak formasyonudur. Volcano sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Büyük çoğunluğu tüf, tüfit, bazalt, kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeli kumtaşı-şeyl aralanmasından oluşmaktadır. Dikkate alınan bazalt ana materyali üzerinde oluşan topraklarda mera alanları ile kuru tarım yapılan alanlar yer almakta olup çok az olsa da meşelerden oluşan ormanlık alanlar mevcuttur. Mera alanlarında yaygın olan başlıca otsu familyalar şunlardır; lahanagiller (Cruciferae), buğdaygiller (Gramineae), maydonozgiller (Umbelliferae), papatyagiller (Compositae), baklagiller (Fabaceae), gülgiller (Rosaceae). Kuru tarım yapılan alanlarda da çoğunlukla buğday tarımı yapılmaktadır.

Araştırma sahası içerisinde ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Bu yüzden saha çevresindeki istasyonlar esas alınmıştır. Araştırma sahasında yılın en soğuk ayı Şubat'tır (5.6 °C). En sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır (22.6 °C). Yılın dört ayında (Aralık, Ocak, Şubat, Mart) ortalama sıcaklıklar 10°C'nin altında kalırken Nisan ayından itibaren yükselmektedir. İlkbahar dönemlerinde düzenli bir sıcaklık artışı ve sonbahar dönemlerinde düzenli bir azalma görülmektedir (Çizelge 1). Araştırma sahasında ortalama yağış miktarı yaklaşık 800 mm'lerde değişir. Uzun yıllar aylık yağış ortalamaları ise en düşük Temmuz (30.9 mm) ve Ağustos (42.2 mm) en yüksek ekim ise Ekim (101.6 mm) aylarıdır. Yaz aylarının bitimiyle Eylül ayında artan yağış miktarı Ekim ayında belirgin şekilde yükselmektedir. Yağışın mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde en fazla yağışın sonbahar mevsiminde en az yağışın ise yazın düştüğü görülmektedir. Buna göre çok düzenli olmasa da yağışların bütün yıla dağıldığını söylemek mümkündür.

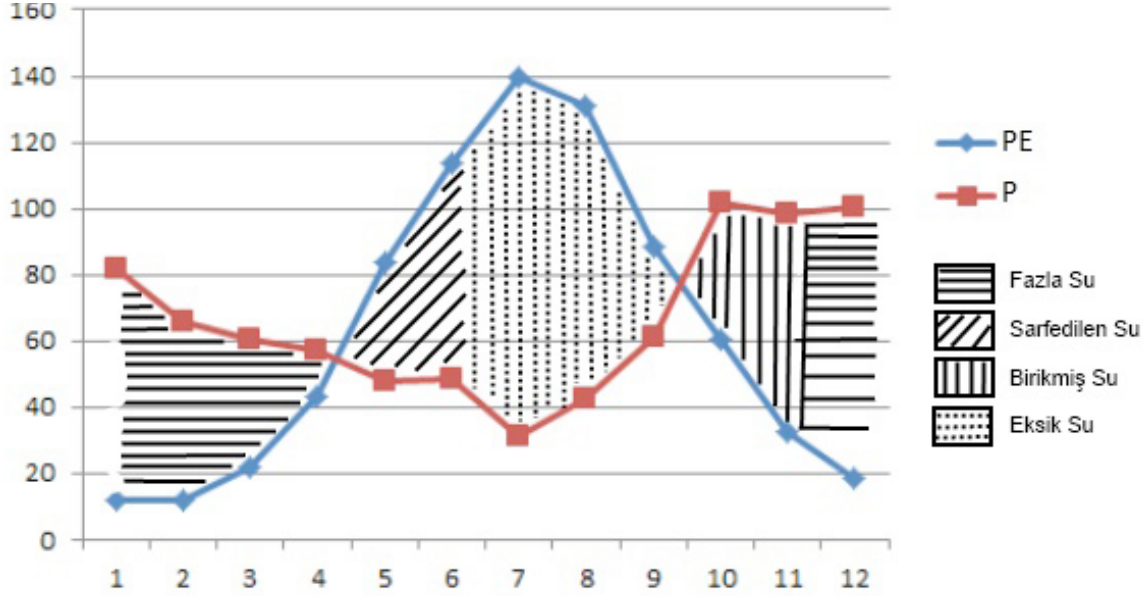
Buharlaşma eğrisi Nisan ayı ortalarından Eylül ayının sonlarına kadar yağış eğrisinden yüksektir. Nisan sonlarından Haziran sonlarına kadar birikmiş su kullanılmıştır. Bu yüzden bu aylarda kuraklık etkili değildir. Temmuz ayından itibaren Eylül

Çizelge 1. Bafra'nın uzun yıllar (1975-2010) ortalama aylık yağış ve sıcaklık dağılımı

Table 1. Long term (1975-2010) mean month precipitation and temperature distribution of Bafra

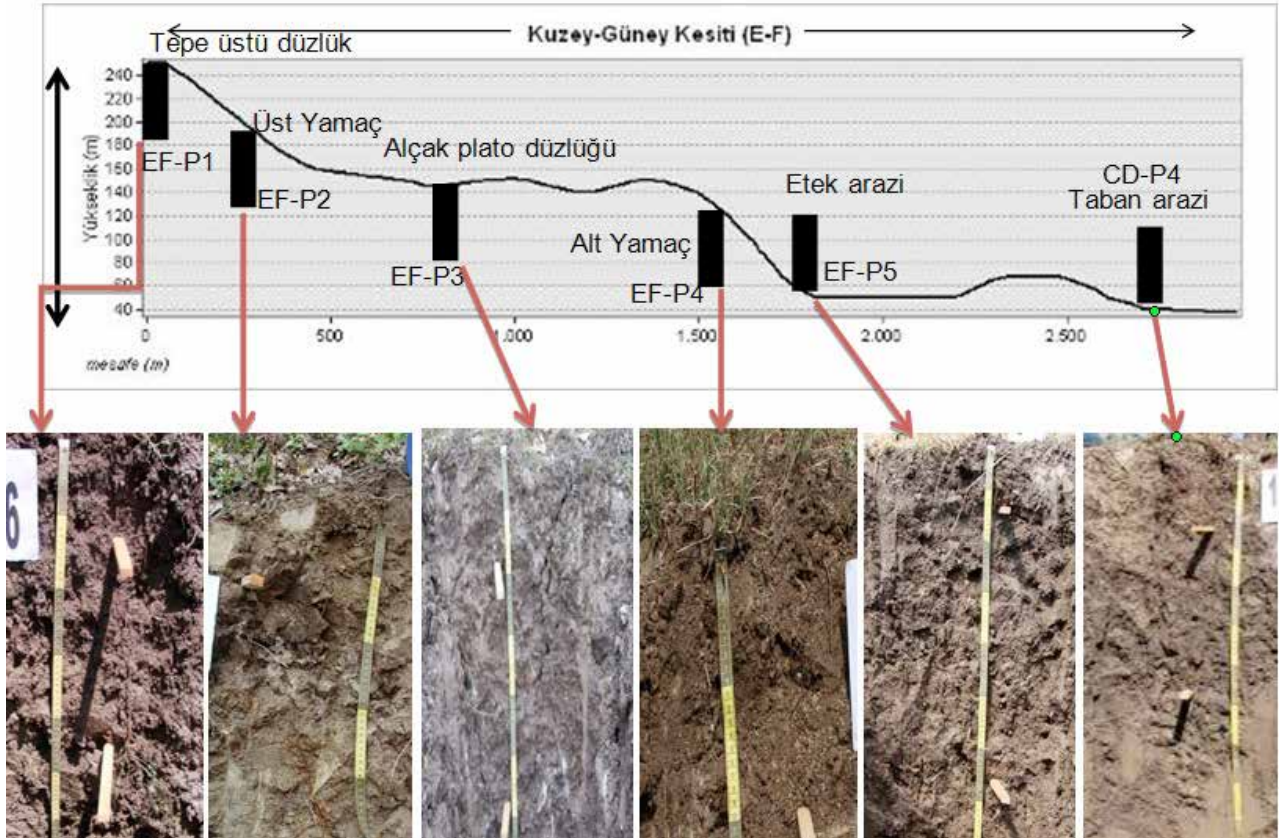
Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
T	5.7	5.6	7.2	10.9	15.1	19.8	22.6	22.6	19.0	14.9	11.0	7.6	13.5
P	81.6	65.7	60.3	56.9	47.8	48.3	30.9	42.2	61.3	101.6	98.3	100.6	794.4

T: Sıcaklık (°C), P: Yağış Ortalaması (mm)



Şekil 1. Bafra'nın su bilançosu diyagramı (Thornthwaite, 1948)

Figure 1. Soil water budget of Bafra (Thornthwaite, 1948)



Şekil 2. Kuzey-Güney kesiti üzerinde yer alan farklı topografik pozisyonda açılan profiller

Figure 2. Soil profiles located on different topographic position at North and South transect

ayının ortalarına kadar yaklaşık üç buçuk aylık bir süre kurak geçmektedir (Şekil 1). Araştırma sahası iklim verileri De Martonne formülü kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu formüle göre sahanın yıllık indis değeri 33.8'dir. Bu değere göre saha nemli iklim sahası içerisinde kalmaktadır. Araştırma sahası Köppen'e göre Orta İklimler Kuşağı'nda yer alır.

Araştırma sahası toprakları deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliği içerisinde farklı topografik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük, yamaç, taban vb. araziler) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmaktadır. Kuzey-Güney doğrultusu üzerinde yer aldığı çalışma alanı yaklaşık 9.5 km² olup, kesitleri üzerindeki arazi şekil ve açılan profillerin şematik gösterimi Şekil 2' de verilmiştir.

Arazide yapılan ön arazi keşif çalışması yanı sıra alanda farklı topografya ve bazalt ana materyal üzerinde oluşmuş farklı toprak yerleri sayısal topografik harita üzerine koordinatları aktarılmıştır. Arazide daha önce ön arazi keşfi ve büro çalışmalarıyla belirlen profil çukur yerleri arazide GPS aleti kullanılarak yerleri belirlenmiş ve bu noktalarda profil çukurları açılmıştır. Açılan her bir profil çukurundan (1.5-2 m) horizon esasına göre toprak örneklemeleri yapılarak laboratuvara getirilmiş ve analiz ön işlemlerine tabi tutulmuştur. Analizlere hazır hale getirilen topraklarda fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Morfolojik çalışmalarda Soil Survey Staff (1993)' den yararlanılmıştır. Toprakların morfolojik tanımlamaları için açılan her profil Soil Survey Staff (1993) tarafından belirtilen usuller esas alınarak incelenmiştir. Horizonların tanımı ve adlandırılması ise Soil Survey Staff (1999)'a göre yapılmıştır.

Bünye (tekstür) bozulmuş toprak örneklerinde (Bouyoucous 1951), değişebilir katyonlar pH' sı 8.2'ye ayarlı sodyum asetat (NaOAc) kullanılarak (Rhoades, 1986), kireç serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 1993), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda pH metre kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992; 2004), elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992; 2004), organik madde Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

Topraklarının bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal regresyon denklemlerinin

belirlenmesinde $y=a_0+a_1x_1+a_2x_2+\dots+a_nx_n$ (burada, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ en küçük kareler yöntemiyle belirlenmesi gereken katsayılar; y -bağımlı; $x_i (i=1, n)$ -bağımsız parametrelerdir) biçimindeki fonksiyonlardan kullanılmıştır. Modellerin oluşturulmasında toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkiler dikkate alınmıştır. Toprak özelliklerinin bir birine karşılıklı etkisini göz önüne alarak, özelliklerin çarpımını ve kare kökünü içeren terimlerden kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak pH, KDK, OM, kil, kireç değerleri alınmış ve toprak özellikleri ile olan çoklu regresyon ilişkileri MİNİTAB-32 bilgisayar programını kullanılarak oluşturulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflaması

Kuzey-Güney doğrultusunda yer alan farklı topografik pozisyonda (tepe üstü düzlük, üst yamaç, alçak plato düzlüğü, etek ve taban) ve arazi kullanımlarında (tarım, orman ve mera) açılan altı farklı profile ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Typic Haplustert olarak sınıflandırılan CD-P4 nolu profili, taban arazi üzerinde oluşmuş düz düze yakın eğimli, derin topraklardır. Tüm profil kil bünyeli olup, kil % 56.2 ile % 78.2 arasında değişmektedir. Bu durum toprakların saturasyon durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüzeyde 42.80 cmolk⁻¹ olmasına karşın derinlere doğru bu miktar düşüş göstermekte ve 39.78 cmol.kg⁻¹ olmaktadır. Bu azalma kil miktarındaki bir miktar artmasına karşın, organik kökenli kolloidal maddelerin azalmasından kaynakladığı söylenebilir. Organik madde miktarı ise yüzeyde % 1.65 olmasına karşın 65 cm den sonra daha da azalarak % 0.14'e düşmektedir. Toprak reaksiyon hafif bazik olup pH değerleri 7.05 ile 8.25 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup yüzeyde % 0.20 iken derinde bir miktar artarak % 2.67 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Etek arazi üzerinde açılan ve Vertic Haplustept olarak sınıflandırılan EF-P5 kodlu toprak profili, orta derin ve ağır bünyelidir. 66 cm derinliğe kadar kil %58.3 ile %61.9 arasında değişmektedir. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarı ve kil

içeriği nedeniyle 43.70 cmol.kg⁻¹ olmasına karşın 66 cm'den sonra 22.77 cmol.kg⁻¹ düşmektedir. Benzer şekilde organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 2.21 olmasına karşın yüzey altı katmanda %0.55'e düşmektedir. Toprak reaksiyon bazik olup pH değerleri 8.12 ile 8.28 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktardadır ve %0.79-1.75 arasında değişmektedir. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P4 kodlu profil Kuzey-Güney doğrultusunda yer alan kesiti üzerinde deniz seviyesinden 135 m

yükseklikte yer alan profil olup, Lithic Ustorthent olarak sınıflandırılmıştır. Profilin bulunduğu alan fizyografik açıdan yamaç arazidir. Yüzey örtüsü çok zayıf olması ve dik eğimli olmaları nedeniyle erozyon şiddeti fazla, bu nedenle topraklar çok sığ (19 cm) derinliğe sahiptirler. Yüzey toprakları orta bünyeli olup kumlu kil tındır. KDK ve organik madde içerikleri yüzey toprağında 4185 cmol.kg⁻¹ ve % 3.37 dir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup, pH değerleri 7.89' dir. Kireç profilde çok az olup %0.39'dur. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Çizelge 2. Çalışma topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, yükselti ve arazi kullanım durumları

Table 2. Physical and chemical analysis results of studied soils and their elevation and land use

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC dS.m ⁻¹	Kireç %	OM %	KDK cmol.kg ⁻¹	Değişebilirler Katyonlar cmol.kg ⁻¹			Bünye Dağılımı %			
							Na+	K+	Ca+++Mg++	Kil	Silt	Kum	Sınıf
CD-P4 / Taban / Kuru Tarım / 25 m													
A	0-23	7.50	0.17	0.20	1.65	42.80	0.22	1.67	40.91	56.2	23.1	20.7	C
Bss1	23-65	7.30	0.44	0.98	1.26	41.36	0.25	1.47	39.64	62.6	12.8	24.5	C
Bss2	65-106	8.25	0.17	1.10	1.09	40.33	1.33	1.41	37.59	68.4	15.8	15.8	C
C	106 +	8.14	0.11	2.67	0.14	39.78	1.35	1.40	36.04	78.4	2.8	18.8	C
EF5 / Etek / Orman / 42 m													
A	0-15	8.28	0.26	0.79	2.21	43.70	0.36	0.36	42.97	58.3	20.0	21.7	C
Bw	15-66	8.12	0.18	1.26	0.67	43.37	0.47	0.32	42.58	61.9	25.6	12.5	C
2Cr	66-106	8.20	0.25	1.75	0.55	27.77	1.02	0.26	26.49	37.3	34.8	27.9	CL
EF-P4 /Alt Yamaç / Kuru tarım / 135 m													
A	0-19	7.89	0.40	0.39	3.37	41.85	0.16	0.49	41.02	32.5	18.6	48.9	SCL
R	19-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EF-P3 / Alçak plato düzlüğü / Orman / 160 m													
A	0-18	7.06	0.44	1.08	1.88	47.28	0.24	0.32	46.71	54.4	22.6	23.1	C
Bw	18-57	7.31	0.42	1.02	0.06	50.54	0.34	0.09	50.11	61.1	17.7	21.2	C
Cr	57-87	7.01	0.51	0.39	0.57	40.54	0.58	0.09	39.87	57.5	22.6	19.9	C
EF-P2 / Üst Yamaç / Orman/ 190 m													
A	0-11	6,74	0.35	0.09	1.54	28.70	0.35	0.43	27.92	22.0	21.8	56.2	SL
Cr	11-65	7.01	0.20	0.29	0.87	17.66	0.54	0.12	17.00	14.6	9.3	76.1	LS
EF-P1/Tepe üstü düzlük / Mera / 251 m													
A	0-12	7.14	0.55	0.69	3.53	49.73	0.29	0.58	48.85	61.9	23.6	14.5	C
Bw1	12-41	7.70	0.54	0.98	1.78	44.57	0.27	0.31	43.98	49.9	27.7	12.5	C
Bw2	41-84	7.92	0.11	0.98	1.41	52.55	0.64	0.29	51.62	47.9	32.3	19.8	C
2Ck	84-105	7.94	0.38	6.37	1.29	44.46	0.63	0.09	43.74	40.0	40.8	19.1	C

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde

Typic Haplustept olarak sınıflandırılan EF-P3 kodlu profil, deniz seviyesinden 160 m yükseklikte yer alan alçak plato üzerinde oluşmuş, hafif eğime sahip derin topraklardır. Üzerinde genellikle orman ve mera örtüsü bulunduran bu arazilerdeki topraklar, ağır bünyelidirler. Kil profilde %54.4 ile %61.1 arasında değişmektedir. Bu durum ağır bünyeye sahip profillerde olduğu gibi, toprakların doygunluk olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların suyla doygun olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları 40.54 ile 50.54 cmolkg⁻¹ arasında değişmektedir. Organik madde miktarı yüzeyde % 1.88 iken derinlere doğru bu oran hızlı bir şekilde düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif bazik olup pH değerleri 7.01 ile 7.31 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup, yüzeyde %0.39 iken derinde bir miktar artarak %1.08 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Lithic Ustorthent olarak sınıflandırılan EF-P2 kodlu profil Kuzey-Güney doğrultusunda yer alan kesiti üzerinde deniz seviyesinden 190 m yükseklikte olup, fizyografik arazi şekli yamaçtır. Çok sığ derinliğe (11 cm) sahip, kumlu tın bünyelidirler. Kil ve organik madde içerikleri diğer profillere göre çok düşük seviyelerde olmaları nedeniyle KDK 17.66 ile 28.70 cmolkg⁻¹ arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu, hafif asit ile nötr olup, pH değerleri 6.74 ile 7.01 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az olup %0.09 ile %0.29 arasındadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

EF-P1 kodlu profil Kuzey-Güney kesiti üzerinde deniz seviyesinden 251 m ile en yüksekte yer alan profil olup Typic Haplustept olarak sınıflandırılmıştır. Tepe üstü düzlükler üzerinde yer alan arazilerde yayılım göstermektedirler. Tüm profil kil bünyeli olup, kil %40.0 ile %61.9 arasında değişmektedir. Bu durum toprakların doygun olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüksek kil içeriği nedeniyle 44.46 ile 52.55 cmolkg⁻¹ arasında değişmektedir. Toprak reaksiyonu hafif bazik olup pH değerleri 7.14 ile 7.94 arasında değişmektedir. Kireç profilde az miktarda olup yüzeyde % 0.69 iken derinde bir miktar artarak %4.37 olmaktadır.

Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Farklı Toprak Horizonlarının Bazı Topografik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Araştırma toprağının A horizonlarının özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Kesit üzerinde yer alan toprakların pH değerleri ile silt ve yükseklik arasında yüksek negatif korelasyonlar, diğer özellikleri arasında ise zayıf ve çok zayıf ilişkiler bulunmuştur. pH değerlerinin sayısal olarak dar aralıkta (6.74–8.28) değişimi, diğer özelliklerin ise (örneğin Na, K, silt, kum) çok düşük değerlere sahip olması, korelasyon katsayılarının düşük olmasının nedenlerinden olabilmektedir. Yükseklik arttıkça, atmosfer olaylarının (özellikle yağış miktarı, çeşidi vb.) daha etkili olması sonucu, toprağın pH değerlerinin azalması mümkün olabilir. Toprağın EC değerleri, yükseklik ile çok önemli düzeyde pozitif ilişki vermiş, OM ve K ile ise korelasyon ilişkisi yüksek, fakat önemli düzeyde olmamaktadır. Kireç, OM, Na, K, silt miktarları geri kalan toprak özellikleriyle önemsiz düzeyde ilişki göstermiştir. Kireç ile KDK, Ca+Mg, kil ve kum arasında yüksek korelasyon, eğim ile ise orta şiddette negatif ilişki saptanmıştır. Toprak KDK' sı, Ca+Mg ile çok önemli pozitif, kil ile önemli pozitif, kum ile önemli düzeyde negatif, eğim ile ise orta şiddette negatif ilişkiler vermiştir. Ca+Mg ile kil ve kum miktarları arasında önemli düzeyde sırasıyla pozitif ve negatif, eğim ile ise orta şiddette negatif ilişkiler belirlenmiştir. Kil miktarı kum ile çok önemli, eğim ile ise önemli düzeyde negatif ilişkiler göstermiştir. Kum miktarıyla eğim arasındaki ilişki pozitif ve önemli bulunmuştur.

Kesit üzerinde yer alan toprakların B horizonlarının özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Toprakların pH değerleri ile EC, kireç, Na ve kum arasındaki korelasyon katsayıları yüksek olup, fakat önemli olmamaktadır. EC değeri diğer tüm toprak özellikleriyle, zayıf ilişkiler göstermiştir. Kireç ve OM ile diğer toprak parametreleri arasında zayıf ve orta şiddette korelasyonlar bulunmuştur. Kireç ile eğim arasında ise önemli düzeyde pozitif ilişki saptanmıştır. KDK ile Ca+Mg arasında çok önemli düzeyde pozitif ilişki, diğer parametreler arasında ise zayıf ve orta şiddette korelasyonlar

Çizelge 3. A horizonlarına ait toprak parametrelerine ilişkin korelasyon matrisi

Table 3. Correlation matrix of soil parameters for A horizons of soils

	EC	Kireç	OM	KDK	Na	K	Ca+Mg	Kil	Silt	Kum	Yükseklik	Eğim
pH	-0.410	0.173	0.277	0.306	-0.123	0.031	0.278	0.296	-0.671	-0.204	-0.659	0.120
EC		0.431	0.651	0.345	-0.063	-0.606	0.376	0.019	0.163	-0.036	0.922**	0.089
Kireç			0.204	0.735	0.046	-0.500	0.778	0.628	0.079	-0.601	0.138	-0.455
OM				0.514	-0.343	-0.261	0.497	0.162	-0.255	-0.125	0.454	0.275
KDK					-0.329	0.054	0.997**	0.865*	0.239	-0.843*	0.021	-0.543
Na						-0.344	-0.269	0.036	0.181	-0.055	0.115	-0.305
K							-0.003	0.251	0.394	-0.283	-0.531	-0.329
Ca+Mg								0.872*	0.258	-0.852*	0.056	-0.568
Kil									0.452	-0.995**	-0.207	-0.848*
Silt										-0.539	0.288	-0.773
Kum											0.163	0.887*
Yükseklik												0.138

** Korelasyon 0.01 düzeyinde çok önemli; *Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

belirlenmiştir. KDK ve yükseklikle yüksek pozitif ilişki belirlenmiştir. Na ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler önemsiz olarak saptanmıştır. K değerleri, Ca+Mg ile önemli negatif, yükseklik ve eğimle ise sırasıyla yüksek ve orta şiddette negatif korelasyonlar vermiştir. Kil miktarı silt ile önemli, yükseklikle ise çok önemli düzeyde negatif ilişkiler göstermiştir. Kum miktarının diğer tüm toprak özellikleriyle ilişkileri önemsiz düzeyde olup, pH'la yüksek, kireç, silt ve eğim ile orta şiddette negatif korelasyonlar vermiştir.

Araştırma topraklarının ana materyallerine yönelik incelenen değişkenlerine ilişkin korelasyon matrisi Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, toprağın pH değeriyle, diğer tüm özellikleri arasındaki ilişkilerinin önemsiz olmasına rağmen, Na ile yüksek şiddette pozitif, kireç ve K ile orta şiddette pozitif, kum, yükseklik ve eğim ile ise orta şiddette negatif korelasyonlar saptanmıştır. Toprağın EC değerleriyle, kireç, kil, kum, eğim arasında zayıf; diğer özellikleriyle ise orta ve yüksek şiddette korelasyonlar bulunmuştur. Kireç

Çizelge 4. B horizonlarına ait toprak parametrelerine ilişkin korelasyon matrisi

Table 4. Correlation matrix of soil parameters for B horizons of soils

	EC	Kireç	OM	KDK	Na	K	Ca+Mg	Kil	Silt	Kum	Yükseklik	Eğim
pH	-0.754	0.617	0.201	-0.246	0.749	0.073	-0.282	0.114	0.371	-0.693	-0.152	0.285
EC		-0.492	0.108	-0.137	-0.669	-0.045	-0.068	-0.122	-0.296	0.136	0.191	-0.265
Kireç			-0.412	-0.358	0.276	-0.066	-0.331	0.491	0.023	-0.567	-0.538	0.818*
OM				-0.225	0.028	0.269	-0.232	-0.525	0.370	-0.214	0.324	-0.458
KDK					-0.273	-0.755	0.993**	-0.647	0.566	0.245	0.755	0.069
Na						0.437	-0.364	0.436	-0.136	-0.219	-0.331	-0.237
K							-0.814*	0.608	-0.704	0.322	-0.719	-0.543
Ca+Mg								-0.674	0.591	0.199	0.775	0.139
Kil									-0.837*	0.117	-0.921**	0.056
Silt										-0.492	0.757	0.338
Kum											-0.139	-0.497
Yükseklik												-0.121

** Korelasyon 0.01 düzeyinde çok önemli; *Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 5. C horizolarına ait toprak parametrelerine ilişkin korelasyon matrisi**Table 5.** Correlation matrix of soil parameters for C horizons of soils

	EC	Kireç	OM	KDK	Na	K	Ca+Mg	Kil	Silt	Kum	Yükseklik	Eğim
pH	-0.443	0.597	-0.205	0.327	0.767	0.513	0.264	0.385	0.278	-0.554	-0.515	-0.554
EC		0.053	0.433	0.440	-0.672	-0.688	0.534	-0.045	0.582	-0.338	0.570	-0.297
Kireç			0.515	0.622	0.096	0.060	0.626	0.141	0.539	-0.491	0.337	-0.517
OM				0.013	-0.759	-0.753	0.106	-0.669	0.640	0.225	0.914*	0.236
KDK					0.182	0.237	0.993**	0.725	0.303	-0.899*	0.088	-0.923*
Na						0.895*	0.073	0.675	-0.342	-0.427	-0.886*	-0.450
K							0.120	0.750	-0.638	-0.306	-0.725	-0.366
Ca+Mg								0.649	0.382	-0.877	0.183	-0.895*
Kil									-0.285	-0.778	-0.544	-0.815
Silt										-0.380	0.408	-0.319
Kum											0.257	0.995**
Yükseklik												0.251

miktarıyla OM, silt ve eğim arasındaki korelasyon orta, KDK, Ca+Mg ile ise yüksek olup, önemsiz düzeyde gerçekleşmiştir. OM, yükseklik ile önemli düzeyde çok yüksek pozitif korelasyon vermiştir. KDK miktarı, Ca+Mg ile çok önemli düzeyde pozitif korelasyon; kum ve eğimle ise önemli düzeyde çok yüksek negatif korelasyonlar göstermiştir. Na 'la K arasında önemli düzeyde çok yüksek pozitif, yükseklikle ise negatif korelasyonlar saptanmıştır. Ca+Mg değerleriyle eğim arasında önemli düzeyde negatif yüksek korelasyon belirlenmiştir. Kil miktarı yükseklik ve eğimle sırasıyla orta ve yüksek şiddette negatif korelasyonlar göstermiştir. Silt ile diğer tüm toprak özellikleri arasındaki korelasyonlar önemsiz olup, zayıf, orta ve yüksek şiddette gerçekleşmiştir. Yükseklikle pozitif orta, eğim ile ise zayıf negatif korelasyon vermiştir. Topraktaki kum miktarı ile yükseklik arasında zayıf, eğim arasında ise çok önemli düzeyde çok yüksek korelasyon belirlenmiştir.

Korelasyon katsayısı parametreler arasında doğrusal ilişkiyi ifade ettiğinden, özellikler arasındaki bazı ilişkilerin düşük olmasının nedeni, doğrusal olmayan ilişkilerin mümkünlüğü, ilişkilerin doğrusallaşma sürecinin kısa olmaması, bazı parametrelerin değişme aralıklarının dar olması, parametrelerin karşılıklı etkisinin farklılığı, yükseklik ve eğime bağlı olarak parametrelerin düzensiz değişimi, ana materyalin ilkin bileşenlerinin belirlenmesinin zorluğu, toprak profillerinin olduğu jeomorfolojik koşulların çok

nadir durumlarda benzerlik göstermesi, yükseklik ve eğimin topraktaki makro süreçlerin hızına ve yönüne etkisi gibi durumlar olabilir.

Farklı Toprak Horizonlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Regresyon Modelleri

Toprak özellikleri arasındaki regresyon modeller, özellikler arasındaki nicel ilişki durumunu ifade etmektedir. Bu modeller, deneysel değerleri genelleştirmekte; yerel, bölgesel ve global düzeyde oluşturulmakta, toprak ve iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir.

Regresyon modellerinin oluşturulmasında toprak parametrelerine ilişkin korelasyon analizi sonuçları dikkate alınmıştır. Aralarındaki korelasyon ilişkileri çok düşük düzeyde olan parametreler modellerin oluşturulmasında kullanılmamıştır. Kesit üzerinde yer alan toprakların A horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri aşağıdaki biçimde belirlenmiştir (Çizelge 6)

Çizelge 6'dan da görüldüğü gibi, toprakların A horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modellerinin regresyon katsayıları (regresyon denklemlerinin belirleme katsayısı) yüksek ve çok yüksek düzeyde olup, 0.615-0.998 arasında değişmektedir. 1. ve 4. modellere göre, organik madde, kil, Ca+Mg özellikleri KDK'nın artışını etki yapmaktadır. Özelliklerin çarpımını (OM, Kil) ve kare kökünü (\sqrt{kil}) ifade eden terimlerin modele dahil edilmesi, modellerin performansını

Çizelge 6. Toprakların A horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri**Table 6.** Regression models between some parameters for A horizons of soils

		R ²
1.	KDK = 12.2 + 2.15 OM + 0.485 Kil + 0.142 Eğim	0.902
2.	KDK = 9.5 + 22.2 OM + 0.512 Kil - 0.627 Eğim - 0.310 OM·Kil	0.961
3.	KDK = 1.16 + 1.01 (Ca+Mg) - 0.0085 Kil	0.994
4.	KDK = - 17.8 + 0.938 (Ca+Mg) - 0.518 Kil + 6.79 \sqrt{Kil}	0.996
5.	OM = - 3.02 + 0.0156 Kil + 0.092 KDK + 0.0532 Eğim	0.704
6.	OM = 22.9 + 0.777 Kil + 0.150 KDK + 0.0863 Eğim - 9.56 \sqrt{Kil}	0.970
7.	Kil = 78.4 - 1.08 Kum + 0.173 Eğim	0.996
8.	Kil = 57.7 - 1.72 Kum + 0.157 Eğim + 7.54 \sqrt{Kum}	0.998
9.	Kireç = - 1.27 + 0.0495 (Ca+Mg) - 0.0049 Kil	0.615
10.	Kireç = 23.6 + 1.06 (Ca+Mg) - 0.395 Kil - 13.0 $\sqrt{Ca + Mg}$ + 5.2 \sqrt{Kil}	0.713

** Korelasyon 0.01 düzeyinde çok önemli; *Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli

artırmıştır. Aynı durum 5. ve 10. modeller için de söz konusu olmaktadır. 5. ve 6. modellerde, kil, KDK ve eğimin organik madde artışına etkisi gözükmemektedir. 7. ve 8. modellere göre, kil miktarının değişimine kum negatif, eğimin ise pozitif etki yapmaktadır. Kireç miktarına, Ca+Mg'nin pozitif, kilin ise negatif etkisi 9. ve 10. modellerden gözükmemektedir. Toprakların B horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modellerinin (R²) orta şiddette, yüksek ve çok yüksek düzeyde olup, 0.418-0.998 arasında değişmektedir (Çizelge 7).

En düşük regresyon katsayısı (R²= 0.418) 9. regresyon modelinde saptanmıştır. Regresyon katsayısının düşük olması, eğim faktörünün

kil ve kum miktarına düzensiz etkisinden kaynaklanmış olabilir. Doğrusal olmayan terimler regresyon modellerinin korelasyon katsayılarının yükselmesine neden olmaktadır.

Toprakların C horizonlarına ait bazı özellikler arasındaki regresyon modelleri Çizelge 8'de verilmiştir. Modellerin regresyon katsayısı 0.553-0.997 arasında değişmekte; en düşük regresyon katsayısı kireç ile Ca+Mg, kil ve eğim arasında, en yüksek ise KDK'nı ifade eden modellerde bulunmuştur. Regresyon modellerin, özelliklerin karekökünü ve karesini içeren polinomlarla ifadesi, yüksek regresyon katsayısı vermiştir. Bu ise, genel olarak tahminin önem düzeyini artırmaktadır.

Çizelge 7. Toprakların B horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri**Table 7.** Regression models between some parameters for B horizons of soils

		R ²
1.	pH = 5.41 - 2.34 Na + 5.16 \sqrt{Na}	0.686
2.	pH = 6.86 + 1.29 \sqrt{Na}	0.614
3.	KDK = 97.7 - 7.92 OM - 0.708 Kil - 0.680 Eğim	0.930
4.	KDK = 142 - 39.6 OM - 1.44 Kil - 0.643 Eğim + 0.536 OM·Kil	0.950
5.	KDK = 3.75 + 0.908 (Ca+Mg) + 0.0258 Kil	0.987
6.	KDK = 168 + 0.945 (Ca+Mg) + 2.99 Kil - 44.5 \sqrt{Kil}	0.998
7.	OM = 11.3 - 0.0830 Kil - 0.111 KDK - 0.0896 Eğim	0.933
8.	OM = 59.7 + 0.777 Kil - 0.107 KDK - 0.0550 Eğim - 13.0 \sqrt{Kil}	0.981
9.	Kil = 39 + 5.1 Kum - 15.3 Eğim - 0.126 (Kum) ² + 1.59 (Eğim) ²	0.418
10.	Kireç = 0.929 - 0.00543 (Ca+Mg) + 0.00361 Kil + 0.0417 Eğim	0.906
11.	Kireç = 18.9 + 0.384 (Ca+Mg) - 0.00050 Kil + 0.0561 Eğim - 5.27 $\sqrt{Ca + Mg}$	0.981

Çizelge 8. Toprakların C horizonlarının bazı özellikleri arasındaki regresyon modelleri
Table 8. Regression models between some parameters for C horizons of soils

		R ²
1.	$pH = 5.38 + 2.55 \sqrt{Na}$	0.623
2.	$pH = -7.45 - 14.9 Na + 30.7 \sqrt{Na}$	0.811
3.	$KDK = 4.9 + 18.5 OM + 0.433 Kil - 0.386 Eğim$	0.992
4.	$KDK = 0.97 + 0.924 (Ca+Mg) + 0.0646 Kil$	0.997
5.	$KDK = 3.77 + 0.947 (Ca+Mg) + 0.142 Kil - 1.09 \sqrt{Kil}$	0.997
6.	$KDK = 6.9 + 1.13 (Ca+Mg) + 0.0700 Kil - 2.3 \sqrt{Ca + Mg}$	0.997
7.	$OM = -0.121 - 0.0234 Kil + 0.0508 KDK + 0.0172 Eğim$	0.984
8.	$Kil = 26.4 + 3.38 Kum - 10.8 Eğim$	0.779
9.	$Kil = -52 + 8.2 Kum - 15.1 Eğim - 0.29 (Eğim)^2$	0.796
10.	$Kil = -192 + 0.95 Kum - 17.2 Eğim + 65 \sqrt{Kum}$	0.799
11.	$Kireç = 2.9 + 0.124 (Ca+Mg) - 0.073 Kil - 0.158 Eğim$	0.553

Yapılan araştırmalar, regresyon modellerinin toprak özelliklerinin karesi, kare kökü ve çarpımını kapsayan polinomlarla ifadesinin, regresyon katsayısını, dolayısıyla tahminin önem düzeyini yükselttiğini göstermektedir (Kosheleva vd., 2002; Gülser vd., 2007).

Diğer modellerde olduğu gibi, regresyon modellerinde de, gerçek ortamdaki parametreler arasındaki ilişkilerin ve karşılıklı etkilerin detaylı matematiksel ifadesi mümkün olmamaktadır. Parametreler arasındaki fonksiyonel ilişkilerin belirlenmesinde, bazı sınırlamaların dahil edilmesi, regresyon modellerinin olumsuz yanı olmaktadır. Polinom fonksiyonların kullanılması, bu olumsuzluğun aradan kaldırılmasına imkan sağlamaktadır.

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, Samsun-Bafra karayolunun güneyinde, Engiz Beldesine bağlı Dağköy mevki içerisinde farklı topografik pozisyonlarda (tepe üstü düzlük, yamaç ve taban araziler) yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların; fiziksel, kimyasal özellikleri belirlenmiş ve sınıflamaları yapılmış; genetik horizonların topografik ve toprak özellikleri arasında doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Çalışmada deniz seviyesinden 20-251 m arasında Kuzey-Güney kesiti üzerinde farklı topografik pozisyonlardan toplam altı adet profil incelenmiştir. Toprakların gerek arazi morfolojik incelemeleri gerekse de alınan toprak örneklerinde yapılan laboratuvar analizler sonucu

kesit üzerinde eğimli ve yamaç arazilerde yer alan topraklar Lithic Ustorthent alt grubunda sınıflandırılırken, düz düze yakın eğimli taban ve tepe/plato düzlüklerinde yer alan topraklar ise Typic Haplustert, Vertic Haplustept ve Typic Haplustept olarak sınıflandırılmıştır. Aynı ana materyal olmasına karşın, aynı alan içerisinde bu denli farklı toprakların oluşmasında diğer bir ifade ile geç ve olgun toprakların lokal bir alan içerisinde birlikte yer almalarının sebebi, topografya veya yerel rölyefin ana materyal ve zamanın toprak oluşum süreç ve işlemleri üzerinde önemli etkisi olduğudur. Ayrıca, bu duruma toprakların üzerinde yer alan vejetasyonun sıklığı, çeşidi gibi faktörler de önemli etki yaptığı görülmüştür. Toprakların olgunlaşmasında veya genç kalmalarında özellikle yamaç arazilerde yer alan topraklar da su hareketi dolayısıyla toprak taşınımı ve birikimi yerinde oluşum kadar etkili olduğu görülmektedir.

Araştırma topraklarının B horizonuna ait 9. ve C horizonuna ait 11. modellerde regresyon katsayıları orta; diğer tüm modellerde ise yüksek ve çok yüksek düzeyde olmaktadır. Dolayısıyla, elde edilen regresyon denklemleri, benzer özelliklere sahip olan toprakların pH, KDK, OM, kil, kireç değerlerinin tahmininde kullanılabilir.

Genel olarak, toprak araştırmalarında elde edilen deneysel eğrilerin pratik olarak polinom fonksiyonlarla ifadesi mümkün olabilmektedir (Schaap, 2004). Araştırmanın amacına uygun olarak regresyon modelleri farklılık gösterdiğinden, farklı modellerin karşılaştırılması ve en iyisinin bulunması için genel bir kural olmamaktadır.

Regresyon modellerinden hesaplanan teorik değerlerle, yerel, bölgesel veya global düzeyde oluşturulmuş toprak verileri arasında karşılaştırılma yapılır ve modellerin yeterlilik düzeyi belirlenir. Bouma (1989)'a göre, regresyon modeller (pedotransfer fonksiyonlar) elde edilen verileri, gerekli verilere dönüştürmektedir. Regresyon modellerin uygulamasının kolaylığını göz önüne alarak, yerel ve bölgesel düzeyde bu modellerin yapılması için, uygun toprak verileri bankasının oluşturulması güncel problemlerden biridir (Wösten vd., 1990; Shein ve Arkhangel'skaya, 2006).

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan veriler 2130073 kodlu proje kapsamında yapılan çalışmanın bir kısmını oluşturmakta olup, tüm çalışma TÜBİTAK-TOVAG tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bayraklı F, Ekberli İ, Gülser C (1999). Azerbaycan Mil ovası topraklarının verimlilik düzeylerinin deneysel ve matematiksel olarak değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 138-153.

Bosch A, Dörfer C, He JS, Schmidt K., Scholten T (2016). Predicting soil respiration for the Qinghai-Tibet Plateau: An empirical comparison of regression models. *Pedobiologia*, 59: 41-49.

Bouma J (1989). Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances Soil Science*, 9: pp. 177-213.

Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils, *Agronomy Journal*, 43(9): 434-443.

Candemir F, Gülser C (2012). Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine-textured alkaline soils. *Arid Land Research and Management*. 26: 15-31.

Carlona C, Valleb MD, Marcominia A (2004). Regression models to predict water-soil heavy metals partition coefficients in risk assessment studies. *Environmental Pollution*, 127: 109-115.

Ekberli İ, Dengiz O, Özdemir N, Göl C (2009). Topraktaki tuz miktarı ile toprağın bazı fiziksel-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *International Research Conference "Priority line of activity in the industry and working over of an agricultural output" dedicated to 80-years old of the academician K.U.Medeubekov Kazakh National Agricultural University (Almati. 22.05. 2009)*, s. 677-683.

Ekberli İ, Kerimova E (2005). Azerbaycan'ın Şirvan bölgesinde sulanan killi bir toprağın bazı fiziksel-kimyasal parametrelerinin değişimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 54-59.

Ekberli İ, Kerimova E (2008). Functional relationships between fertility and some soil parameters. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3): 2320-2326.

Gülser C (2004). Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktasının toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilişkili pedotransfer eşitliklerle belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3): 19-23.

Gülser C, Aşkın T, Özdemir N (2003). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus topraklarının erozyona duyarlılıklarının değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 1-6.

Gülser C, Candemir F, İç S, Demir Z (2007). Pedotransfer modellerle ince bünyeli topraklarda doygun hidrolik iletkenliğin tahmini. V. Ulusal Hidroloji Kongresi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara. 5-7 Eylül 2007, s. 563-569.

Jackson ML (1958). *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Korolev VA (2008). Changes in the main physical properties of ordinary chernozems under the impact of irrigation. *Pocvovedeniye*, 10: 1234-1240.

Kosheleva NE, Kasimov NS, Samonova OA (2002). Regression models for the behavior of heavy metals in soils of the Smolensk-Moscow upland. *Pocvovedeniye*, 8: 954-966.

Li F, Shan X, Zhang T, Zhang S (1998). Evaluation of plant availability of rare earth elements in soils by chemical fractionation and multiple regression analysis. *Environmental Pollution*, 102: 269-277.

Liu J, Chao-Fu W, Qian X, Wei-Hua Z (2014). Capacities of soil water reservoirs and their better regression models by combining "merged groups PCA" in Chongqing. China. *Acta Ecologica Sinica*, 34: 53-65.

Purtova LN, Zimina MP (2007). Variability of physicochemical characteristics of brown forest soils within the phytogenic fields of trees (the Southern Far east). *Pocvovedeniye*, 1: 31-37.

Qian J, Wang Z, Shan X, Tu Q, Wen B, Chen B (1996). Evaluation of plant availability of soil trace metals by chemical fractionation and multiple regression analysis. *Environmental Pollution*, 91 (3): 309-315.

Rhoades JD (1986). Cation Exchange Capacity, Chemical and Microbiological Properties. *Methods of Soil Analysis, Part II*. Madison: ASA and SSSA Agronomy Monograph, No: 9.

Schaap MG (2004). Accuracy and uncertainty in PTF predictions. Development of pedotransfer functions in soil hydrology. Elsevier, p.33-43.

Shein EV, Arkhangel'skaya TA (2006). Pedotransfer functions: state of the art, problems, and outlooks. *Pocvovedeniye*, 10: 1205-1217.

Silva Chagas C, Carvalho Junior W, Barge Bhering S, Calderano Filho B (2016). Spatial prediction of soil surface texture in a semiarid region using random forest and multiple linear regressions. *Catena*, 139: 232-240.

Simon M, Garcia I (1999). Physico-chemical properties of the soil-saturation extracts: estimation from electrical conductivity. *Geoderma*, 90: 99-109.

Soil Survey Staff (1992). Procedures for Collecting Soil Samples and Methods of Analysis for Soil Survey. *Soil Surv. Invest. Report*, Washington D.C., USA: I. U.S. Gov. Print.

Office.

Soil Survey Staff (1993). Soil Survey Manual, USDA Handbook, Washington D.C., No: 18.

Soil Survey Staff (1999). Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA Handbook, Washington D.C., No: 436.

Soil Survey Staff (2004). Soil Survey Laboratory Methods Manual Soil Survey Investigations Report, USDA, No:42.

Thorntwaite CW (1948). An Approach to a Rational Classification of Climate. Geographic Review, 38: 55-94.

Utkaeva VF (2007). Specific surface area and wetting heat of different soil types in European Russia. Pochvovedeniye, 11: 1336-1346.

Verachtert E, Van Den Eeckhaut M, Poesen J, Govers G, Deckers J (2011). Prediction of spatial patterns of collapsed pipes in loess-derived soils in a temperate humid climate

using logistic regression. Geomorphology, 130: 185-196.

Wösten JHM, Schuren CHJE, Bouma J, Stein A (1990). Functional sensitivity analysis of four methods to generate soil hydraulic functions. Soil Sci. Soc. Am. J., 54: 832-836.

Yukselen-Aksoy Y, Kaya A (2010). Method dependency of relationships between specific surface area and soil physicochemical properties. Applied Clay Science, 50: 182-190.

Zaydelman FR (1987). Meliorasiya pochv. Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta, 304 s.

Zhumabekov EZh (2005). Physical and mechanical properties of soil in Kyrgyzia. Pochvovedeniye, 7: 851-858.