



HİDROLOJİK FONKSİYONLU HAVZALARDA FİZYOĞRAFİK KARAKTERİSTİKLERE VE ARAZİ KULLANIMINA BAĞLI OLARAK TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN ARAŞTIRILMASI

Turgay DİNDAROĞLU^{1*}, Mustafa Yıldırım CANBOLAT²

^{1*}Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş

²Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

*Sorumlu Yazar: turgaydindaroglu@hotmail.com

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Gelis 24 Şubat 2017

Düzeltilmelerin Gelişi 28 Nisan 2017

Kabul 29 Nisan 2017

ÖZET: Toprağın açık ve dinamik bir yapıda olması farklı ekolojik koşullarda değişik karakteristiklere sahip olmasına neden olmaktadır. Bu koşulların başında yükseklik, eğim ve bakı gibi fizyoğrafik özellikler gelmektedir. Bu özellikler toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyerek topraklara karakter kazandırır. Bu araştırma, fizyoğrafik karakteristiklerin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla Erzurum İli Kuzgun Baraj Gölü çevresinde yürütülmüştür. Araştırma alanında CBS ortamında belirlenen fizyoğrafik karakteristikler ve arazi kullanım durumuna göre 80 adet bozulmuş yüzey toprak örneği alınmış ve bu topraklar üzerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistik analizlere tabi tutularak değerlendirilmiştir. Arazinin ortalama yüksekliği 2100-2400 m arasında değişmektedir. Yükseklik grupları ile toprak özellikleri arasında, rakım arttıkça kil içeriği, organik madde içeriği ve agregat stabilitesi oranında azalış; kum, pH, fosfor ve toprak aşınım faktörü (K) değerlerinde ise artışlar meydana gelmiştir. Alanın genel olarak dik eğimli bir yapıya sahip olması mevcut bitki çeşitliliğinde kısıtlamalara neden olduğu gibi toprak aşınım riskini de artırmaktadır. Eğimin yüksek olduğu alanlar genelde güney bakılı alanlardır. Bu alanlarda yükselti ve eğimin olumsuz etkileri kombine bir şekilde toprak özelliklerine de yansımıştır. Eğim oranı arttıkça kil miktarı, organik madde içeriği ve agregat stabilitesi oranında azalma, kum miktarı ve K faktöründe ise artma eğilimi tespit edilmiştir. Güney bakılarda ise kum miktarı ve K faktöründe istatistiksel anlamda önemli bir artış tespit edilmiştir. Arazi kullanımına bağlı olarak, organik madde içeriği, K faktörü, agregat stabilitesi, kum, silt ve kil miktarlarındaki farklılıklar, özellikle fizyoğrafik faktörlerinde etkisiyle daha belirleyici olmuştur. K faktörü en düşük orman alanlarında tespit edilmiş, sıralama ise orman<mera<çayır olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, fizyoğrafik karakteristikler toprak özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle özellikle hidrolojik fonksiyona sahip havzalarda sürdürülebilir su potansiyeli ve kalitesi için toprak koruma ve arazi ıslah projeleri fizyoğrafik faktörlerin olumsuz etkilerini minimize edecek şekilde planlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Toprak, fizyoğrafya, arazi kullanımı, hidroloji, havza

Havza Yönetimi Sempozyumunda bildiri olarak sunulan bu makale Turgay DİNDAROĞLU'nun bir kısım doktora tezi verileri kullanılarak geliştirilmiştir.

INVESTIGATION OF CHANGE IN SOIL PROPERTIES DUE TO PHYSIOGRAPHIC CHARACTERISTICS AND LAND USE

ARTICLE INFO

Research Article

Received 24 February 2017

Received in revised form 28 April 2017

Accepted 29 April 2017

ABSTRACT: The fact that the soil is open and dynamic system is causing it to have different characteristics in different ecological conditions. Some these factors are altitude, slope and aspect. These properties directly or indirectly affect some physical and chemical properties of the soil. This research was carried out around Erzurum Kuzgun Dam Lake in order to reveal the effects of physiographic characteristics on some important physical and chemical properties of soil and land use. Soil samples point (80 units) determined according to the altitude, slope and aspect and land use type using GIS. SPSS software was used to evaluate statistical analyses. The average height of the area varies between 2100-2400 m. When altitude groups and soil characteristics are evaluated; The tendency to decrease in clay content, organic matter content and aggregate stability as altitude increases, whereas; has been identified increasing trend in sand content, pH, phosphorus and soil erosion factor (K). The research area has a steeply sloping structure generally. This slopes groups are caused by constraints on existing plant diversity and negatively affects the rate of soil erosion. In general, the areas facing southern slopes are where the slope is high. In these areas, the negative effects of elevation and slope are also reflected in soil characteristics in a combined way. As the slope ratio increases reduction in clay content, organic matter and aggregate stability; the increase tendencies were determined with sand ratio and K factor. Sand content and K factor were found statistically significant increase in southern aspects. Depending on the land use, differences in organic matter content, K factor, aggregate stability, sand, silt and clay content were more influential with especially in physiographic factors. The K factor was determined lowest in the forest areas and the ranking was determined as forest<pasture <meadow. As a result, physiographic characteristics also play an important role in ensuring soil features. For this reason, it is important to minimize the adverse effects of physiographic factors help with soil conservation and restoration projects for sustainable land use especially in basin has hydrological function.

Keywords: Soil, physiography, land use, hydrology, watershed

GİRİŞ

Yeryüzündeki yaşam kaynaklarının başında gelen toprağın oluşumu uzun yıllar sonucu meydana gelmektedir. Bu nedenle verimli toprakları koruyarak ve verimsiz toprakları ıslah ederek sürdürülebilir bir şekilde insanlığın hizmetine sunmak için doğal toprak karakteristiklerinin neden olduğu potansiyel verim gücünün belirlenmesi gerekmektedir. Toprak oluşum faktörlerinden biri olan topoğrafyanın bileşeni olan fizyografik faktörler, oluşumdan başlayarak, toprağın gelişim sürecini ve diğer ekolojik faktörleri de dolaylı olarak etkileyen özelliklere sahip önemli bir faktördür (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000). Bu etkiler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine de yansımaktadır. Toprağın gelişiminde ana kayanın mineralojik özellikleri belirleyici rol oynasa da fizyografik koşullar toprak oluşum faktörlerini etkileyerek oluşum sürecini de olumlu ya da olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Toprak bu değişken faktörlerle beraber vejetasyon çeşitliliğini ve verimini de yakından etkilemektedir (Tüfekçioğlu vd. 2005; Sarıyıldız ve Küçük, 2009). Topraklar açık, dinamik ve

doğal sistemler olduklarından dolayı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirleriyle yakın bir ilişkisi olduğu Irmak (1970), Çepel ve Zech (1972), Çepel vd. (1977), Kantarcı (1980), Altun (1995), Özkan (1997) tarafından yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur.

Özellikle eğim ve bakı toprak özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Eğim, arazinin pozisyonuna bağlı olarak engebelilik derecesini ifade etmektedir. Arazi eğimi toprak derinliği, erozyon, toprağın tekstürü, strüktürü, yüzey akışı, sıcaklık, nem ve yağış gibi bazı iklim faktörlerini yakından etkilemektedir (Çepel, 1988). Arazi kullanım kabiliyet sınıflarının belirlenmesinde kullanılan en önemli kıstasların başında gelmektedir. Bakı ise arazinin yöneyini ifade eder. Dört ana yön ve dört ara yönden oluşmaktadır. Arazinin bakısı, o yerin özellikle sıcaklık ve yağış rejimini etkiler. Bu faktörlerdeki değişim bitki formasyonundaki çeşitliliği, dağılımı ve yoğunluğunu da etkilemektedir (Çepel, 1995). Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişim toprakların aşınmaya karşı olan mukavemetlerini de yakından etkilemektedir (Lal, 1988; Özdemir, 1991).

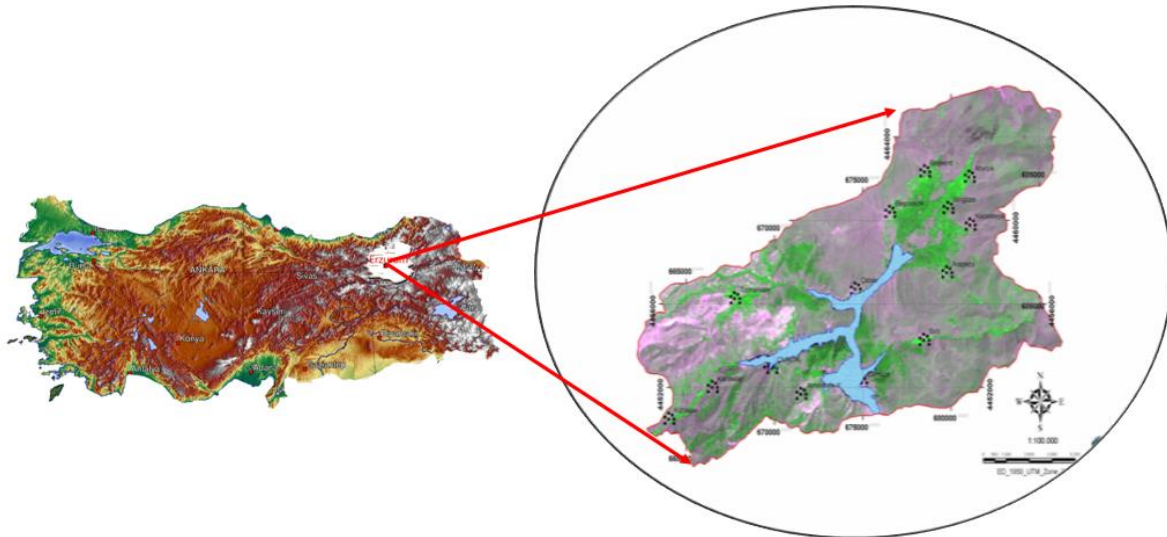
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak arazinin fizyografik özellikleri Sayısal Yükseklik Modeli oluşturularak elde edilebilmektedir. Bunun yanında araziden elde edilen noktasal veriler CBS ortamında işlenerek jeostatistik analizlerle mekânsal dağılımı ortaya koyabilme imkanı vermektedir (Jaint vd, 1995).

Bu araştırma ekolojik faktörlerin en önemli unsurlarından birisi olan toprağın oluşumundan başlayarak gelişimini ve verimliliğini kontrol eden fizyografik karakteristikler ile toprak arasındaki etkileşimlerin anlaşılması amacıyla Erzurum Kuzgun Baraj Gölü Havzasında ArcGIS 9.3 CBS yazılımı kullanılarak yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma alanı

Araştırma, Erzurum İli Aziziye (Ilıca) İlçesinin 60 km kuzey batısında bulunan ve Yukarı Fırat havzası sınırları içerisinde kalan Kuzgun Baraj Gölü ve çevresinde yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı

Çalışma alanı ve yakın çevresi yıllık ortalama sıcaklığı 5.3 °C dir. Yıllık yağış ortalaması 409 mm'dir . Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklık ve buharlaşmanın en yüksek, yağış değerlerinin ise en düşüktür. Su açığının en fazla bu aylarda görülmektedir. Araştırma alanında orman örtüsünün bulunduğu alanlar, sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve titrek orman kavağı (*Populus tremula*) ile saf veya karışık meşcere şeklinde kaplıdır.

Araştırma alanı fizyografik karakteristiklerin (yükseklik, eğim, bakı) tespiti

Araştırma alanında yükseklik, eğim ve bakı grupları, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) haritasından faydalanılarak, ArcGIS programında yükseklik TINGRİD oluşturularak, eğim; "3D Analyst/Surface Analysis/Slope" ile arazi yüzeyinin yönünü gösterir herhangi bir noktadaki teğet düzlemin baktığı yön ile ifade edilen bakı özellikleri ise; "3D Surface Analysis/Aspect" komutu kullanılarak haritalanmıştır. Bu komut ile oluşturulan bakı, eğim yüzeyinin yönü olarak tanımlanmış, kuzeyden başlayarak saat yönünde (0-360) derece ile ölçülmüştür. 0-360 derece arasında 0 kuzey, 90 doğu, 180 güney, 270 batı olarak atanmıştır.

Bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi

Araştırmada, eğim ve bakı durumuna göre 0-30cm derinliğinde farklı yükseklik, eğim ve bakı gruplarından toplam 80 adet bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri üzerinde fiziksel ve kimyasal analizler yürütülmüştür. Toprak tekstürü Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Gee ve Hortage, 1986), toprak reaksiyonu 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak "Cam Elektrotlu" pH metre ile (McLean, 1982), organik madde içeriği Smith- Weldon yöntemiyle (Nelson ve Sommer, 1982), agregat stabilitesi ıslak eleme yöntemiyle (Kemper ve Rosenau, 1986), dispersiyon oranı; süspansiyondan ve mekaniz analiz sonucu elde edilen silt ve kil miktarlarının bölünmesi ile (Bryan, 1965), hidrolik iletkenlik (Klute and Dirksen 1986)'e göre, kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile (Nelson, 1982), elektriksel iletkenlik Rhoades (1982)'e göre, toplam azot içeriği mikrokjeldal yöntemiyle (Bramner and Mulvaney 1982), fosfor içeriği "Olsen" metodu (Sauchelli 1965) ile belirlenmiştir. Her bir toprak örneği için "Toprak aşınım faktörü" (K) değerleri, örneklerin tekstürel ve strüktürel özellikleri ile organik madde içeriği ve su geçirgenliği değerleri kullanılarak (1) nolu ampirik eşitlikten yararlanılarak belirlenmiştir (Wischmeier and Smith 1978). Çalışmada dikkate alınan toprak özellikleri ile fizyografik karakteristiklerinin değerlendirilmesinde SPSS paket programında tanımlayıcı istatistik, Duncan ve korelasyon analizleri yapılmıştır.

$$K = ((2.17 \times 10^{-4}) \times (M^{1.14}) \times (12-a) + 3.25 \times (b - 2) + 2.5 \times (c - 3)) \times d \quad (1)$$

Eşitlikte;

K: Toprak aşınım faktörü

M: Tane irilik parametresi

A: Organik madde içeriği, %

b: Strüktür tipi kodu

c: Su geçirgenliği kodu

d: Metrik sisteme dönüştürme katsayısı (d=1,292)

Eşitlikte yer alan tane irilik (M) parametresi aşağıdaki (2) denklem yardımıyla belirlenmiştir.

$$M = (\text{Çok ince kum} + \text{Silt}) (100 - \text{Kil}) \quad (2)$$

Hesaplanan K faktör değerleri Tablo 1'e göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. K Faktörüne göre toprakların sınıflaması

K faktörü	Aşınabilirlik
0-0,05	Çok az
0,05-0,10	Az
0,10-0,20	Orta
0,20-0,40	Kuvvetli
0,40-0,60	Çok kuvvetli

Noktasal verilerin raster haritalara dönüştürülmesi

Noktasal verilerinden alansal verileri elde etmek amacıyla raster haritalara dönüştürülmesinde Arcgis 9.3 yazılım programında IDW (Inverse Distance Weighted) enterpolasyon tekniği uygulanmıştır (Lo *et al.* 2002). Bu tekniğin uygulanmasında aşağıda verilen 3 nolu eşitlik kullanılmıştır (By 2004).

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{d_i^2} / \sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2} \quad (3)$$

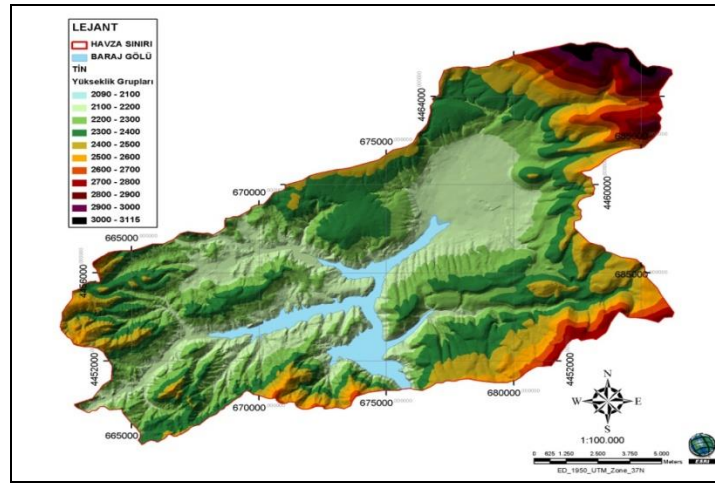
Burada; m_i ; nokta verisi, d_{ii} ; noktalar arası mesafe'dir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanı topoğrafik haritasından hazırlanan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verilerine göre, alan 2090 m ile 3115 m yükseltilerinde yer almaktadır. Alanın ortalama yüksekliği ise 2328 m'dir. Araştırma alanında 100 m'lik yükselti farkları esas alınarak 11 yükselti grubu oluşturulmuş ve bu yükselti gruplarının toplam alan içerisindeki oransal dağılımları değerlendirilmiştir. Buna göre, 3000 m-3115 m yükselti grubu % 0.03 bir oranla en düşük ve 2100-2200 m yükselti grubu ise % 27.45 bir oranla en yüksek orana sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2 ve Şekil 2). Ulu vd (1999) yaptıkları havza bazında yaptıkları bir çalışmada, araştırma alanında yüksekliğe bağlı olarak vejetasyon örtüsünün tipi, sıklık ve kapallığı, büyüme durumunun, yağış ve sıcaklık ilişkilerinin değiştiğini tespit etmişlerdir.

Tablo 2. Yükseklik grupları ve alansal dağılımları

Yükseklik Grubu (m)	Alan (m ²)	Oran (%)	Ortalama Yükseklik (m)
2090-2100	711760,41	0,30	2095
2100-2200	64867725,84	27,45	2150
2200-2300	55717943,57	23,58	2250
2300-2400	55451588,11	23,46	2350
2400-2500	27198456,96	11,51	2450
2500-2600	12436230,75	5,26	2550
2600-2700	6514928,27	2,76	2650
2700-2800	5849148,22	2,47	2750
2800-2900	3366350,88	1,42	2850
2900-3000	4158810,68	1,76	2950
3000-3115	64099,12	0,03	3057
TOPLAM	236337042,80	100,00	



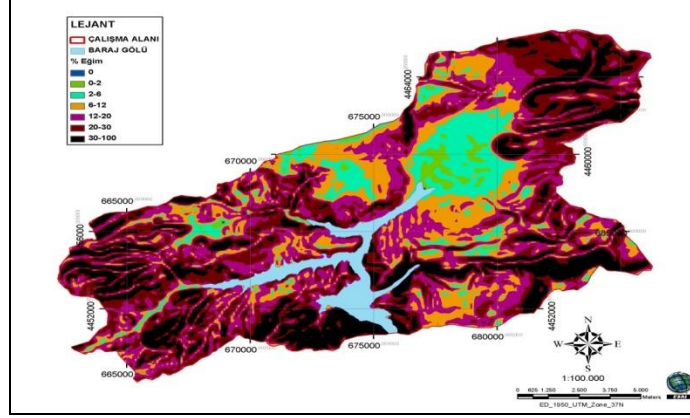
Şekil 2. Araştırma alanının yükseklik grupları haritası

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan eğim sınıflandırmasına göre alanda sarp eğim grubu 7960 ha (% 34)'lük alanla en fazla alana sahipken, hafif eğim grubu 1426 ha (% 0,6) ile en az alana sahiptir (Tablo 3). Alanın ortalama eğimi %25 olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

Tablo 3. Eğim grupları ve alansal dağılım çizelgesi

Eğim Grubu	% Eğim	Kapladığı alan (ha)	Kapladığı alan (%)
1- Düz	0-2	3218	14
2- Hafif	2-6	1426	6
3- Orta	6-12	2472	10
4- Dik	12-20	3810	16
5- Çok Dik	20-30	4747	20
6- Sarp	30+	7960	34
Toplam		23634	100

Araştırma alanının eğim gurubu haritası Şekil 4'te verilmiştir. Alanın geneli dik eğimli bir yapıya sahiptir. Bu eğim grubu mevcut ve oluşturulacak olan bitki deseninde kısıtlamalara neden olduğu gibi potansiyel erozyon oranını da artırmaktadır. Arazinin belli bir eğime sahip olması, yağışlardan sonra yüzey akışa geçen su miktarına, toprağın erozyona karşı gösterdiği dirence ve tarım alet ve makinelerinin kullanımına etki eder (Gümüş 1997).

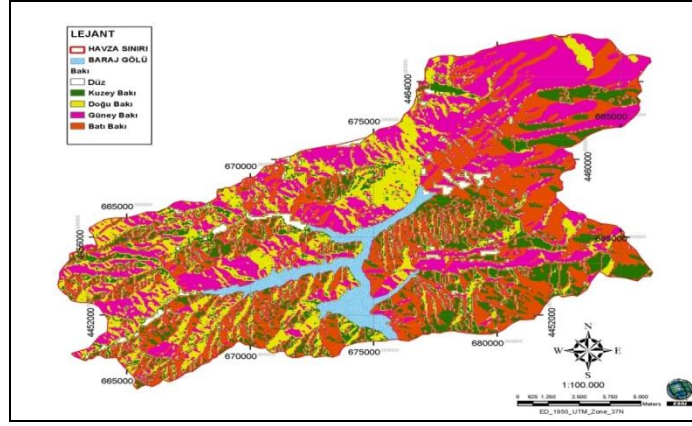


Şekil 3. Araştırma alanının eğim grupları haritası

Araştırma alanı bakı grupları, doğu, batı, kuzey, güney ve düz araziler olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Araştırma alanında güney bakılı alanlar %27'lik bir orana sahip olup, en büyük alanı (6433 ha) oluşturmaktadır. Düz araziler ise %13'lük bir alana sahip olup, en küçük alanı (3163 ha) meydana getirmektedir (Tablo 4). Buna göre alanın genel bakışı güney yönündedir (Şekil 4). Bakı özellikle potansiyel ağaçlandırma alanlarında güneşli ve gölgeli bakıları seven bitkilerin yerlerini tespit etmek için kullanılmıştır.

Tablo 4. Bakı grupları ve alansal dağılım çizelgesi

Bakı	Kapladığı alan (ha)	Kapladığı alan (%)
Düz	3164	13
Kuzey Bakı	5605	24
Doğu Bakı	3374	14
Güney Bakı	6433	27
Batı Bakı	5058	22
Toplam	23634	100



Şekil 4. Araştırma alanının bakı grupları haritası

İstatistik analizler

Araştırma alanındaki farklı yükseklik, eğim ve bakı gruplarından alınan yüzey toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5'te; yükseklik, eğim ve bakı grupları için çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 6, 7 ve 8'de ve korelasyon analiz sonuçları ise Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 5. Yüzey toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak Özellikleri	N	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kil (%)	80	7,56	42,14	23,05
Silt (%)	80	6,88	40,29	27,39
Kum (%)	80	27,06	84,25	49,54
AS (%)	80	30,35	83,26	56,80
pH	80	5,79	7,85	6,65
OM (%)	80	0,49	8,85	3,89
Fosfor (ppm)	80	1,72	7,70	4,72
Azot (%)	80	0,02	0,44	0,19
Kireç (%)	80	0,01	16,70	0,40
Hİ (cm/sa)	80	0,68	30,91	7,97
Eİ (µm)	80	130,6	890,0	377,97
DO (%)	80	15,43	88,10	48,17
KDK (cmol/kg)	80	8,43	41,44	20,04
K Faktörü	80	0,00	0,19	0,06

Yükseklik grupları ile toprak özellikleri arasındaki çoklu karşılaştırma testine göre; rakım arttıkça kil içeriği, organik madde içeriği ve agregat stabilitesi oranında azalış meydana gelmiştir. Kum, pH, fosfor ve K faktörü değerlerinde ise artış meydana gelmiştir (Tablo 6). Bu farklılığın nedenlerinde birisi; yükseklik değerlerine bağlı olarak iklimin değişen Sıcaklık, yağış ve nem karakteristikleridir. İklim toprağı oluşmasından, olgunlaşmasından verimliliğine kadar etki edebilen önemli ekolojik faktörlerden birisidir (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000).

Tablo 6. Yükseklik grupları ve toprak özellikleri arasındaki “Duncan” çoklu karşılaştırma testi

Toprak Özellikleri	Yükseklik Grubu (m)			
	2090-2150	2151-2250	2251-2350	2351+
Kil (%)	29,28a	26,76a	21,15b	19,06b
Kum (%)	41,15b	47,45a	49,94a	52,17a
pH	6,48b	6,58a	6,67a	6,73a
OM (%)	5,98a	5,06a	3,48b	2,79b
KDK (cmol/kg)	23,01a	22,84a	19,52a	18,12b
AS (%)	82,11a	72,08b	62,60c	54,56d
Fosfor (ppm)	5,65a	4,97a	4,68b	4,33b
K Faktörü	0,04b	0,06a	0,07a	0,07a

Farklı eğim gruplarında yapılan çoklu karşılaştırma testinde dört farklı eğim grubuna göre kil ve kum miktarı, organik madde içeriği, Eİ, agregat stabilitesi, fosfor ve K faktöründe farklılıklar elde edilmiştir. Eğim attıkça organik madde içeriğinde, agregat stabilitesinde, fosfor değerinde azalma ve K faktöründe ise artma eğilimi meydana gelmektedir (Tablo 7). Kil içeriği, organik madde içeriği, agregat stabilitesi oranı, toprak erodobilite (K) faktörü alansal dağılım haritaları sırasıyla Şekil 5, 6, 7 ve 8'da verilmiştir.

Tablo 7. Yüzey toprakları eğim grubuna göre “Duncan” çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak Özellikleri	Eğim Grubu (%)			
	0-5	5-15	15-30	30-100
Kil (%)	29,49a	24,01b	22,73b	15,98c
Silt (%)	26,81ab	28,82a	29,95a	23,98b
Kum (%)	43,680b	47,16ab	47,30b	60,02a
Organik Madde (%)	5,12a	4,39ab	3,71b	2,36c
Eİ (µm)	415,95a	439,71a	384,61ab	292,82b
Agregat Stabilitesi (%)	80,37a	66,94b	59,37b	51,07c
Fosfor (ppm)	5,33a	4,62ab	4,79ab	3,86b
Azot (%)	0,25a	0,21ab	0,18b	0,11c
K Faktörü	0,046b	0,052b	0,62b	0,08a

Tablo 8. Yüzey topraklarının Bakı grubuna göre “Duncan” çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak Özellikleri	Bakı Grubu	
	Gölgeli Bakılar	Güneşli Bakılar
Organik Madde İçeriği (%)	3,95a	3,42b
pH	6,6ab	6,7a
Kum İçeriği (%)	49,15ba	52,12a
K faktörü	0,05b	0,07a

Yükseklik ile diğer fizyografik karakteristikler ve bazı toprak özellikleri arasında Duncan karşılaştırma testi uygulanmamıştır. Çünkü toprak özellikleri yükseklikle beraber diğer toprak oluş faktörlerinin de etkisi altındadır. Fakat korelasyon analizleriyle şu genellemeler yapılabilmektedir. Yükseklik arttıkça kil içeriğinde 0.01 önem seviyesinde (-0,303**), organik madde içeriğinde ise 0,05 önem seviyesinde (-0,220*) bir azalış meydana gelmiştir (Tablo 9). Toprakta organik madde içeriği, agregatlar arasındaki çekim kuvvetini artırdığı için agregat dayanıklılığını da artırmaktadır (Whalen ve Chang, 2002). Yüksekliklere çıkıldıkça eğimin dikliğinde bir artış olmuştur. Silt ve kum içeriğinde ve K faktöründe bir artış, agregat stabilitesinde ise azalış eğilimi tespit edilmiştir.

Eğimin yüksek olduğu alanlar genelde güney bakılı alanlardır. Eğim oranı arttıkça 0,01 önem seviyesinde kil miktarında düşme eğilimi (-0,522**), kum miktarında artma eğilimi (0,542**), organik madde içeriğinde azalma eğilimi(-0,479**), agregat stabilitesinde azalma eğilimi (-0,644**) K faktöründe ise artma eğilimi (0,410**) tespit edilmiştir (Tablo 9).

Yüksekliğe bağlı olarak kil ve kum miktarlarındaki farklılık erozyonla yükseklerden eğimin düşük olduğu alanlara kilin taşınmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca yüksekliklere çıkıldıkça toprak oluşumu dolayısıyla kil oluşumunu sınırlandıran ekolojik koşullar daha etkindir. Güney bakılarda kum miktarında 0.05 önem seviyesinde bir artış (0,239*), agregat stabilitesinde 0,05 önem seviyesinde azalış (-0,286*), K faktöründe ise 0,01 önem seviyesinde bir artış (0,313**) olduğu belirlenmiştir. K faktörü ile agregat stabilitesi ve organik madde içeriği de 0,01 önem seviyesinde (-0,300** ve -0,408**) negatif bir ilişki ortaya konulmuştur. Organik madde, agregat stabilitesi ve K faktörü için 0,01 önem seviyesinde en önemli faktörün kil içeriği olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 9). Agregat stabilitesi oranı toprakların erozyona uğrama eğilimlerini ortaya koyan önemli bir özelliktir (Coote ve ark., 1988). Agregat stabilitesi oranındaki artış toprakların aşınmaya karşı direncini de artırmaktadır (Bryan, 1976; Lane ve Nearing, 1989).

Tablo 9. Bazı fizyografik karakteristikler (yükseklik, eğim ve bakı) ile bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyonlar

Değişkenler		Fizyografik karakteristikler			Tane büyüklüğü %			Toprak özellikleri		
		Yükseklik	Bakı	Eğim	Kil	Silt	Kum	pH	OM %	AS %
Fizyografik karakteristiklerde	Yükseklik	1								
	Bakı	0,230*	1							
	EG	0,162	0,254*	1						
Tane büyüklüğü %	Kil	-0,303**	-0,132	-0,522**	1					
	Silt	0,177	-0,174	-0,115	-0,221*	1				
	Kum	0,143	0,239*	0,542**	-0,727**	-0,509**	1			
Toprak özellikleri	pH	0,268*	0,225*	0,141	-0,014	0,138	-0,085	1		
	OM (%)	-0,220*	-0,140	-0,479**	0,813**	-0,125	-0,630**	0,093	1	
	AS (%)	-0,155	-0,286*	-0,644**	0,678**	0,085	-0,658**	-0,057	0,783**	1
	K Faktörü	0,182	0,313**	0,410**	-0,391**	-0,012	0,353**	0,031	-0,408**	-0,300**

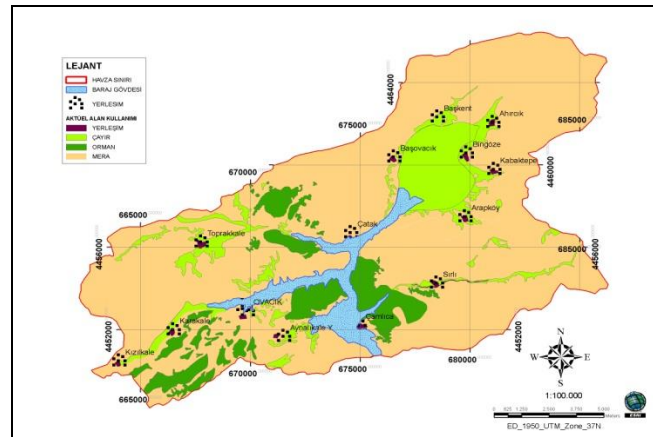
**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

1: Kuzey Bakı, 2: Güney Bakı, OM: Organik Madde içeriği, AS: Agregat Stabilitesi

Arazi kullanım durumu ile farklı fizyografik koşullardan alınan toprak özelliklerinin değerlendirilmesi

Araştırma alanında aktüel alan kullanımı orman, mera ve çayır olmak üzere üç farklı grupta toplanmaktadır. Anonim (2000)' e göre üretilen aktüel alan kullanım haritası Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. Aktüel arazi kullanım haritası

Aktüel arazi kullanım haritası ve fizyografik karakteristikler dikkate alınarak elde edilen toprak özellikleri arasındaki çoklu karşılaştırma testine göre; Kil ve silt içeriği çayır alanlarında en yüksek bulunmuştur. Kum miktarı ise orman ve mera alanlarında en yüksek değerdedir. Toprak reaksiyonu (pH) çayır alanlarında daha düşük bulunmuştur. Organik madde orman alanlarında en yüksek ancak agregat stabilitesi çayır alanlarında en yüksektir.

Bunun nedeni çayır alanında kil miktarının yüksek olmasına bağlanabilir. Katyon değişim kapasitesi yine en yüksek çayır alanlarında bulunmuştur. KDK'nın yüksek olması kil içeriğinden kaynaklanmaktadır. Toprakların erodobilite faktörü (K) en düşük orman alanlarında ve sırasıyla orman<mera<çayır alanı olarak belirlenmiştir. Ancak mera ve çayır alanlarında istatistiki anlamda önemli bir farklılık bulunamamıştır. Üst havzadaki koruyucu fonksiyon üstlenen orman ekosistemlerinin varlığı ve dağılımı diğer arazi kullanımlarının güvenliğini etkilemektedir. Araştırma bölgesinde çayır alanları ise düz ya da düze yakın alanlarda bulunmaktadır. Üst toprakta orman alanlarında organik madde içeriği yüksek olduğundan dolayı orman toprakları daha erozyona dayanıklı olarak tespit edilmiştir. Ancak orman alanlarında kil miktarı düşük olduğundan dolayı yüksek organik madde miktarı tek başına agregat stabilitesini çayır alanları kadar sağlayamamıştır (Tablo 10). Burada organik maddenin oluşumuna etki eden maddeler ayrışma ürünlerini de yakından etkilediği göz ardı edilmemelidir (Çepel, 1995).

Tablo 10. Aktüel arazi kullanımı ile toprak özellikleri arasındaki “Duncan” çoklu karşılaştırma testi

Toprak Özellikleri	Aktüel arazi kullanım türü		
	Orman	Mera	Çayır
Kil (%)	22,97b	23,13b	28,45a
Silt (%)	27,31b	27,48b	32,11a
Kum (%)	49,70a	49,38a	39,42b
pH	6,71a	6,60a	6,42b
OM (%)	6,25a	4,15b	3,64b
AS (%)	62,32b	66,55b	83,26a
KDK (cmol/kg)	18,51b	21,09b	25,66a
Fosfor (ppm)	4,35b	4,95b	6,11a
K faktörü	0,05b	0,06a	0,07a

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekolojik faktörlerin en önemli unsurlarından birisi olan toprağın oluşum, gelişim ve verimliliğini kontrol eden fizyografik karakteristikler ile toprak arasındaki etkileşimlerin anlaşılması toprak ilminin temel konularından birisidir. Bu araştırma ile fizyografik karakteristikleri ile toprağın kimi özellikleri arasındaki ilişkiler hidrolojik fonksiyonlu bir havzada ortaya konulmuştur.

Araştırma alanında, toprak özellikleri yükseklikle beraber diğer toprak oluş faktörlerinin de etkisindedir. Yükseklik arttıkça kil içeriğinde ve organik madde içeriğinde azalış meydana gelmiştir. Yüksekliğe çıkıldıkça eğim artışına bağlı olarak, silt, kum içeriğinde ve K faktöründe bir artış, agregat stabilitesinde ise azalış eğilimi tespit edilmiştir. Eğimin yüksek olduğu alanlar genelde güney bakılı alanlardır.

Eğim oranı arttıkça kil miktarında ve organik madde içeriğinde ve agregat stabilitesinde azalma, kum miktarında ve K faktöründe ise artma eğilimi tespit edilmiştir. Güney bakılarda kum miktarında ve K faktöründe artış olduğu, agregat stabilitesinde ise bir azalış tespit edilmiştir. K faktörü ile agregat stabilitesi ve organik madde içeriği arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Organik madde, agregat stabilitesi ve K faktörü üzerinde etkili en önemli faktör ise kil içeriğidir. Fizyografik karakteristiklere bağlı olarak değişen iklimik koşullar (sıcaklık, yağış, ışık vb.) fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerle beraber toprak oluşumunu

yakından etkilemektedir. Toprak özelliklerini etkileyen diğer önemli bir etken olan arazi kullanımına bağlı olarak, organik madde içeriği, K faktörü, agregat stabilitesi, kum, silt ve kil miktarlarındaki farklılıklar özellikle fizyografik faktörlerinde etkisiyle daha belirleyici olmuştur.

Araştırma sonuçları fizyografik karakteristiklerin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini buna bağlı olarak biyolojik özellikleri üzerinde küçük mesafelerde dahi büyük değişikliklere neden olabileceğini göstermektedir. Fizyografik faktörlerin olumsuzluğundan kaynaklanan kırılgan ya da hassas ekosistemlerde toprak korumaya yönelik projeler teşvik edilmelidir. Yanlış arazi kullanımının önlenmesinde fizyografik koşulların olumsuz etkilerinin yüksek olduğu alanlar tespit edilerek buralara öncelik verilmelidir. Doğaya yapılacak her müdahale için “Ekolojik Etki Değerlendirme” analizleri yapılarak kısa, orta ve uzun vadede etkileri tahmin edilmeli ve izlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Altun, L. (1995). Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Orman Üstü Serisinde Araştırma Ormanının Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Basılmamış), Trabzon, 176s.
- Brammer, J. M., and Mulvane C.S. (1982). Nitrogen total. Methods of Soil Aalysis Part 2. Chemical And Microbiological
- Bryan, R. B. (1968). The development Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility. Geoderma, 2, (1), p 5-25.
- Bryan, R.B. (1976). Considerations on soil erodibility indices and Sheetwash. Catena 3:99-111.
- By, R.A. (2004). Principles of GIS, ITC Educational Textbook Series, Netherlands.
- Çepel, N. (1995). Orman Ekolojisi Der Kitabı. İ.Ü Yayınları. Orman Fakültesi Yayın No: 423
- Çepel, N. (1996). Toprak İlmi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1996
- Çepel, N. (1988). Toprak İlmi. İ.Ü. Yayın No: 3416. Orman Fak. Yayın No: 389. İstanbul.
- Çepel, N., Dündar, M., Günel, A. (1977). Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yayın No: 354, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe Laboratuvarı ve Ofset Tesisleri, Ankara, 165s.
- Çepel, N., Zech, W. (1972). Güney Anadoludaki Bazı Pinus Brutia Meşcerelerinin Gelişimi ile Toprak ve Reliyef Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 1753/191, İstanbul Matbaası, İstanbul, 107s.
- ESRI, (2009). Gis and mapping software. <http://www.esriturkey.com.tr/ESRI> (Environmental Systems Research Institute). 2002. ArcInfo Desktop, Version 8.3. Redlands, CA.
- Gee, G. W., ve Hortage, K.H. (1986). Particle- Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Minerological Methods Secand Edition. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383- 441
- Irmak, A. (1970). Orman Ekoloji. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 1650/149, Taş Matbaası, İstanbul, 367s.
- Kantarıcı, M. D. (2000). Toprak İlmi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 4261/462, Santay Basımevi, İstanbul 420s.
- Kantarıcı, M.D. (1980). Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2636/275, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 352s.

- Kemper, W. D., Rosenau, R. C. (1986). Aggregate stability and size distribution. In: Klute A. (ed), Methods of soil analysis, part 1. Agron. Monog. 9. ASA, Madison, WI.
- Klute, A., Dirksen C. (1986). Hdrolie eonduetivity and diffusivity: Laboratory methods. Me of so il analysis. Part 1. Physieal and minerological methods. 2. Edit. Agronomy No: 9. 2, Edition, 687-734, USA
- Lal, R. (1988). Soil Erosion research methods. Soil and Water Conservation Society, p, 141-153.
- Lane, L.J. & Nearing, M.A. (1989). Water Erosion Prediction Project. Soil Erosion Res. Lab. Rep. 2. USDAARS, west Lafayette, IN.
- Lo CP, Yeung AKW. (2002) Concepts of Techniques of GIS. Prentice Hall, New Jersey
- Mclean, E. O. (1982). Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 199-224
- Nelson, D. W., ve Sommers L. E. (1982). Organic Matter. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 574- 579
- Nelson, R.E. (1982). Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 191-197
- Özdemir, N. (1991). Toprağa Karıştırılan Organik Artıkların Toprağın Bazı Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Karşı Duyarlılığı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özkan, K. (1997). "Prof. Dr. Bekir Sıtkı EVCİMEN Sedir (Cedrus libani A. RİCH) Koruma Ormanının Yetiştirme Muhiti Özellikleri", konulu SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), 51s., Isparta.
- Rhoades, J.D. (1986). Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties 2nd Edition. Agronomy No: 9 Madison, Wisconsin, USA.
- Roose, E. (1996). Land Husbandry-Components and Strategy. FAO Soil Bulletin No. 70. FAO, Rome.
- Sauchelli, V. (1965). Phosphates in Agriculture. Reinhold Publishing Corp. New York, Chapman and Hall, Ltd., London.
- Whalen, J. K. & Chang, C. (2002). Macroaggregate characteristics in cultivated soil after 25 annual manure applications. Soil Sci. Soc. Am. J., vol.66, pp:1637-1647.
- Wilding, L. P., Smeck, N.E., Hall, G.F. (1985). Pedogenesis and Soil Taxonomy, Series I and II, Elsevier, Amsterdam, Holland
- Wischmeier, W. H., Johnson C. B., Cross B. V. (1971). A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Journal of soil and water conservation 26: 189-192.
- Wischmeier, W.H. & Simith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses a guide to conservation planning. Ua. D.a. Agriculture Handbook No:557.
- Wischmeier, W.H., Smith D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook 53.
- Sarıyıldız T, Küçük, M. (2009). Influence of slope position, stand type and rhododendron (Rhododendron Ponticum) on litter decomposition rates of oriental beech (Fagus Orientalis Lipsky.) and spruce [Picea Orientalis (L.) Link]. Eur J Forest Res 128: 351-1360
- Tüfekçioğlu, A., Altun, L., Kalay, H. Z., Yılmaz, M. (2005). Effects of Some Soil Properties on the Growth of Hybrid Poplar in the Terme-Gölarlı Region of Turkey, Turk J Agric For, 29: 221-226.