

Yeni Toprak Kalite İndeksi Değerlerine Göre Orman Toprak Sağlığının İzlenmesi: Kuzgun Havzası Örneği*

Turgay D. NDARO¹*, Mustafa Y. CANBOLAT²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

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

Geli (Received): 22.04.2013

Kabul (Accepted): 21.11.2013

Özet : Ekolojik sistemin önemli bir bölümünü oluşturan ormanların verimli bir şekilde sürdürülebilir yönetimleri, üzerinde yaygın gösterdiği toprakların kalite ve sağlığının belirlenmesi ve izlenmesi planlamanın en önemli amaçlarından birisini oluşturmaktadır. Bu araştırmamızın amacı; ormanların planlanmasında ve yönetimlerinde toprak kalitesi ve sağlığının önemini ortaya koymaktır.

Araştırmada fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri (hacim ağırlığı, kaba fraksiyon, pH, toplam organik karbon, toplam nitrojen, derinliği, Na, K, Mg, Ca, Al, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) hakkında belirlenen elektrik seviyeleri dikkate alınarak, toprak sağlığının izlenmesi için toplam toprak kalite indeksi değerleri (TKİ) bulunmuştur. Toprak kalitesi indeksi özelliklerinin jeostatistiksel mekânsal dağılımı için "Gaussian" modeli kullanılarak üretilmiştir. Orman ve çayır alanlarının bulunduğu, kuzey bakılı eğimli ve yüksekli indük olduğu alanlarda toprak sağlığının çok iyi olduğu, özellikle mera alanlarının yüksek rakımlı, eğimli ve güney bakılı alanlarında ise toprak sağlığının bozuk olduğu tespit edilmiştir. Araştırma alanında toprak sağlığını etkileyen kalite parametrelerinin izlenmesi, arazi kullanım verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından karar destek süreçlerinde etkin bir rol oynayacaktır.

Anahtar kelimeler: Orman toprak sağlığı, Toprak kalite indeksi, Sürdürülebilirlik, Jeostatistiksel

Forest Soil Health Monitoring Using New Soil Quality Index Values: The Case of Kuzgun Basin

Abstract: For sustainable management efficiently of forest that make up an important part of the ecological system, one of the most important steps of planning that determination and monitoring of quality and health about soil growth on it. The purpose of this study, the planning and the management of forests is to reveal the importance of soil quality and health. In the study, physical and chemical soil properties (bulk density, rough fragment, pH, total organic carbon, total nitrogen, Na, K, Mg, Ca, Al, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) is threshold for levels, taking into account in order to monitor the health of the soil, the total soil quality index values (TKI) were found. Geostatistical spatial variability of the characteristics soil quality index map produced by using "Gaussian" model. Northern aspect of the slope and height is low areas where in forest and grassland soil health is very good, especially the high-altitude, the land sloped and southern areas where in pasture lands soil health were found to be poor. In the research field monitoring of quality parameters that affect the health of soil, land use efficiency will play an active role in the process of decision support in terms of sustainability.

Key words: Forest soil health, Soil quality index, Sustainability, Geostatistical

GİRİŞ

Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesiyle ilgili planlamalarda kaynakların envanterlerinin çıkarılması önemlidir (Hamdy ve Lacirignola, 1992). Planlamanın başlangıcında, toprak ve su kaynaklarının niteliksel ve niceliksel olarak incelenmesi, eldeki kaynakların potansiyellerinin saptanması gerekir. Böylece gelecekte nerede, ne zaman ve hangi projelerin nasıl ve niçin yapılacağı doğru biçimde saptanabilir (Tekinel ve ark., 1995). Toprakların kalite kriterlerine göre değerlendirilmesi de toprak planlamanın ve yönetiminin en önemli amaçlarından birisidir. Toprak çevresel kalitenin de bir parçasını oluşturmaktadır. Doran ve Parkin (1994); su kalitesi, gıda kalitesi, toprak erozyonu, hava kalite değerleri gibi çevresel kalite kriterinin topraklarının kalitesini belirlemede ölçü

alınabileceği önermektedir. Daha sonraki yıllarda bu kriterleri artırarak, kantitatif ölçümlere dayanan bir minimum veri seti geliştirmektedir. Toprak kalitesinin değerlendirilmesinde minimum veri setinde; mutlak ve fizyolojik derinlik, toprak tekstürü, hacim ağırlığı, pF değeri, infiltrasyon oranı, organik madde içeriği, elektriksel iletkenlik değeri, toprağın N, P ve K içeriği, porozite oranı gibi kriterler yer almaktadır (Doran ve Parkin, 1996). Tarım topraklarının kalitesinin değerlendirilmesinde fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerinin başlıca değerlendirilmeleri yerine bir grup fiziksel ve kimyasal ve morfolojik toprak özelliklerinin değerlendirilmeleri daha güvenilir ve doğru bir yaklaşımdır (Özta, 2002). Toprakların kalite kriterlerine değerlendirilmesinde parametrik özelliklerin kullanıldığı yöntemlerle de araştırmalar yapılmıştır.

*Bu araştırma Turgay D. NDARO LU'nun doktora tezi verileri kullanılarak yapılmıştır.

**Sorumlu yazar: Dindaro lu, T., turgaydindaroglu@ksu.edu.tr

Dengiz ve ark., (2005), Kahramanmara Tarım letmesi topraklarının parametrik yöntemle kalite durumlarının belirlenmesi üzerine yapımı oldukları çalı malarında; çalı ma alanının % 55,1'inin tarımsal uygunluk açısından çok iyi ve iyi (S1, S2), % 16,5'nin orta uygun (S3), % 27,9'unun ise tarıma uygun olmadığını (N) tespit etmiştir.

Usul vd (2006), Amasya ilinin güneybatısında yer alan Gökhöyük Tarım letmesinde parametrik yöntemle arazi kalitesi sınıflandırması yapımı lar, bunun sonucunda arazinin % 68'inin iyi (S2) uygunluk sınıfına girdi ini tespit etmiştir. Ayrıca Co rafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) veri tabanı yönetimi ve planlama çalı malarındaki etkinli ini vurgulamı tır. Tarım toprakları için çe itli kalite indeks çalı maları olmasına ra men benzer kalite indeks de erlendirmeleri orman toprak sa lı mın izlenmesinde eksiktir (Amacher ve ark., 2007).

Bu ara tırmanın amacı; ormanların planlanmasında ve yönetimlerinde toprak kalitesi ve sa lı mın izlenmesinin önemini ortaya koymaktır. Orman topra ındaki sa lık göstergelerindeki de i imin irdelenmesiyle havza içerisinde yapılacak her türlü fonksiyonel orman amenajman planlarına da altlık olu turmak amacıyla bu çalı ma Erzurum li Kuzgun baraj gölü havzasında yürütülmü tür.

MATERYAL ve METOD

Ara tırma Alanı

Ara tırma, Erzurum li Aziziye (Ilıca) İçesinin 60 km kuzey batısında bulunan ve Yukarı Fırat havzası sınırları içerisinde kalan Kuzgun Baraj Gölü çevresinde yürütülmü tür (ekil 1). Çalı ma alanı ve yakın çevresi yıllık ortalama sıcaklı ı 5.3 °C dir. Yıllık ya ı ortalaması 409 mm'dir. Temmuz, A ustos ve Eylül aylarında sıcaklık ve buharla manın en yüksek ya ı de erlerinin ise en dü ük oldu u dolayısıyla su aç ımın en fazla oldu u aylardır (DM , 2010).

Kuzgun Barajı su toplama alanı jeolojik olarak Alt Kretase ya lı kireçta ları üzerinde bulunmaktadır. Havzanın yarısına yakını Üst Miosen formasyonlarıyla kaplıdır. Havzanın kuzey do usuna do ru andezit, spilit ve profit'in bulundu u alanlar yayılmaktadır. Bu alanların hemen alt kısmında alüvyal materyaller üzerinde olu mu toprakların yayılım gösterdi i e imi dü ük çayır alanları mevcuttur.

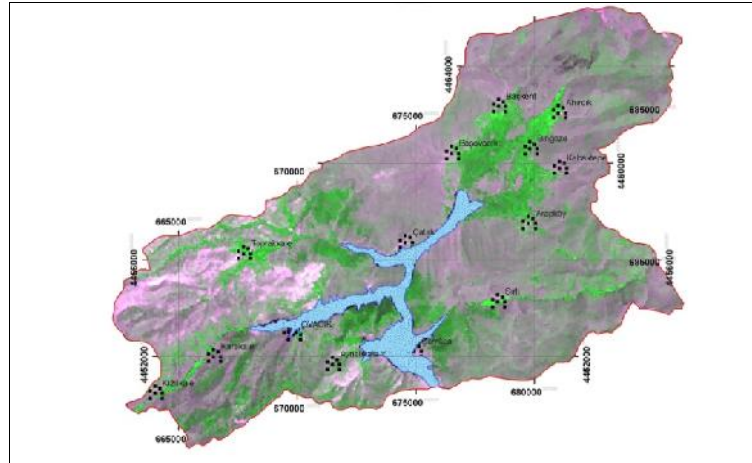
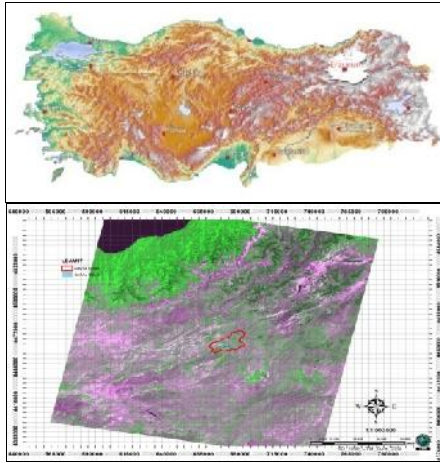
Ara tırma alanında orman örtüsünün bulundu u alanlar, sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve titrek kavak (*Populus tremula*) ile saf veya karı ık me cere ekinde kaplıdır. Mera ve çayır örtüsünün bulundu u alanlar, *Caltha ssp.*, *Alchemilla ssp.*, *Dactylorhiza ssp.*, *Viburnum ssp.*, *Taraxacum ssp.*, *Muscari ssp.*, *Acantholimon ssp.*, *Hippophae ssp.*, *Padus ssp.*, *Lonicera ssp.*, *Malus ssp.*, *Tulipa ssp.*, *Thymus ssp.*, *Papaver ssp.*, *Verbascum ssp.*, *Festuca ovina*, *Artemisia ssp.*, *Bromssp.*, ve *Bromus ssp. vb.* türleri ile kaplıdır.

Metod

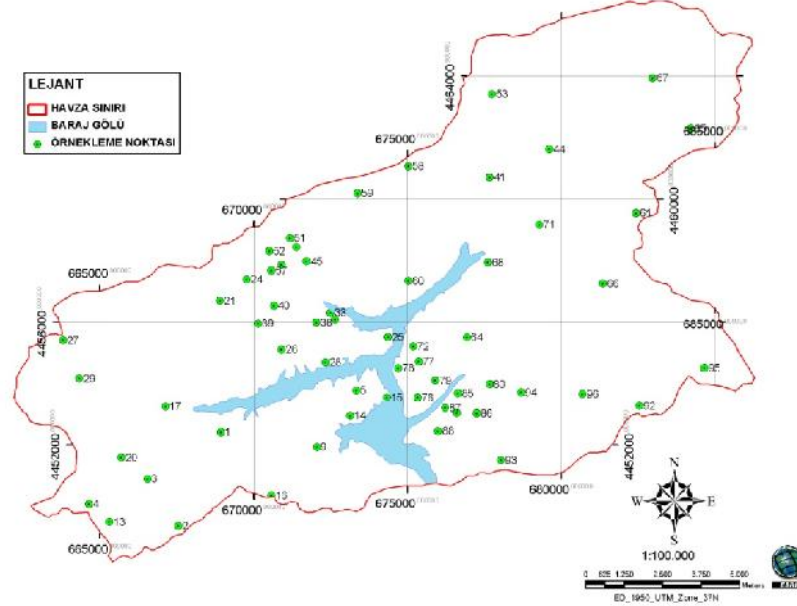
Toprak Örnekleme ve Laboratuvar Analizleri

Toprak örnekleme metodu olarak, anakaya, e im, yükselti ve bakı vb. yeti me ortamı özellikleri dikkate alınarak harita üzerinde 60 adet nokta belirlenmi ve bu noktalar GPS yardımıyla arazide bulunarak bu noktalardan 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmı tır (ekil 2).

Toprak örnekleri üzerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler, toprak reaksiyonu 1:2,5'luk toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak "Cam Elektrotlu" pH metre ile (McLean, 1982), organik madde içeri i Smith-Weldon yöntemiyle (Nelson ve Sommer, 1986), kation de i im kapasitesi sodyum asetat- amonyum asetat muamelesi ile (Rhoades, 1986), toprak örneklerinin azot içeri i sülfürik asit+tuz karı mı ile ya yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjheldal yöntemiyle belirlenmi tir (Bramner ve Mulvaney, 1982), mikro elemenler ya yakma yöntemiyle ICP'de okunmu tur (Kaçar, 2009).



ekil 1. Ara tırma alanı ve uydu görüntüsü



ekil 2. Araştırma alanı toprak örnekleme noktaları

Toprak Sa lı nın zlenmesi için Toprak Kalite ndeks De erlerinin Belirlenmesi

Toprak kalitesi Çizelge 1'de verilen 17 adet fiziksel ve kimyasal toprak özelli i esas alınarak de erlendirilmi tir. Çizelge 1'de mineral toprak özelli i

e ik seviyeleri ve ilgili toprak indeksi de erleri verilmi tir. Toplam Toprak Kalite ndeksi (TK) a a ıda verilen e itlik yardımıyla bulunmu tur (Amacher ve ark., 2007).

$$TKI(\%) = \frac{\text{Ölçülen toprak parametreleri için indeks de ğerlerin toplamı}}{\text{Ölçülen parametrelere ait maksimum indeks de ğerlerin toplamı}} \times 100$$

Jeoistatistiksel Modelleme

Toprak Kalite ndeks haritasının üretilmesinde konumsal tahmin için kullanılan ve jeoistatistiksel bir yöntem olan Kriging kullanılmı tir. Kriging yöntemiyle çalı ma alanında bulunan verilerden yararlanılarak deneysel variogram modeli olu turulmu tur. En uygun model belirlenerek bu parametrelerle alansal dönü üm gerçekte tirilmi tir. Kriging formülü a a ıda verilmi tir (Isaaks ve Srivastava, 1989).

$$Z_p = \sum_{i=1}^n W_i Z_i$$

Burada;

ZP: P noktasının aranan ondülasyon de eri

Wi: Kullanılan her bir Zi ye kar lılık gelen a ırlık de erleri

Zi: Kullanılan noktaların ondülasyon de erleri

n: Kullanılan nokta sayısıdır.

BULGULAR ve TARTI MA

Toprak kalite indeksi haritasının üretiminde ArcGIS 9.3 programında "Geostatistical Analyst" modülü kullanılarak elde edilen farklı modeller

de erlendirilmi tir. Modeller de erlendirilirken ortalama hatanın (ME) 0'a ve tahmini standardize ortalama hatalar karekökünün (RMSSE) ise 1'e yakın olması gerekmektedir (Johnston ve ark., 2001). Modellerin uygulanmasında anizotropi etkisinin olup olmadı ı tespit edilmelidir. Uzaklık, yönün bir fonksiyonu gibi de i kenlik gösteriyorsa bu de i kenin geometrik anizotrop özellik göstermektedir (Tercan ve Saraç, 1998). Araştırma alanında TK de erleri yönsel bir de i im göstermedi inden izotropik semivariogram modelleri tercih edilmi tir.

Mekânsal ba ımlılık (Nugget/Sill oranı), örnekleme noktaları arasındaki otokorelasyon derecesiyle ilgilidir. E er mekânsal ba ımlılık yüksek ise örnek noktaları arasındaki alansal korelasyon da o derecede yüksektir. Bu çalı ma alanında mekansal ba ımlılık çok yüksek bulunmu tur (%0,80, %1,05 ve %1,59). Mekansal ba ımlılı ın etkin oldu u mesafe ise 2803-2293 metredir (Çizelge 2). Noktasal verilerin alana çevrilmesinde kullanılacak olan kriging enterpolasyonu için en uygun model olarak "Gaussian" seçilmi tir. Bu modele uygun olarak harita üretilmi ve alansal verilerde bu haritadan elde edilmi tir (ekil 3).

Toprak kalite indeks de erleri Amacher ve ark., (2007)'e göre Çizelge 1'de belirtilen kriterler ara tırma alanında her örnekleme noktası için ayrı ayrı hesaplanmı ve "Gaussian" jeostatistik modeline göre haritalanmı tır (ekil 3).

Çizelge 1. Toprak kalite indeks de erleri (Amacher ve ark., 2007)

Parametreler	Seviye	ndeks de eri
Hacim a ırlı ı (g/cm ³)	> 1.5	0
	1.5	1
Kaba Fraksiyon (%)	> 50	0
	50	1
pH	< 3.0	-1
	3.01 - 4.0	0
	4.01 - 5.5	1
	5.51 - 6.8	2
	6.81 - 7.2	2
	7.21 - 7.5	1
	7.51 - 8.5	1
Toplam Organik Karbon (%)	> 5	2
	1-5	1
	< 1	0
Toplam Azot (%)	> 0.5	2
	0.1 - 0.5	1
	< 0.1	0
De i ebilir Na (%)	> 15	0
	15	1
K (mg/kg)	> 500	2
	100 - 500	1
	< 100	0
Mg (mg/kg)	> 500	2
	50 - 500	1
	< 50	0
Ca (mg/kg)	> 1000	2
	101 - 1000	1
	10 - 100	0
	< 10	-1
Al (mg/kg)	> 100	0
	11 - 100	1
	1-10	2
	< 1	2
Mn (mg/kg)	> 100	0
	11 - 100	1
	1-10	1
Fe (mg/kg)	< 1	0
	> 10	1
	0.1 - 10	1
Ni (mg/kg)	< 0.1	0
	> 5	0
	0.1 - 5	1
Cu (mg/kg)	< 0.1	1
	> 1	0
	0.1 - 1	1
Zn (mg/kg)	< 0.1	0
	> 10	0
	1-10	1
Cd (mg/kg)	< 1	0
	> 0.5	0
	0.1 - 0.5	1
	< 0.1	1

Pb (mg/kg)	> 1	0
	0.1 - 1	1
	< 0.1	1

Toprak kalite indeksi >%75 olan alanlar toplamı %8,02 oranla1805 ha, %75-50 arasında olan alanlar toplamı %79,13 oranla 17805 ha ve <%50 olan alanlar toplamı ise %12,84 oranla 2889 ha olarak tespit edilmi tır (Çizelge 3).

Toprak kalite indeks de erleriyle arazi kullanım durumu, bakı, yükselti, e im ve büyük toprak grupları gibi bazı yeti me ortamı parametreleri bakımından de erlendirilmi tır (Çizelge 4). Arazi kullanım durumuna göre de erlendirildi inde, en iyi toprak sa lı ına ait topraklarda %70 oranla orman alanlarındaki üç kapalı kavak me cerelerinde ve % 30 oranında ise çayır alanlarında tespit edilmi tır. Zayıf toprak sa lı ına sahip alanların tamamının mera alanlarında oldu u belirlenmi tır. Bu bölgedeki mera alanlarının a ırı ve plansız otlatma vb. nedenlerle mera örtüsünün zayıflayarak sıkı an topra ın erozif faktörlere daha fazla maruz kaldı mı ve buna ba lı olarak mera kalitesinin de toprak kalitesini etkiledi i sonucuna varılabilir. Gençkan (1970) çayır ve mera vejetasyonları topra ı ideal bir ekilde korumakta ve arazi yüzeyini tam kaplamayan bitkilerin ya mur damlacıklarının çarpma etkisiyle a ındırıcı bir etki meydana getirerek erozyonu tetikledi ini belirtmi tır. Gündo an vd (2008) Kahramanmara ilinde Kartalkaya barajı ve Gölba ı göllerini içerisine alan havza alanında yaptıkları bir ara tırmada meraların ve ormanların a ırı otlatma ve çe itli nedenlerden dolayı tahribi nedeniyle havzadaki erozyonun ciddi boyutlara vardı mı tespit etmi lerdir.

Toprak sa lı ının en iyi oldu u alanların % 77'si Kuzey bakılı alanlarda, toprak sa lı ının daha kötü oldu u alanlar ise sırasıyla Güney (%49), Do u (%41) ve Batı (%9) bakılarda tespit edilmi tır. Yükselti olarak en iyi toprak sa lı ı 2000-2300 m'ler arasında (%84) belirlenmi tır. Arazi e imi bakımından de erlendirildi inde en iyi toprak sa lı ı %0-5 arasındaki e imde (%25) ve %5-15 arasındaki e imde (%75) tespit edilmi tır. Toprak grupları bakımından, "Kahverengi Topraklar" (%100) toprak sa lı ının en iyi oldu u topraklar olarak belirlenmi tır (Çizelge 4).

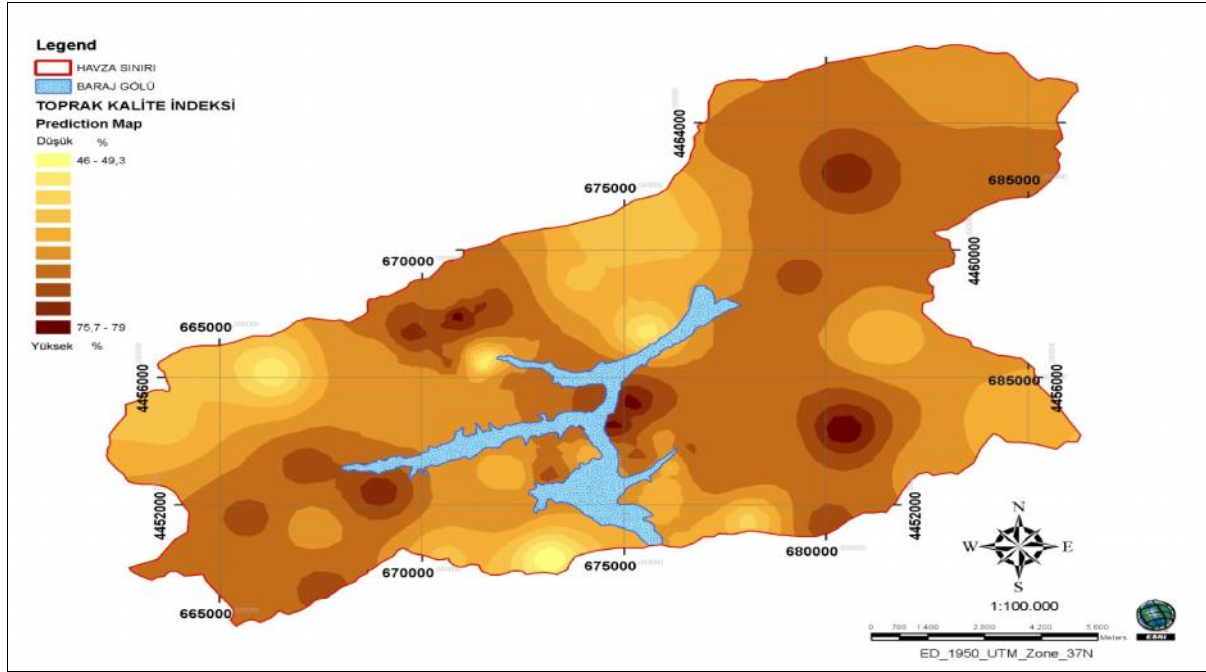
Kestanerengi topraklar gibi toprak derinli inin fazla ve üzerinde orman vejetasyonun bulundu u topraklarda organik madde miktarı, azot mineralizasyonu, makro ve mikro besin elementleri ve katyon de i im kapasitesi yüksektir (Çepel, 1996).

Kestanerengi Orman Topraklarının bulundu u ara tırma alanında iklim ve bitki örtüsü ve anakaya toprak olu umunda etken durumdadır. Profil geli imini etkileyen unsur ise topografyadır. E imin arttı ı alanlarda A-C horizonlu topraklar, düz ya da düze yakın az e imli arazilerde ise A-B-C horizonlu topraklar olu mu tur. Sıcaklı ın dü ük olmasından dolayı üst katmanda organik madde birikimi söz konusudur.

Çizelge 2. TK 'ne ait elde edilen mekânsal haritaların varyogram modelleri ve model parametreleri

Model	Regrasyon Fonksiyonu	Nugget	Range	Sill	Nugget/Sill	ME ¹	RMSSE ²
Gaussian	$0,10776894 * x + 58,292540$	46,22	2293,67	29,11	1,59	0,0104	0,9294
Spherical	$0,12681436 * x + 56,966725$	38,11	2293,67	36,22	1,05	-0,0012	0,9234
Exponential	$0,090943191 * x + 59,357124$	33,53	2803,94	41,86	0,80	0,0086	0,9293

RMSSE: tahmini standardize ortalama hatalar karekökünün ortalaması, ME: ortalama standart hata,



ekil 3. Toprak kalite indeksi haritası

Çizelge 3. Toprak kalite indeksi de erleri ve kapladıkları alan

Toprak Kalite İndeksi					
%75+		%50- 75		<%50	
Alan (Ha)	%	Alan (Ha)	%	Alan (Ha)	%
1805,43	8,02	17805,15	79,13	2889,42	12,84

SONUÇ

Bu ara tırma ile toprak kalite parametrelerine ba lı toprak sa lı nın referans olarak belirlenmesi ve topraktaki daha sonraki de i imlere ba lı olarak de i en toprak sa lı nın izlenebilmesi için bir veri tabanının olu turulması önemli bir a amadır. Ara tırma alanın toprak kalite indeksi >%75 olan alanların oranı %8,08, toprak kalite indeksi %75-50 arasında olan alanların oranı %78,98 ve toprak kalite indeksi <%50 olan alanların oranı ise %12,94 olarak tespit edilmi tir. Buna göre, orman ve çayır alanlarının bulundu u, kuzey bakılı e imin ve yüksekli in dü ük oldu u, anakayanın toprak olu turma veriminin yüksek oldu u kestanereği orman topraklarında ve alüvyal toprakların üzerinde bulundu u çayır alanlarında toprak sa lı nın çok iyi

oldu u, özellikle mera alanlarının çok yüksek rakımlı (>2500m) ve a ırı e imli (>%30) ve güney bakılı alanlarında ise toprak sa lı nın bozuk oldu u tespit edilmi tir. Ülke ölçe inde topraklarımızın sa lı nın belirli periyotlarla izlenmesi bizlere olası de i imleri kıyaslama imkânı sunacak ve topraktaki bu de i imlerin boyutunu ve nedenlerini belirlememizi sa layacaktır. Bu nedenle ulusal ölçekte toprak sa lı nı gözleme istasyonları kurulmalı ve ortak bir veri tabanında bu veriler güncellenmelidir.

TE EKKÜR

Bu ara tırma 2009/19 nolu bilimsel ara tırma projesi kapsamında yürütülmü tür. Projeyi destekleyen Atatürk Üniversitesine te ekkür ederiz.

Çizelge 4. Toprak kalite indeks de erleri ve bazı yeti me ortamı parametreleri

Özellikler			Toprak Kalite ndeksi					
			%75+		%50- 75		<%50	
			Alan (Ha)	%	Alan (Ha)	%	Alan (Ha)	%
Arazi Kullanım Cinsi	Orman	Kvab3	639,43	35,42	0,00	0,00	0,00	0,00
		Çsbc3	0,00	0,00	94,30	0,53	0,00	0,00
		Kva3	628,00	34,78	0,00	0,00	0,00	0,00
		ÇsKvbc3	0,00	0,00	110,00	0,62	0,00	0,00
		BKv	0,00	0,00	63,00	0,36	0,00	0,00
	Mera	0,00	0,00	11679,58	66,21	2889,42	100,00	
Bakı	Çayır	538,00	29,80	5693,30	32,28	0,00	0,00	
	Düz	415,00	22,99	1449,86	8,22	0,00	0,00	
	Kuzey	1390,43	77,01	4214,26	23,89	0,00	0,00	
	Güney	0,00	0,00	1947,50	11,04	1426,28	49,36	
	Do u	0,00	0,00	5233,22	29,67	1200,00	41,53	
	Batı	0,00	0,00	4795,02	27,18	263,14	9,11	
Yükselti (m)	2000-2300	1525,00	84,47	9180,74	52,05	125,00	4,33	
	2300-2500	280,43	15,53	7439,99	42,18	544,58	18,85	
	2500-2700	0,00	0,00	1019,12	5,78	876,00	30,32	
	2700-2900	0,00	0,00	0,00	0,00	921,55	31,89	
	>2900	0,00	0,00	0,00	0,00	422,29	14,62	
E im (%)	0-5	450,43	24,95	2362,36	13,39	0,00	0,00	
	5-15	1355,00	75,05	2623,90	14,87	255,00	8,83	
	15-30	0,00	0,00	6405,62	36,31	925,00	32,01	
	>30	0,00	0,00	6247,97	35,42	1709,42	59,16	
Büyük Toprak Grupları	Kestanerengi Topraklar	1805,43	100,00	5845,57	33,14	0,00	0,00	
	Kolüvyal Topraklar	0,00	0,00	2380,58	13,50	219,42	7,59	
	Bazaltik Topraklar	0,00	0,00	9413,70	53,37	2670,00	92,41	

KAYNAKLAR

- Amacher, M. C., O'Neill K., Perry C.H. 2007. Soil Vital Signs: A New Soil Quality Index (SQI) for Assessing Forest Soil Health. Soil Vital Signs: A New Soil Quality Index (SQI) for Assessing Forest Soil Health. Research Paper RMRSRP- 65WWW.
- Brammer, J. M., Mulvane C.S. 1982. Nitrogen total. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical And Microbiological
- Çepel, N. 1996. Toprak İmi. stanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, .Ü. Yayın No: 3945, O.F. Yayın No:438, stanbul.
- Dengiz, O., Bayramın ., Usul M. 2005. Kahramanmara Tarım İletmesi Topraklarının Parametrik Yöntemle Kalite Durumlarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 11 (1): 45-50.
- DM , 2010. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=Erzurum>. (Eri m tarihi: 19.01.2011)
- Doran, J.W. 2002. Soil Healthy and Global Sustainability: Translating Science into Practice. Agriculture, Ecosystem and Environment 88, 119-117.
- Doran, J.W., Parkin T.B. 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In: Doran JW et al. (ed), Defining Soil Quality for Sustainable Environment, SSSA Spec. Pulbl. 35, Madison, WI, 3-22.
- Doran, J. W., Parkin T.B. 1996. Quantitive Indicators of Soil Quality. A minimum data set. In: Doran JW, Jones AJ (ed), Methods for Assessing Soil Quality SSSA Spec. Pulbl. 49, Madison, WI, 25-37.
- Gençkan, M.S. 1970. Çayır-Mera (Önemi ve Yararlanma Yerleri), EÜZF Yay. No:147, Bornova-zmir, 51s.
- Gündo an, R., Yüksel A., Akay E. A., Bozali N., Do an O. 2008. Arazi Kullanım Planlamasının Erozyon Kontrol Çalı malarındaki Önemi: Kartalkaya Baraj Havzası Örne i. Baraj Havzalarında Ormancılık I.

- Ulusal Sempozyumu 29-30 Nisan Kahramanmara , Sf. 331-347.
- Isaaks, E. H., Srivastava, R. M. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press: New York.
- Johnston, K., Hoef, M., Krivoruchko, K., Lucas, N. 2001. Using ArcGIS geostatistical Analyst, New York, ESRI.
- Hamdy, A., Lacirigniola, C., 1992. An Overwiev of Water Resources in the Mediterranean Countries. Workshop on Water Reseources: Development and Management in Mediterranean Countries, CIHEAM, IAM-B, 3-9 September, 1992, Adana, Turkey, p.1.1-1.32.
- Kaçar, B. 2009. Toprak Analizleri (kinci Baskı). Nobel Yayın No: 1387, Nobel Yayın Da ıtım, Ankara.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. p. 199-223. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9, Am. Soc. Agron., Madison, WI.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1986. Total Carbon, Organic Matter and Organic Carbono Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties 2nd Edition. Agronomy No: 9, Madison, Wisconsin, USA.
- Özta , T. 2002. Assessment of Soil Quality. In: International Conference on Sustainable Land Use and Management, 10-13 June 2002, Çanakkale, 484-485.
- 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.
- Tekinel, O., Kanber, R., Çetin, M., Yalbuza , O., Özbek, Y., Akta , . 1995. Tarımsal Su Kaynaklarının Geli tirilmesi. Türkiye Ziraat Mühendisli i IV. Teknik Kongresi, 9-13 Ocak 1995 Ankara, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 26, s. 287-308.
- Tercan, A.E., Saraç, C. 1998. Maden Yataklarının De erlendirilmesinde Jeostatistiksel Yöntemler. JMO Yayınları, No: 48, Ankara.
- Uşul, M., Dilsiz, A., Tu aç, M. G. 2006. Gökhöyük Tarım letmesi Topraklarının Kalite Durumlarının De erlendirilmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37 (1), 21-27.