

Toprak Kabuk Oluşumunun Farklı Arazi Kullanımları İle İlişkisi, Samsun İli Örneği

Relationship of soil crust formation with different land uses: Case study of Samsun province

Ali İmamoğlu^{*1}, Orhan Dengiz²

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Nevşehir

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bölümü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Öz: Toprak insanlığın en önemli doğal kaynaklarından birisidir. Fakat topraklar çeşitli sebeplerle fiziksel ve kimyasal olarak verimsizleşmekte ve yok olmaktadır. Bu sebeple toprak konusunda yapılan çalışmalar artırılmalıdır. Bu çalışmada, çalışma alanı olarak Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde bulunan Samsun ili seçilmiştir. Samsun ili, toplam 9579 km²'lik alana ve 0 ile 1900 m arasında değişen yükselti değerlerine sahiptir. Samsun ili arazilerinin eğim özellikleri incelendiğinde; toplam alanın %47.8'inin eğimin % 0-10 arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca %11.9'unun dik ve çok dik-sarp arazilerden (>%30) oluştuğu belirlenmiştir. Araştırma, arazi gözlem ve incelemeleri, laboratuvar çalışmaları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri analizleri yapılarak ortaya çıkarılmıştır. Toplam 995 adet toprak örneği alınmıştır. Bu noktaların 300 adeti mera, 147 adeti orman ve 548 adeti tarım alanlarından oluşmaktadır. Toprakların bazı fiziksel (bünye, hacim ağırlığı, Kabuk oluşum değeri ve hidrolik geçirgenlik) ve kimyasal (EC, pH, kireç, organik madde, fosfor ve potasyum) analizleri yapılmıştır. Bu örneklerde tanımsal istatistikler yapılmıştır. Uygun jeostatistiksel model belirlenmiş ve Samsun ili topraklarının kabuk oluşum değerleri haritalandırılmıştır. Toprak kabuk oluşumu ile tarım orman ve mera alanları arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre Samsun ili topraklarında genel olarak toprak kabuk oluşumunun şiddetli sınıfında olduğu gözlemlenmiştir. Bitki örtüsü ise kabuk oluşumunun önüne geçen önemli etkenlerdendir. Kabuk oluşumu ile mücadele etmek için toprağa organik madde ilave edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanımı, Arazi örtüsü, Kabuk oluşumu.

Abstract: Soil is one of the most important natural resources of human beings. However, productivity of soils has been decreased as physically and chemically and disappeared due to various reasons. For this reason, investigations about soil should be increased. In this study, Samsun province, which is located in the Black Sea Region of the Black Sea Region, was selected as the study area. The province of Samsun has altitudes ranging from 0 to 1900 m and a total area of 9579 km². When the slope characteristics of Samsun province lands are examined; 47.8% of the total area was determined slope between 0 and 10%. It was also found that 11.9% of the study area was composed of steep and very steep lands (> 30%). The research was carried out through field observations and laboratory studies by creating data base in Geographic Information Systems techniques. A total of 995 soil samples were taken. Of these, 300 were collected from pastures, 147 were taken from forests and 548 were obtained from agricultural lands. Some physical (body, volume, crust formation and hydraulic permeability) and chemical (EC, pH, lime, organic matter, phosphorus and potassium) analyzes of the soils were performed. Descriptive statistics analysis was also done in these examples. Appropriate geostatistical model was determined and spatial distribution of soil crust formation values for Samsun province were generated. In addition, the relationship between soil crust formation and agriculture forest and pasture lands has been examined. According to the results of the survey, it is observed that in the Samsun province the soil is

* İletişim yazarı: Ali İmamoğlu, e-posta: aliimamoglu@nevsehir.edu.tr

generally in the severe form of the crust formation. Plant cover is the important factors leading to crust formation. Organic matter must be added to the soil to prevent crust formation.

Keywords: Land use, Land cover, Crust formation.

1. Giriş

Toprak insanlığın temel kaynaklarından birisidir. Topraksız tarım uygulamaları gibi bazı yöntemler geliştirilse de toprağa olan bağlılığımızın giderek arttığı bir gerçektir. Artan nüfus ve yanlış arazi kullanımı gibi problemler ise insanlığına “toprağı daha etkin ve verimli nasıl kullanabiliriz” sorusu üzerinde düşünmeye sevk etmiştir. Toprağın etkin kullanımının sağlanması için erozyon gibi büyük problemler ve bunların altında yatan sebepler araştırılmalı ve çözüm üretilmelidir. Çünkü toprakların korunmasına yönelik bilimsel çözümler üretilmedikçe toprak ile ilgili yaşanan problemler bitmeyecektir.

Toprak kabuk oluşumu, Özellikle tarım arazilerinde tohumun tabakayı kırıp çıkışını önlemesi ve yağışın yüzeysel akışa geçerek gerekli suyun toprak içerisinde depolanmasını önlemesi gibi sebeplerle önemli bir toprak sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Lutz (1952), çok az silt ve ince kum içeren topraklarla birlikte kaba kumlu topraklar hariç hemen hemen her çeşit bünyedeki topraklarda kaymak tabakası oluşabileceğini ileri sürmektedir. Bu çalışma da önemli bir problem olan aynı zamanda erozyonu tetikleyen toprak kabuk oluşumu problemi ele alınmış ve kabuk oluşumunun Samsun ili sınırlarında farklı arazi kullanımlarında ne derece problem teşkil ettiğini incelenmiştir.

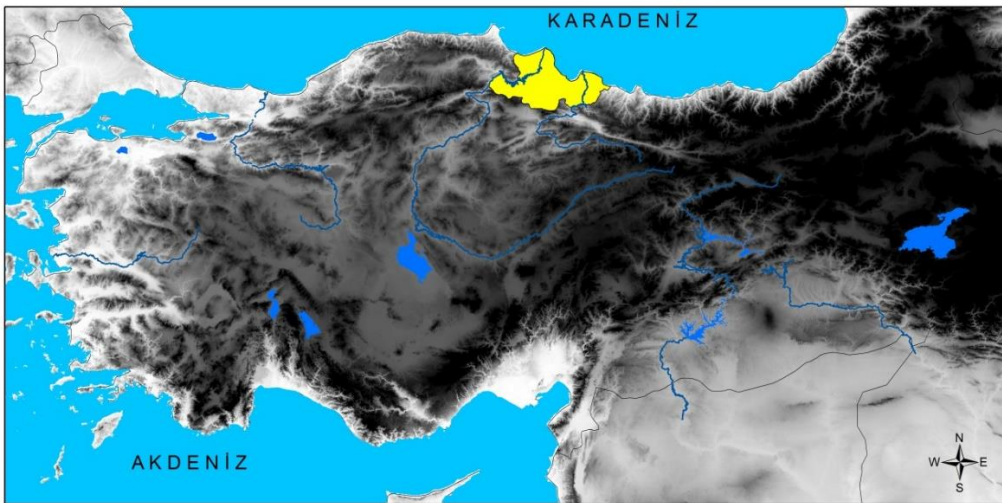
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, arazi gözlem ve incelemeleri, laboratuvar çalışmaları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri analizleri yapılarak ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada çeşitli devlet kuruluşlarına ait veriler bir araya getirilerek yeniden değerlendirilmiştir. CBS analizleri için ArcGIS v9.3 yazılımı kullanılmıştır.

2.1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

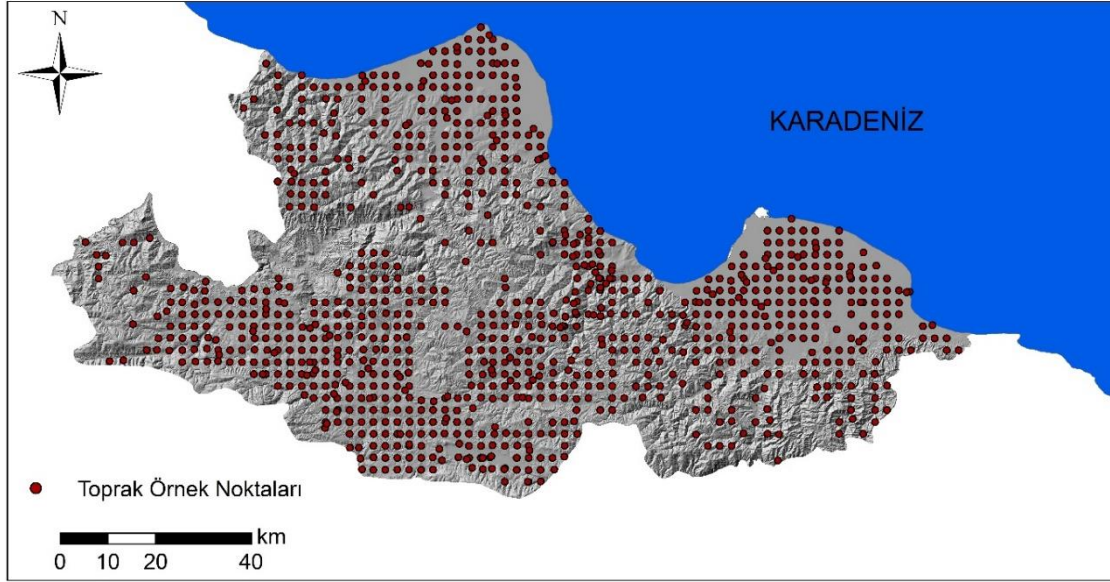
Araştırma sahası Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde bulunmaktadır. Matematik konum olarak 40° 50'- 41° 51' kuzey enlemleri ile 37° 08' ve 34° 25' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Samsun ili, toplam 9579 km²'lik alana sahiptir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma sahası lokasyon haritası.

2.2. Yöntem

Samsun ili topraklarında kabuk oluşumunun belirlenmesinde kullanılan indekslerin hesaplanması ve alansal dağılışının belirlenmesi için çoğunlukla tarım alanlarından 2km x 2km grit sistem ile arazi kullanımı ve topografik ani değişimlerde random sistemde toplam 995 adet toprak örnek numune alınmıştır. Bu noktaların 300 adeti mera, 147 adeti orman ve 548 adeti tarım alanlarından alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Toprak örnekleme deseni.

Toprak kabuk oluşumu Pieri 'e (1989) göre aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmış ve sınıf aralıkları Çizelge 1'de verilmiştir.

$$TKI = \frac{OM(\%) * 100}{C(\%) + Si(\%)}$$

TKI: Toprak Kabuk İndeksi, OM: Organik madde, C: Kil, Si: Silt

Çizelge 1. Toprak Kabuk İndeks sınıfları ve değerleri .

Tanım	Sınıf değerleri	Sınıf aralığı
Çok şiddetli fiziksel bozulum	1	TKI < 5
Şiddetli fiziksel bozulum	2	5 < TKI < 7
Düşük fiziksel bozulum	3	7 < TKI < 9
Fiziksel bozulum yok	4	TKI > 9

Kaynak: Pieri, 1989.

2.2.1. Toprak Kalite İndeksi için Konumsal Dağılım Modelleri ve İstatistiksel Analiz

Modellerde hesaplanan değerinin alansal dağılımının belirlenmesinde en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden inverse distance weighting (IDW), radial basis functions (RBF) deterministik yöntemler ile stokastik yöntemlerden de kriging/cokriging yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi sorgulayabilmek, ölçülen değerlere en yakın sonucu veren başka bir ifade ile yöntemler arasından en uygun olanının seçebilmek için literatürde farklı karşılaştırma yöntemlerinin dikkate alındığı görülmektedir. Genel anlamda en yaygın kullanılan yöntemler; hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), yöntemlerdir. Bu çalışma için RMSE seçilmiş ve jeoistatistiksel çözümde kullanılan 15 yöntem karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_{i^*} - z_i)^2}{n}}$$

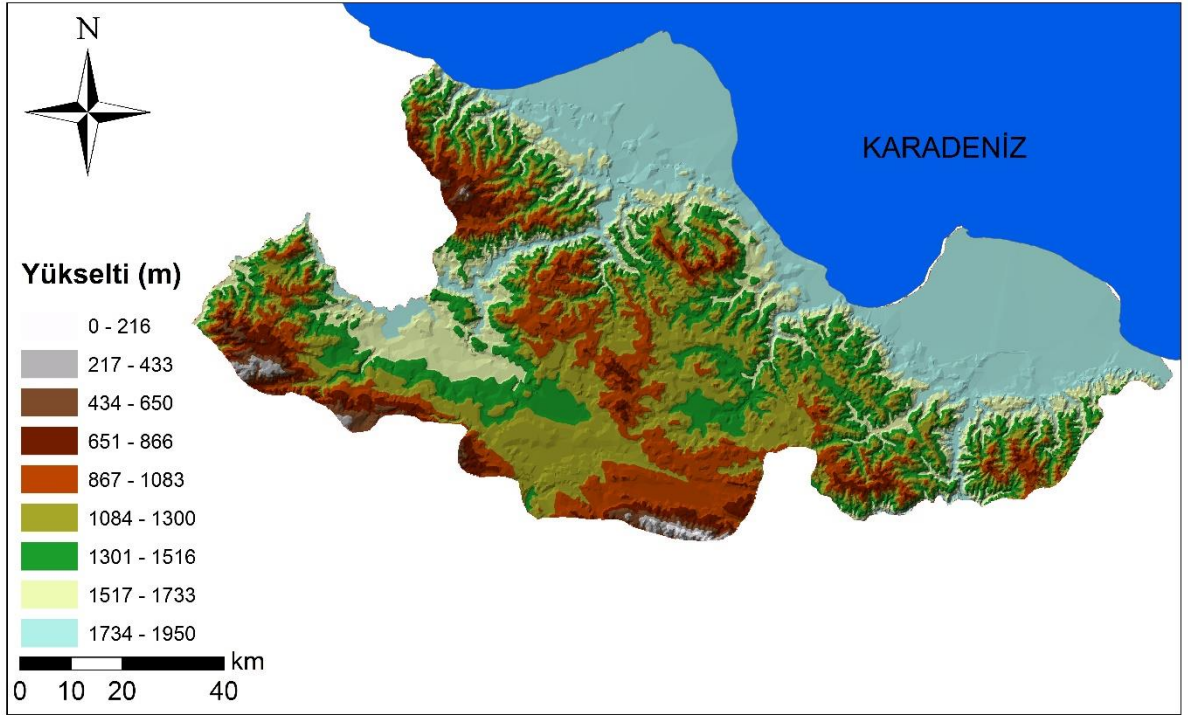
Eşitlikte; Z_i : tahmin edilen değer, Z_{i^*} ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir.

Farklı arazi kullanımına sahip alanlardan alınan örnekler orman mera ve tarım alanları olmak üzere temel tanımlayıcı istatistikleri yapılmıştır. Tanımsal istatistiklerinin belirlenmesi amacıyla SPSS programı kullanılmıştır. Arazi kullanım türleri arasındaki istatistiksel ilişkiye Mann-Whitney U testi ile bakılmıştır.

3. Bulgular ve Analiz

3.1. Havzanın Topografik Özellikleri

Samsun ili 0 ile 1950 m arasında değişen yükselti değerlerine sahiptir. Morfolojik olarak kıyıda Türkiye'nin önemli ovalarından Çarşamba ve Bafra ovaları bulunmaktadır. Kıyı yakını sahalarda üç farklı seviyede aşınım yüzeyleri bulunmaktadır (Öner, 1996; Dengiz ve Sarıoğlu, 2011). Aşınım yüzeylerinin güney kesiminde Canik dağları bulunmaktadır. İlin güneyinde iç bölgede bulunan sahalar ise Canik dağlarına göre daha alçak seviyede yer yer ovalardan oluşan alanlardır (Şekil 3).

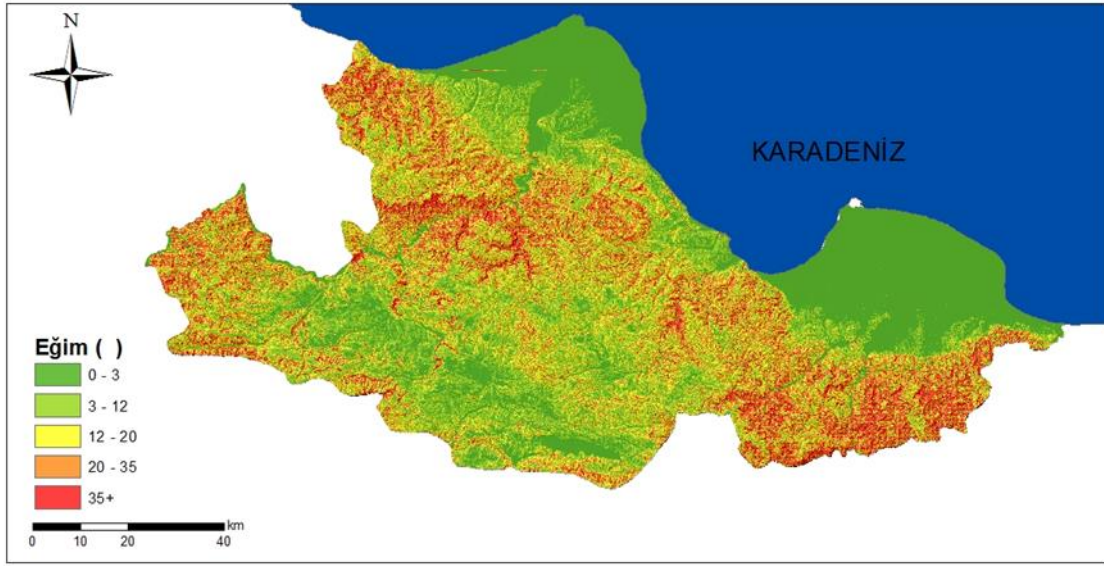


Şekil 3. Samsun ili yükselti haritası.

Samsun ili arazilerinin eğim özellikleri incelendiğinde; toplam alanın %47.8'inin eğimin % 0-10 arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca %11.9'unun dik ve çok dik-sarp arazilerden (>%30) oluştuğu belirlenmiştir. Canik dağlarının yükseltisi fazla olan alanlarında yoğun vadi oluşumuna bağlı olarak eğim değerleri de yüksektir. İlin hakim bakı yönünün ise Kuzey ve Kuzey ara yönlerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 2 ve Şekil 4).

Çizelge 2. Samsun ili eğim değerleri dağılımı.

Sınıf (%)	Alan (Ha)	Oran (%)
0-3	284896	30.0
3-10	168816	17.8
10-20	319376	33.7
20-30	62016	6.5
30-40	71872	7.6
40+	41104	4.3
Toplam	948080	100.0



Şekil 4. Samsun ili eğim haritası.

3.2. Samsun İli Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü

Samsun ili arazi kullanım-arazi örtüsü belirlenmesinde CORINE (Anonim, 2012) yöntemi kullanılmıştır. Yapılan sınıflandırmaya göre geniş yapraklı ormanlar, doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanları ve sulanmayan ekilebilir araziler yaygın olarak bulunmaktadır. Kıyılarda bataklık ve kumluk alanlar görülür. Ova seviyesinde genellikle sulu tarım yapılmaktadır. Ayrıca yerleşmede sahil şeridinde yoğunlaşmıştır.

Samsun ilinin CORINE-2012 arazi kullanım ve arazi örtüsü sınıflaması ise Tablo 3 ve Şekil 5'de verilmiştir. Tablo 5'e göre İlin yaklaşık % 5.6'sını çayır ve mera alanları ile seyrek bitki alanları oluştururken, yaklaşık % 34.6'lık kısmını orman alanları oluşturmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde bulunan alan ise ilin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır olup, bu % 49.5'lik alanı kaplamaktadır. Ayrıca Sürekli Şehir Yapısı, Kesikli kırsal, Kesikli şehir, Endüstriyel veya ticari birimler, Mineral çıkarım sahaları, Limanlar, İnşaat sahaları gibi yapay alanlara ait arazi örtüsü arazi kullanım çeşitleri ise ilin % 1.7' lik kısmını kaplamaktadır.

Çizelge 3. Samsun ilinin CORINE-2012 arazi kullanım ve arazi örtüsü sınıflaması.

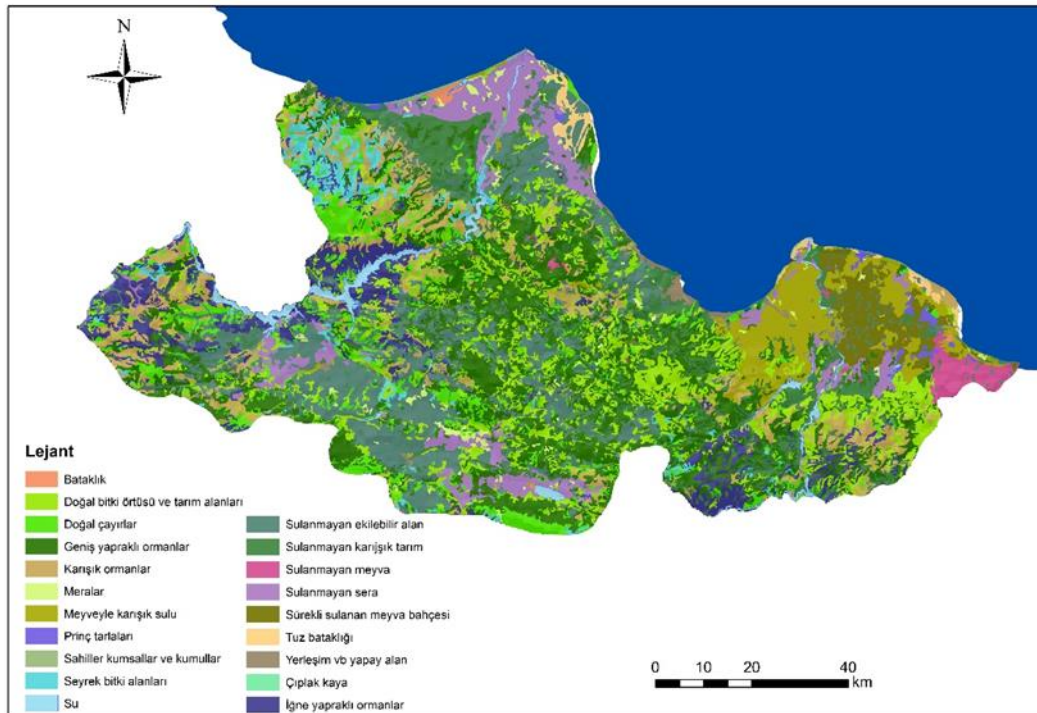
Arazi Kullanım ve Arazi Örtü Sınıfları	ha	%
Sürekli Şehir Yapısı	525.69	0.0
Kesikli şehir	3167.1	0.3
Kesikli kırsal	10323.4	1.0
Endüstriyel veya ticari birimler	1013.31	0.1
Karayolları, demiryolları ve ilgili alanlar	283.5	0.0
Limanlar	224.37	0.0

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

Havaalanları		460.89	0.0
Mineral çıkarım sahaları		619.65	0.1
Boşaltım sahaları		69.66	0.0
İnşaat sahaları		253.53	0.0
Yeşil şehir alanları		105.3	0.0
Spor ve eğlence alanları		204.93	0.0
Sulanmayan ekilebilir alanlar	9	131599.	13.3
Sulanmayan sera	2	59747.2	6.0
Pirinç tarlaları		4902.12	0.5
Sulanmayan meyve	7	12682.1	1.3
Sürekli sulanan meyve bahçesi		25620.3	2.6
Meralar		8739.09	0.9
Sulanmayan karışık tarım	6	82657.2	8.4
Meyveyle karışık sulu	2	49265.8	5.0
Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları	1	122723.	12.4
Geniş yapraklı ormanlar	5	200886.	20.3
İğne yapraklı ormanlar	3	64024.8	6.5
Karışık ormanlar	3	77462.7	7.8
Doğal çayırliklar	7	21689.3	2.2
Bitki değişim alanları	2	50229.7	5.1
Sahiller, kumsallar ve kumluklar		2610.63	0.3
Çıplak kaya		24.3	0.0

TUCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

Seyrek bitki alanları		25255.8	2.6
Bataklıklar		2005.56	0.2
Tuz bataklığı		6927.93	0.7
Su yolları		3592.35	0.4
Su kütleleri	1	13697.9	1.4
Deniz ve okyanus		1113.75	0.1
Kıyı lagünler		3585.06	0.4
Toplam	8	988294.	100.0



Şekil 5. Samsun ili arazi kullanım haritası.

3.3. İstatistiksel ve Jeostatistiksel Değerlendirme

Farklı arazi kullanımlarına sahip alanlardan alınan örnekler orman, mera ve tarım alanları olmak üzere temel tanımlayıcı istatistikleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4, 5 ve 6' da verilmiştir. Elde edilen tanımsal istatistik sonuçlarına göre; organik madde içerikleri üç farklı arazi kullanımı/arazi örtüsünde minimum ve maksimum değerleri arasında oldukça belirgin farklılık göstermektedir. En yüksek ortalama değer mera topraklarında belirlenmiş, orman topraklarında düşük olmasının sebebi özellikle yüzey toprağı üzerinde yer alan ölü örtü olarak adlandırılan organik materyallerin ayrışmasının yavaş olmasındandır (Dengiz ve İmamoğlu, 2016).

Orman alanlarından alınan topraklarda belirlenen organik madde, silt, kil, normal dağılım göstermişlerdir. Tarım alanlarında sadece kil, mera alanlarında ise kum, silt ve kil normal dağılım gösterirken diğer toprak özellikleri normalden farklı dağılım göstermişlerdir.

Çizelge 4. Orman alanları toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

özellik	minimum	maksimum	ortalama	Std. sapma	Değişim katsayısı	Çarpıklık katsayısı	K-S
Org. M	0,49	5,87	2,71	1,05	0,39	0,54	0,103
Kum %	11	74	37,18	14,29	0,38	0,39	0,021
Silt %	9	58	29,47	7,74	0,26	0,37	0,423
Kil %	4	60	33,36	11,42	0,34	0,09	0,610
K	0,017	0,145	0,104	0,025	0,24	-0,65	0,576
TKI	1,22	16,02	4,62	2,45	1,64	0,53	0,026

Çizelge 5. Mera alanları toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri

özellik	minimum	maksimum	ortalama	Std. sapma	Değişim katsayısı	Çarpıklık katsayısı	K-S
Org. M	0,48	11,09	3,05	1,42	0,46	1,32	0,044
Kum %	2	86	33,77	14,71	0,44	0,53	0,303
Silt %	4	65	32,72	9,30	0,28	0,18	0,199
Kil %	5	69	33,56	11,26	0,34	0,12	0,093
K	0,014	0,148	0,079	0,039	0,49	-0,16	0,000
TKI	0,89	15,35	4,78	2,42	1,69	0,50	0,001

Çizelge 6. Tarım alanları toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri

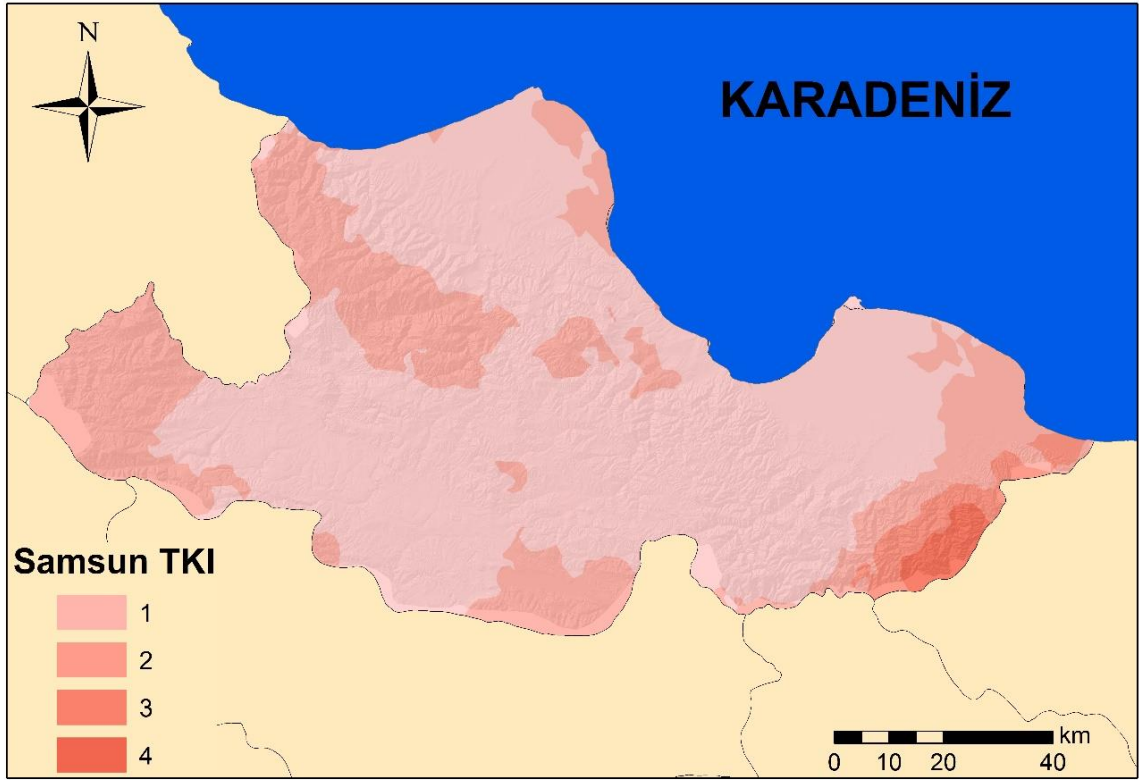
özellik	minimum	maksimum	ortalama	Std. sapma	Değişim katsayısı	Çarpıklık katsayısı	K-S
Org. M	0,30	10,35	2,52	0,92	0,36	1,58	0,002
Kum %	2	92	26,48	13,32	0,50	1,14	0,000
Silt %	2	66	32,39	9,55	0,29	0,31	0,009
Kil %	2	79	41,09	12,94	0,31	-0,13	0,116
K	0,010	0,205	0,110	0,027	0,24	-0,83	0,001
TKI	0,39	22,83	3,55	1,61	3,99	0,45	0,000

Ayrıca, araştırma sahasında kabuk oluşumunu en iyi şekilde temsil edecek jeostatistiksel yöntemi belirlemek amacıyla de 14 ayrı model uygulanmış ve Inverse Distance Weighting (1) yöntemi uygun bulunmuştur. Dağılımın en uygun olan modelin belirlenmesinde hata kareler ortalaması (RMSE) en düşük olan değere göre belirlenmiştir (Tablo 7). Buna göre uygulanan modeller içerisinde Kriging modele ait Simple Kriging modelin Gaussian semi variogram modeli uygun olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. Jeostatistiksel modeller ve uygun RMSE değeri.

Jeoistatistiksel Yöntemler		RMSE değerleri	
Inverse Distance Weighting	IDW	1	2,183
		2	2,291
		3	2,423
Radial Basis Functions	RBF	Completely Regularized Spline	2,202
		Thin Plate Spline	2,923
Kriging	Ordinary Kriging	Spherical	2,144
		Exponential	2,149
		Gaussian	2,141
	Simple Kriging	Spherical	2,103
		Exponential	2,101
		Gaussian	2,100
Universal Kriging	Spherical	2,129	
	Exponential	2,130	
	Gaussian	2,129	

Samsun toprak kabuk indeksi haritasına bakıldığında genellikle tarım alanlarının daha tehlikeli sınıfına girdiği görülmüştür. Sahanın eğim değerleri daha yüksek alanlarında ise kabuk oluşumunun daha düşük olduğu görülmüştür. Sahanın doğu kesiminde ise fiziksel bozulmanın hiç olmadığı sahalarda olduğu görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 6. Samsun ili TKI haritası.

4. Sonuç

Araştırmada önemli toprak problemlerinden birisi olan toprak kabuk oluşumu incelenmiştir. Çalışma alanında, random sistemde 995 adet toprak örneği alınmıştır. Bu örnek noktalarının 300 adeti mera, 147 adeti orman ve 548 adeti tarım alanlarından alınmıştır. Alınan örneklerde organik madde, kum, silt, kil toprak aşınabilirlik ve toprak kabuk oluşumu analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre sahanın toprak kabuk oluşum indeksi hesaplanmış ve jeostatistiksel dağılım yöntemi ile Samsun ili toprak kabuk indeksi haritası ortaya konmuştur. Elde edilen toprak kabuk indeksi değerlerinin, istatistik kullanılarak farklı arazi kullanımlarına göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre TKİ faktörü orman ile tarım alanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermektedir. Tarım ile mera alanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermektedir. Fakat orman ile mera alanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermemektedir. İstatistiksel sonuçlar arazi kullanım haritası ile karşılaştırılmış ve TKİ'nin daha çok tarım alanlarında problem teşkil ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kabuk oluşumuna sebep olan bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi konusunda yenilikçi fikirler üretilmelidir. Yoksa bu süreç şiddetli erozyon gibi başka olayları da tetikleyecektir. Bu sürecin önüne geçmek için alınması gereken önlemlerin başında toprağın fiziksel yapısını korumaya yönelik alınabilecek önlemler gelmektedir. Buda doğru sulama ile özellikle ilkbahar aylarında arazilerin düzgün sürülmesi ile sağlanabilir. Bunun yanında toprağın agregat stabilitesini arttırmak erozyona karşı direncini de arttıracak önemli bir fiziksel korumadır. Yine agregatlaşmayı arttırmak için toprak organik maddesini arttırmak faydalı olacaktır. Bu yüzden yeşil gübre uygulaması faydalı olacaktır. Arazi kullanımı konusunda dikkatli olmak her yeri tarla haline getirmemek mevcut bitki örtüsünü tahrip etmemek tarım alanlarının düzgün kullanımını sağlamak toprak kabuk oluşumunun tehlikeli boyutlara ulaşmasını engellemeye yönelik çalışmalardır.

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

Referanslar

- Anonim, (2012). Corine Ulusal Arazi Örtüsü Projesi, İTÜ, Maslak / İstanbul, <http://www.corine.itu.edu.tr/> adresinden erişildi.
- Bouyocous, G.J. (1951). A recalibration of the hidrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 435-438.
- Dengiz O. ve İmamoğlu A. (2016). Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsüne Bağlı Olarak Toprak Erozyon Duyarlık Faktörünün Konumsal Değişiminin Farklı Enterpolasyon Yöntemleri Kullanarak Belirlenmesi, TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13-14 Ekim 2016 /13-14 October 2016, Ankara.
- Dengiz, O., Sarıoğlu, F.E. 2011. Samsun İlinin Potansiyel Tarım Alanlarının Genel Dağılımları ve Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarının Önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3): 241-253.
- Doğan, O. & Güçer, C. (1976). Su erozyonunun nedenleri, oluşumu ve üniversal denklem ile toprak kayıplarının saptanması. T.C. Köy İşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 41, Ankara, 159s.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Lutz, J.F. (1952). Mechanical Impedance and Plant Growth. In: *Soil Physical Conditions and Plant Growth* Shaw, B.T., ed.), Academic Press, New York, 491.
- Öner, E. (1996). "Samsun ve çevresinin jeomorfolojisi", Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu, *Coğrafya Araştırma Dergisi*, 04 (191-224), Ankara.
- Pieri, C. (1989). *Fertilité des terres de savane. Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au sud du Sahara*. IRAT, Paris, 444 pp.