



Yarı Kurak Ekolojik Koşullar Altında Oluşmuş Komşu Mikro Havzalarda Toprakların Kabuk Oluşumu ve Konumsal Dağılım Durumlarının Belirlenmesi

Determination of Crust Formation and Spatial Distribution of Soils Formed under Sub-arid Ecological Condition in Adjacent Micro-Basins

İnci Demirağ Turan*^a

Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.936668

Makale Geçmişi:

Geliş: 12.05.2021

Kabul: 15.04.2022

Anahtar Kelimeler:

Kabuk oluşumu

Fiziko-kimyasal toprak

özellikleri

Enterpolasyon modeller

Yarıkurak saha

Öz

Toprak en önemli doğal kaynaklardan biridir. Toprağın korunması ve amacına uygun kullanımı bu kaynağın korunması için gereklidir. Ancak, arazilerin amaç dışı veya yanlış kullanılması da arazi bozulumunu arttırmaktadır. Bu nedenle, ülkemizde insan etkisi ile arazi bozulumu ciddi bir problem haline gelmektedir. Kabuk oluşumu önemli bir toprak bozulma göstergesidir. İnfiltrasyonu engelleyerek, suyun yüzeysel olarak kalmasına veya yüzey akışına sebep olmaktadır. Bu çalışmanın amacı yarı kurak iklim özelliğine sahip komşu mikro hidrolojik havzalarda kabuk oluşum eğilimlerini incelemektir. Saha yaklaşık 1122 km²'lik alana sahiptir. Çalışma alanından 64 toprak örneği alınmıştır. Alınan örneklerde kum, kil ve silt, organik madde, hacim ağırlık, kireç, pH, EC ve azot analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, kabuk oluşumu Pieri (1989) tarafından verilen formül ile hesaplanmış ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla uygun enterpolasyon yöntemi seçilmiş ve alana dağılımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanının büyük bir kısmında kabuk oluşumu riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Kabuk oluşumunun yüksek riskli olduğu alanlar genellikle, yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlardır.

Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.936668

Article History:

Received: 12.05.2021

Accepted: 15.04.2022

Keywords:

Crust formation

Physico-chemical soil

properties

Interpolation models

Semi-arid field

Abstract

Soil is one of the most important natural resources. The conservation and proper use of the soil is necessary for the protection of this resource. However, improper use of lands increases land degradation. Therefore, land degradation with human influence is becoming a serious problem in our country. Soil crust formation is also an important factor of soil degradation. By preventing infiltration, it causes accumulate of water on the surface or runoff. The aim of this study is to examine crust formation trends in neighboring micro hydrological basins with semi-arid climate. The field has an area of approximately 1122 km². Total 64 soil samples were taken from the study area and sand, clay and silt, organic matter, volume weight, lime, pH, EC and nitrogen analyzes were made in the samples taken. According to the obtained results, the formation of the crust was calculated with the formula given by Pieri (1989) and the distribution of the crust formation index values was generated by selecting the appropriate interpolation method with geographic information systems. Areas where crust formation is high risk have been usually used under intensive agricultural activities.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: dmrginci@gmail.com

^a Samsun Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 55080, Samsun. <http://orcid.org/0000-0002-5810-6591>.

1. Giriş

İnsanın hayatını devam ettirebilmesi için arazi önemli bir kaynaktır. Gün geçtikçe arazi üzerindeki baskı artmakta ve bu etki de arazinin bozulmasına sebep olmaktadır. UNCCD (1994)'ye göre, Arazi tahribatı “kurak, yarı-kurak ve yarı-nemli bölgelerde, (i) rüzgar ve/veya suyun etkisiyle oluşan toprak erozyonu; (ii) toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik veya ekonomik özelliklerinin bozulması ve (iii) bitki örtüsünün uzun süreli kaybı; gibi insan faaliyetlerinden ve doğal yaşam alanı düzenlerinden kaynaklanan süreçler de dâhil olmak üzere bir sürecin veya süreçler bileşiminin veya arazi kullanımının neden olduğu; yağmurla beslenen ekili alanlarda, sulama yapılan ekili alanlarda veya otlak, mera, orman ve ağaçlık alanlarda biyolojik ve ekonomik verim ile çeşitlilik azalmasını veya kaybını” ifade eder. Toprakların fiziksel ve kimyasal bozulması da bir arazi bozulmasıdır ve geri dönüşümü olmayan sonuçlara sebep olmaktadır. Toprak bozulması toprak fonksiyonlarındaki meydana gelen azalma veya toprak fonksiyonlarının kaybı olarak tanımlanmaktadır (Jie vd., 2002; Oldeman, 1998) Toprakların amaçlarına uygun kullanılmaması, yanlış tarım uygulamaları topraklarda erozyonu problem haline getirmektedir. Ülkemizin engebeli topografik yapısını da dikkate aldığımızda erozyonun çok ciddi boyutlara ilerleyebileceği açıktır. Türkiye’de ise her yıl toprak erozyonu sonucu 642 milyon ton toprak yer değiştirmektedir, bu yaklaşık olarak yıllık toprak kaybının 8.24 ha ton-1 olduğunu göstermektedir (Erpul vd., 2020). Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi sonucu elde edilen verilere göre ülkemiz yüzölçümünün %60,28’inde çok hafif, %19,13’ünde hafif, %7,93’ünde orta, %5,97’inde şiddetli ve %6,7’inde çok şiddetli erozyon olduğu tespit edilmiştir (Erpul vd., 2020). Ülkemiz arazilerinde çölleşme riski de önemli bir problem oluşturmaktadır. Türkes vd. (2020) yaptıkları çalışmada Türkiye’deki arazilerin çölleşme açısından %12,7’sinin düşük risk grubunda, %53,2’sinin orta ve %25,5’inin yüksek risk grubunda olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Toprak kabuk tabakası, eğimli ve bitki örtüsünün zayıf olduğu alanlarda infiltrasyonu azaltarak, yüzeysel akışla erozyonu arttırmaktadır. Erozyonla mücadele de kabuk tabakasının bilinip önlem alınması da önemli bir etmendir. Kanar ve Dengiz (2015), Saygın vd. (2019) toprağın aşınabilirliğinin, toprağın genel yapısı ve arazi örtüsüne göre farklılık gösterdiği gibi, yağışa göre de değiştiğini ortaya koymuşlardır. Bu sebeple toprağın erozyona karşı duyarlılığını tespit etmek için, erozyonda etkili olan parametreler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, kabuk tabakası yetiştirilen tarımsal üründe verimi düşürür ve toprağın yeteri kadar su ve hava almasını engellemesinin yanı sıra tohumun çimlenmesini ve sürgün çıkışını önemli ölçüde olumsuz etkileyebilmektedir (Lipiec ve Hatano, 2003).

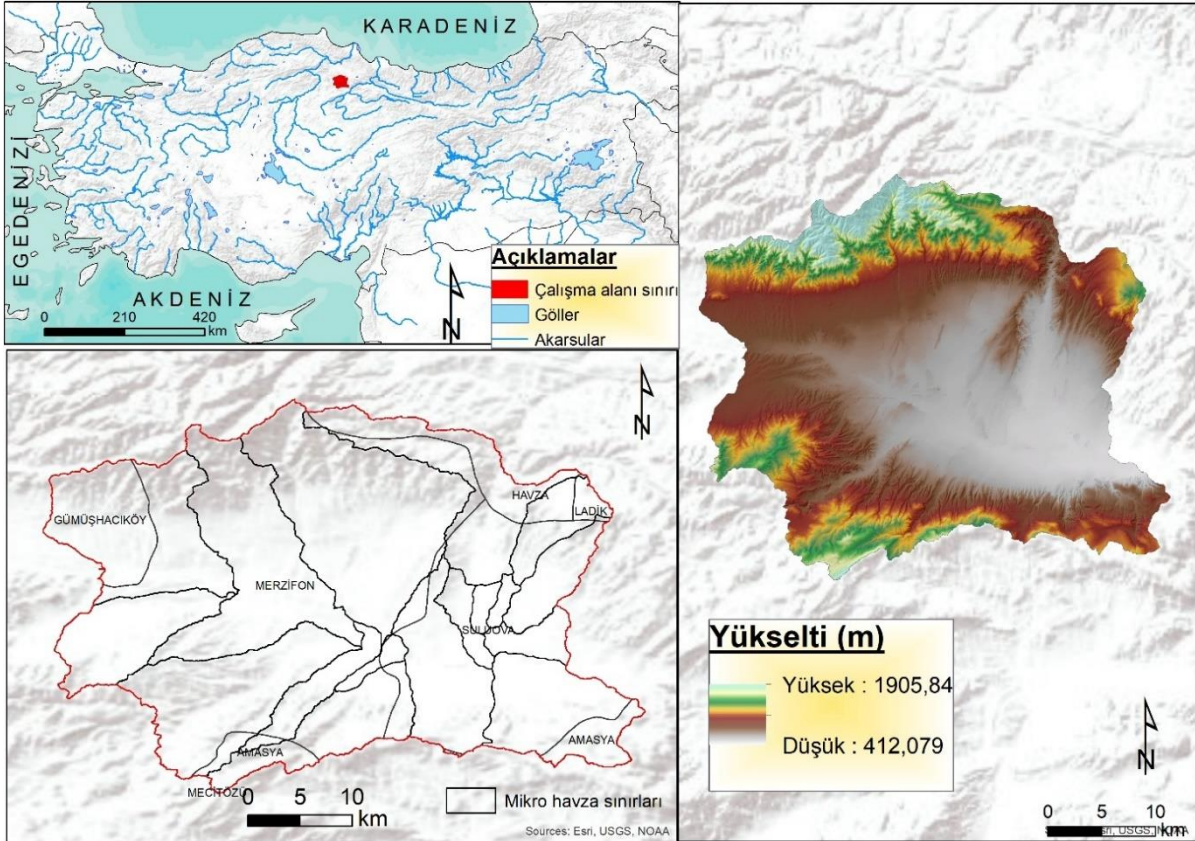
Toprakta kabuk tabakasının oluşumunda alanın iklim ve toprak özellikleri belirleyici etkenlerdir (Öztürk ve Özdemir, 2006). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim sahalarının kabuk tabakası oluşmaktadır. Feng vd. (2013) yapmış oldukları çalışmada yarı kurak bir bölgede yağış ile kabuk oluşumu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ayrıca bir simülatörle farklı toprak tekstür özelliklerine sahip topraklardaki kabuk tabakasının yağış özelliklerine göre farklılığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, toprak özellikleri bakımından da toprağın kil, silt, ince kum, organik madde, kireç, değişebilir sodyum, magnezyum,

kalsiyum içeriğine, kil tipine ve elektriksel iletkenliğine (EC) göre kabuk oluşumu etkilenebilmektedir (Hadas ve Stibbe, 1977).

Çalışma alanı, komşu mikro havzaların oluşturduğu, yarı kurak ekolojiye sahip bir bölgededir. Yarı kurak iklim özelliğinden ve yoğun tarımsal faaliyetlerinden dolayı bu mikro havzalarda kabuk oluşum eğilimi araştırılmak istenmektedir. Havza içerisinde toprak örnekleri alınıp, her bir örnek için kabuk oluşumu hesaplanmıştır. Elde edilen bu değeri havza içerisinde dağılımını ortaya koymak için de enterpolasyon yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın amacı, alan içerisindeki kabuk oluşumunun dağılımını ortaya koyarak gerek toprak erozyonu açısından gerekse de tarımsal açıdan arazi bozulum riskini ortaya koymaktır. Böylece elde edilen veriler ışığında uygun arazi kullanım planlamaları ve kabuk oluşumunun önlenmesi ve ne gibi tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmiştir.

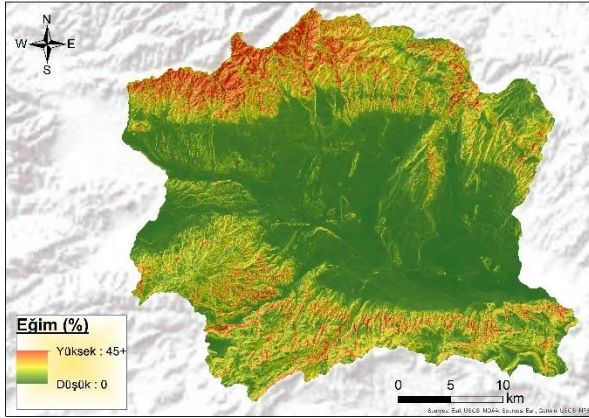
1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Çalışma alanı Orta Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. Çalışma alanı $40^{\circ} 38' 16'' - 40^{\circ} 58' 22''$ kuzey paralelleri ile $35^{\circ} 15' 01'' - 35^{\circ} 45' 22''$ doğu meridyenleri arasındadır. Alanı yaklaşık 112212 ha'dır. Samsun ve Amasya ilçeleri sınırlar içinde yer alan çalışma alanı, birbirine komşu mikro havzalardan oluşmaktadır. Alan içinde Samsun'un Havza ve Ladik ilçesi, Amasya'nın Gümüşhacıköy, Merzifon, Suluova ve merkez ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1).

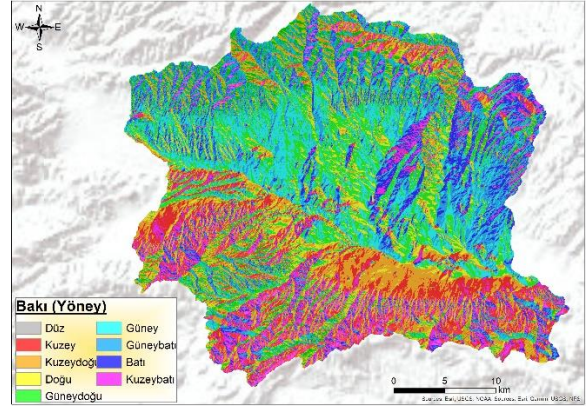


Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası.

Çalışma alanının yükseltisi 412 metreden başlayarak yaklaşık 1905 m'ye kadar yükselmektedir (Şekil 1). Alanın yaklaşık %63,9'unun (71678 ha) eğim değeri %15'nin altındadır (Şekil 2). Ayrıca eğim değeri %45'nin üzerindeki alanlar ise %6,3'ünü (7116 ha) oluşturmaktadır. Çalışma alanının bakı durumuna baktığımızda ise, yaklaşık %9,6'sı batı, %18,1'i doğu, %29,1'lik kısmı ise kuzey ve %37,4'lik kısmı ise güney yöndedir (Şekil 3).



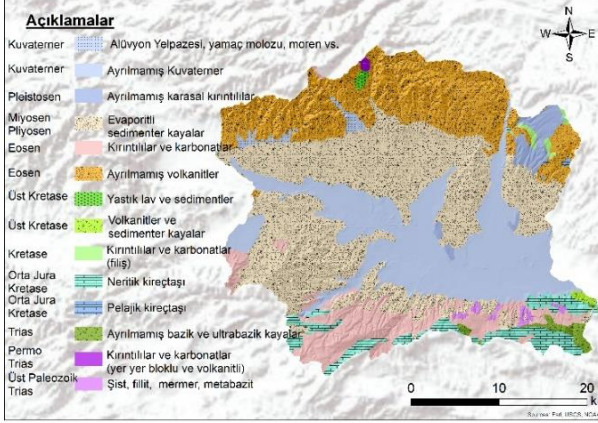
Şekil 2. Çalışma alanını eğim haritası.



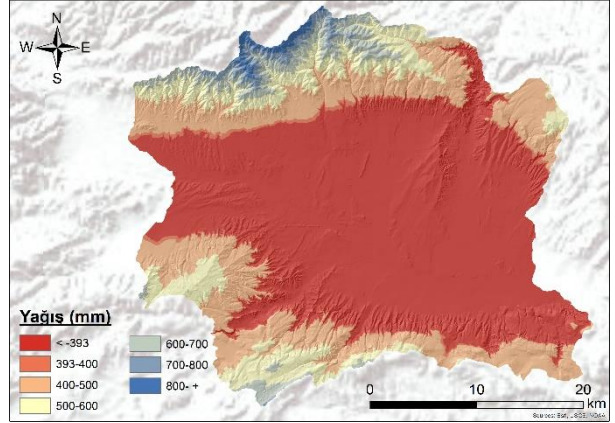
Şekil 3. Çalışma alanının bakı haritası.

Mikro havzaların jeolojik özellikleri açıklanırken MTA tarafından hazırlanmış 1/100.000 ölçekli jeoloji haritaları temin edilmiş ve ArcGIS 10.5v programı ile sayısallaştırılarak renklendirilmiştir. Ayrıca MTA'nın yer bilimleri portalından da yararlanılmıştır. Buna göre havza içerisinde Paleozoik'ten Kuvaterner'e kadar çeşitli yaş ve özellikte birimler yer almaktadır (Şekil 4). Kuvaterner yaşlı ayrılmamış kuvaterner ve Miyosen Pliyosen yaşlı evaporitli sedimenter kayalar havzanın ortasında ve en geniş yayılış alana sahiptir. Alanın kuzeyinde Eosen yaşlı ayrılmamış volkanitler ve güneyinde ise Eosen yaşlı ayrılmamış volkanitler yayılış göstermektedir (Şekil 4). En yaşlı birim havzanın güneydoğusunda Üst Paleozoik Trias yaşlı şist, fillit, mermer ve metabaziklerden oluşmaktadır.

Çalışma alanının yağış dağılışı haritası çalışma alanı içindeki Merzifon meteoroloji istasyonu verilerine göre (1960-2020) Schreiber formülü katılarak yapılmıştır. Buna göre havzanın taban arazisinde yağış değerleri 393 mm'nin altında iken çevresindeki dağlık alanlarda ise 800 mm'nin üzerinde çıkmaktadır. Taban arazisindeki yağışın bu kadar düşük olması kabuk oluşumunu tetikleyen faktörler arasındadır.



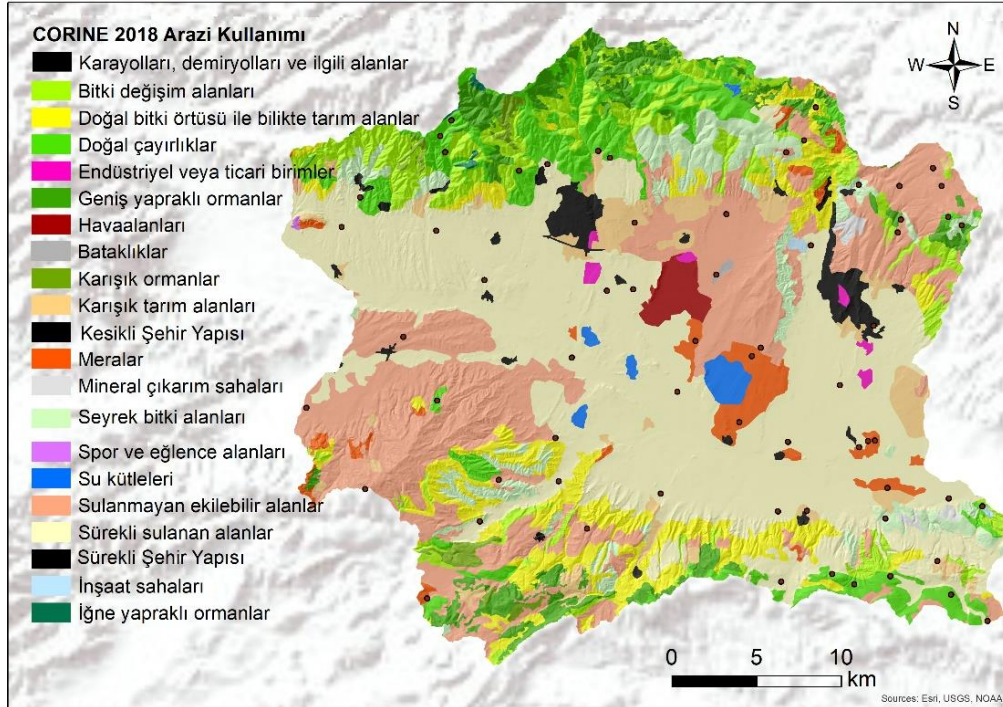
Şekil 4. Çalışma alanının jeoloji haritası.



Şekil 5. Çalışma alanının yağış haritası.

Çalışma alanı içerisinde bulunan Merzifon meteoroloji istasyonu verilerine göre (1960-2020) yıllık ortalama sıcaklık 11,6 °C ve uzun yıllık yağış ortalaması ise 393,7 mm'dir (MGM, 2020). Merzifon meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak Thorntwaite, Erinç ve De Martonne iklim sınıflandırması hesaplanmıştır (Dönmez, 1984). Thorntwaite'e göre C1 B'1 s b'3 "Yarı Kurak-Az Nemli 1. Derece Mezotermal Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede" iklim sınıfı içerisinde yer almaktadır. Ayrıca Erinç'e göre 26,07 değeri ile yarı nemli; De Martonne'e göre ise 13,90 değeri ile yarı kurak iklimdedir.

Çalışma alanının CORINE-2018 arazi kullanım arazi örtüsü sınıflaması yapılmıştır (European Environment Agency, 2018). 112212 ha'lık çalışma alanının yaklaşık %5,3'ü orman, 76182 ha'lık alan (%67,9) ise tarım alanları oluşturmaktadır (Çizelge 1). Havzanın kuzey kesiminde ormanlar yer alırken, orta kesimlerinde çoğunlukla tarım alanları dağılım göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Çalışma alanının CORINE-2018 arazi kullanım haritası.

Çizelge 1. Çalışma alanının CORINE-2018 arazi kullanım arazi örtüsü sınıflaması.

Arazi kullanımı	Ha	%	Arazi kullanımı	Ha	%
Sürekli Şehir Yapısı	100	0,09	Karışık tarım alanları	4500	4,01
Kesikli Şehir Yapısı	2200	1,96	Doğal bitki örtüsü ile bilikte tarım alanlar	8400	7,49
Endüstriyel veya ticari birimler	400	0,36	Geniş yapraklı ormanlar	5000	4,46
Karayolları, demiryolları ve ilgili alanlar	100	0,09	İğne yapraklılar ormanlar	100	0,09
Havaalanları	1000	0,89	Karışık ormanlar	900	0,80
Maden çıkarma sahaları	300	0,27	Doğal çayırliklar	7800	6,95
İnşaat sahaları	100	0,09	Bitki değişim alanları	8200	7,31
Spor ve eğlence alanları	30	0,03	Seyrek bitki alanları	6000	5,35
Sulanmayan ekilebilir alanlar	23982	21,37	Bataklıklar	100	0,09
Sürekli sulanan alanlar	39300	35,02	Su kütleleri	900	0,80
Meralar	2800	2,50	Toplam	112212	100,0

2. Materyal ve Yöntem

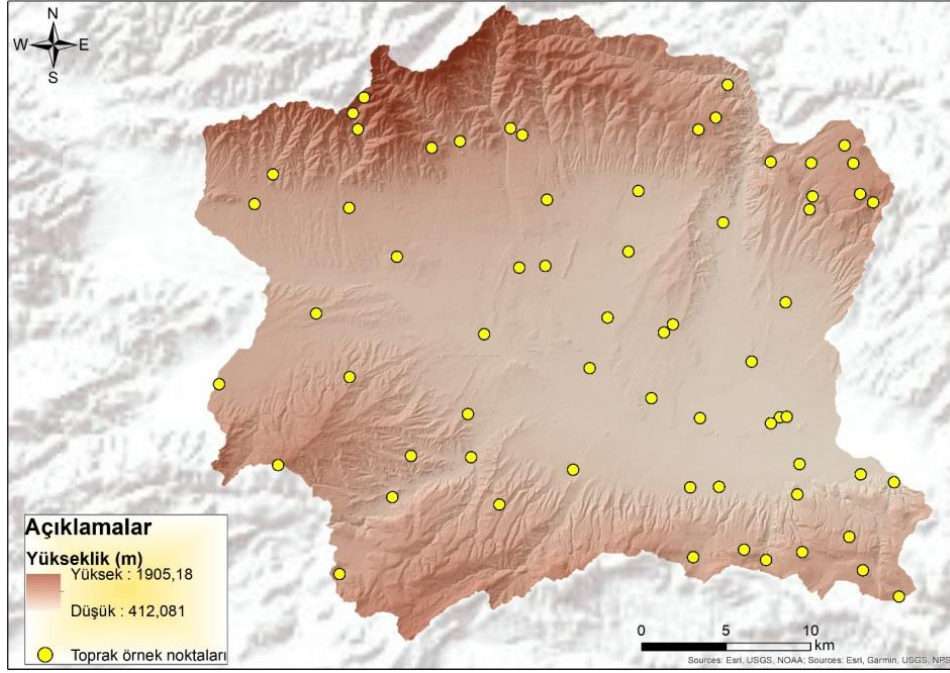
Çalışma alanı içerisinde 64 farklı noktanın koordinatları belirlenmiş ve belirlenen alanlardan arazi çalışmaları ile 0-20 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır (Şekil 7, Şekil 8). Toprak örnekleri alınırken arazi kullanım, arazi örtüsü ve topografik özellikler dikkate alınarak rasgele sistem ile alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kabuk oluşumunun formülü kapsamında ve bazı temel fiziko-kimyasal analizleri yapılmıştır. Kabuk oluşumu indeksi Pieri'e (1989) göre belirlenmiş ve aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$TKİ=(OM (\%)X100)/(C (\%)+Si(\%)) \quad (1)$$

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

Pieri (1989) toprakların kabuk oluşum risk derecesini belirlemiş olduğu formüle göre 5'in altında olması durumunda çok şiddetli fiziksel bozulmuş olarak değerlendirirken, 9'un üzerinde olması durumunda toprakların fiziksel bozulmuş olmadığını belirtmiştir. Ayrıca, her bir örnek için hem kabuk eğilim hesaplanmasında kullanılmak üzere hem de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için kum, kil ve silt, organik madde, hacim ağırlık, kireç, pH, EC ve azot analizleri yapılmıştır. Bünye analizi hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1951), kuru hacim ağırlığı bozulmamış örnek alma yöntemi kullanılarak (Blacke ve Hartge, 1986), kireç analizinde Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 199), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda pH metre kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992), elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992), organik madde Walkley-Black yönteminin

Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile (Jackson, 1958) ve toplam azot (N) Mikro Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir (Bremner, 1982).



Şekil 7. Çalışma alanının toprak örnekleri haritası.



Şekil 8. Çalışma alanından arazi çalışmalarıyla toprak alımı.

Çalışma alanında kabuk oluşumunun dağılım haritasını oluşturmak amacıyla, farklı enterpolasyon yöntemlerinden yararlanılmıştır. En çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW (1, 2, 3), RBF (Spline) ve kriging yöntemlerinden doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır. Karekök ortalama hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE) yöntemleri elimizde var olan analizi yapılmış verilerle değeri olmayan verilerin tahmini için kullanılan yöntemlerdir. Toprak kabuk indeksi dağılımını belirlemek için on beş yöntemin RMSE değerleri karşılaştırılmıştır. Ortalama hata değerinin en düşük olduğu yöntem en uygun yöntem olarak tespit edilmiştir. Karekök ortalama hatanın hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

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

RMSE: karekök ortalama hata Z_i : tahmin edilen değer, Z_i^* ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir.

Ayrıca her bir toprak örnekleme yapılan noktadaki toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri SPSS programı ile tespit edilmiştir (IBM, 2015). Ek olarak hesaplanmış kabuk indeks değerleri ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkilere ise Spearman korelasyon analizi ile bakılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Toprakların Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve İstatistiksel Değerlendirme

Toprak örneklerinin fiziko-kimyasal karakteristikleri ve kabuk oluşum özellikleri doğal çevre faktörlerine, toprak oluşumundaki ayrışma derecesine, yıkanma ve birikme gibi olayların yanı sıra insan faaliyetleri (toprak işleme, gübreleme vb.) arasındaki dinamik etkileşimlere göre değişkenlikler gösterebilmektedir (Bayraklı ve Dengiz, 2020; Demirağ Turan vd., 2019). Bu nedenle toprak özelliklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Çalışma alanında dağılım gösteren 64 toprak örnek noktalarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri (kum, kil ve silt, organik madde, hacim ağırlık, kireç, pH, EC, azot ve kabuk eğilimi analizleri) yapılmış ve tanımsal istatistik sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Çalışma alanı topraklarının tekstür özelliklerinden kum %3,22 ile %69,32, kil %10,29 ile %64,78, silt ise %15,43 ile %58,07 değerleri arasında değişmektedir. Toprağın organik madde içeriği ise %0,40 ile %6,65 arasındadır. Hacim ağırlığı toprakların organik madde içeriklerinden ve tane boyutu dağılımından etkilenmekte ve alan içerisinde 1,13- 1,61 gr/cm³ arasında değişmektedir. Toprakların reaksiyonu hafif asit ile hafif alkali arasında değişmekte olup ortalama 7,53'dir. Toprak örnek analiz sonucunda bütün topraklar tuzsuz özelliktedir. Kireç özelliği ise %0,13 ile %35,70 arasında değişmektedir. Ayrıca toprakların TKI değerleri 0,64 ile 10,27 arasında değişim göstermiş ve ortalama 3,35 olarak belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak normal dağılım simetrik özelliktedir. Eğer simetri bozulursa bunun derecesine çarpıklık (skewness) denir. Bilindiği gibi, eğer simetri sağa doğru bozulmuşsa sağa (pozitif) çarpık, sola olacak şekilde bir bozulma varsa sola (negatif) çarpık olarak adlandırılır. Ayrıca Yıldız vd. (1998) belirttiği gibi, normal dağılım eğrisinin sivrilik veya yuvarlaklık derecesi basıklık (kurtosis) olarak adlandırılmaktadır. Buna göre, çalışma alanına ait toprakların kil, kum, hacim ağırlığı (HA) ve kabuk oluşumu normal dağılım göstermektedir. Normal dağılım göstermeyen pH özelliği negatif (sola) çarpıklığa sahipken, diğer toprak özellikleri ise pozitif (sağa) çarpıktır. Toprak özelliklerini açıklamak için topraklardaki değişkenlik katsayıları da önemlidir (Dengiz, 2020; Sağlam vd., 2015; Wilding, 1985; Zhou vd., 2010). Mallants vd. (1996) değişkenlik katsayısını, çıkan sonuçlar doğrultusunda düşük (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (> %35) olarak sınıflandırmaktadır. Bu değerlendirmeye göre,

çalışma alanında kum, silt, kil ve kireç yüksek değişkenliğe sahip, diğer toprak özellikleri ise düşük değişkenliktedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışma alanındaki toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve kabuk eğilimi analiz sonuçlarının tanımsal istatistik sonuçları (n:64).

Parametreler	Ort.	S.S	DK*	V	EDD	EYD	Çarpıklık**	Basıklık
OM (%)	2,08	1,44	6,25	2,07	0,40	6,65	1,68	2,32
Kil (%)	33,63	12,97	54,49	168,44	10,29	64,78	0,45	-0,42
Kum (%)	37,23	14,74	66,10	217,49	3,22	69,32	0,03	-0,50
Silt (%)	29,12	9,41	42,64	88,70	15,43	58,07	1,10	0,99
HA (gr cm ⁻³)	1,35	0,10	0,48	0,01	1,13	1,61	0,41	0,03
pH	7,53	0,41	2,08	0,17	6,16	8,24	-0,98	1,50
N (%)	0,33	0,34	1,31	0,11	0,02	1,33	1,31	1,02
Kireç (%)	12,25	8,63	35,57	74,53	0,13	35,70	0,46	-0,52
EC (dS m ⁻¹)	0,78	0,60	3,30	0,36	0,11	3,41	2,94	10,50
TKI	3,45	2,26	9,63	5,12	0,64	10,27	1,14	0,33

*Değişkenlik Katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik, 15-35 = Orta Değişkenlik, >35 = Yüksek Değişkenlik

**Çarpıklık: < |±0,5| = Normal Dağılım, 0,5- 1,0 = Veri setine karakter dönüşümü uygulanır. ÇK > 1,0 → Logaritma dönüşümü uygulanır. Si: Silt, S: Kum, C: Kil, OM: Organik madde, HA: Hacim Ağırlığı, TKI: Toprak Kabuk İndeksi, Ort.: Ortalama, S.S: Standart Sapma, V: Varyans, DK: Değişkenlik Katsayısı, EDD: En Düşük Değer, EDY: En Yüksek Değer

3.2. Toprak Kabuk Oluşumu İndeksinin Konumsal Dağılımı

Her bir nokta için kabuk oluşum değeri hesaplanmış ve bu değerlerle çalışma alanında dağılım haritası üretilmiştir. Dağılım haritası yapılırken 15 enterpolasyon yöntemi uygulanmış, bütün bu yöntemlerin RMSE değerlerine bakılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre en uygun yöntem kriging yaklaşımına ait basit kriging'in Gaussian olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kabuk oluşumu dağılım haritası için enterpolasyon yöntemleri ve RMSE değerleri.

Enterpolasyon yöntemleri		RMSE	
Ters Mesafe Ağırlıklandırma (IDW)	1	2,34	
	2	2,52	
	3	2,71	
Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF)	Thin Plate Spline	3,06	
	Completely Regularized Spline	2,40	
	Spline With Tension	2,38	
Kriging	Doğal (Ordinary)	Gaussian	2,42
		Üssel (Exponential)	2,40
		Küresel (Spherical)	2,42
	Basit (Simple)	Gaussian	2,23
		Üssel (Exponential)	2,25
		Küresel (Spherical)	2,24
	Evrensel (Üniversal)	Gaussian	2,42
		Üssel (Exponential)	2,40
		Küresel (Spherical)	2,42

Belirlenen enterpolasyon yöntemi doğrultusundaki kabuk oluşumu dağılım haritası ise Şekil 9'da verilmiştir. Buna göre çalışma alanının büyük bir çoğunluğunda (%90), kabuk oluşum eğilimi yüksektir (Şekil 10). Kabuk oluşumunun az olduğu alanlar ise toplam alanın az kısmında dağılım göstermektedir. Bu alanlar genelde alanın kuzeybatı kesimlerinin yanı sıra güney doğu kesimlerindedir. Kabuk oluşumunun geniş alan kaplamasının en önemli nedeni, toprakların büyük çoğunluğunun organik

Benzer sonuçları Tuçay vd. (2017), Altınova tarım işletmesi topraklarında yarı kurak ekolojik koşullar altında olan sahada kabuk oluşumu ve erozyon duyarlılık durumlarının dağılımlarını belirlemişlerdir. Çalışma alanının büyük bir bölümü çok şiddetli ve şiddetli fiziksel bozulma göstergesi olan kabuk oluşumu ile karşı karşıya olduğu tespiti yapılmıştır. Buna karşın, çalışma alanının güney batı kesimlerinde yayılım gösteren Xerertic Haplocambid olarak sınıflandırılan toprakların büyük bir kısmı ile Xeric Petrocalcid olarak sınıflandırılan toprakların bir kısmı kabuk oluşum indisi düşük veya çok az olduğu ortaya konmuştur.

3.3. Toprak Kabuk Oluşumu İndeksinin Fiziko-Kimyasal Özellikler Arasındaki Korelasyon

Toprakta kabuk oluşumu, özellikle organik maddece fakir, ince kum ve siltce büyüklüğün sahip tınlı bünyeli yüzeydeki topraklarda oluşan sert bir kabuk tabakasıdır. Valentin (1991), yüzeydeki su birikmelerinin ve yüzeysel akışın, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki toprakları için en önemli faktörlerden biri olduğunu belirtmiştir. Organik madde içerikleri ile toprak kabuk indeksi arasında önemli pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu durum bazı literatürlerle çelişkili olduğu görülmektedir. Ancak son yıllardaki çalışmalarda toprakların fiziksel özellikleri üzerinde organik maddede farklı olarak, humuslaşma derecesinin daha önemli olduğunu ortaya koymuştur (Hussian vd., 1985). Ayrıca, Şeker ve Karakaplan (1999) yaptıkları çalışmada sadece toplam organik madde miktarı belirlendiğinden istatistiksel olarak önemli pozitif ilişki belirleyememişlerdir. Nuttal (1982), kabuk direnci ve penetrasyon direncinin silt ile pozitif, organik madde ile ise negatif ilişki olduğunu ve sürgün çıkışının bunlara bağlı olarak değiştiğini bildirmektedir. Ayrıca, aynı çalışmada kil içeriğinin kabuk direnci ve penetrasyon direnciyle bazı topraklarda negatif, bazı topraklarda da pozitif ilişkili olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanına ait toprak analiz sonuçlarından yapılan korelasyonlara göre, 100 korelasyon çiftinden 50 tanesi istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$; $p < 0.01$) oldukları bulunmuştur (Çizelge 4). Kabuk oluşumu ile OM (0.891**), kum (0.356**), HA (0.570**), ve azot (0.798**) arasında %1 düzeyinde ve pozitif yönde bir ilişki varken, kil (-0,521**) ve pH (-0,380**) arasında % 1 düzeyinde negatif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Çalışma alanının bazı fiziksel, kimyasal ve kabuk eğilimi özelliklerinin korelasyon analizi sonuçları.

	OM	Kil	Kum	Silt	HA	pH	Azot	Kireç	EC	TKI
OM (%)	1,000	-0,211	-0,047	0,415**	0,402**	-0,361**	0,918**	-0,033	0,010	0,891**
Kil (%)	-0,211	1,000	-0,792**	-0,138	-0,691**	0,088	-0,164	0,420**	0,160	-0,521**
Kum (%)	-0,047	-0,792**	1,000	-0,415**	0,526**	-0,045	-0,114	-0,527**	-0,212	0,356**
Silt (%)	0,415**	-0,138	-0,415**	1,000	0,107	-0,033	0,393**	0,261*	0,279*	0,222
HA (gr cm ⁻³)	0,402**	-0,691**	0,526**	0,107	1,000	-0,325**	0,529**	-0,365**	-0,347**	0,570**
pH	-0,361**	0,088	-0,045	-0,033	-0,325**	1,000	-0,450**	0,207	0,170	-0,380**
N (%)	0,918**	-0,164	-0,114	0,393**	0,529**	-0,450**	1,000	-0,066	-0,179	0,798**
Kireç (%)	-0,033	0,420**	-0,527**	0,261*	-0,365**	0,207	-0,066	1,000	0,281*	-0,215
EC (dS m ⁻¹)	0,010	0,160	-0,212	0,279*	-0,347**	0,170	-0,179	0,281*	1,000	-0,074
TKI	0,891**	-0,521**	0,356**	0,222	0,570**	-0,380**	0,798**	-0,215	-0,074	1,000

OM: Organik Madde, HA: Hacim Ağırlığı *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$

4. Tartışma ve Sonuç

Hazırlanan çalışma, yarı kurak iklim özelliğine sahip ve büyük bir kesimi Merzifon ve Suluova ilçeleri içerisinde olan birbirine komşu mikro havzalarda dağılım gösteren toprakların, önemli bir fiziksel bozulma göstergesi olan kabuk oluşum indislerinin belirlenmesi ve dağılım deseninin ortaya

konulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dağılım haritasının oluşturulmasında 15 enterpolasyon yönteminden RMSE değeri en düşük olan kriging, basit, Gaussian modeli belirlenmiştir. Elde edilen sonuca göre, alanın büyük bir kısmı kabuk oluşum bakımından şiddetli bozulma riski altındadır. Bu alanlar özellikle tarımsal faaliyetlerin fazla olduğu alanlarda yoğunlaşmaktadır. Ayrıca örnek alınan noktalardaki bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile kabuk oluşumu arasındaki ilişkinin tespiti yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda kabuk oluşumu ile OM, kum, HA ve azot arasında pozitif yönde istatistiksel olarak bir ilişki varken, kabuk oluşumu ile kil ve pH arasında ise negatif yönde bir ilişki bulunmaktadır.

Kabuk oluşmasının iki önemli sonucu vardır. Bunlardan birincisi toprağın yapısını bozarak ürünün gelişmesini ve üretim miktarını olumsuz etkiler. Diğeri ise suyun yüzeysel akışa geçmesini sebep olarak su erozyonuna neden olmaktadır. Sahada tarım ile uğraşan çiftçinin kabuk oluşum yerlerinde ürünlerinden yeteri kadar verim alamamasına sebep olacaktır. Bu durum da çiftçinin ekonomik olarak da etkilenmesine yol açar. Ayrıca yüzeysel erozyon ile toprağın verimli olan üst toprak katmanı taşınmaktadır. Verimli arazilerin erozyonla taşınması geriye çorak arazilerin kalmasını sağlar ve yine o arazideki üretim oranlarında düşüğe sebep olmaktadır. Yerleşim merkezlerinin bulunduğu ve yoğun olarak tarım yapıldığı bu alanlarda kabuk oluşum riskinin yüksek çıkması, çalışma alanında dağılım gösteren toprakların ekonomik ve ekolojik üretkenlik fonksiyonlarını yitirmeden bir an önce önlem alınması gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Bu durumda özellikle iklim ve toprak koşulları dikkate alınarak organik madde düzeyinin artırılması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozmadan geliştirilen sulama yönteminin uygulanması gibi tedbirlerin alınması gerekmektedir.



Determination of Crust Formation and Spatial Distribution of Soils Formed under Sub-arid Ecological Condition in Adjacent Micro-Basins

İnci Demirağ Turan*^a

Submitted: 12.05.2021

Accepted: 15.04.2022

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

Landscape is a significant resource for human to continue his life. The pressure on the land is increasing day by day which causes its degradation. According to UNCCD, land degradation in arid, semi-arid and semi-humid regions refers to the reduction or loss of biological and economic yield and diversity in rain-fed cropland, irrigated croplands or grasslands; pasture, forest or woodland caused by a process or combination of processes or land usages including processes resulting from human activities and natural habitat patterns like (i) soil erosion caused by wind and/or water, (ii) deterioration of the physical, chemical and biological or economic properties of the soil, (iii) long-term goals of vegetation. Physical and chemical degradation of soils are also land degradation and that causes irreversible results. Land degradation is defined as decrease in or loss of soil functions. (Jie et al., 2002; Oldeman, 1998). Inappropriate use of soils and wrong agricultural practices make soil erosion a problem. The soil crust layer increases erosion via surface runoff by reducing infiltration in land with slopes and weak vegetations. Knowing the crust layer and taking precautions are also important factors in combating erosion. The purpose of this study is to reveal the risk of land degradation in terms of both soil erosion and agriculture by asserting the distribution of crust formation in the area. Thereby, according to data obtained, appropriate land use planning, prevention of crust formation and what measures should be taken are indicated.

2. Methodology

Coordinates of 64 different points in the study area were determined and soil samples were taken from 0-20 cm depth with field studies from the determined areas (Figure 7, Figure 8). Soil samples were taken with a random system, taking into account land use, land cover and topographic characteristics. Soil crust formation was calculated and some physical-chemical analyzes were made. The crust

* **Corresponding Author:** inci.demirag@samsun.edu.tr

^a Samsun University, Faculty of Economics, Administrative, and Social Sciences, Department of Geography, Samsun, Turkey, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5810-6591>

formation index was determined according to Pieri (1989) and calculated with the help of the following formula:

$$SCF=(OM (\%)X100)/(C (\%)+Si(\%)) \quad (1)$$

SCF=Soil crust formation, OM: Organic matter, C: Clay, Si: Silt

Pieri (1989) evaluated the crust formation risk degree of the soils if it was below 5 according to the formula, conclusion was evaluated very severe physical deterioration, and if it was above 9, there was no physical deterioration of the soils.

Soil properties were determined with the following methods: soil particle size distribution by the hydrometer method (Bouyoucous, 1951); The bulk density was made using the intact sampling method (Blacke and Hartge, 1986). CaCO₃ content by the volumetric method (Soil Survey Staff, 1992). pH and electrical conductivity (EC) in 1:2.5 (w/v) in soil/water suspension by pH-meter and EC-meter, respectively; All soil samples were sieved through a 150 µm mesh before determination of the total organic matter content with the wet oxidation (Walkley- Black) method with K₂Cr₂O₇ (Jackson, 1958) and total nitrogen (N) was determined by the Micro Kjeldahl method (Bremner, 1982).

Interpolation methods were used to determine the spatial distribution of soil crust formation. Among the most used interpolation methods, deterministic methods of inverse distance weighting (IDW), radial basis functions (RBF), and kriging/cokriging methods from stochastic methods were preferred. The most commonly used methods in comparison of methods are root mean square error (RMSE), mean absolute error (MAE) are methods. For this study, RMSE was preferred, and 15 methods used for interpolation were compared. The method that yielded the lowest RMSE value was evaluated as the most suitable method. The following formula was used in the calculation of RMSE:

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

In the equation, z_i is estimated value, z_i^* is the measured value and n refers to the number of samples. In addition, the descriptive statistical values of the soil properties at each soil sampling point were determined with the SPSS program (IBM, 2015). In addition, the relations between the calculated crust index values and other soil properties were examined by Spearman correlation analysis.

3. Result

Physico-chemical characteristics and crust formation properties of soil samples may vary according to natural environmental factors, the degree of decomposition in soil formation, dynamic interactions between human activities (soil cultivation, fertilization, etc.) as well as events such as washing and accumulation (Bayraklı and Dengiz, 2020; Demirağ Turan et al., 2019). Therefore, it is important to know the physical and chemical properties of soil properties. Some physical and chemical analyzes (sand, clay and silt, organic matter, bulk density, lime, pH, EC, nitrogen and crust tendency analyzes) of 64 soil sample points distributed in the study area were analyzed and the descriptive statistics results are given in Table 3. Statistically, the normal distribution is symmetrical. If the

symmetry is broken, its degree is called skewness. As it is known, if the symmetry is distorted to the right, it is called skewed to the right (positive), and if there is a distortion to the left, it is called skewed to the left (negative). In addition, Yıldız et al. (1998) pointed out that the degree of spiciness or roundness of the normal distribution curve is called kurtosis. According to this, clay, sand, bulk density and crust formation of the soils of the study area show normal distribution. The pH, which does not show normal distribution, has negative (left) skewness, while other soil properties are positively (right) skewed. Coefficients of variability in soils are also important to explain soil properties (Dengiz, 2020; Sağlam et al., 2015; Wilding, 1985; Zhou et al., 2010). Mallants et al. (1996) classifies the coefficient of variability as low (< 15%), medium (15-35%) and high (> 35%) in line with the results. According to this assessment, sand, silt, clay and lime have high variability in the study area, while other soil properties have low variability (Table 2). While making the distribution map, 15 interpolation methods were applied and the RMSE values of all these methods were checked. According to the results of the analysis, the most appropriate method of the kriging approach was determined as the Gaussian simple kriging (Table 3). The crust formation distribution map in line with the determined interpolation method is given in Figure 9. Accordingly, in most of the study area (90%), crust formation tendency is high (Figure 10). The areas where crust formation is low are distributed in a small part of the total area. These areas are generally in the northwestern parts of the area as well as the southeastern parts. The most important reason why crust formation covers a large area is that most of the soils have low organic matter content and high silt content.

The crust formation in the soil is a hard crust layer formed especially on the soils poor in organic matter, fine sand and silt-sized loamy textured soils. Nuttal (1982) reported that bark resistance and penetration resistance were positively correlated with silt and negatively correlated with organic matter, and shoot emergence changed accordingly. In addition, in the same study, it was stated that the clay content was negatively related to crustal resistance and penetration resistance in some soils and positively in some soils. According to the correlations made from the soil analysis results of the study area, 50 out of 100 correlation pairs were found to be statistically significant ($p < 0.05$; $p < 0.01$) (Table 4). While there is a positive relationship at the level of 1% between crust formation and OM (0.891**), sand (0.356**), HA (0.570**), and nitrogen (0.798**), It was determined that there was a negative correlation at the level of 1% clay (-0.521**) and between pH (-0.380**).

4. Discussion and Conclusion

The research work is carried out to state the crust formation indices that are significant indicator of physical deterioration and distribution pattern of the soils which have a semi-arid climate and are distributed in the micro basins adjacent to each other, mostly within Merzifon and Suluova districts. In the creation of the distribution map, Kriging simple Gaussian model is selected which has the lowest RMSE value among the 15 interpolation methods. According to the results, a large part of the area is at risk of severe deterioration in terms of crust formation. These areas are especially concentrated in areas where agricultural activities are high. Further, the relationship between results of some physical and chemical analyses and crust formation on the sample areas. As stated in the results, there is a statistically

positive correlation between crust formation and OM, sand, HA and nitrogen; there is a negative relationship between crust formation and clay and PH.

There are two significant consequences of crust formation. The first of these is to affect the development of product and the amount of production negatively by destroying the structure of the soil. The other one is to cause water erosion by causing the water to pass to the surface flow. It will cause the farmer who is engaged in agriculture to not get enough yield from her product in the crust formation places. This situation also causes the farmer to be affected economically.

Referanslar/References

- Bayraklı, B., Dengiz, O. (2020). An evaluation of heavy metal pollution risk in tea cultivation soils of micro catchments using various pollution indexes under humid environmental condition. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 31, 393–409. doi: 10.1007/s12210-020-00901-1
- Bouyoucos, G.J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43, 434-438. doi: 10.2134/agronj1951.00021962004300090005x
- Blacke, G.R., Hartge, K.H. (1986). Bulk Density. In: Klute, A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd ed. Agronomy 9, 363-382.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982). Nitrogen-Total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R (Eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. Agronomy 9, 595-624.
- Demirağ Turan, İ. Dengiz, O., Özkan, B. (2019). Spatial assessment and mapping of soil quality index for desertification in the semi-arid terrestrial ecosystem using MCDM in interval type-2 fuzzy environment. *Computers and Electronics in Agriculture*. 164, 104933. doi: 10.1016/j.compag.2019.104933.
- Dengiz, O. (2020). Soil quality index for paddy fields based on standard scoring functions and weight allocation method. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 66(3), 301-315. doi:10.1080/03650340.2019.1610880.
- Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İstanbul: Güryay Matbaacılık.
- Erpul, G., İnce, K., Demirhan, A., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Sarıhan, B., Çetin, E., Şahin, S. (2020). Su Erozyonu İl İstatistikleri- Toprak Erozyonu Kontrol Stratejileri (Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Uygulama ve Yaklaşımları). Ankara.
- European Environment Agency, (2018). CORINE Land Cover. <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- Feng, G., Sharratt B., Vaddella, V. (2013). Windblown soil crust formation under light rainfall in a semiarid region. *Soil & Tillage Research*, 128, 91–96. doi: 10.1016/j.still.2012.11.004
- Hadas, A., Stibbe, E. (1977). Soil crusting and emergence of wheat seedlings. *Argon. J.* 69, 547–550. doi: 10.2134/agronj1977.00021962006900040006x
- Hussian, S.M., Smlille, G.W., Collins J.F. (1985). Laboratory studies of crust development in Irish and Iraqi soils. II. Effects of some physico-chemical constituents on crust strength and seedling emergence. *Soil & Tillage Research*, 6, 123- 138.
- IBM Corp. (2015). Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. IBM Corp., Armonk, NY.
- Jie, C., Jing-zhang, C., Man-zhi, T., Zi-tong, G. (2002). Soil degradation: a global problem endangering sustainable development. *J. Geogr. Sci*, 12, 243–252. doi: 10.1007/bf02837480.
- Kanar, E., Dengiz, O. (2015). Madendere havzası topraklarında arazi kullanım/arazi örtüsü ile bazı erozyon duyarlılık indeksleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 15-27. doi: 10.19159/tutad.74524
- Lipiec J., Hatano, R. (2003). Quantification of compaction effects on soil physicaproperties and crop growth. *Geoderma*, 116, 107-136. doi: 10.1016/S0016-7061(03)00097-1
- Mallants, D., Mohanty, B. P., Jacques, D., Feyen, J. (1996). Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. *Soil Science*, 161(3), 167-181. doi: 10.1097/00010694-199603000-00003
- Nuttal, W.F. (1982). The effect of seedling depth, soil moisture regime and crust strength on emergence of rape cultivars. *Agronomy Journal*, 74, 1018-1022. doi: 10.2134/agronj1982.00021962007400060020x

- Oldeman, L.R. (1998). *Soil degradation as a threat to food security, Soil degradation: a threat to food security*. Wageningen. doi: 10.1201/9781420032215.ch6.
- Pieri, C. (1989). *Fertilite des terres de savane. Bilan de trente annees de recherche et de developpement agricole au sud du Sahara*. IRAT, Paris, 444 pp.
- Sağlam, M., Dengiz, O., Saygın, F. (2015). Assessment of horizontal and vertical variabilities of soil quality using multivariate statistics and geostatistical methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46, 1677–1697. doi: 10.1080/00103624.2015.1045596.
- Saygın, F., Dengiz, O., İç, S. (2019). Mikro havza ölçeğinde erozyona duyarlılık parametreleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, Özel sayı, 15-23. doi: 10.21657/topraksu.654768
- Soil Survey Staff, (1992). Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Soil Survey Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C.
- Soil Survey Staff. (1993). Soil Survey Manual, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Şeker, C., Karakaplan, S. (1999). Konya ovasında toprak özellikleri ile kırımla değerleri arasındaki ilişkiler. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 183-190.
- Tuçay, T., Dengiz, O., Başkan, O., Bayramın, İ., Kılıç, Ş. (2017). Altınova Tarım İşletmesi Topraklarının Kabuk Oluşumu ve Erozyon Duyarlılık Durumlarının Konumsal Dağılımlarının Belirlenmesi. 5. *Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi* (1, 669-680). Kırklareli.
- Türkçes, M., Öztas, T., Tercan, E., Erpul, G., Karagöz, A., Dengiz, O., Doğan, O., Şahin, K., Avcıoğlu, B. (2020). Desertification vulnerability and risk assessment for Turkey via an analytical hierarchy process model. *Land Degradation Development*, 31, 205–214. doi: 10.1002/ldr.3441.
- Wilding, L.P. (1985). Spatial variability: It's Documentation, Accommodation and Implication to Soil Surveys. . Nielsen, D.R. and J. Bouma (Ed.), In: *Soil Spatial Variability* (166-194). Wageningen, The Netherlands: Pudoc.
- Valentin, C. (1991). Surface crusting in two alluvial soils of Northern Niger. *Geoderma*, 48, 201–222.
- Yıldız, N., Akbulut, Ö., Bircan, H. (1998). *İstatistiğe Giriş*. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- Zhou, H., Chen, Y., Li, W. (2010). Soil properties and their spatial pattern in an oasis on the lower reaches of the Tarim River, Northwest China. *Agricultural Water Management*, 97, 1915–1922. doi: 10.1016/j.agwat.2010.07.004