

Araştırma Makalesi

Toprak Verimliliğinin Değerlendirilmesinde Pedo-Jeolojik Yaklaşım

Timuçin EVEREST^{1*}, Hasan ÖZCAN²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, 17800-Çanakkale.

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17020, Çanakkale

*Sorumlu yazar: timucineverest@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.07.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 21.09.2018

Kabul Tarihi: 21.09.2018

Özet

Bu çalışma Çanakkale ili Ezine ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada zeytin tarımı yapılan arazilerin verimlilik durumlarının pedo-jeolojik yaklaşım ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda toplam 37 toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamında IDW (Inverse Distance Weighted) yöntemi kullanılarak dağılım haritaları oluşturulmuştur. Sayısal jeoloji haritası ile parametrelere ait dağılım haritaları CBS ortamında üst üste konumlandırılarak örtüşme (overlay) haritaları üretilmiştir. Elde edilen her bir parametre alanın jeolojisi ile birlikte yorumlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda granitik kökenli kayaların fazla olduğu alanlarda toprak bünyesinin hafif-orta olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında sedimenter kırıntılı malzemelerin bol miktarda olması toprakların % CaCO₃ içeriklerinin yüksek ve pH değerlerinin hafif alkali olmasına neden olmuştur. Organik madde içeriğinin düşük olduğu bölgelerin kum miktarının daha yüksek alanlar olduğu belirlenmiştir. Fosforun bazalt, gabro, serpantin ve monzonit kayalarının kimyasal ayrışması ve kimyasal gübrelemeden geldiği belirlenmiştir. Potasyumun K-feldspat ve mikaca zengin granitlerin kimyasal ayrışmasından kaynaklandığı görülmüştür. Kireçli sedimenter birimlerin çalışma alanında fazla miktarda bulunması kalsiyum ve magnezyumun ana kaynağını oluşturmuştur. Bu birimler dışında Ca-feldspat, piroksen ve amfibol grubu minerallerin ayrışması kalsiyumun, piroksen ve amfibol grubu minerallerin kimyasal ayrışması ise magnezyumun diğer bir kaynağını oluşturmuştur. Çalışma alanındaki bazalt, granit kayalarının kimyasal ayrışması ve çamurtaşı ve silttaşı gibi birimlerin alterasyonu ile siderit minerallerinin kimyasal ayrışması demirin jeolojik kaynağını oluşturmaktadır. Bakırın birincil kaynağını magmatik kayaların kimyasal ayrışması ikincil kaynağını ise zirai mücadelede kullanılan bakırlı preparatlar oluşturmuştur. Çalışma alanında bazalt, granit, şist ve kumtaşı gibi kayaların kimyasal ayrışması çinkonun kaynağı olmuştur. Yüksek arazilerdeki serpantinlerde bulunan mangan yüzeysel akış, yeraltı suyu-kayaç etkileşimi ve kimyasal ayrışma ile aşağıdaki arazilere taşınmıştır.

Anahtar kelimeler: Pedo-jeolojik yaklaşım, verimlilik, toprak özellikleri, jeoloji, Çanakkale.

Pedo-Geological Approach in Assessment of Soil Fertility

Abstract

This study was carried out in the Ezine district of Çanakkale province. The aim of the study was to determine the fertility of olive orchards by pedo-geological approach. A total of 37 soil samples were collected for this purpose. Physical and chemical properties of soils were determined and distribution maps were generated by using IDW (Inverse Distance Weighted) method in GIS (Geographic Information Systems). Overlay maps were formed by overlaying the distribution maps of the parameters with the digital geology map in GIS environment. Each obtained parameter was interpreted with the geology of the area. As a result of analyzes it was determined that the soils texture is coarse-medium in areas where main geologic rock is granite. The existing of clastic sedimentary materials in the study area causes the CaCO₃% content of the soil to be high and the pH values to be slightly alkaline. Areas with low organic matter content were found to have higher sandy materials. It has been determined that phosphorus is derived from chemical decomposition of basalt, gabbro, serpentine and monzonite rocks and chemical fertilization. The chemical decomposition of mica and K-feldspar

rich granites is the source of potassium. The lime-rich sedimentary units in the study area are the main source of calcium and magnesium. Beside these units, the decomposition of Ca-feldspar, pyroxene and amphibole group minerals formed the source of calcium, the chemical decomposition of pyroxene and amphibole group minerals formed the source of magnesium. Chemical decomposition of basalt and granitic rocks and alteration of mudstone and siltstone and chemical decomposition of siderite minerals form the geological source of iron in the study area. The primary source of copper is the chemical decomposition of igneous rocks and the secondary source is the copper preparations used in agricultural protection. Chemical decomposition of rocks such as basalt, granite, schist and sandstone in the study area has been a source of zinc. Manganese transported from serpentines at higher elevations by surface flow, groundwater-rock interaction and chemical decomposition.

Key words: Pede-geological approach, fertility, soil properties, geology, Çanakkale.

Giriş

Toprakların özellikleri genetik ve çevresel faktörlere göre şekillenmektedir. Toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik, mineralojik ve verimlilik özellikleri incelenirken bulunduğu bölgenin jeolojisinin de çok iyi analiz edilerek bilinmesi gerekmektedir. Bir alanın jeolojisi o bölgedeki toprakların ana materyallerini şekillendirmekte etkili bir faktördür. Jenny (1941) bir alandaki toprak oluşumunu o bölgedeki iklim ve canlıların farklı topoğrafik koşullar altında ve belirli bir zaman dilimi içinde, ana madde üzerindeki etkisinin fonksiyonu olarak tanımlamıştır. Toprağın gelişimi sırasında dönüşümler, yer değiştirmeler, katılımlar ve kayıplar şeklinde birçok süreç yaşanmakta ve bu süreçler ile toprakların karakteristik özellikleri şekillenmektedir (Brady ve Weil, 1999).

Jeolojik materyaller toprakların oluşum özellikleri üzerine direk etki eden önemli bir faktördür. Topraklar kayalar oluşturulan minerallerin ayrışma ürünüdür ve toprakların mineral bileşimi ana materyalden kaynaklanmaktadır. Farklı jeolojik ana materyaller üzerinde oluşan toprakların fiziksel, kimyasal, mineralojik ve morfolojik özellikleri birbirlerinden farklılık göstermektedir (Altınbaş, 2000). Toprak ana materyali, kayaların kimyasal ayrışması ile ortama salınan besin elementlerinin kaynağını oluşturur (Anderson, 1988).

Toprakların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi için gerekli kültürel tedbirlerden biride gübrelemedir. Toprakların fiziksel, kimyasal özellikleri ile verimlilik parametrelerinin doğru bir şekilde yorumlanması için mutlaka alan jeolojisi ve ana materyal özelliklerinin de birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde toprakların verimlilik parametreleri üzerine yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Literatürde zeytin tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu birçok yazar tarafından tartışılmıştır. Bu çalışmalarda zeytin arazilerinin verimlilik durumları ve temel beslenme problemleri belirlenerek amenajmanları için çözüm önerileri sunulmuştur (Doran ve Aydın 1999; Doran ve ark. 2008; Sağlam ve ark. 2008;

Doğan, 2012; Uysal ve ark. 2016; Söylemez ve ark. 2017; Uyanık ve Ekinci 2017) ancak pedo-jeolojik bir değerlendirme bulunmamaktadır.

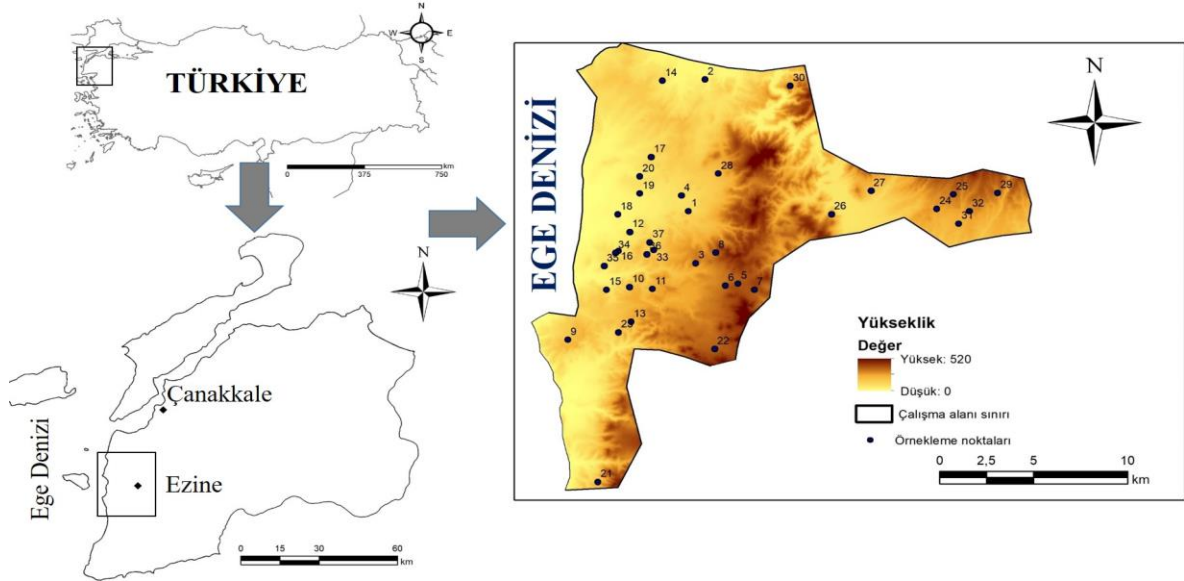
Bu çalışmada ise zeytin arazilerinin verimlilik durumlarının yorumlanması ve değerlendirilmesi için alanın jeolojisi esas alınarak farklı bir bakış açısı oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaçla, Çanakkale ili Ezine ilçesinde zeytin tarımı yapılan arazilerin verimlilik durumları temel toprak analizleri ve alanının jeolojisi ile birlikte yorumlanarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

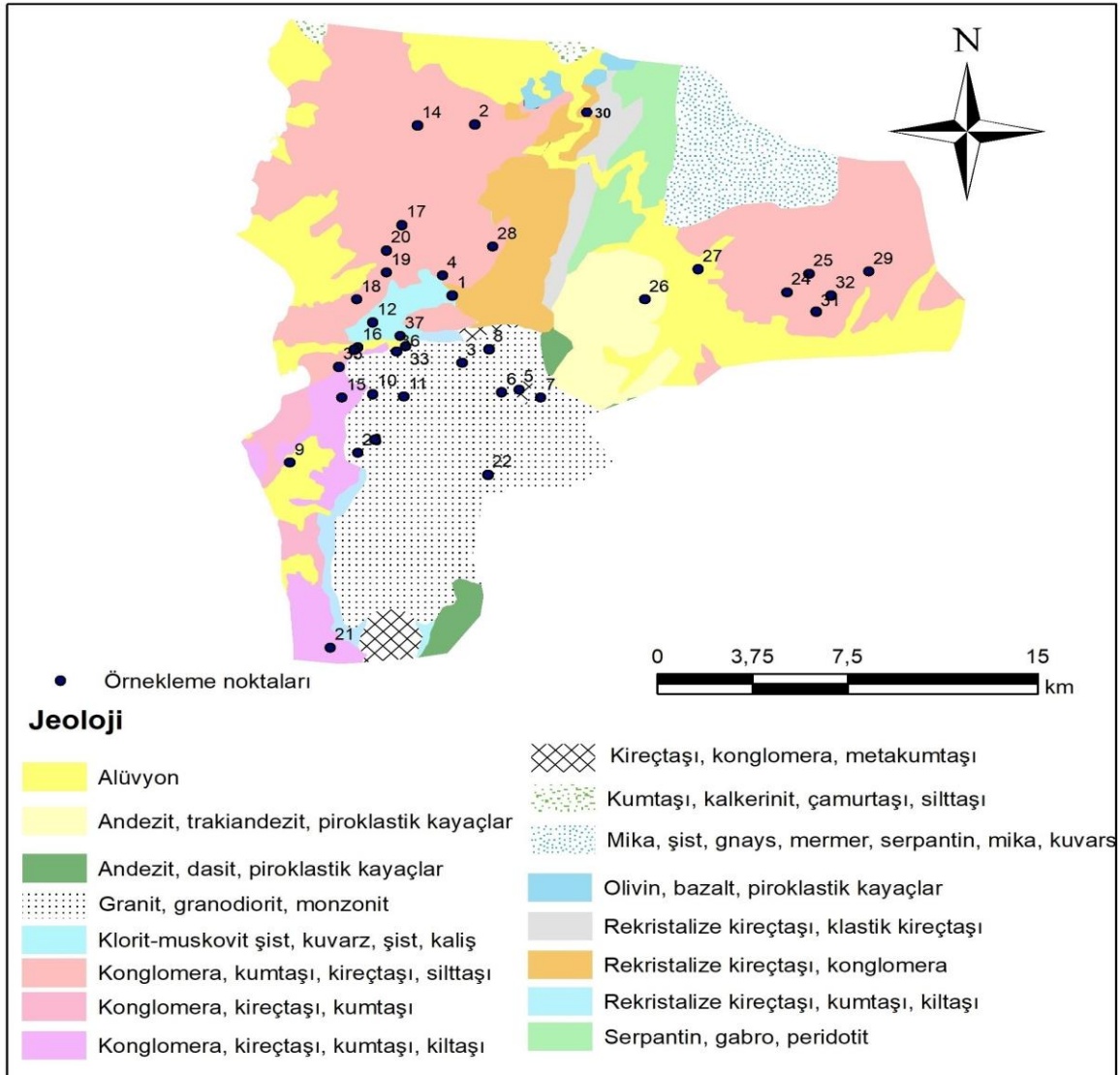
Materyal

Çalışma alanı 39° 58' 12"-39° 47' 48" kuzey enlemleri ile 26° 07' 48"-26° 30' 36" doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Ezine polikültür tarımın yapıldığı önemli alanlardan biri konumundadır. Marmara iklimi ile Ege iklimi arasında geçiş bölgesinde bulunan çalışma alanında yaz ayları sıcak ve kurak kış ayları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri 15 °C olan bölgede yıllık ortalama yağış 613 mm civarındadır (Anonim, 2018).

Çalışma alanının arazi kullanım durumu; 42233 ha tarım, 10383 ha mera, 16808 ha orman ve 2574 ha ise tarım dışı arazilerden oluşmaktadır (Everest, 2017). Zeytin arazileri tarımsal kullanım içinde 11653 ha alan kaplamaktadır. Çalışma alanındaki jeolojik olarak en genç birimler Kuvaternerde oluşmuş alüvyonlardır. Bu birimler genellikle çalışma alanının doğusu, kuzeyi, batısı ve güney batısında bulunmaktadır. Çalışma alanının kuzey, doğu ve güneybatısında yüksek ve eğimli alanlarda konglomera, kumtaşı, kireçtaşı, silttaşı ve kiltası gibi birimleri içeren kayalar toplulukları oldukça geniş alan kaplamaktadır. Bu alanlar dışında güneyde önemli bir yayılıma sahip magmatik kökenli granit, granodiyorit ve monzonitik kayalar bulunmaktadır (Şekil 2). Çalışma alanının kuzeydoğusunda ise daha az yayılıma sahip serpantin, mika, şist, gnays gibi kayalar topluluklarını içeren birimler bulunmaktadır (MTA, 2007a, MTA, 2007b).



Şekil 1. Çalışma alanı.



Şekil 2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeolojisi.

Yöntem

Ezine ve köylerinde bulunan 37 zeytin arazisinden toprak örnekleri (Nisan-Mayıs 2016) tarihinde 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Alınan her bir toprak örneğinin koordinatları GPS kullanılarak kaydedilmiştir. Laboratuvara taşınan topraklar hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

Laboratuvar analizlerinde; Bünye Bouyoucos (1951), pH 1:2.5'luk su süspansiyonda (Richards 1954; Grewelling ve Peech, 1960), elektriksel iletkenlik (EC) 1:2.5'luk süspansiyonda EC metre ile (Richards, 1954), kireç Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Schlichting ve Blume, 1966), organik madde (Smith ve Weldon, 1941)'un yaş oksidasyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Alınabilir fosfor Olsen ve Sommers (1982)'de belirtilen esaslara göre 0.5 M NaHCO₃ (pH=8.5) ile değişebilir kalsiyum, potasyum ve magnezyum belirlenmesi için örnekler 1 N amonyum asetat (pH:7) ile çalkalanıp, ekstrakte edildikten sonra atomik absorpsiyon spektrofotometresi cihazında okunmuştur (Richards, 1954). Alınabilir demir, bakır, mangan ve çinko için toprak örnekleri DTPA çözeltisi (pH:7.3) ile çalkalanıp, filtrelendikten sonra ekstrakta geçen miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresi cihazında okunarak belirlenmiştir (Lindsay ve ark.,1972). Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi için (Çizelge 3 ve Çizelge 4)'de verilen literatür bilgileri esas alınmıştır.

Laboratuvar analizi sonucu elde edilen verilerin dağılım haritaları ArcGIS 10.3 yazılımın IDW (Inverse Distance Weighted) yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. IDW enterpolasyon

yöntemi yer bilimciler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır (Ware ve ark., 1991). IDW'de değeri belirlenmiş bir noktadan hareketle örnekleme gerçekleştirilmeyen diğer noktaların değerlerinin belirlenmesi yapılmaktadır. Bu yöntemde tahmin edilen değer civardaki noktaların uzaklığı ve fonksiyonun büyüklüğünü ifade eder (Taylan ve Damçayırı, 2016). Bu deterministik enterpolasyon yöntemi örnekleme noktasına daha yakında bulunan noktalara uzaktaki noktalara göre daha fazla ağırlık atanması prensibi ile hareket eder (Özyazıcı ve ark., 2016; Çelik ve Dengiz, 2018). Dağılım haritalarının birbirleri ile olan örtüşme (overlay) analizlerini gerçekleştirmek için ArcScene programı kullanılmıştır. Örtüşme (overlay) analizi ile çalışma alanında gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analizler sonucu elde edilen dağılım haritaları ile alanın sayısal jeoloji haritasındaki birimler üst üste konumlandırılarak farklı katmanlar elde edilmiştir. Oluşturulan bu katmanlar ArcScene programında farklı uzaklıklarda konumlandırılmış ve bu sayede hem gözle hem de konum bilgilerine göre verimliliğin pedo-jeolojik prensiple yorumlanması gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerin oluşturulması ve parametrelerin birbirleri ile olan ilişkilerinin saptanması için SPSS 22 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında analizi yapılan örneklere ait tanımlayıcı istatistikler (Çizelge 1)'de verilmiştir. Parametreler arasındaki korelasyona ait matris (Çizelge 2)'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Toprak örneklerine ait tanımlayıcı istatistikler.

Parametre	Birim	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Kum	%	37	36.12	74.32	50.58	10.49
Silt	%	37	12.33	38.66	24.07	7.01
Kil	%	37	12.38	39.14	25.79	7.27
EC	dS m ⁻¹	37	0.21	2.11	0.74	0.45
pH	-	37	4.92	7.80	7.34	0.61
CaCO ₃	%	37	0.40	41.87	10.49	8.91
Organik madde	%	37	0.23	3.46	2.05	0.63
Fosfor	mg kg ⁻¹	37	1.24	53.24	16.20	13.88
Potasyum	mg kg ⁻¹	37	18.54	541.4	203.16	119.21
Kalsiyum	mg kg ⁻¹	37	113.05	11505	5047.41	2331.41
Magnezyum	mg kg ⁻¹	37	46.19	879.3	228.62	153.06
Demir	mg kg ⁻¹	37	2.26	25.16	6.92	4.58
Bakır	mg kg ⁻¹	37	0,50	13.35	3.08	2.79
Mangan	mg kg ⁻¹	37	1.92	52.51	11.38	9.60
Çinko	mg kg ⁻¹	37	0.19	9.25	0.91	1.63

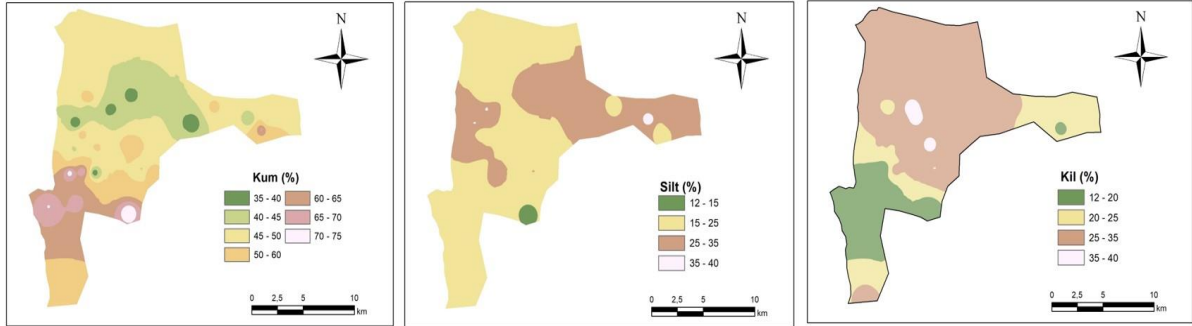
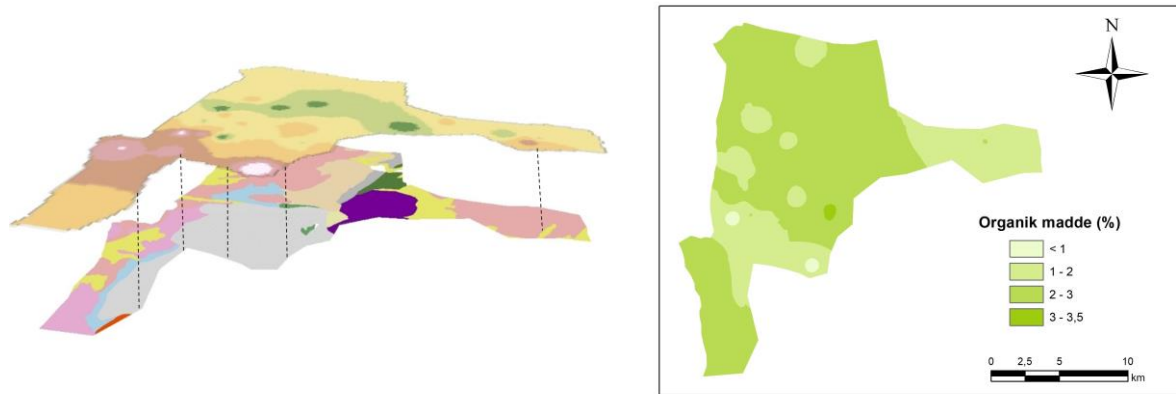
Çizelge 2. Parametreler arası korelasyon matrisi.

	pH	EC	CaCO ₃	OM.	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Kum	Silt
EC	0.077													
CaCO ₃	0.054	0.07												
OM.	0.297	0.007	.526(**)											
P	.660(**)	-0.103	0.095	.379(*)										
K	.505(**)	0.255	0.322	.430(**)	.566(**)									
Ca	0.118	.348(*)	.344(*)	.400(*)	0.089	0.223								
Mg	-0.253	-0.01	.368(*)	-0.036	-0.219	0.226	0.065							
Fe	-.401(*)	-.599(**)	-.372(*)	-.430(**)	-0.233	-.383(*)	-.543(**)	0.193						
Cu	.340(*)	0.126	-0.008	.459(**)	.381(*)	.486(**)	0.19	0.035	-0.175					
Mn	-0.275	-.334(*)	-.353(*)	-0.283	-0.199	-.390(*)	-.384(*)	-0.052	.435(**)	-0.064				
Zn	0.149	-0.004	-0.065	0.167	0.216	0.107	-0.057	0.189	0.131	.588(**)	0.211			
Kum	-0.167	-0.189	-0.204	-.358(*)	0.065	-0.256	-0.13	-0.012	.447(**)	-0.141	-0.004	-0.043		
Silt	0.096	0.108	-0.075	0.19	-0.038	-0.075	-0.099	-0.197	-0.277	0.129	0.232	0.093	-.746(**)	
Kil	0.148	0.195	.394(*)	.370(*)	-0.038	.455(**)	0.312	0.174	-.380(*)	0.05	-0.252	-0.041	-.681(**)	0.086

*Korelasyon 0.05 düzeyinde önemli, ** korelasyon 0.01 düzeyinde önemli, OM: organik madde.

Çizelge 3. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Parametre	Sınır değeri	Sınıflandırma	Örnek sayısı	%
Bünye (%)	-	SL	7	18.92
		SCL	12	32.43
		SC	1	2.70
		L	7	18.92
		CL	10	27.03
pH (Ülgen ve Yurtsever, 1988)	< 4.5	Kuvvetli asit	-	-
	4.5 - 5.5	Orta asit	1	2.70
	5.5 - 6.5	Hafif asit	4	10.81
	6.5 - 7.5	Nötr	7	18.92
	7.5 - 8.5	Hafif alkali	25	67.57
CaCO ₃ (%) (Hızalan ve Ünal, 1966)	> 8.5	Kuvvetli alkali	-	-
	< 1	Az kireçli	1	2.70
	1 - 5	Kireçli	-	-
	5 - 15	Orta kireçli	6	16.22
	15 - 25	Fazla kireçli	28	75.68
Organik madde (%) (Nelson ve Sommers, 1996)	> 25	Çok fazla kireçli	2	5.41
	< 1	Çok az	2	5.41
	1 - 2	Az	16	43.24
	2 - 3	Orta	17	45.95
	3 - 4	İyi	2	5.41
EC (dS m ⁻¹)	> 4	Yüksek	-	-
	0 - 4	Tuzsuz	37	100
	4 - 8	Hafif tuzlu	-	-
	8 - 16	Orta derece tuzlu	-	-
	> 16	Çok fazla tuzlu	-	-

**Şekil 3.** % kum, % silt, % kil dağılım haritası.**Şekil 4.** Jeoloji ve % kum örtüşme (overlay) haritası.**Şekil 5.** % organik madde dağılım haritası.

Çizelge 4. Çalışma alanı topraklarının besin maddesi kapsamında sınıflandırılması.

Parametre	Sınır değeri	Sınıflandırma	Örnek sayısı	%
P (mg kg ⁻¹) (Olsen ve Sommers, 1982)	< 2.5	Çok az	2	5.41
	2.5 - 8	Az	11	29.73
	8 - 25	Yeterli	14	37.84
	25 - 80	Fazla	10	27.03
	> 80	Çok Fazla	-	-
K (mg kg ⁻¹) (Sumner ve Miller, 1996)	< 50	Çok az	2	5.41
	50 - 140	Az	11	29.73
	140 - 370	Yeterli	20	54.05
	370 - 1000	Fazla	4	10.81
	> 1000	Çok Fazla	-	-
Ca (mg kg ⁻¹) (Sumner ve Miller, 1996)	< 380	Çok az	1	2.70
	380 - 1150	Az	-	-
	1150 - 3500	Yeterli	6	16.22
	3500 - 10000	Fazla	28	75.68
	> 10000	Çok Fazla	2	5.41
Mg (mg kg ⁻¹) (Sumner ve Miller, 1996)	< 50	Çok az	1	2.70
	50 - 160	Az	15	40.54
	160 - 480	Yeterli	20	54.05
	480 - 1500	Fazla	1	2.70
	> 1500	Çok Fazla	-	-
Fe (mg kg ⁻¹) (Lindsay ve Norvell, 1978)	< 0.2	Az	-	-
	0.2 - 4.5	Orta	8	21.62
	> 4.5	Yeterli	29	78.38
Cu (mg kg ⁻¹) (Lindsay ve Norvell, 1978)	< 0.2	Yetersiz	-	-
	> 0.2	Yeterli	37	100.00
Zn (mg kg ⁻¹) (Lindsay ve Norvell, 1978)	< 0.2	Çok az	1	2.70
	0.2 - 0.7	Az	28	75.68
	0.7 - 2.4	Yeterli	5	13.51
	2.4 - 8	Fazla	2	5.41
	> 8	Çok Fazla	1	2.70
Mn (mg kg ⁻¹) (Lindsay ve Norvell, 1978)	< 4	Çok az	5	13.51
	4 - 14	Az	18	48.65
	14 - 50	Yeterli	14	37.84
	50 - 170	Fazla	-	-
	> 170	Çok Fazla	-	-

Çalışma alanındaki arazilerin %18.92'si kumlu tın, % 32,43'ü kumlu killi tın, % 2.70'i kumlu kil, %18.92'si tın ve % 27.03'ü killi tın bünyededir (Çizelge 3). Çalışma alanındaki arazilerin büyük bir çoğunluğunun kaba ve orta bünyeli olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bunun nedeni özellikle taşkın düzlüklerini oluşturan Karamenderes nehri ve yakın çevresi kaba malzemelerden oluşmaktadır (Everest ve Özcan, 2015). Güneyde bulunan ve daha kaba bünyeli toprakların kaynağını ise granit kayalarından (Şekil 4) Granitlerin ayrışmasından kaba bünyeli toprakların oluştuğu bilinmektedir (Fonseca, 2003).

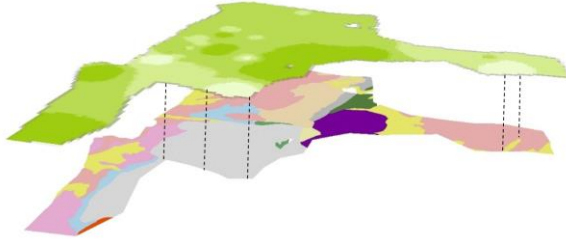
Çalışma alanında pH değerleri 4.92 ile 7.80 arasında değişmekte olup ortalama 7.34 değerindedir (Çizelge 1). Çalışma alanındaki arazilerin %2.70'i orta asit %10.81'i hafif asit,

%18.92'si nötr ve %67.57'si ise hafif alkali karakterlidir (Çizelge 3). Çalışma alanında bulunan zeytin arazilerinin büyük bir çoğunluğunun hafif alkali olduğundan bahsetmek mümkündür. Bunun nedeni çalışma alanı arazilerinin büyük bir çoğunluğunu üsteleyen kırıntılı, kireçli malzemelerin bulunmasıdır. Bu alanlardaki kirecin kimyasal ayrışması ve civarına taşınması ile ortamı hafif alkali hale getirdiği düşünülmektedir. Farklı çalışmalarda da ortaya konan bulgular bu veriyi desteklemektedir (Doran ve ark, 2008; Uysal ve ark, 2016).

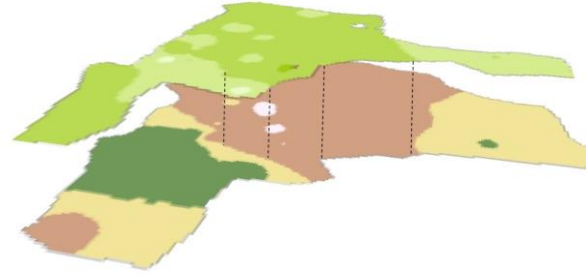
Zeytin arazilerinin %CaCO₃ değerleri %0.4-41.87 arasında değişmekte olup ortalama %10.49 dur (Çizelge 1). Çalışma alanındaki arazilerin %2.70'i az kireçli, %16.22'si orta kireçli, %75,68'i fazla kireçli ve %5.41'i çok fazla kireçlidir (Çizelge

3). Çalışma alanındaki kireççe zengin, sedimenter-kırıntılı malzemelerin bol miktarda bulunması

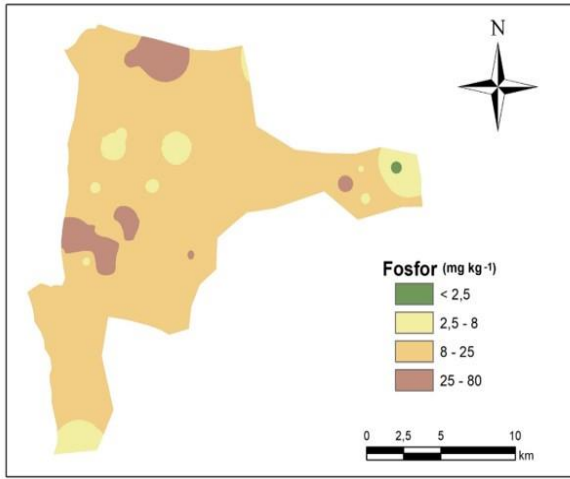
arazilerin kireç içeriğinin yüksek olmasına neden olmaktadır.



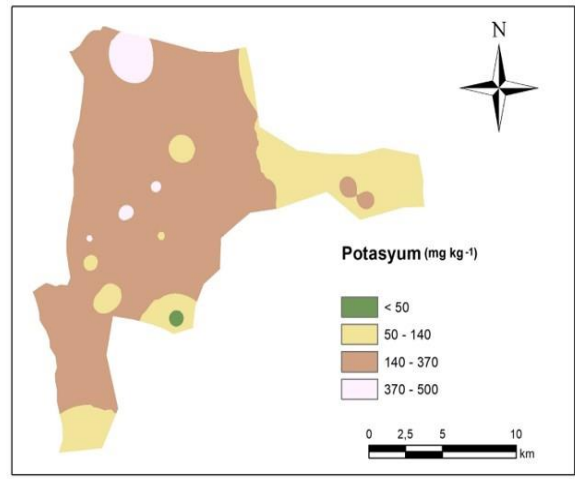
Şekil 6. Organik madde ve jeoloji örtüşme (overlay) haritası.



Şekil 7. Organik madde ve % kil örtüşme (overlay) haritası.



Şekil 8. Fosfor dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.



Şekil 9. Potasyum dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.

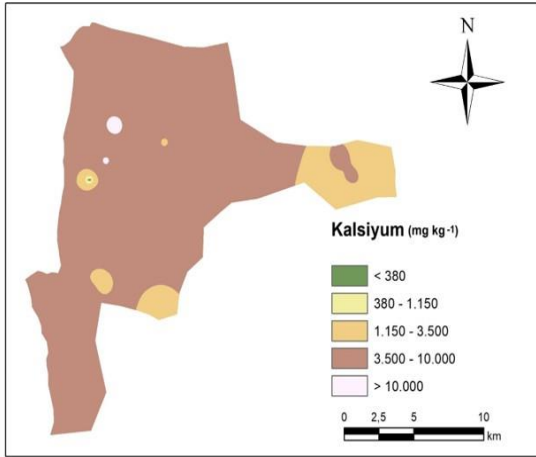
Çalışma alanındaki arazilerin organik madde içerikleri %0.23-3.46 arasında değişmekte olup ortalaması %2.05'dir (Çizelge 1). Arazilerin %5.41'i çok az, %43.24'ü az, %45.95'i orta ve %5.41'i iyi düzeyde organik madde içermektedir (Çizelge 3 ve Şekil 5). Organik maddenin az ve çok az olduğu bölgeler % kum haritasında, kum miktarının daha baskın olduğu taşkın düzlükleri ve granitik kökenli araziler olduğu görülmektedir (Şekil 6). Bu alanlar dışındaki arazilerde organik maddenin fazla olması toprakların kil içeriği ile ilişkilidir. Yapılan

istatistiksel analizlerde de organik madde ve kil arasında 0.05 düzeyinde pozitif ilişki vardır (Çizelge 2). Örtüşme haritası verileri incelendiğinde ise bu alanlardaki % kil miktarı ve organik madde içeriklerinin örtüştüğü görülmektedir (Şekil 7). Diğer bir olasılık ise bu alanlarda kırıntılı sedimenter kayaların hakim olmasıdır. Bu alanlarda organik maddenin diğer alanlara göre daha yüksek düzeyde olması kırıntılı sedimenter kayaların çimentolamasında organik kalıntıların önemli rol oynaması olabilir.

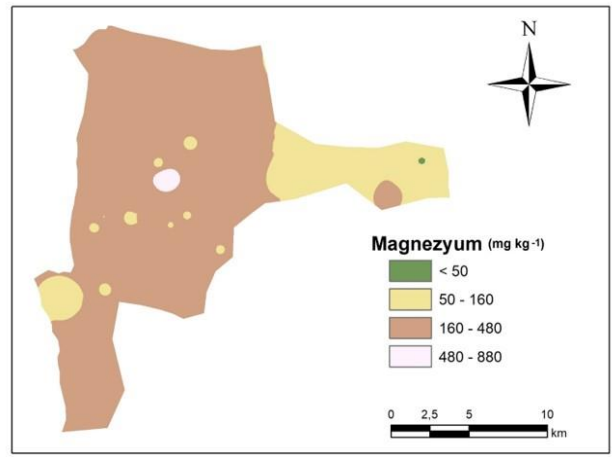
Çalışma alanındaki arazilerin tuzluluk açısından hiçbir problemi bulunmamaktadır. Bütün arazilerde tuz miktarı 4 dS m^{-1} değerinden daha düşüktür (Çizelge 3).

Çalışma alanı topraklarında fosfor miktarı $1.24 - 53.24 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 16.20 mg kg^{-1} 'dir (Çizelge 1). Fosfor çalışma alanındaki toprakların %5.41'inde çok az, %29.73'ünde az, %37.84'ünde yeterli ve %27.03'ünde fazla miktardadır (Çizelge 4). Yapılan istatistiksel analizlerde fosforun organik maddeyle 0.05 düzeyinde ve pH ile 0.01 düzeyinde pozitif ilişkili olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Fosfor dağılım haritası incelendiğinde çalışma alanındaki arazilerin büyük bir bölümünün fosfor miktarlarının yeterli olduğu görülmektedir (Şekil 8). Toprakların fosfat içeriği genellikle düşük miktarlardadır. Apatit yer kabuğunda bulunan en önemli primer fosfat mineralidir. Apatitin kimyasal yapısındaki

değişimler ile florapatit, klorapatit, hidroksil apatit ve karbonat apatit olarak adlandırılmaktadır (Lindsay ve ark, 1989; Karkanis ve Goldberg, 2010). Apatit; bazalt ve gabro gibi kayaların içinde tali mineral olarak bulunmaktadır (Kıbıcı, 2003). Monzonitlerin içinde de apatit mineraline rastlanmaktadır (Orhan ve Demirebilek, 2018). Çalışma alanında güney bölümünde bulunan monzonitler, kuzeydoğuda bulunan serpantin ve gabro kayaları ile kuzey bölümünde bulunan bazaltların kimyasal ayrışması sonucu fosfor çalışma alanı topraklarında bulunmaktadır. Diğer bir durum ise kireç içeriği yüksek alanlarda fosforun yararlılığı azalırken toprakta tutunması artmaktadır. Özellikle 25 mg kg^{-1} den daha fazla fosfor içeren alanlar çok kireçli bölümlerdir. Bu jeolojik birimler dışındaki alanlara ise fosforun kimyasal gübreleme ile geldiği düşünülmektedir.



Şekil 10. Kalsiyum dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.



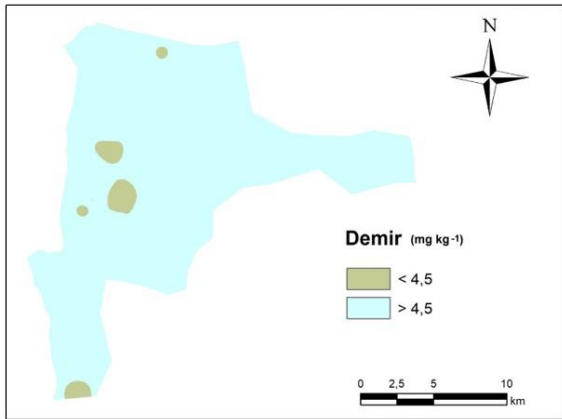
Şekil 11. Magnezyum dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.

Çalışma alanı topraklarında potasyum miktarı $18.54-541.4 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama $203.16 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir (Çizelge 1). Potasyum çalışma alanındaki toprakların %5.41'inde çok az, %29.73'ünde az, %54.05'ünde yeterli ve %10.81'inde fazla miktardadır (Çizelge 4). Yapılan istatistiksel analizlerde potasyumun organik madde, EC ve fosfor ile 0.01 düzeyinde pozitif ilişkili olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Topraklarda potasyumun başlıca kaynakları

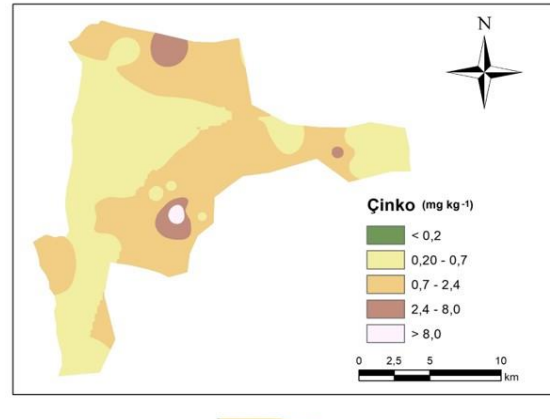
feldspat ve mika minerallerini içeren kayalardır. Çalışma alanının güneyinde geniş alan kaplayan granit, granodiyorit ve monzonit fasiyesi içinde yarılan granitler potasyum feldspatça zengindir. K-feldspatların kimyasal ayrışmasından ortama potasyum katılmaktadır (Gülsoy ve ark, 2003). Güney bölümdeki potasyum granit kayalarının kimyasal ayrışmasından kaynaklanmaktadır. Potasyum dağılım haritası incelendiğinde çalışma alanının kuzey doğusunda bulunan bölümdeki

arazilerde potasyumun az miktarda olduğu görülmüştür (Şekil 9). Bunun iki nedeni bulunmaktadır. Birinci nedeni kil ve organik madde içeriğinin az olması ve böylece feldspatların ve mika minerallerinin ayrışması sonucu toprak solüsyonuna katılan potasyumun toprakta tutunamayıp yıkanması, diğer bir durum ise bu alanlarda kireçli materyallerin varlığıdır. Kireçli materyallerdeki düşük potasyum bu alanlardaki konsantrasyonun açıklamaktadır. Özellikle kil mineralleri ve organik madde potasyumun toprakta tutulması açısından çok önemlidir. Bu alanlar % kil haritasına göre düşük oranda kil içeren daha kaba tıktürlü topraklardır (Şekil 3). Benzer şekilde Çelik ve Dengiz (2018) çalışma alanlarında kil mineralinin az olduğu kaba bünyeli topraklarda potasyumun az olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma alanı topraklarında kalsiyum miktarı 113.05-11505 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 5047.41 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 1). Kalsiyum çalışma alanındaki toprakların %2.70'inde çok az, %16.22'sinde yeterli, %75.68'inde fazla ve

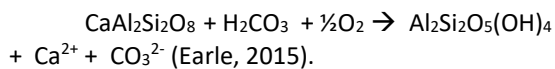
%5.41'inde çok fazla olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Yapılan istatistiksel analizlerde kalsiyumun pH, organik madde, CaCO₃ ile 0.05 düzeyinde pozitif ilişkili olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Kalsiyum dağılım haritası incelendiğinde çalışma alanının çok büyük bir kısmında kalsiyumun fazla miktarda olduğu görülmektedir (Şekil 10). Çalışma alanında kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşları gibi birimler oldukça geniş alan kaplamaktadır Bu alanlardaki kayaların kimyasal ayrışması ile ortama bol miktarda kalsiyum gelmiştir. Çalışma alanının güneyindeki granit, granodiyorit ve monzonit birimlerini içeren heterojen yapıli geniş bir fasiye bulunmaktadır. Bu alandaki kalsiyumun kaynağı granodiyoritlerdir. Granodiyoritler yüksek miktarda Na ve Ca'ca zengin plajioklas, potasyum feldspat, kuvars ve çok az miktarda muskovit ile mika içerirler. Ancak granodiyoritlerin kimyasal kompozisyonun yaklaşık yarısını Na/Ca plajioklas oluşturduğu için kalsiyumca zengin plajioklasın ayrışmasından ortama çözünmüş kalsiyum ve karbonat iyonları katılmaktadır (Earle, 2015).



Şekil 12. Demir dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.



Şekil 14. Çinko dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.



Plajioklas + karbonik asit → Kaolinit + çözünmüş kalsiyum + karbonat iyonları

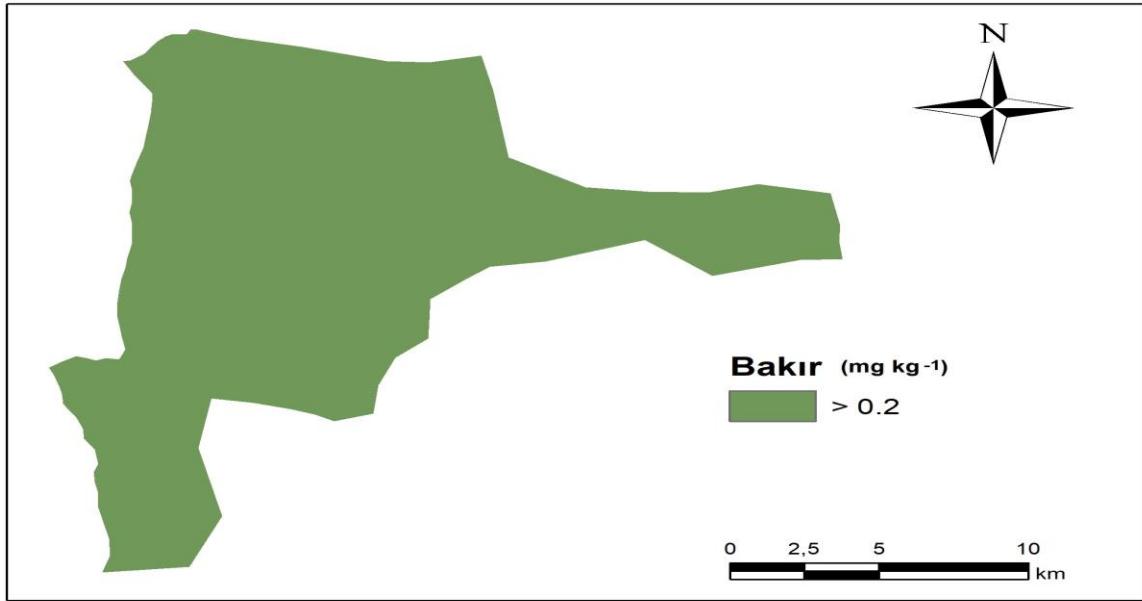
Benzer şekilde Kantarcı (1981) çalışmasında granodiyoritler üzerindeki toprakların potasyum, kalsiyum ve magnezyum açısından nisbi olarak

zengin olduğundan bahsetmiştir. Çalışma alanında kalsiyumun en az olduğu bölüm kum içeriğinin en yüksek olduğu alandır. Bu alanlarda yıkanma nedeni ile kireç ortamdan uzaklaştığı için kalsiyum miktarı diğer alanlara göre daha düşüktür.

Çalışma alanı topraklarında magnezyum miktarı 46.19-819.30 mg kg⁻¹ arasında değişmekte

olup ortalama $228.62 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir (Çizelge 1). Magnezyum çalışma alanındaki toprakların %2.70'inde çok az, %40.54'ünde az, %54.05'inde yeterli ve %2.70'inde fazla olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Yapılan istatistiksel analizlerde magnezyumun % CaCO_3 ile 0.05 düzeyinde pozitif ilişkili olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Bu bilgi özellikle kireççe zengin kayaların magnezyumla ilişki olduğunu göstermektedir. MTA (2018)'e göre kireçtaşları içindeki CaO 'in yerini kısmen ya da tamamen MgO 'in alması dolomit oluşüm mekanizması olarak açıklanmakta ve bu nedenle kireçtaşları ile ilişkilendirilmektedir. Magnezyumun

dağılım haritası incelendiğinde çalışma alanının büyük bir kısmında yeterli miktarda görülmektedir (Şekil 11). Çalışma alanında konglomera, kumtaşı, kireçtaşı gibi birimleri içeren heterojen yapıli fasiyeler geniş yer kaplamaktadır. Bu sedimenter kökenli kayaların içinde bulunan dolomitik kireçtaşları ve marnların kimyasal ayrışması ile magnezyumun kaynağını oluşturmaktadır. Çalışma alanında magnezyumun en az olduğu alanlar kum içeriğinin yüksek olduğu kuzeydoğuda bulunan arazilerdir. Bu alanlarda yıkanma ile magnezyum ortamdan uzaklaştığı için diğer alanlara göre daha az miktarda bulunmaktadır.



Şekil 13. Bakır dağılım haritası.

Demir hematit, limonit, götüt ve manyetitten oluşan oksit grubundan gelmektedir. Çamurtaşı ve silttaşı gibi kayalarda bulunan ankerit ve siderit gibi minerallerin içinde de bulunabilir (Collison, 1989). Çalışma alanı topraklarında (2, 19, 21, 33, 35, 36 ve 37) numaralı örneklerde alınabilir demir miktarı orta ($<4.5 \text{ mg kg}^{-1}$), bu örnekler dışındaki arazilerin tamamında ise yeterli düzeyde bulunmuştur (Şekil 12). Demir açısından çalışma alanı zeytinliklerinin büyük bir bölümünde problem olmadığından bahsedilebilir (Çizelge 4). Yapılan istatistiksel analizlerde demirin çalışma alanında EC, CaCO_3 ve potasyum ile 0.05 düzeyinde, pH, organik madde ve kalsiyum ile 0.01 düzeyinde negatif yönlü ilişkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Çalışma alanında özellikle magmatik kayaların (kuzeyde bulunan bazaltlar ve güneyde bulunan granitlerin kimyasal ayrışması), çamurtaşı ve silttaşı gibi birimlerde kayaların alterasyonu sonucu demir içeren minerallerin ayrışmasıyla ortama bol miktarda demir katılmaktadır. Çalışma alanında

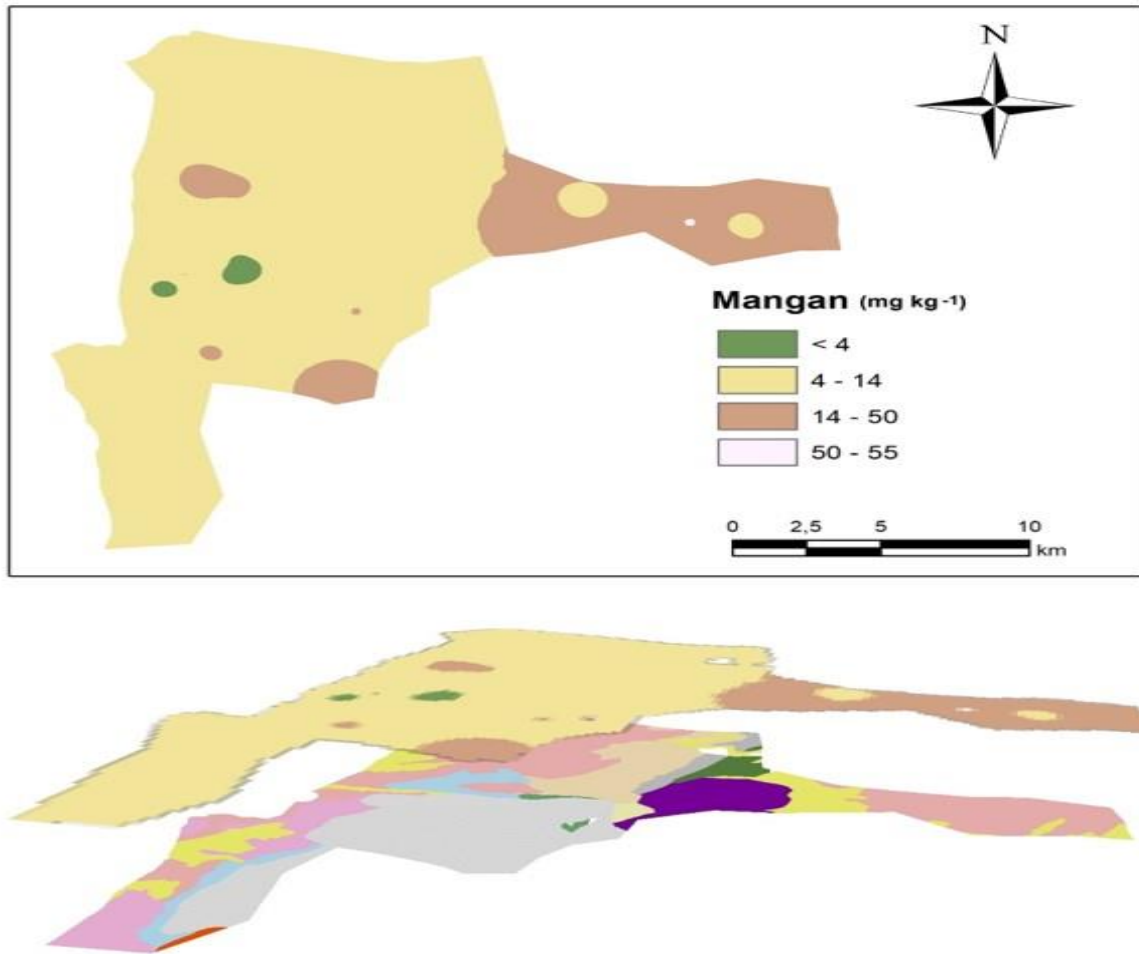
magmatik kayaların yapısında bulunan mineraller, siderit gibi karbonat mineralleri ve özellikle kırıntılı sediementer kayalardaki demirli çimentolayıcı maddeler demirin kaynağını oluşturmaktadır.

Bakır; olivin, hornblend, biyotit, anortit, andesin, oligoklas, albit ve muskovit gibi minerallerin içinde bulunan bir elementtir (Mitchell ve Burridge, 1979). Bakır tüm çalışma alanında yeterli miktarda ($>0.2 \text{ mg kg}^{-1}$) bulunmuştur (Şekil 13). Çalışma alanında bakır noksanlığı ile ilgili herhangi bir problem bulunmamaktadır. İstatistiksel analizlerde bakırın EC ve fosfor ile 0.05 düzeyinde, organik madde ve kalsiyum ile de 0.01 düzeyinde pozitif ilişkisi olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Çalışma alanında bakırın ana kaynağını jeolojik materyaller oluşturmaktadır. Ancak alanda yapılan zirai mücadelede ağırlıklı olarak bakırlı preparatların kullanılması çok etkin olmasa da topraklardaki bakırın bir diğer kaynağını oluşturmaktadır. Farklı çalışmalarda da araştırmacılar

bu fikri desteklemektedir (Yağmur ve ark, 2005; Parlak, 2016).

Çinko; magnetit, biyotit, hornblend ve olivin gibi minerallerin içinde bulunur (Mitchell ve Burrige, 1979). Bazalt, granit, şist ve kumtaşı gibi kayalarda çinko içermektedir (He ve ark. 2005). Toprakların çinko içeriği ana kayanın kimyasal içeriği, tekstür, organik madde ve pH'ya bağlıdır (Perez-Sirvent ve ark. 2009). Çalışma alanında 28 arazide (1, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 ve 37 numaralı örnekler) çinko miktarının 0.2-0.7

mg kg⁻¹ aralığında olduğu görülmüştür (Şekil 14). Bu alanlarda zeytin tarımı yapmak için çinko miktarının az olduğu değerlendirilmektedir (Çizelge 4). Bu araziler genellikle jeolojik olarak kireçtaşı ve marnlı materyaller üzerinde gelişmiştir (Şekil 14). Bu alanlardaki çinko noksanlığının kaynağı kireçli jeolojik birimlerdir. Kireç içeriğinin yüksek olduğu alanlarda çinko noksanlığının meydana geldiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Özgüven ve Katkat, 2002; Alloway, 2009; Kılıç, 2012; Sungur ve ark., 2012).



Şekil 15. Mangan dağılım ve jeoloji ile örtüşme (overlay) haritası.

Çalışma alanında 24, 25, 29, 31, 32 numaralı örneklerin bulunduğu arazilerde mangan seviyesinin 14-50 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 15). Zeytin tarımı için bu arazilerde mangan içeriğinin yeterli olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Diğer alanlarda ise mangan içeriği az ve çok az sınıflarındadır. Manganın pH, CaCO₃ ve kalsiyum ile 0.05 düzeyinde negatif yönlü ilişkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Mangan; olivin, kil mineralleri, feldspat,

apatit, anortit ve biyotit minerallerinde bulunur (Mitchell ve Burrige, 1979; Post, 1999). Çalışma alanında mangaca zengin araziler kuzeybatısında bulunan serpantin kayaları ile ilişkilidir (Şekil 15). Yüksek arazilerdeki serpantinlerde bulunan mangan yüzeysel akış, yeraltı suyu-kayaç etkileşimi ve kimyasal ayrışma ile aşağıdaki arazilere taşınmıştır. Manganın yüzey ve yeraltı suyunun etkisi ile volkanik ve metamorfik kayalardan kimyasal olarak ayrıştığı ve çok hareketli olduğu

bilinmektedir (Post, 1999). Benzer şekilde Oygür (1990) çalışma alanındaki radyorit ve çörtlerin içinde bulunan manganın taşınarak marnların içine yerleştiğinden bahsetmektedir. Kılıç (2018) yaptığı çalışmada serpantin, radyorit, kireçtaşı ve çörtlerin kimyasal ayrışması ile ortamın manganca zenginleştiğinden bahsetmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada toprakların verimlilik özellikleri pedo-jeolojik yaklaşımla değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma alanındaki toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro ve mikro bitki besin elementlerinin dağılımlarının yorumlanmasında CBS'de örtüşme (overlay) analizleri kullanılarak her bir parametre alan jeolojisi ile ilişkilendirilmiş ve verimlilik yorumlanmasında pedo-jeolojik bir yaklaşımda bulunulmuştur.

Toprağın verimliliği ile diğer çevresel faktörlerin homojen olduğu ortamlarda ana materyal-jeoloji ilişkisi çok önemlidir. Dolayısıyla toprakların verimliliklerinin yorumlanması için bu ilişki arasındaki bağlar mutlaka ortaya konmalı ve değerlendirilmelidir. Bu nedenle toprakların verimlilik özelliği yorumlanırken toprak özellikleri ve amenajman faaliyetleri kadar alanın jeolojisi ve jeomorfolojisinin de etkili olduğu göz ardı edilmemelidir. Pedo-jeolojik yaklaşım bir alanda noksan olan elementlerin fazla olduğu alanlardan taşınması prensibidir. Bu alternatif toprak ıslah ve gübreleme türünün özellikle sürdürülebilir tarım ve ekosistem ile kaynakların rasyonel değerlendirilmesi konusunda çok önemli avantajlar sağlayacağı umulmaktadır. Agro-jeoloji veya diğer bir adıyla "tarımsal-jeoloji" giderek önem kazanmaktadır. Tarım jeolojisinde bir alanda eksik olan bitki besin maddelerinin farklı jeolojik birimlerin bulunduğu alanlardan taşınan topraklarla giderilmesi olayıdır. Diğer bir çözüm yolu ise alandaki jeolojik materyalin çeşitli boyutlarda kırılarak taşınması olayıdır. Bu şekilde kimyasal ayrışmayla süreklilik sağlanmış olunacaktır. Tarımsal jeoloji çok büyük alanlar yerine özellikle hassas tarım yapılan alanlarda daha rantabl ve sürdürülebilir bir alternatiftir. Çoklu katılımlı bir interdisipliner yaklaşım olan tarımsal jeoloji ile (Van Straaten ve Fernandes 1995, Van Straaten 2002; Van Straaten, 2006) çok farklı fasiyeleri içeren jeolojik materyallerin (çoklu mineral ve/veya tek mineralli kayalar gibi) hem toprak ıslah materyali ve hem de mineral gübre olarak kullanımı farklı alternatifler yaratmaktadır. Bu yaklaşımda kayalar ve bunların ayrışma ürünlerinin yanı sıra işlenmemiş maden atıkları, işlenmiş kaya ve kömür atıkları, taşınarak serilen malzemeleri (örn: besin maddesince zengin nehir

ve rezervuar çökellerinin), bitki besin elementlerince zengin lösler ve volkanik küllerin kullanılması diğer önerilerdir (Van Straaten, 2006). Tüm bu önerilerin avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak uygun yöntem ve teknikler belirlenebilir.

Bu çalışma ile özellikle jeolojik birimler ve toprak özellikleri arasında önemli ilişkiler olduğu, arazilerin verimlilik parametrelerinin yorumlanmasında jeolojinin çok yardımcı olduğu görülmüştür. Çalışmada 1/100.000 ölçekli sayısal jeoloji haritası kullanıldığı için bazı jeolojik birimler büyük fasiyeler halinde verilmiş ve detaylı incelenememiştir. 1/100.000 ölçekli haritalar yerine daha fazla detay içeren 1/10.000 veya 1/5.000 ölçekli haritalar kullanılabilir ise çok daha net ve hassas yorumlar yapılabilir.

Kaynaklar

- Alloway, B.J., 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31(5): 537-548.
- Altınbaş, Ü. 2000. *Toprak Genetiği ve Sınıflaması*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, (540).
- Anderson, D.W. 1988. The effect of parent material and soil development on nutrient cycling in temperate ecosystems. *Biogeochemistry*, 5(1): 71-97.
- Anonim, 2018. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, illere ait Genel İstatistik Verileri.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy journal*, 43(9): 434-438.
- Brady, N. C., Weil, R., R. 1999. *The Nature and Properties of Soil*. 12th ed.
- Collison, J.D. 1989. *Sedimentary Structures*, The University Printing House, Oxford, Great Britain, pg. 159-164.
- Çelik, P., Dengiz, O. 2018. Akselendi Ovası tarım topraklarının temel toprak özellikleri ve bitki besin elementi durumlarının belirlenmesi ve dağılım haritalarının oluşturulması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(1): 9-18.
- Doğan, B., 2012. Menderes İlçesinde Zeytincilik ve Bağcılık Açısından Toprak Kalitesinin Belirlenmesi. OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Doran, İ., Aydın, R. 1999. İçel yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun tespiti. *Anadolu*, 9(1): 105-130, İzmir.
- Doran, İ., Koca, Y.K., Pekkolay, B., Mungan, M. 2008. Derik yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun tespiti. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 21(1): 131-138.

- Earle, S. 2015. *Physical Geology*. BC Open Textbooks. Campus Manitoba.
- Everest, T., Özcan, H. 2015. Karamenderes Ovası, Truva Bölgesi Sağ Sahil fluviyal topraklarının sınıflandırılması. *Toprak Su Dergisi*, 4(2): 21-29.
- Everest, T. 2017. Çanakkale ili Ezine ilçesi arazi kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2): 109-123.
- Grewelling, T., Peech, M. 1960. Chemical Soil Test. Cornell University Agr. Expt. Sta. Bull., 960.
- Gülsoy, Ö., Y., Bayraktar, İ., Can, N.M. 2003. Altere granitlerden yüksek potasyumlu feldispat üretimi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 42(3): 3-10.
- Fonseca da, A.V. 2003. Characterizing and deriving Engineering Properties of a saprolitic soil from granite, in Porto. Characterisation and Engineering Properties of Natural Soils.
- He, Z., L., Yang, X., E., Stoffella, P., J. 2005. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace elements in Medicine and Biology*, 19(2-3), 125-140.
- Jenny, H. 1941. *Factores of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. McGraw-Hill.
- Kantarci, D. 1981. Kuzey Trakya orman yetiştirme bölgesinde granit anataşı üstündeki bir toprak katenasının analitik olarak incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 31(1): 167-191.
- Karkan, P., Goldberg P. 2010. *Phosphatic Features in Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*. Elsevier, 521-541.
- Kıbcı, Y. 2003. Bazik ve ultrabazik kayaların mineralojisi petrografisi ve doğaltaş sektöründe isimlendirmedeki önemi. Türkiye IV Mermer Sempozyumu (MERSEM 2003) Bildiriler Kitabı 18-19 Aralık 2003.
- Kılıç, İ. 2012. Toprak özellikleri ve çinko fraksiyonları arasındaki ilişki. *Spatula D.D.*, 2(4):2 57-264.
- Kılıç, G. 2018. Pabuçlu (Kula, Manisa) Civarındaki Manganez Cevherleşmelerinin Oluşumu ve Jeokimyasal Özellikleri. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Lindsay, W.L., Madvedt, Y.J., Giardano, P.M. 1972. *Micronutrient in Agriculture*. Soil Sci. Soc. of America, pp:1-25, Wisconsin. USA.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil American Journal*, 42(3): 421-428.
- Lindsay, W.L., Vlek, P.L., Chien, S.H. 1989. Phosphate minerals. Minerals in soil environments, (minerals in soil), 1089-1130.
- Mitchell, R., L., Burridge, J., C. 1979. Trace elements in soils and crops. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 288(1026): 15-24.
- MTA, 2007a. Jeoloji Etütler Dairesi, 1: 100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Aylık G 17 Paftası Raporu, No:98, Ankara.
- MTA, 2007b. Jeoloji Etütler Dairesi, 1: 100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Aylık G 16-17 Paftaları Raporu, No:99, Ankara.
- MTA, 2018. Dolomit. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/dolomit>. (Erişim tarihi: 05.07.2018).
- Olsen, S.R., Sommers, L.E. 1982. *Phosphorus. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbial Properties (Eds:A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney)*. Agronomy Monograph 9.ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 403-430.
- Orhan, A., Demirbilek, M. 2018. Kapadokya Bölgesi (Nevşehir, Orta Anadolu) kalk-alkalen ve alkali plütonik/ subvolkanik kayaların petrografik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 61: 23-50.
- Oygür, V. 1990. Çayırılı (Ankara-Haymana) manganez yatağının jeolojisi ve kökeni üzerine görüşler. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 110.
- Özgül, N., Katkat, A.V. 2002. Bursa ili topraklarının bitkiye yararlı çinko yönünden genel durumu. *Uludağ. Üni. Zir. Fak. Dergisi*, 16: 235-244.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., Yıldız, H., Ünal, E. 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1): 136-148.
- Parlak, M. 2016. İzmir ili Ödemiş ilçesinde patates yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3): 325-331.
- Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M.J., García-Lorenzo, M.L., Molina, J., Tudela, M.L. 2009. Geochemical background levels of zinc, cadmium and mercury in anthropically influenced soils located in a semi-arid zone (SE, Spain). *Geoderma*, 148(3-4): 307-317.
- Post, J.E. 1999. Manganese oxide minerals: Crystal structures and economic and environmental significance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(7): 3447-3454.
- Richards L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S. Department of Agriculture Handbook 60: 94.
- Sağlam, M.T., Bellitürk, K., Hazinedar, N., Danışman, F. 2008. Kapıdağ Yarımadası zeytinliklerinin beslenme durumu. *Selçuk*

- Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(44): 118-123.
- Schlichting, E., Blume, H.P. 1966. *Bodenkundliches Praktikum; Eine Einführung In Pedologisches Arbeiten Für Ökologen, Insbesondere Land-Und Forstwirte, Und Für Geowissenschaftler*.
- Smith H.W., Weldon M.D., 1941. A comparison of some methods for the determination of soil organic matter. *Soil Science Society American Proceeding*, 5: 177-182.
- Söylemez, S., Öktem, A.G., Kara, H., Almaca, N.D., Ak, B.E., Sakar, E. 2017. Şanlıurfa yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1): 1-15.
- Sungur, A., Everest, T., Özcan, H. 2012. Truva (Kumkale) topraklarında alınabilir çinkonun yersel ve zamansal değişimi. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 57-63.
- Taylan, E.D., Damçayırı, D. 2016. Isparta Bölgesi Yağış değerlerinin IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri ile tahmini. *Teknik Dergi*, 27(3): 7551-7559.
- Uyanık, S., Ekinci, H. 2017. Geyikli yöresi (Çanakkale) Topraklarının bazı fizikokimyasal özellikleri, sınıflandırılması ve verimlilik durumunun incelenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2): 87-96.
- Uysal, E., Albayrak, B., Kayalı, F., Karakoç, A., Bıyıklı, M., Daş, Ö.B. 2016. Armutlu yöresinde yetiştirilen zeytinliklerde verim ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19-31.
- Van Straaten, P, Fernandes, T.R.C. 1995. *Agrogeology in Eastern and Southern Africa: a survey with particular reference to developments in phosphate utilization in Zimbabwe*. In: Blenkinsop and Tromp (Eds), *Sub-Saharan Economic Geology*. Geol Soc Zimbabwe Spec Publ 3, Balkema Publishers, Netherlands, p. 103-118.
- Van Straaten, P. 2002. *Rocks for Crops: Agrominerals of Sub-Saharan Africa*. ICRAF, Nairobi, Kenya, 338 p.
- Van Straaten, P. 2006. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(4): 731-747.
- Ware, C., Knight, W., Wells, D. 1991. Memory intensive statistical algorithms for multibeam bathymetric data. *Computers & Geosciences*, 17(7): 985-993.
- Yağmur, B., Aydın, Ş., Çoban, H. 2005. Bağda yapraktan demir (Fe) uygulamalarının yaprak besin element içeriklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(3):135-145.