



Determination of spatial distribution of potassium fractions in the Arsuz plain soils using geostatistical methods

Arsuz ovası topraklarında potasyum fraksiyonlarının uzaysal dağılımının jeostatistik yöntemlerle belirlenmesi

Begüm ULUDAĞ¹ , Necat AĞCA¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO


Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:01.07.2019

Kabul tarihi/Accepted:11.11.2019

Keywords:

Arsuz plain, Potassium fraction, Geostatistics, Reserve potassium.

 Corresponding author: Necat AĞCA

 necagca@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: In this study, the contents of the potassium fractions in Arsuz plain soils were determined, the relationship between them were analysed and their spatial distribution was assessed.

Methods and Results: A total of 82 soil samples were collected from 0-30 and 30-60 cm depths in 41 points in Arsuz plain. Soil samples were then analyzed in order to identify different fractions of the potassium such as: water-soluble potassium (K), available K, non-exchangeable K, exchangeable K and reserve K. In addition, pH and EC values were determined in 1 / 2.5 soil-water mixture in the soil samples examined. Descriptive statistical analysis of all parameters of the soil samples was conducted and geostatistical methods were used to determine the spatial distribution and mapping of potassium fraction contents in soils. The pH values of soil ranged from 7.17 to 8.96 and EC values were found between 154 $\mu\text{S cm}^{-1}$ and 1154 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Potassium contents were ranged from 19.19 to 118.46 mg (100g)^{-1} available K were from 9.39 to 78.47 mg (100g)^{-1} , water-soluble K from 0.09 to 4.32 mg (100g)^{-1} , exchangeable K from 7.00 to 77.75 mg (100g)^{-1} , reserve K from 1.89 to 39.99 mg (100g)^{-1} .

Conclusions: Almost all of the K-fraction contents of the soils were not normally distributed. Logarithmic transformation and extraction were conducted before applying geo-statistical methods to the data sets that do not show normal distribution. Gaussian model was determined the most suitable semivariogram model. In addition, the range of impacts (A), which show the maximum distance between points related, ranged from 300 m to 15300 m. The values of A changes within wide limits.

Significance and Impact of the Study: It is not necessary to apply fertilizer with potassium to most of the soils in the research area, just now.

Atıf / Citation: Uludağ, B, Ağca N (2019) Determination of spatial distribution of potassium fractions in the Arsuz plain soils using geostatistical methods. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24(3) : 295-307

GİRİŞ

Topraktaki en önemli bitki besin elementlerinden biri olan potasyum (K) bitkisel üretimde, bitki gelişiminin her aşamasında çok önemli rol oynamakta olup verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir.

Potasyum bitkilerde bir yapı elementi olmamasına rağmen, yaşam fonksiyonlarında görev alan önemli bir makro besin elementidir. Potasyum suyun kullanılması, fotosentez, karbonhidrat ve protein metabolizmasını kontrol eder (Sağlam, 1994). Potasyum (K), azottan sonra bitkiler tarafından en fazla alınan ikinci elementtir. Potasyum aynı zamanda toprakta en fazla bulunan bitki

besin elementleri arasında yer almaktadır (Güçdemir, 2006). Topraktaki potasyum miktarı, toprağın oluştuğu ana materyale bağlıdır. Örneğin, volkanik kayalardan granit ve siyenitlerin K içerikleri $46-54 \text{ g kg}^{-1}$ arasında değişirken, bazaltların 7 g kg^{-1} , peridotitlerin ise 2 g kg^{-1} 'dir. Yine, tortul kayalardan killi şistlerin K içerikleri 30 g kg^{-1} , kireç taşlarının ise 6 g kg^{-1} 'dir (Helmke ve Sparks, 1996). Potasyumun topraklardaki ortalama konsantrasyonu 15000 mg kg^{-1} , yer kabuğundaki konsantrasyonu ise 21000 mg kg^{-1} 'dir (Sposito, 1989). Kahramanmaraş ovası topraklarının 0.3 N HCl ile ekstraksiyonu yöntemi ile yavaş yarıyıllı potasyum içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; yavaş yarıyıllı potasyum düzeyleri $0-15 \text{ cm}$ derinlikte, $3-46 \text{ mg (100g)}^{-1}$, $15-30 \text{ cm}$ derinlikte $1-33 \text{ mg (100g)}^{-1}$, $30-45 \text{ cm}$ derinlikte ise $1-25 \text{ mg (100g)}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ayrıca derinlik arttıkça yarıyıllı potasyum ve yavaş yarıyıllı potasyum düzeylerinin azaldığı belirlenmiştir (Geyik ve Yılmaz, 2000).

Yayla (2008) tarafından Tokat Kazova'da yapılan bir çalışmada toprakların değişebilir ve yavaş yarıyıllı potasyum içerikleri belirlenmiş ve uzaysal dağılımı ortaya konmuştur. Araştırma sonuçlarına göre toprakların depo potasyum içerikleri $44.3-636.1 \text{ kg da}^{-1}$, yarıyıllı potasyum içerikleri ise $3.03-76.47 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişmiştir. Ayrıca ortalama yavaş yarıyıllı potasyum içeriği çeşitli araştırmacıların kriterlerine göre değerlendirilmiş ve topraklarda gübreleme yapılmadığı takdirde verim düşüklüğüne neden olabileceği belirtilmiştir.

Pakistan'ın Puncab bölgesinde yapılan bir çalışmada toprakların suda çözünebilir potasyum içeriklerinin $4-18.5 \text{ mg kg}^{-1}$, değişebilir sodyum içeriklerinin $27.3-292.3 \text{ mg kg}^{-1}$, fikse edilmiş potasyum miktarının $336-2299 \text{ mg kg}^{-1}$ olduğu belirtilmiştir (Sharma ve ark., 2006).

Monokalsiyum fosfat, amonyum sülfat ve potasyum klorür uygulamasından etkilenmiş topraklarda potasyum fraksiyonlarının araştırıldığı bir çalışmada topraklardaki suda çözünebilir potasyum içerikleri 13 ile 25 mg kg^{-1} , değişebilir potasyum içerikleri 106 ile 185 mg kg^{-1} , yavaş alınabilir potasyum içerikleri ise 140 ile 600 mg kg^{-1} arasında değişmiştir (Huo-Yan ve ark., 2010).

Güney İran'da kireçli vertisollerdeki potasyum dinamiğinin incelendiği bir çalışmada eriyebilir, değişebilir, nitrik asitle ekstrakte edilebilir ve toplam potasyum içerikleri sırasıyla $0.4-11.7 \text{ mg kg}^{-1}$, $127.1-435.6 \text{ mg kg}^{-1}$, $839.7-1942.4 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $4971.5-11427.3 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmiştir (Ghiri, 2011).

Shakeri ve Abtahi (2018), tarafından güneybatı İran'daki kireçli topraklarda potasyum formlarını araştırmak için yapılan bir çalışmada çözünebilir potasyum yüzey toprağında $0.4-36.0 \text{ mg kg}^{-1}$, yüzey altı toprağında $0.2-$

11.0 mg kg^{-1} arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, değişebilir potasyumun yüzey ve yüzey altı toprağında sırasıyla $98-739 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $27-438 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında, değişemez potasyumun ise yüzey toprağında $80-892 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Jeoistatistik, ölçülen herhangi bir özelliğin uzaysal yapısını ve uzaysal bağımlılığını inceleyen ve sayısallaştıran ve buradan elde edilen ilişkiyi kullanarak anılan özelliğin örneklenmemiş noktadaki değerlerini tahmin eden uygulamalı istatistiğin bir koludur (Isaaks ve Srivastava, 1989). Geoistatistiksel yöntemler iki aşamada uygulanmaktadır. İlk aşamada, incelemeye konu olan toprak özelliğinin ölçülen noktaları arasındaki otokorelasyon, yani doğal olarak bulunan uzaysal bağımlılığın derecesi belirlenmektedir. İkinci aşamada ise ileri bir interpolasyon tekniği yardımıyla incelenen özelliğin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım deseni belirlenmeye çalışılmaktadır. Yarivariogramlar uzaysal bağımlılık derecesinin belirlenmesi ve kriging analizi ise enterpolasyon aşamasında yaygın olarak kullanılan araçlardır (Öztaş, 1995).

Yarivariogram örnek çiftleri arasında sadece uzaklık dikkate alınarak oluşturulduğunda izotropik yarivariogram, uzaklıkla birlikte yön de dikkate alındığında anizotropik yarivariogram olarak adlandırılır (Goovaerts, 1999).

Toprak biliminde jeoistatistiğin ana uygulama alanı, örneklenmemiş alanlardaki toprak özelliklerinin tahmin edilmesi ve haritalanmasıdır (Goovaerts, 1999). Krigleme, herhangi bir özelliğin ölçüm yapılan noktalardaki uzaysal bağımlılığından yararlanılarak ölçüm yapılmayan noktaların değerinin tahmin edilmesinde objektif ölçüler kullanılan bir enterpolasyon yöntemidir (Liu ve ark., 2008).

Yetgin (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, toprakların fiziksel özelliklerinin uzaysal (uzaysal) değişkenliği jeoistatistiksel yöntemler ile analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek değişkenlik gösteren toprak özelliklerinin kireç ve doymuş hidrolik iletkenlik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda, kriging yönteminin çalışma alanındaki toprak özelliklerinin enterpolasyonu için güvenle kullanılabileceği belirlenmiştir.

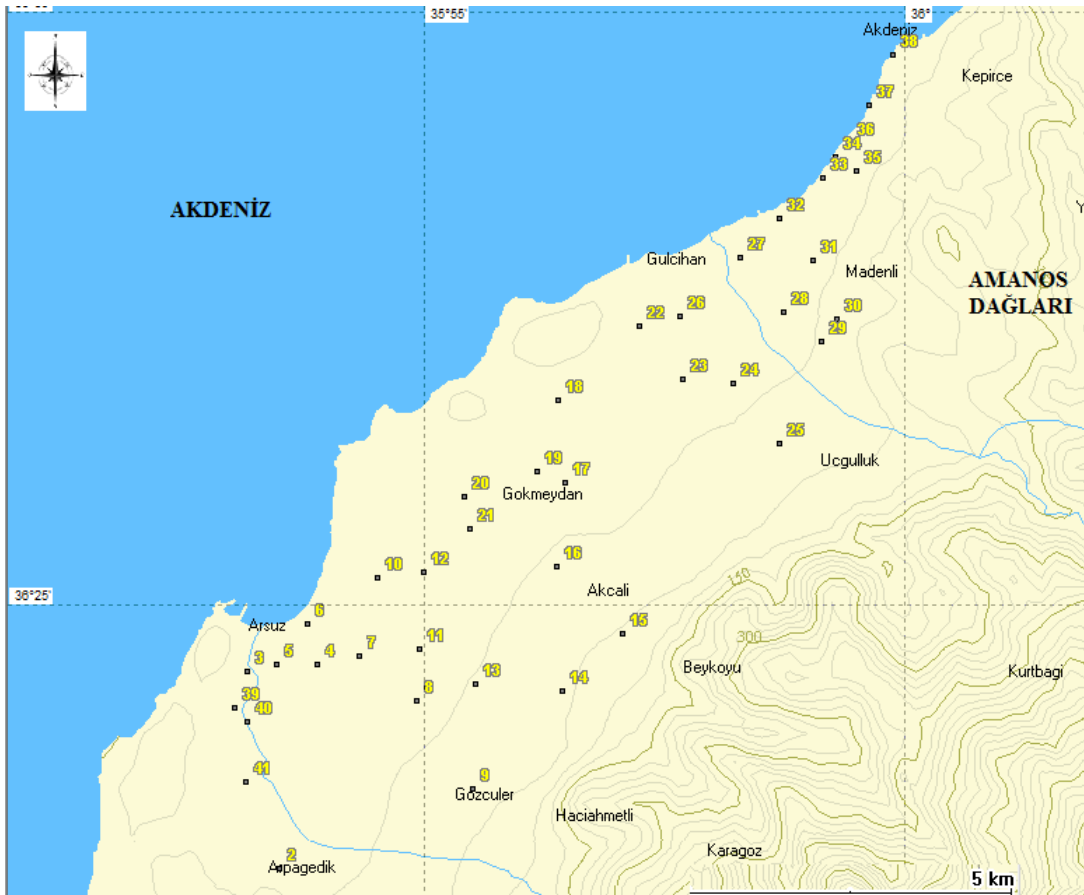
Ağca (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, İskenderun civarındaki topraklarda ağır metal içeriklerinin uzaysal dağılımı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ağır metaller için en uygun yarivariogram modellerinin üssel ve küresel modeller olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ağır metallerin bir kısmı orta, diğer bir kısmı ise kuvvetli düzeyde otokorelasyon göstermiştir.

Toprakların potasyum (K) fraksiyonlarının belirlenmesi bitkilerin K ile beslenmesi, topraklarda potasyumun sürdürülebilirliği ve toprakların K potansiyellerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Toprakların K fraksiyon içeriklerinin yüksek olması sürdürülebilir tarımsal üretim açısından büyük önem taşımaktadır. Potasyum fraksiyon içerikleri yüksek olan topraklarda uzun yıllar potasyumlu gübrelemeye gereksinim duyulmamaktadır. Ayrıca, toprakların K fraksiyon içeriklerinin dağılım haritalarının belirlenmesi uygulanacak tarımsal açıdan son derece önemlidir. Arsuz ovası, Hatay iline bağlı Arsuz ilçesinde yer almaktadır. Ova, 21.01.2017 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 2016/9620 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile büyük ova koruma alanı olarak ilan edilmiştir. Ovanın koruma altına alınmasına rağmen, ova toprakların K içerikleri ve K fraksiyonları ile ilgili olarak şimdiye kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile Arsuz ovası topraklarının potasyum fraksiyonlarının içerikleri belirlenmiş ve bunlar

arasındaki ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca topraktaki potasyum fraksiyonlarının çalışma alanındaki uzaysal dağılımı belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçları ile yöre topraklarının potasyumlu gübreye gereksinim duyup duymadığı da saptanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanını oluşturan, Arsuz ovası Hatay ili Arsuz ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Ovanın batısında Akdeniz, doğusunda Amanos dağları, kuzeyinde İskenderun, güneyinde ise Samandağ ilçesi yer almaktadır (36°29'42.22" K ile 36°1'8.71"D ve 36°23'37.67"K ile 35°52'10.57" D) (Şekil 1). Arsuz ovası yaklaşık 4500 hektarlık bir alan kaplamaktadır (Anonim, 2016). Alanda yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlı Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Alanda ortalama yıllık yağış 1121.6 mm ortalama sıcaklık ise 18.3°C'dir (Anonim, 2019).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu ve toprak örneklerinin alındığı noktalar

Arsuz ovasından 41 noktadan 0-30 ve 30-60 cm derinlikten çalışma alanını temsil eden ve rastgele örnekleme yöntemi ile alınan toplam 82 adet bozulmuş

toprak örneği alınarak bu çalışmada kullanılmıştır (Şekil 1). Analize hazır hale gelen örneklerde; çözünebilir

potasyum (K), yaraşılı K, değışebilir K, alınabilir K, depo (rezerv) K miktarları belirlenmiştir.

Çözünebilir K; saturasyon çamurundan elde edilen süzükte, yaraşılı K; 1 N amonyum asetat yöntemi ile belirlenmiştir. Değışebilir K ise yaraşılı K miktarından çözünebilir K miktarının çıkartılması ile hesaplanmıştır. (Richards, 1954). Alınabilir K tayininde, topraklar 1 N HNO₃ ile Pratt (1965)'a göre ekstrakte edilmiş ve bu ekstrakta K tayini yapılmıştır. Depo (rezerv) K ise 1 N HNO₃ ile belirlenen alınabilir K' dan, 1 N amonyum asetat ile belirlenen yaraşılı K' dan çıkartılması ile hesaplanmıştır. Tüm analiz sonuçları fırın kuru toprak ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Ayrıca, toprak örneklerinde 1/2.5 toprak/su karışımında pH ve EC değerleri belirlenmiştir (Richards, 1954).

Araştırma konusu topraklara ait incelenen parametrelerin tanımlayıcı istatistik analizleri (ortalama, en düşük ve en yüksek değerler, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık, vb.) yapılmıştır (Liu ve ark., 2008). Yine toprakların K Fraksiyonları ile pH ve EC değerleri arasındaki ilişkiler Pearson'a göre doğrusal korelasyon analizleri ile incelenmiştir. Tüm istatistiksel analizler SPSS 17 istatistik programı ile yapılmıştır. Ayrıca, K fraksiyonlarının yeterlilik durumları standart değerlerle karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırma alanı topraklarında potasyum fraksiyon içeriklerinin uzaysal dağılımının belirlenmesinde ve haritalanmasında, son yıllarda Toprak Biliminde de yaygın olarak kullanılmaya başlanan Jeostatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır (Mulla ve McBratney, 2000). Jeostatistik analizler Windows uyumlu GS⁺ 10 Jeostatistik paket programı ile yapılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veri setlerine logaritmik veya karekök dönüşümleri uygulandıktan sonra jeostatistiksel analizler yapılmıştır. Jeostatistiksel analizlerde enterpolasyon yöntemi olarak kriging yöntemi kullanılmıştır. Kriging bilinen değerlerin ağırlıklı ortalaması alınarak yapılan en iyi doğrusal tahmin yöntemidir (Goovaerts, 1999).

Toprakların K fraksiyon içeriklerinin uzaysal bağımlılıklarının yorumlanmasında nugget yarıvaryansın (C₀) toplam varyansa (C₀ + C) oranının yüzdesi kullanılmıştır. Bu oran % 25 veya daha düşük ise uzaysal bağımlılık kuvvetli, % 25-75 arasında ise orta, % 75'den büyük ise uzaysal bağımlılık zayıf olarak değerlendirilmektedir (Cambardella ve ark., 1994).

BULGULAR ve TARTIŞMA

pH ve EC değerleri

Toprak örneklerine ait pH ve EC değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir. Toprakların pH

değerleri 0-30 cm derinlikte 7.17 ile 8.59 arasında değışmekte olup ortalama 8.19 olarak belirlenmiştir. Toprakların 30-60 cm derinlikteki pH' ları ise 7.80 ile 8.96 olup ortalama 8.23 olarak belirlenmiştir. Yine araştırma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0-30 cm derinlikte 154.00 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ile 1086 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında olup ortalama 416.85 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir. Toprakların EC değerleri 30-60 cm derinlikte 206.00 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ile 1154.00 $\mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değışmekte olup ortalama 420.95 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. (Çizelge 1). pH ve EC değerlerinin varyasyon katsayıları incelendiğinde, pH'nın her iki derinlikte de düşük, EC değerlerinin ise her iki derinlikte yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum pH değerlerinin çalışma alanında homojen, EC değerlerinin ise heterojen olarak dağıldığını göstermektedir. Ongun (2008) ve Babagil (2008) de yaptıkları çalışmalarda pH değerlerinin varyasyon katsayısını oldukça düşük bulmuştur. Bu sonuçlara göre toprakların tamamı hafif-orta bazik reaksiyonlu olup, tamamı tuzsuzdur.

Potasyum (K) Fraksiyonları

Araştırma alanından alınan örneklerin farklı potasyum fraksiyon içeriklerine ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarında 0-30 cm derinlikte alınabilir K içerikleri 24.86-84.70 mg (100 g)⁻¹, yaraşılı K içerikleri 11.45-71.0 mg (100 g)⁻¹ 8 mg kg⁻¹, çözünebilir K konsantrasyonları 0.35-4.32 mg (100 g)⁻¹, değışebilir K konsantrasyonları 10.77-70.28 mg (100 g)⁻¹, depo K içerikleri ise 2.86-38.36 mg (100 g)⁻¹ arasında değışirken 30-60 cm derinlikte bu değerler sırasıyla 19.19-118.46, 9.39-78.47, 0.09-3.55, 7.00-77.75 ve 1.89-39.99 mg (100 g)⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 2). Dal ve Ağca (2001), tarafından yapılan bir çalışmada ise; Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazilerindeki topraklarda bazı potasyum fraksiyonlarının konsantrasyonları belirlenmiştir. Anılan çalışmada, bütün K fraksiyonlarının içerikleri, bu çalışmadan elde edilen K fraksiyon içeriklerinden daha düşük bulunmuştur. Bu farklılık, büyük olasılıkla, her iki çalışma alanındaki toprakların kireç, organik madde içeriği ve kil miktarlarının farklı olmasından kaynaklanmıştır.

Toprakların K fraksiyonlarının konsantrasyonları incelendiğinde, en yüksek varyasyon katsayısının (VK) her iki toprak derinliğinde de, çözünebilir K değerinde olduğu görülmektedir (% 62.42 ve % 59.60). Bu durum, çözünebilir K fraksiyonunun çalışma alanında çok fazla değışkenlik gösterdiğini belirtmektedir. Diğer yandan, düşük VK değerlerinin ise her iki katmanda da alınabilir K konsantrasyonlarında olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çalışma alanı topraklarının K fraksiyon içeriklerinin dağılımları incelendiğinde, her iki derinlikte de ortalama alınabilir K içeriği en yüksek değere sahip olup, bunu sırasıyla yarayışlı K, değişebilir K, depo K ve çözünebilir K izlemektedir (Çizelge 2).

Toprakların her iki katmanında da en yüksek alınabilir, yarayışlı ve değişebilir K içeriklerinin 29 numaralı örnekte olduğu belirlenmiştir. Toprakların yüzey katmanında en

yüksek suda çözünebilir K içeriğinin 14 nolu, depo K içeriğinin ise 24 nolu toprak örneğinde olduğu görülmüştür. Alt toprak katmanında ise en yüksek çözünebilir K içeriğinin 20, en yüksek depo K içeriğinin ise yine 29 nolu örnekte olduğu saptanmıştır. Bu durum, en yüksek K fraksiyonlarının 29 nolu örneğin alındığı topraklarda olduğunu göstermektedir (Şekil 1).

Çizelge 1. pH ve EC değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Özellik	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı	Çarpıklık
0-30 cm						
pH	7.17	8.59	8.19	0.263	3.21	-1.60
EC	154.00	1086.00	416.85	184.33	44.21	1.49
30-60 cm						
pH	7.80	8.96	8.23	0.253	3.07	0.549
EC	206.00	1154.00	420.95	163.83	38.95	2.55

Çizelge 2. K fraksiyonlarının tanımlayıcı analiz sonuçları

Özellik	*En düşük	*En yüksek	*Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)	Çarpıklık katsayısı	
						dönüşümden önce	dönüşümden sonra
0-30 cm							
Alınabilir K	24.86	84.70	50.02	15.77	31.52	0.33	-0.21
Yarayışlı K	11.45	71.08	32.89	12.39	37.67	1.06	-0.11
Çözünebilir K	0.35	4.32	1.73	1.08	62.42	0.62	--
Değişebilir K	10.77	70.28	31.18	12.59	40.37	1.11	-0.15
Depo K	2.86	38.36	16.98	8.84	52.06	0.60	-0.01
30-60 cm							
Alınabilir K	19.19	118.46	48.77	19.81	40.61	1.22	0.02
Yarayışlı K	9.39	78.47	29.09	14.20	48.81	1.41	0.04
Çözünebilir K	0.09	3.55	1.51	0.90	59.60	0.43	--
Değişebilir K	7.00	77.75	27.57	14.21	51.54	1.49	-0.04
Depo K	1.89	39.99	19.67	8.51	43.26	0.49	--

Alınabilir en düşük K içeriğinin her iki derinlikte de 39 nolu örnekte olduğu görülmüştür. Alt katmandaki en düşük depo K içeriği de yine 39 nolu örnekte belirlenmiştir. Yüzey katmanındaki en düşük yarayışlı, suda çözünebilir ve değişebilir K içeriklerinin 1 ve 2 nolu örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Alt katmanda ise en düşük yarayışlı ve değişebilir K içeriklerinin ise 3 nolu örnekte olduğu görülmektedir. Bu durum da, 1, 2 ve 3 nolu örneklerin alındığı bölgedeki toprakların yarayışlı, çözünebilir ve değişebilir K içerikleri yönünden göreceli olarak düşük olduğunu göstermektedir (Şekil 1).

Toprakların bütün fraksiyon içeriklerinin dağılımı geniş sınırlar içerisinde değişmektedir. Bu durum büyük olasılıkla toprakların minerolojik özellikleri ile kireç ve kil

içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmıştır. Toprakların kil tipi, K içeriklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yüksek miktarda K içeren topraklar kil tipi büyük olasılıkla illit tipi kil minerali içermektedir. Nitekim, bu konuda Geyik ve Yılmaz (2000) ile Dal ve Ağca (2001) de benzer sonuçlar bulmuşlardır. Zira, alınabilir K içerisinde önemli bir yer tutan depo potasyumun en önemli kaynağının illit minerali olduğu bilinmektedir (Güzel, 1982; Çimrin ve ark. 2004). Diğer yandan, illit tipi kil mineralleri toplam K yönünden de oldukça zengindirler (Rich, 1968). Ayrıca, Khader (1989) alınabilir K içeriğinin yüksek olmasının topraklardaki illit mineralinden ve tuz içeriğinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Toprakların K fraksiyonları ve pH ile EC değerleri arasındaki ilişkiler

Çalışma alanı topraklarının K fraksiyonları ile pH ve EC değerleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları Çizelge 3’ de verilmiştir. Toprakların pH ve EC değerleri ile K fraksiyonları arasında herhangi bir istatistiksel ilişki bulunamamıştır. Bu durum, pH ve EC değerlerinin K fraksiyonlarının dağılımını etkilemediğini göstermektedir. Toprakların alınabilir K içerikleri ile yarayışlı, değişebilir ve depo K içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli, yarayışlı K içerikleri ile değişebilir K ve depo K içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli ilişki

saptanmıştır. Yine, değişebilir K ile depo K arasında yine % 5 düzeyinde önemli bir ilişki bulunmuştur. Günel ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada da değişebilir K ile depo K arasında %1 düzeyinde önemli ilişki bulunmuştur. Dal ve Ağca (2001) tarafından da bu konuda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Toprakların alınabilir, depo ve değişebilir K içerikleri arasında istatistiksel açıdan önemli pozitif korelasyonlar bulunması (Çizelge 3), her üç K fraksiyonu arasında dinamik bir dengenin olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Toprakların K fraksiyonları ile pH ve EC değerleri arasındaki korelasyon sonuçları (n = 82)

Parametre	pH	EC	Alınabilir K	yarayışlı K	Çözünebilir K	Değişebilir K
EC	-0.311**					
Alınabilir K	-0.013	0.206				
Yarayışlı K	-0.012	0.160	0.883**			
Çözünebilir K	0.077	-0.030	-0.086	-0.049		
Değişebilir K	-0.017	0.160	0.883**	0.997**	-0.122	
Depo K	-0.013	0.180	0.685**	0.265*	-0.113	0.270*

** Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir * Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.

Toprakların K fraksiyonlarının yeterlilik durumları

Çalışma alanı topraklarında 1 N amonyum asetat ile belirlenen yarayışlı K içerikleri Ülgen ve Yurtseven (1988), değişebilir K içerikleri ise Zabunoğlu ve Karaçal (1986)’ in bildirdiğine göre Jackson (1962)’nin belirttiği kriterlere göre yorumlanmıştır. Çalışma alanı topraklarının tamamında yarayışlı K içeriklerinin yeterli-çok fazla sınıfları arasında değiştiği belirlenmiştir. Yine toprakların değişebilir K içeriklerinin 1 ve 3 nolu örnekler dışında, fazla olduğu belirlenmiştir. 1 nolu toprak örneğinin alındığı alanda, her iki toprak katmanında, 3 nolu toprak örneğinin alındığı alanda ise alt katmanda (30-60 cm) K içeriklerinin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Jeoistatistik Analiz Sonuçları

Alınabilir K

Çalışma alanında alt katmanda alınabilir K konsantrasyonları normal dağılım göstermemiştir. Üst katman ise normal dağılım göstermiştir. Ancak, üst katmana, R² değerini artırmak için her iki derinlikteki veri setleri logaritmik dönüşüm sağlandıktan sonra

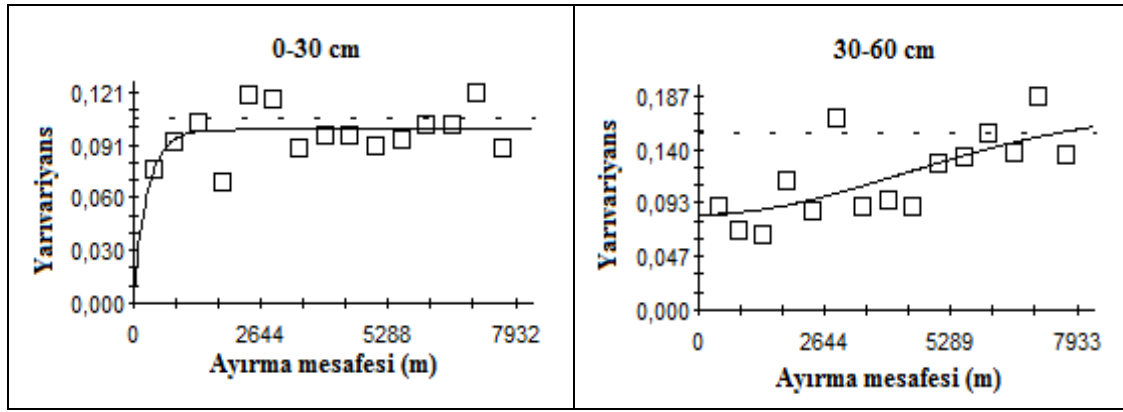
jeoistatistiksel analizlerde kullanılmıştır. Alt katmana logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonra çarpıklık değeri 1.22’den 0.02’ye düşmüştür (Çizelge 2).

En uygun yarivariyogram modelini oluşturmak için her iki derinlikte de tüm veriler değerlendirilmeye alınmıştır. En uygun yarivariyogram modeli 0-30 cm için Üssel, 30-60 cm derinlik için ise Guassian olarak saptanmıştır (Şekil 2 ve Çizelge 4).

Alınabilir K içeriğine ait nugget/sill oranları üst ve alt toprakta birbirinden oldukça farklı olup, alınabilir K içeriği üst toprakta (0-30 cm) kuvvetli, alt toprakta (30-60 cm) ise orta düzeyde uzaysal bağımlılık göstermiştir (Cambardella ve ark., 1994).

Alınabilir potasyumun iki nokta arasında ilişkili olabileceği maksimum uzaklığı gösteren A değeri yüzey toprağında (0-30 cm) 300 m, yüzeyaltı toprağında (30-60 cm) ise 6070 m olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

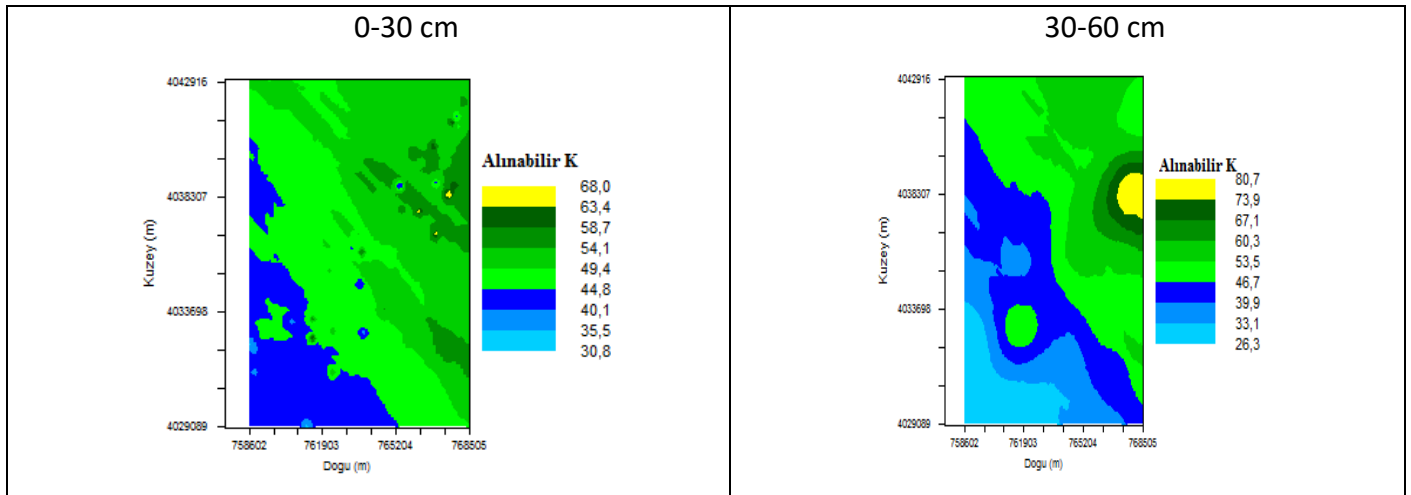
Alınabilir K her iki toprak derinliğinde de kuzey doğu kesiminde güney batı kesimine göre daha yüksektir. En yüksek alınabilir K değerlerinin ise çalışma alanının doğu kesimindeki lokal alanlarda olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 2. Toprakların alınabilir K içeriklerine ait yarivariyogramlar

Çizelge 4. Alınabilir K içeriklerine ait yarivariyogram parametreleri

K fraksiyonu	Derinlik (cm)	Model	A (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	(C ₀)/(C ₀ +C)x100	R ²
Alınabilir K	0-30	Üssel	300	0.005	0.099	5.05	0.173
	30-60	Gaussian	6070	0.084	0.174	48.27	0.503



Şekil 3. Çalışma alanı topraklarının alınabilir K içeriklerinin dağılım haritası

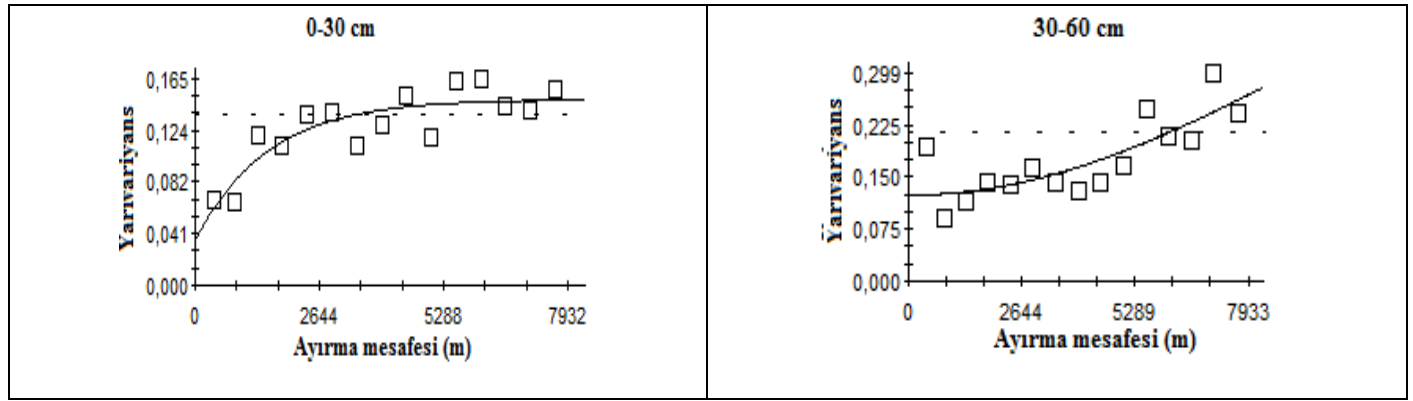
Yarayışlı K

Çalışma alanı topraklarındaki alınabilir K içerikleri her iki derinlikte de normal dağılım göstermemiştir. Çarpıklık katsayıları üst toprak için 1.06, alt toprak için ise 1.41 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Bu nedenle, her iki derinlikte belirlenen yarayışlı K içeriklerine jeostatistik analiz uygulanmadan önce logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. En uygun yarivariyogram modelini oluşturmak için her iki derinlikte de verilerin tamamı değerlendirilmeye alınmıştır. En uygun yarivariyogram modeli 0-30 cm için Exponential, 30-60 cm derinlik için ise Gaussian olarak saptanmıştır (Şekil 4 ve Çizelge 5).

Alınabilir K içeriği her iki toprak derinliğinde de kuvvetli derecede uzaysal (uzaysal) bağımlılık göstermiştir (Cambardella ve ark., 1994).

Yarayışlı potasyumun iki nokta arasında ilişkili olabileceği maksimum uzaklığı gösteren A değeri yüzey toprağında (0-30 cm) 1530 m, yüzeyaltı toprağında (30-60 cm) ise 14110 m olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

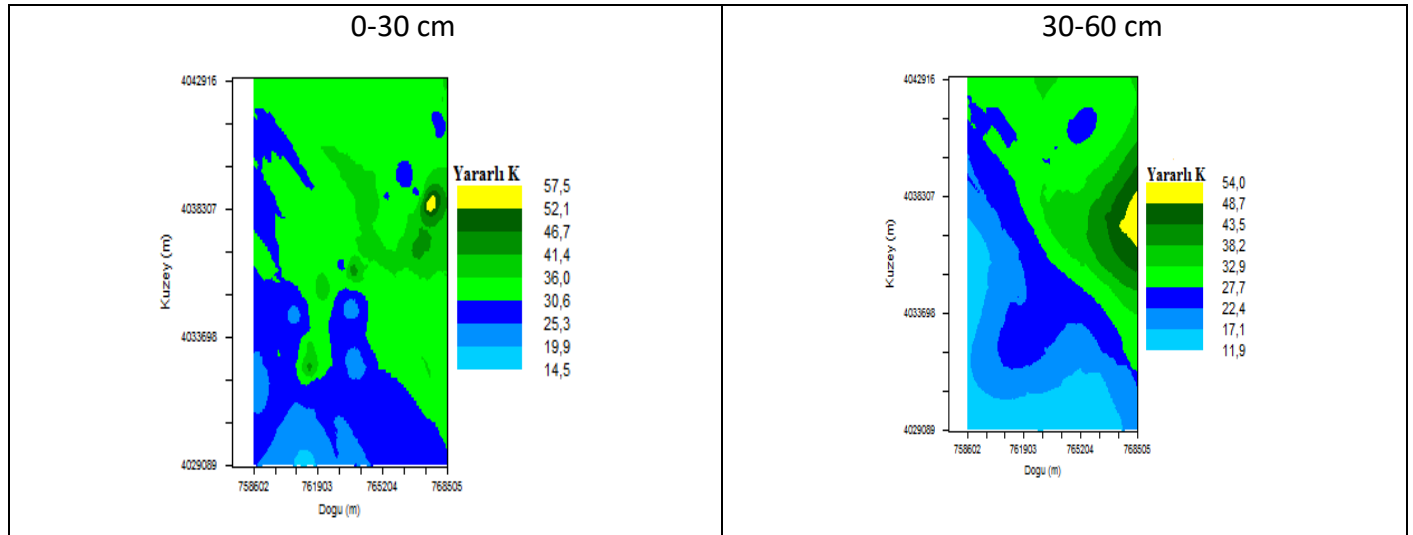
Yarayışlı K içerikleri her iki toprak derinliğinde güney batı kesiminde kuzey doğu kesimine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil 4. Toprakların yarayışlı K içeriklerine ait yarivariyogramlar

Çizelge 5. Yarayışlı K içeriklerine ait yarivariyogram parametreleri

K fraksiyonu	Derinlik (cm)	Model	A (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	(C ₀)/(C ₀ +C)x100	R ²
Alınabilir	0-30	Üssel	1530	0.036	0.148	24.32	0.745
K	30-60	Guassian	14110	0.124	0.655	18.93	0.648

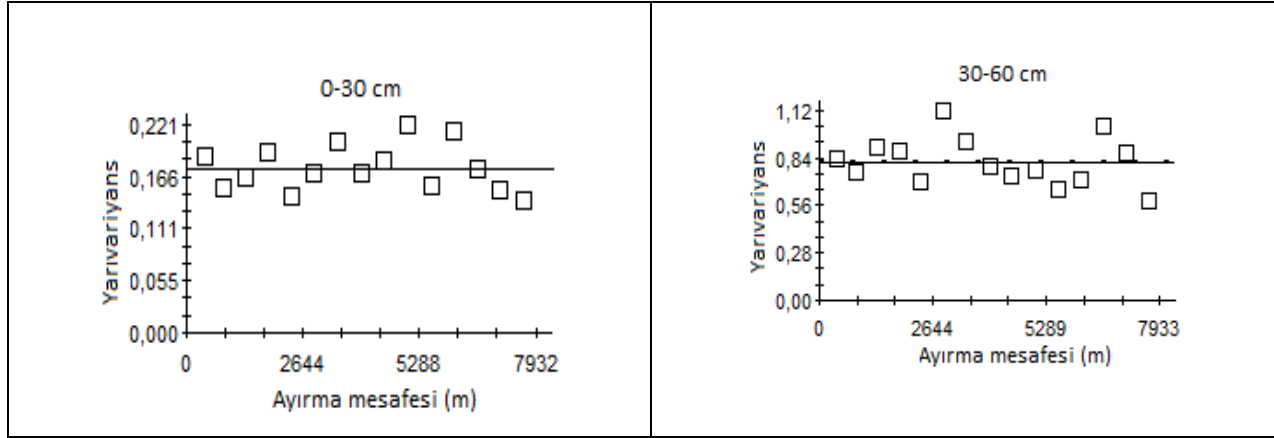


Şekil 5. Çalışma alanı topraklarının yarayışlı K içeriklerinin dağılım haritası

Çözünabilir K

Çalışma alanı topraklarının çözünabilir K değerleri arasındaki yapısal varyans tanımlanamamış (Şekil 6) ve varyansın örnekler arasındaki mesafeden bağımsız olduğu ve tesadüfi değerler (saf nugget) ürettiği belirlenmiştir (Çizelge 6).

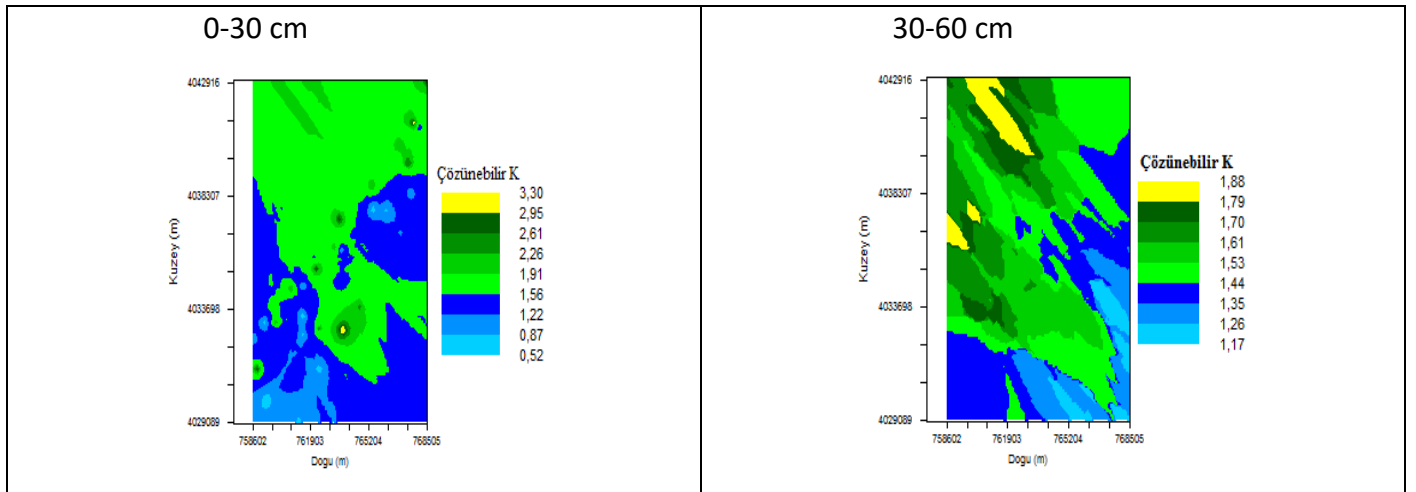
Bu çalışma alanında ki çözünabilir K içeriklerinin uzaysal dağılımı arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır ($R^2 = 0$). Bu nedenle çözünabilir K dağılımı haritası oluşturulurken Inverse Distance Weight (IDW) yöntemi kullanılmıştır. Her iki toprak derinliğinde de güney batı ve kuzey doğu kesimlerinde diğer bölümlere göre düşük bulunmuştur (Şekil 7).



Şekil 6. Toprakların çözünabilir K içeriklerine ait yarivariyogramlar

Çizelge 6. Çözünabilir K içeriklerine ait yarivariyogram parametreleri

K fraksiyonu	Derinlik (cm)	Model	A (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	(C ₀)/ (C ₀ +C)x100	R ²
Çözünabilir K	0-30				Saf Nugget		
	30-60				Saf Nugget		

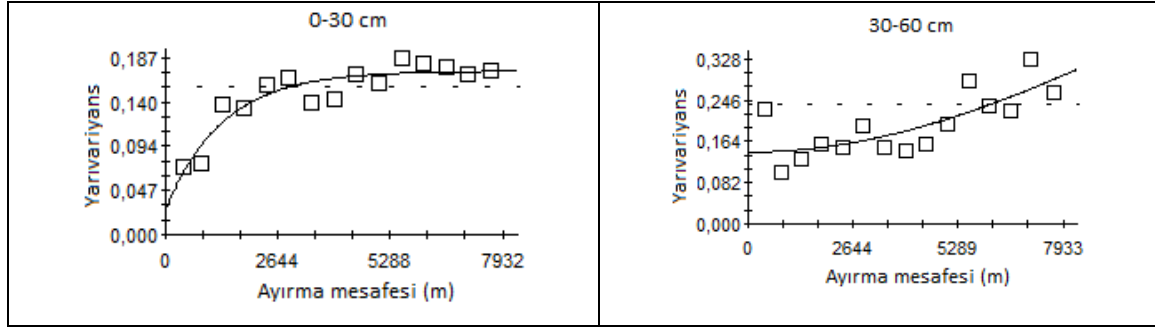


Şekil 7. Çalışma alanı topraklarının çözünabilir K içeriklerinin dağılım haritası

Değişebilir K

Toprakların her iki katmanında da değişebilir K içeriği verilerine jeostatistiksel analiz uygulanmadan önce logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. En uygun yarivariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye alınmıştır. En uygun yarivariyogram modeli üst toprak için üssel, alt toprak için ise gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 8 ve Çizelge 7).

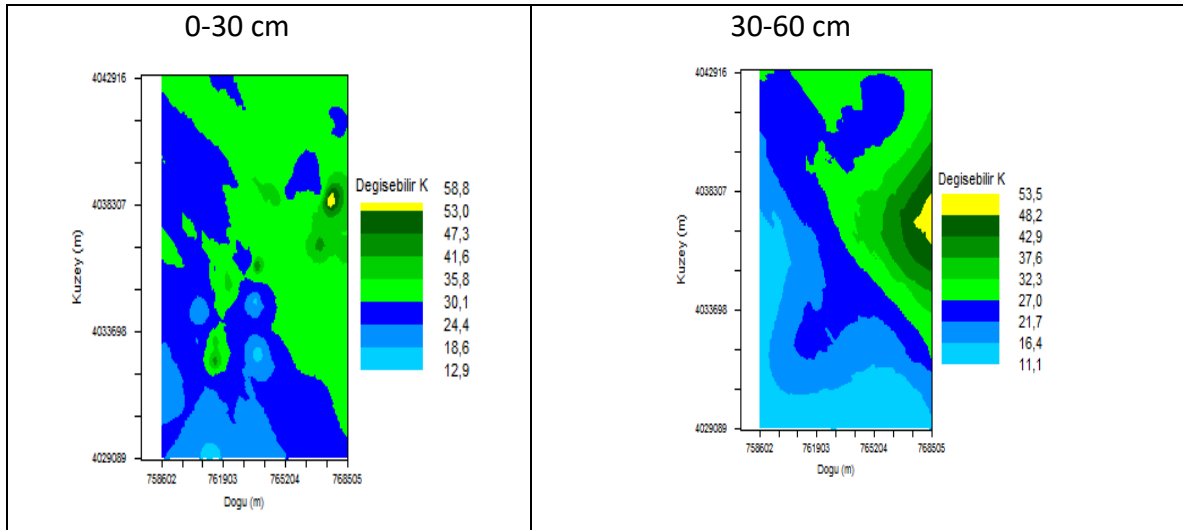
Değişebilir K içeriği her iki toprak derinliğinde de kuvvetli düzeyde uzaysal (yersel) bağımlılık göstermiştir (Cambardella ve ark., 1994). Değişebilir K değerleri her iki toprak derinliğinde alanın kuzey doğusunda güney batısına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek değişebilir K içeriği ise çalışma alanının doğu kesimindeki lokal alanda bulunmaktadır (Şekil 9)



Şekil 8. Toprakların değişebilir K içeriklerine ait yarivariyogramlar

Çizelge 7. Değişebilir K içeriklerine ait yarivariyogram parametreleri

K fraksiyonu	Derinlik (cm)	Model	A (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	(C ₀)/(C ₀ +C)x100	R ²
Değişebilir K	0-30	Üssel	1350	0.027	0.174	15.51	0.859
	30-60	Gaussian	15300	0.143	0.790	18.10	0.588



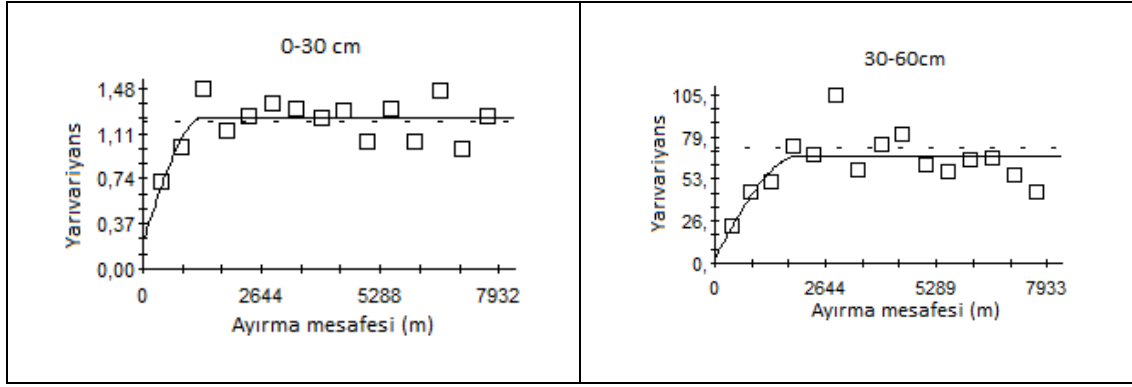
Şekil 9. Çalışma alanı topraklarının değişebilir K içeriklerinin dağılım haritası

Depo K

Çalışma alanındaki yüzey topraklarının depo K verilerine karekök dönüşüm uygulanmış alt toprakta ise çarpıklık katsayısının düşük olması nedeniyle herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. En uygun yarivariyogram modelini belirlemek için tüm veriler kullanılmıştır. En uygun variyogram modeli ise her iki katmanda küresel olarak belirlenmiştir (Şekil 10 ve Çizelge 8).

Depo K için etki aralığı (A) değerleri üst toprakta 1350 m, alt toprakta ise 2000 m olarak belirlenmiştir. Depo K içeriği her iki toprak derinliğinde de kuvvetli derecede uzaysal (yersel) bağımlılık göstermiştir.

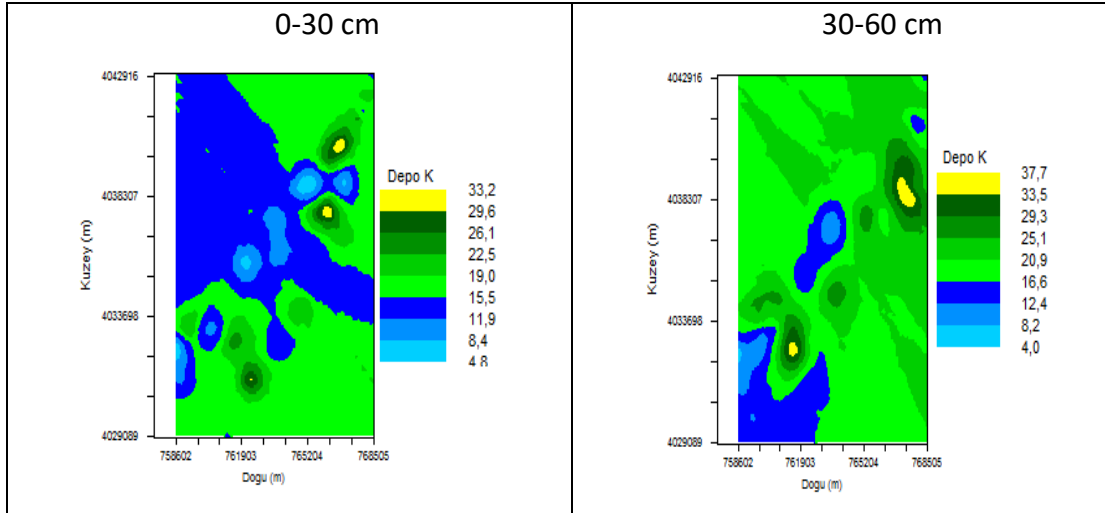
Çalışma alanında yüzey katmanında depo K kuzey doğu ve güney kesimlerinde diğer alanlara göre daha yüksek bulunmuştur. 30-60 cm derinlikte en düşük depo K içerikleri alanın orta kesiminde ve batı bölümünde belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 10. Toprakların depo K içeriklerine ait yarivariyogramlar

Çizelge 8. Depo K içeriklerine ait yarivariyogram parametreleri

K fraksiyonu	Derinlik (cm)	Model	A (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	(C ₀)/(C ₀ +C)x100	R ²
Depo K	0-30	Küresel	1350	0.219	1.247	17.56	0.509
	30-60	Küresel	2000	3.100	67.300	4.60	0.452



Şekil 11. Çalışma alanı topraklarının depo K içeriklerinin dağılım haritası

Genel Değerlendirme

Toprakların K fraksiyon içeriklerinin hemen hemen tamamı normal dağılım göstermemiştir. Normal dağılım göstermeyen veri setlerine jeostatistiksel yöntemleri uygulamadan önce logaritmik ve karekök dönüşümler yapılmıştır. Alınabilir, yarıyığılı ve değişebilir K fraksiyonları için en uygun yarivariyogram modeli üst toprak için üssel, alt toprak için Guassian olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, Depo K fraksiyonu için en uygun modelin her iki derinlikte de küresel olduğu belirlenmiştir. Çözünabilir K değerleri için ise her iki toprak katmanında da alansal değişimi modellemek mümkün olmamış ve herhangi bir yarivariyogram modeli tanımlanamamıştır. Ayrıca, noktaların ilişkili olduğu maksimum uzaklığı gösteren etki aralığı (A) değerleri ise 300 m ile 15300 m gibi geniş sınırlar içinde değişmiştir.

Bu nedenle bundan sonra yapılacak çalışmalarda, A değeri küçük olan özellikler için daha dar aralıklarla, A değeri büyük olan özellikler için ise daha geniş aralıklarla örnekleme yapılmalıdır.

Toprakların pH ve EC değerleri normal sınırlar içinde olup, topraklarda pH ve tuzluluk açısından herhangi bir sorun görülmemektedir.

Topraklarda 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilen K miktarına göre; 0-4.2, 4.3-8.4, 8.5-10.4, 10.5-15 ve >15 mg (100 g)⁻¹ K içeren topraklara sırasıyla; 15, 13, 9, 6 ve 0 kg da⁻¹ K₂O düzeyinde potasyumlu gübre önerilmektedir. Bu kriterlere göre çalışma alanında 1 nolu örneğin alındığı bölge topraklarına 6 kg, 3 nolu örneğin alındığı topraklara ise (üst katmanda 15 mg 100 g⁻¹ dan fazla K içermesi nedeniyle), 3 kg da⁻¹ K₂O düzeyinde potasyumlu gübre verilmesi önerilebilir. Diğer

topraklara halihazırda potasyumlu gübre uygulanmasına gerek yoktur.

Araştırma konusu topraklarda bitkilerin çok kolaylıkla yararlanabildikleri çözünebilir K içeriklerinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak, çözünebilir K fraksiyonu ile değişebilir ve yarıyıllı K içerikleri arasında sürekli bir ilişki bulunmuştur. Toprak çözeltisindeki çözünebilir K konsantrasyonu azaldıkça, değişebilir ve alınabilir K fazından toprak çözeltisine K geçişi olmakta ve bu nedenle uzun dönemde bitkiler K yetersizliği çekmemektedirler.

Bu çalışmadan elde edilen veriler, bir yandan çiftçilere K gübrelemesi konusunda önemli bilgiler sunarken, diğer yandan, bundan sonra çalışma alanında potasyum ile ilgili yapılacak olan çalışmalara ışık tutacaktır. İleride yapılacak çalışmalarda nugget etkisinin azaltılabilmesi için örnekleme aralığı daraltılabilir. Zira örnekler arasındaki uzaklıklar arttıkça, özellikler arasındaki benzerlikler azalmaktadır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Arsuz ovası topraklarının potasyum fraksiyonlarının içerikleri belirlenmiş ve bunlar arasındaki ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca topraktaki potasyum fraksiyonlarının çalışma alanındaki uzaysal dağılımı belirlenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışmada, Arsuz ovasında belirlenen 41 noktadan 0-30 ve 30-60 cm derinlikten toplam 82 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde; çözünebilir potasyum (K), yarıyıllı K, değişebilir K, alınabilir K, depo (rezerv) K miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, toprak örneklerinde 1/2.5 toprak/su karışımında pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri belirlenmiştir. Topraklara ait bütün parametrelerin tanımlayıcı istatistik analizleri yapılmıştır. Ayrıca, topraklarda potasyum fraksiyon içeriklerinin uzaysal dağılımının belirlenmesi ve haritalanması Jeostatistiksel yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Toprakların pH değerleri 7.17 ile 8.96 arasında, EC değerleri ise $154 \mu\text{Scm}^{-1}$ ile $1154 \mu\text{Scm}^{-1}$ arasında değişmiştir. Çalışma alanı topraklarında alınabilir K içerikleri $19.19-118.46 \text{ mg (100g)}^{-1}$, yarıyıllı K içerikleri $9.39-78.47 \text{ mg (100g)}^{-1}$, çözünebilir K konsantrasyonları $0.09-4.32 \text{ mg (100g)}^{-1}$, değişebilir K konsantrasyonları $7.00-77.75 \text{ mg (100g)}^{-1}$, depo K içerikleri ise $1.89-39.99 \text{ mg (100g)}^{-1}$ arasında bulunmuştur.

Genel Yorum: Toprakların K fraksiyon içeriklerinin hemen hemen tamamı normal dağılım göstermemiştir. Normal dağılım göstermeyen veri setlerine jeostatistiksel yöntemleri uygulamadan önce logaritmik ve karekök dönüşümler yapılmıştır. toprakların önemli

bir kısmında en uygun yarıvaryogram modelinin Gaussian olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, noktaların ilişkili olduğu maksimum uzaklığı gösteren etki aralığı (A) değerleri ise 300 m ile 15300 m arasında değişmiştir. Etki aralığı değerlerinin çok geniş sınırlar içinde değiştiği görülmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Çalışma alanındaki toprakların çoğunda şu anda potasyumlu gübre uygulanmasına gerek yoktur.

Anahtar Kelimeler: Arsuz ovası, Potasyum fraksiyonu, jeostatistik, depo potasyum.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz (Proje no: 18.YL.002).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Ağca N (2015) Spatial Distribution of Available Heavy Metal Contents in Soils around an Industrial Area in Southern Turkey. Arab. J. Geosci., 8 : 1111–1123.
- Anonim (2016) Rakamlarla Hatay tarım kimliği. Hatay Valiliği İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü.
- Anonim (2019) Potasyum, yaşam için mutlak gerekli bir element. <https://docplayer.biz.tr/34719119-Potasyum-yasam-icin-mutlak-gerekli-bir-element.htm> (Erişim tarihi: 28.03.2019).
- Babagil GE (2008) Toprak özelliklerindeki yersel değişkenliğin buğday verim paterni üzerine etkisinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Ens., Toprak ABD, 134 s.
- Cambardella CA, Moorman TB, Parkin TB, Karlen DL, Novak JM, Turco RF, et al. (1994) Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58 : 1501-1511.
- Çimrin KM, Akca E, Senol M, Büyük G, Kapur S (2004) Potassium potential of the soils of the Gevaş Region in Eastern Anatolia. Turk J. Agric. For. 28 : 259-266.
- Dal P, Ağca N (2001) Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazilerinde topraktaki bazı potasyum fraksiyonları. MKÜ. Ziraat Fak. Derg. 6 (1-2) : 1-12.
- Geyik G, Yılmaz K (2000) Kahramanmaraş ovası topraklarının yararlı ve yavaş yararlı potasyum içerikleri. Türk J Agric For. TÜBİTAK 24: 655-662.

- Ghiri MN, Abtahi A (2011) Potassium dynamics in calcareous vertisols of southern Iran. *Arid Land Res. Manag.* 25 : 257-274.
- Goovaerts P (1999) Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. *Geoderma* 89 : 1-45.
- Güçdemir, İH (2006) Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 231. Teknik Yayınlar No: T. 69. Ankara. 424 S.
- Günel H, Akbaş F, Acir N (2009) Kazova topraklarının depo potasyum, kil mineralojisi ve spesifik yüzey alanı etkileşimlerinin jeostatistiksel analizi. TÜBİTAK projesi sonuç raporu. Proje no: 1070879. Tokat. 85 s.
- Güzel N (1982) Toprak verimliliği ve Gübreler (Çeviri: S.L. Tisdale ve W.L. Nelson). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 168. Adana. 900 S.
- Helmke PA, Sparks D (1996) Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. D.L. Sparks (editör). *Methods of soil analysis. Part 3- chemical methods.* SSSA book Series No: 5. Soil Sci. Soc. Am. Inc. pp. 551-574.
- Huo-Yan W, Jian -Min Z, Chang-Wen D, Xiao-Qin C (2010) Potassium fractions in soils as affected by monocalcium phosphate, ammonium sulfate and potassium chloride application. *Pedosphere*, 20 (3) : 368-377.
- Isaaks EH, Srivastava RM (1989) *An introduction to applied geostatistics.* Oxford University Press, New York.
- Khader, L (1989) Potassium status of Jordanian soils. *Dirast (Jordan)*. 16 (7):76-89.
- Khader, L (1989) Potassium status of Jordanian soils. *Dirast (Jordan)*. 16 (7):76-89.
- Liu X, Zhao K, Xu J, Zhang M, Si B, Wang F (2008) Spatial variability of soil organic matter and nutrients in paddy fields at various scales in southeast China. *Environ. Geol.* 53: 1139-1147.
- Mulla D J, Mc Bratney AB (2000) Soil spatial variability. In: *handbook of soil science.* Malcom E. Summer (ed. in chief) CRS Pres. A321-A351.
- Ongun AR (2008) Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin jeostatistiksel yöntemlerle uzaysal değişkenliğinin saptanması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Toprak ABD, 141.
- Öztaş T (1995) Jeostatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulaması. İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Bildiriler kitabı. I:271-280, Ankara.
- Pratt PF (1965) Potassium. (Editör. C.A. Black). *Methods of soil analysis. Part 2.* American Society of Agronomy. Inc. Madison, Wisconsin. USA. pp. 1022-130.
- Rich CI (1968) Mineralogy of soil potassium. In: *the role of potassium in agriculture,* American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp: 79-108.
- Richards LA (1954) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.* US Dep. Agri Handbook 60: 147.
- Sağlam T (1994) Toprak kimyası. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 190. Ders kitabı: 21. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Basımevi. Tekirdağ. 226 S.
- Sposito G (1989) *The chemistry of the soils.* Oxford University press. 277 P.
- Sharma BD, Mughopadh Y, Sawhney SS (2006) Distribution of potassium fractions in relation to landforms in the Malabar Cathena. *Arch. Agron. Soil Sci.* 52 (4) : 469-476
- Shakeri S, Abtahi S (2018) Potassium forms in calcareous soils as affected by clay minerals and soil development in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province. *Southwest Iran J Arid Land* 10 (2) : 217-232.
- Ülgen N, Yurtsever N (1988) Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 151. 182 S.
- Yayla SM (2008) Değişebilir ve yavaş yavaş potasyum içeriğinin Kaz ova topraklarındaki uzaysal dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bil. Ens. Toprak ABD, 65 s.
- Yetgin B (2004) Toprak fiziksel özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin jeostatistik yöntemlerle analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bil. Ens., Toprak ABD, 94 s.
- Zabunoğlu S, Karaçal İ (1986) Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 993, Ders kitabı: 293. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara. 329 S.