

Araştırma Makalesi

**Ordu Topraklarının Potasyum Durumu ve Potasyum Fiksasyonunun Belirlenmesi<sup>a</sup>**

Menekşenur KARAOLUK ESENÇAYI\*, Kürşat KORKMAZ

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

\*Sorumlu yazar: [mnurkaraoluk@gmail.com](mailto:mnurkaraoluk@gmail.com)

Geliş Tarihi: 13.09.2019

Düzeltilme Geliş Tarihi: 19.09.2019

Kabul Tarihi: 19.09.2019

**Özet**

Potasyum (K) bitki gelişimi için mutlak gerekli üçüncü ve azottan sonra bitkilerce en fazla miktarda absorbe olunan ikinci besin elementidir. Toprakların toplam K içeriği, çoğunlukla bitkilerin bir gelişme mevsimi boyunca absorbe ettiği miktarın birçok katı olduğu halde, çoğu durumda, bu total K'un ancak çok küçük bir bölümü bitkilere yararlıdır. Bu nedenle toprakların K fiksasyon kapasitesinin belirlenmesi bitkilerin potasyum beslenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, topraklarda yararlı potasyum miktarları, depo potasyum ve toprakların potasyum fiksasyon kapasiteleri belirlenmiştir. Araştırmada farklı toprak tekstürüne sahip 25 adet toprak numunesine 5 farklı dozda potasyum çözeltilisi uygulanarak (0, 50, 100, 200, 400 ve 800 mg K kg<sup>-1</sup>) toprakların potasyum fiksasyon karakteristikleri belirlenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre topraklara uygulanan potasyum dozlarına bakılmaksızın %78.5 fiksasyon olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak Ordu ilinde farklı noktalardan alınan bu numuneler değerlendirildiğinde toprakların fiksasyon kapasitelerinin oldukça yüksek olduğu ve gübreleme programlarında dikkate alınmasının oldukça önemli bir unsur olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Adsorpsiyon, potasyum fiksasyonu, potasyumlu gübreleme.

**Determination of Potassium Status and Potassium Fixation of Ordu Soils**

**Abstract**

Potassium (K) is the third essential nutrient for plant growth and the second nutrient that is absorbed by plants after the nitrogen. Although the total K content of soils is often a multiple of the amount the plants absorb during a growing season, in most cases only a very small part of this total K is useful for plants. Therefore, determination of soils K fixation capacity is very important in terms of potassium nutrition of plants. In this study, the amount of potassium in soils, depot potassium and potassium fixation capacity of soils were determined. Potassium fixation characteristics of soils were determined by applying 5 different potassium solution (0, 50, 100, 200, 400 and 800 mg K kg<sup>-1</sup>) to 25 soil samples with different soil texture. According to the results of the analysis, 78.5% fixation was determined regardless of the potassium doses applied to the soil. As a result, when these samples taken from different points in Ordu are evaluated, the fixation capacity of soils is very high and it is very important to take into consideration the fertilization programs.

**Key words:** Adsorption, potassium fixation, potassium fertilization.

**Giriş**

Toprakta potasyum bitkilerin mutlak gereksinim duyduğu bir makro element olup bitkiler tarafından azottan sonra en fazla alınan besin elementlerinden biridir. Topraklarda potasyumun hareketliliği sınırlıdır. Bitkilere uygulanan potasyum yüksek oranlarla topraklar tarafından tutularak fikse olmaktadır (Portela ve ark., 2019). Topraklarda

potasyum fiksasyonu bitkiler için yararlı potasyum miktarını etkileyen önemli bir olgudur. Fiksasyon potasyum yararlılığını azaltmakta olup potasyum noksanlığı durumunda bitki bünyesindeki enzim aktivitesinin ve ATP sentezinin azalması sonucu oluşan enerji yetersizliği nedeniyle bitki bünyesinde amino asit ve çözünebilir karbonhidratlar gibi düşük molekül ağırlıklı bileşikler birikmektedir

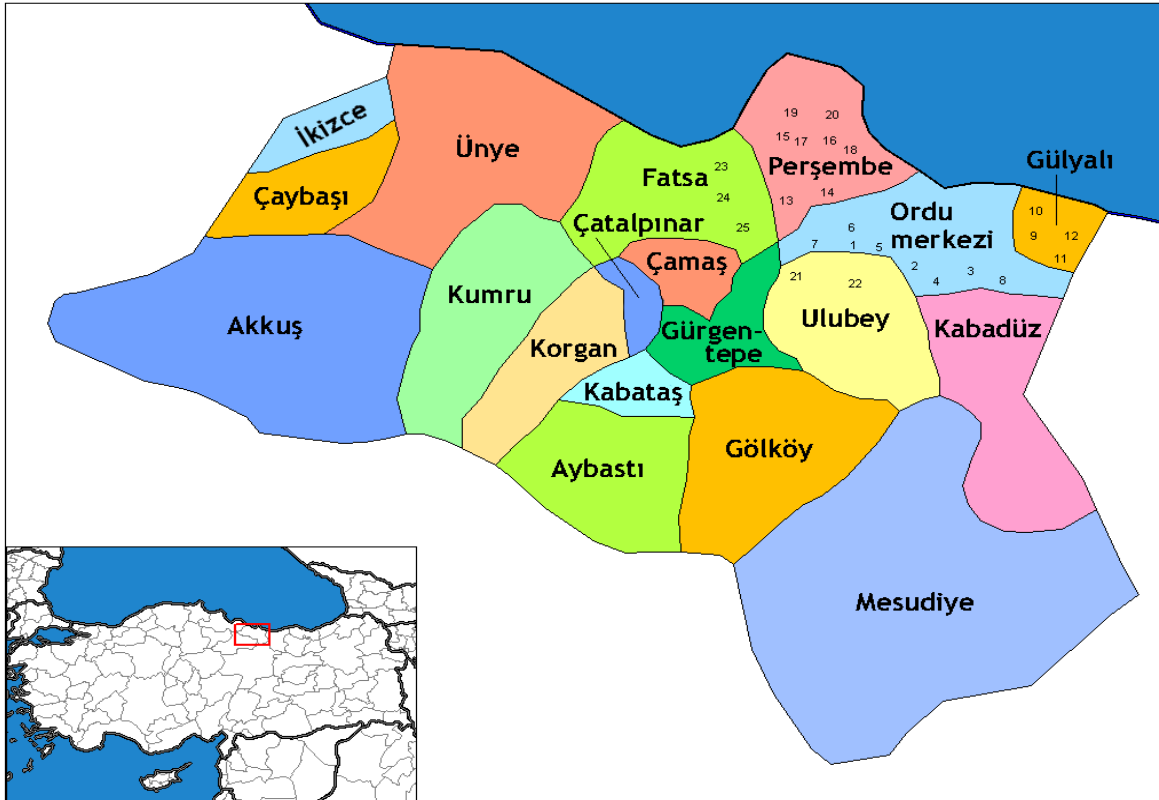
(Hasanuzzaman ve ark., 2018). Bitki hücresindeki çözünabilir asimilatların miktarı patojen gelişimini etkilemektedir. Özellikle obligat parazitlerden olan pas ve küf hastalıkları, hayat döngülerini tamamlayabilmek için bu asimilatları ihtiyaç duyarlar (Krauss, 2001). Bu nedenle potasyum noksanlığı görülen bitkiler her bir zararlı grubuna karşı, yeterli beslenelere göre daha duyarlıdır. Ayrıca yeterli potasyumla beslenme bitkilerin toplam fenol içeriğini artırır. Fenoller lignin ve suberin habercisi olarak görev yapmaları nedeniyle bitki bünyesinde mekanik bariyer oluşturarak, bitkilerin savunma mekanizmasında önemli rol oynamaktadırlar (Hasanuzzaman ve ark., 2018). Topraklarda potasyumun %90-98'i mineral K, %1-10'u yavaş yarıyışlı K ve %1-2'si değişebilir K ve %0.1-0.2'si toprak çözeltisindeki K'dan oluşmaktadır (Moir ve ark., 2013). Bu dört grubun birbirlerine göre önemi toprağın mineralojik bileşimine bağlı olup, bunlar arasındaki ilişkiler ve transformasyonlar çok karmaşıktır. Bitkilerin tüketimi ve yıkanma nedenleri ile potasyumun ortamdaki uzaklaştırılmasının bir sonucu olarak, K formları arasında statik bir denge hiçbir zaman oluşmaz. Birincil minerallerde bulunan K formundan, değişebilir ve yavaş yarıyışlı K formlarına sürekli, fakat çok düşük hızda bir transfer olur. Fazla miktarlarda gübre K uygulamasını da

kapsayan kimi koşullar altında, yavaş yarıyışlı K formuna doğru, K ters yönde bir dönüşüme uğrayabilir. K iyonu negatif yüklü toprak kolloidlerinin yüzeylerinde elektrostatik çekimler ile tutulur. Toprakta bulunan potasyum miktarını toprağın tekstürü, organik madde içeriği, donma-çözünme, ıslanma-kuruma olayları, kireç ve pH gibi birçok özellik etkilemektedir (Srinivasaro ve ark., 2007; Mouhamad ve ark., 2016). Topraklarda potasyum yarıyışlılığı özellikle topraklarda kil miktarı ve kil tipinden etkilenmektedir. Topraklarda K fiksasyonu potasyumlu gübrelerin kullanım etkinliğini önemli ölçüde azaltan bir faktördür. Bu nedenle potasyumlu gübre kullanım etkinliğini arttırabilmek için topraklarda K fiksasyon kapasitesinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Ordu ilinde farklı özelliklere sahip 25 toprağın potasyum fiksasyon kapasitesini belirlemek amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

#### Deneme toprakları

Araştırma, Ordu ili Merkez ilçesi ile Gülyalı, Fatsa, Perşembe, Ulubey ilçelerinden alınan topraklarda gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapılan 25 adet toprak numunesinin ilçelere göre dağılımı ve lokasyonları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Toprak numunelerine ait örnekleme noktaları.

### Toprak analizleri

Araştırmada kullanılan 25 adet toprak örneğinde tekstür (Bouyoucos, 1951), pH (Jackson, 1958), kireç (%) (Çağlar, 1958), organik madde Walkley ve Black (1934) yöntemine göre yapılmıştır. Ayrıca topraklarda kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) tayini, toprağın 1.0 N NH<sub>4</sub>OAc (amonyum asetat) çözeltisi ile yapılan ekstraktına geçen Ca ve Mg konsantrasyonları ICP-AES (Inductively Coupled Plasma, Varian Vista Pro, Austria) cihazında belirlendiği yöntemle ölçülmüştür (Knudsen ve ark., 1982; Thomas, 1982).

### Potasyum ile ilgili analizler

Toprakta amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir yarayırlı potasyum tayini, toprağın 1.0 N NH<sub>4</sub>OAc (amonyum asetat) çözeltisi ile yapılan ekstraktına geçen potasyum (K) konsantrasyonları ICP-AES (Inductively Coupled Plasma, Varian Vista Pro, Austria) cihazında belirlendiği yöntemle ölçülmüştür (Knudsen ve ark., 1982; Thomas, 1982). Depo potasyum, toprakların depo yada yavaş yararlı (rezerv) potasyum içeriği Güzel ve Ortaş (1989)' in geliştirmiş olduğu yöntem ile belirlenmiştir. Potasyum fiksasyon kapasitesi, hava kurusu 2 g toprak örneği alınmış olan yüzey toprağına (<2 mm) değişik düzeylerde eklenen 2 ml K çözeltisiyle 72 saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir (Verma ve Verma, 1970). 0, 50, 100, 200, 400 ve 800 mg K kg<sup>-1</sup> miktarlarında potasyum düzeyleri kullanılmıştır. Inkübasyondan sonra 8 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi eklenerek 5 dk çalkalanmıştır (Hanway ve Heidel, 1952). Potasyum atomik absorpsiyonda okunmuştur. Fikse olan K ise aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. K fiksasyonu= Uygulanmış K– (Örnekte okunan K–Tanik okuma değeri) (Srinivasarao ve ark., 2007).

### Bulgular ve Tartışma

#### Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Bu araştırma 25 toprak örneğine ait pH, kireç, organik madde, tekstür, K, Ca ve Mg miktarları belirlenerek Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırma topraklarının pH içerikleri 4.9-8.0 arasında değişmekte olup ortalama 6.92'dir. Topraklardan 3 ve 20 nolu topraklar orta asit, 1, 4, 8, 12, 14, 15, 17, 18, 21 ve 25 hafif asit, 2, 9, 10, 11, 13, 16 ve 19 nötr, 5, 6, 7, 22, 23 ve 24 ise alkali reaksiyonlu topraklardır. Bu toprakların tekstür içeriklerinin ise 1, 6, 8, 12, 18, 19, 21 ve 22 nolu örneklerde kumlu tın, 2, 4, 7, 9, 11, 16, 17, 20, 24 ve 25 nolu örneklerde killi tın, 3, 13, 14, 15 ve 23 nolu örneklerde kumlu killi tın ve 5 ile 10 nolu örneklerde tın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Toprak örnekleri genelde kireçsiz olup 6 ve 23 nolu örneklerin az kireçli iken diğer toprak örneklerinde ise kireç

belirlenememiştir. Organik madde içerikleri ise %0.7 ile %5.9 arasında değişmekte olup 7 ve 13 numaralı topraklar çok az miktarda organik madde içermekte iken 8, 15, 16, 21 ve 23 numaralı topraklar az, 1, 3, 5, 10, 11, 12, 14, 17, 19 numaralı topraklar orta, 2, 6, 9, 22, 24 numaralı topraklar iyi ve 4, 20, 25 numaralı topraklar ise yüksek oranda organik madde içermektedir (Çizelge 1). Araştırma konusu 25 toprağına ait kalsiyum değerleri, 923-9272 µg/g arasında değişmekte olup 24 numaralı topraklar az oranda Ca içerirken, 1, 3, 6, 12 ve 23 numaralı topraklar yeterli miktarda Ca içerirler, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 ve 25 numaralı topraklar fazla miktarda Ca içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Magnezyum değerleri incelendiğinde ise, 129-1723 µg/g arasında değiştiği tespit edilmiş olup 7 ve 14 numaralı topraklar az, 1, 3, 5, 6, 12, 17, 21, 22, 23, 24 ve 25 numaralı topraklar yeterli, 2, 4, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 18, 19 ve 20 numaralı topraklar fazla, 10 numaralı toprağına ise çok fazla miktarda Mg içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

#### Toprakların potasyum değerleri

Topraklarda depo K, yarayırlı K ve depo K yarayırlı K toplamları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde topraklarda yarayırlı K değerleri en düşük 24 numaralı toprakta 74 µg/g, en yüksek ise 5 numaralı toprakta 1704 µg/g olduğu tespit edilirken diğer yarayırlı K değerleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.

Şekil 2'de toprak örneklerinde depo K, yarayırlı K miktarları (µg/g) verilmiştir. Topraklar yarayırlı K içeriği bakımından değerlendirildiğinde, 3, 23, 24 numaralı topraklar az K içerirken 6, 7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 21 numaralı topraklar yeterli oranda, 1, 2, 4, 9, 12, 13, 16, 20, 22, 25 numaralı topraklar fazla, 5 ve 10 numaralı topraklar ise çok fazla düzeyde K içermektedir (Çizelge 2). Depo K değerleri incelendiğinde, 5.6 µg/g ile en düşük 24 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek depo K değeri 122.6 µg/g ile 7 numaralı toprak örneğinde tespit edilmiştir. Toprak örneklerine ait diğer depo K değerleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir. Depo K yarayırlı K toplamı en düşük yine 24 numaralı toprakta 79.6 µg/g olduğu en yüksek ise 1733.8 µg/g olarak 5 numaralı toprakta tespit edilmiştir (Çizelge 2). Toprak örneklerinin tamamında depo K değerleri yarayırlı K değerlerinden düşük bulunmuştur. Bazı topraklarda değişebilir potasyum miktarının depo potasyum miktarından fazla bulunmuş olması, tabakalar arası negatif yükün doygun olması sonucu, kurak koşullarda profilin aşağısından yüzeye doğru taşınan çözeltinin bileşiminde ki çözünmüş potasyumun bir sonucu oluşabileceği şeklinde açıklanmıştır (Güzel ve ark., 1991). Bu durumun tersi olarak yürütülen

çalışmanın bir sonucu olarak, Karadeniz bölgesi gibi aşırı yağış alan ve düşük pH değerlerine sahip asit topraklarda potasyum çözünürlüğü artış göstererek yarıyıllı potasyum miktarı depo potasyum miktarından daha yüksek çıkmış olabilir. Ancak potasyumun bitkiler tarafından tüketilmesi ve aşırı yağışın etkisiyle yıkanmaya maruz kalarak toprak profilinden uzaklaşması nedeniyle topraklarda sürekli olarak potasyum içeriği azalmaktadır. Asit koşullarda potasyum formları arasında statik bir dengenin hiçbir zaman oluşamayacağı ve topraklarda birincil minerallerde bulunan potasyum formundan, değişebilir ve yavaş yarıyıllı potasyum formlarına sürekli fakat çok düşük hızda bir transfer olacağı ve bununla toprak çözeltisinde azalan

potasyumu dengelemeyeceği gözükmektedir. Bu veriler incelendiğinde depo K değerlerinin yarıyıllı K değerlerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir, bu nedenle bitkilerin absorpsiyonu, yıkanma ve diğer nedenlerle meydana gelen değişebilir K miktarındaki azalmanın depo K tarafından desteklenemeyeceği ve yetersiz kalacağını göstermektedir. Araştırma sonuçlarına benzer şekilde, Geyik ve Yılmaz, (2000) topraklarda depo K değerlerini yarıyıllı K değerlerinden düşük bularak, topraklarda azalan potasyumun adsorbe olan kısımdan desteklenemeyeceği ve bu nedenle de potasyumlu gübrelerin mutlaka uygulanması gerektiği bildirilmiştir.

**Çizelge 1.** Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Lokasyon	pH (1:2.5)	Kireç (%)	O.M (%)	Tekstür			Tekstür	Ca	Mg
				Kum	Kil	Silt		(µg/g)	
1	6.5	0.0	2.8	70	16	14	SL	2416	333
2	6.7	0.0	4.0	34	33	33	CL	3630	506
3	4.9	0.0	2.2	52	23	25	SCL	1747	221
4	5.6	0.5	5.0	42	25	33	CL	3810	859
5	7.8	2.0	2.2	43	33	24	L	3581	328
6	7.8	3.1	3.4	65	20	15	SL	2094	265
7	8.0	0.5	0.9	37	35	28	CL	7873	141
8	6.5	0.0	1.3	81	8	11	SL	4046	706
9	7.0	0.0	3.1	43	23	34	CL	6319	801
10	6.6	0.0	2.8	41	36	23	L	3530	1723
11	6.7	0.0	2.8	40	25	35	CL	4233	621
12	6.4	0.0	2.7	64	19	17	SL	2852	212
13	6.6	0.0	0.7	47	22	31	SCL	3918	870
14	6.2	0.0	2.7	55	24	21	SCL	9272	129
15	6.3	0.0	1.3	49	27	24	SCL	4066	712
16	6.9	0.2	2.0	39	22	39	CL	5842	852
17	6.3	0.0	2.4	27	29	44	CL	4068	457
18	6.5	0.0	0.7	80	8	12	SL	5304	651
19	6.7	0.0	2.8	79	10	11	SL	5875	484
20	4.9	0.0	4.2	38	34	28	CL	5889	997
21	5.6	0.5	1.4	65	18	17	SL	5936	202
22	7.8	2.0	3.4	65	14	21	SL	5965	227
23	7.8	3.1	1.9	52	20	28	SCL	1904	231
24	8.0	0.5	3.7	35	33	32	CL	923	161
25	6.5	0.0	5.9	43	23	34	CL	4960	340

### **Potasyum fiksasyonu**

Toprak numunelerine 6 farklı konsantrasyonda potasyum (0, 50, 100, 200, 400 ve 800 mg K kg<sup>-1</sup>) uygulanarak belirlenen potasyum fiksasyon kapasiteleri ise Çizelge 3'de verilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde, deneme topraklarının fiksasyon kapasitelerinin farklı olduğu ve uygulanan doz ile birlikte topraklarda fikse olan potasyumun oranının arttığı görülmektedir. Topraklara fiksasyon kapasiteleri, 31.2-773.8 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 3). Araştırma sonuçlarına göre uygulanan

konsantrasyonlara bakılmaksızın toprakların potasyum fiksasyon oranı %52.0-99.8 arasında değişiklik göstermektedir. Araştırmaya konu olan toprak örneklerinin fiksasyon oranları incelendiğinde toprakların fiksasyon oranlarının ortalama %78.5 olduğu görülmektedir. Toprakların fiksasyon oranları değerlendirildiğinde ise 50 mg K kg<sup>-1</sup> uygulamasında en düşük %62.3 ile 12 numaralı örnekte ve en yüksek ise %99.7 ile 7 numaralı toprak örneğinde elde edilmiştir. Topraklara 100 mg K kg<sup>-1</sup> uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %65.7 ile 13 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek

değer ise %99.8 ile 7 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Topraklara 200 mg K kg<sup>-1</sup> uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %52.0 ile 19 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %89.6 ile 15 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Topraklara 400 mg K kg<sup>-1</sup> uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %57.7 ile 19 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %89 ile 2 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Topraklara 800 mg K kg<sup>-1</sup> uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %66.5 ile 24 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %96.7 ile 6 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Konuyla ilgili olarak yürütülen çalışmalarda da farklı topraklara Li ve ark., (2018) uygulanan potasyumun %18.5-67.2, Auge ve ark., (2018) %29.5-68.9 arasında değişen oranlarda fikse olduğunu

belirtirken toprakların potasyum fiksasyon kapasitelerinin artan potasyum uygulamaları ile artarken yüksek potasyum konsantrasyonlarında azaldığını ifade etmişlerdir. Kassa ve ark., (2019) yaptıkları araştırma sonuçlarına göre, başlangıç konsantrasyonu olan 25 mg L<sup>-1</sup> koşullarda adsorbe edilen potasyumun 201.84 ila 287.52 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve en yüksek ilave çözelti konsantrasyonu olan 125 mg L<sup>-1</sup> uygulamasında ise adsorbe edilen miktarın 1260.36 ile 1371 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, toprakların potasyum fiksasyon oranlarını düşük uygulama olan 25 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonunda %95.8, artan potasyum konsantrasyonunda ise %91.4 olduğunu ve potasyum adsorpsiyonunun toprak özelliklerine bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 2.** Topraklarda depo K, yarıyıllı K ve depo K + yarıyıllı K toplamları

	Depo K (µg/g)	Yarıyıllı K (µg/g)	Depo K + Yarıyıllı K (µg/g)
1	35.4	425	460.4
2	54.4	913	967.4
3	15.9	134	149.9
4	28.6	429	457.6
5	29.8	1704	1733.8
6	42.3	216	258.3
7	122.6	254	376.6
8	18.8	366	384.8
9	68.4	840	908.4
10	104.8	1338	1442.8
11	15.3	241	256.3
12	19.9	565	584.9
13	26.4	500	526.4
14	36.1	321	357.4
15	43.4	301	344.4
16	33.4	377	410.4
17	20.2	252	272.2
18	12.7	295	307.7
19	32.4	355	387.4
20	30.9	548	578.9
21	25.7	365	390.7
22	41.9	585	626.9
23	19.9	102	121.9
24	5.6	74	79.6
25	46.5	579	625.5

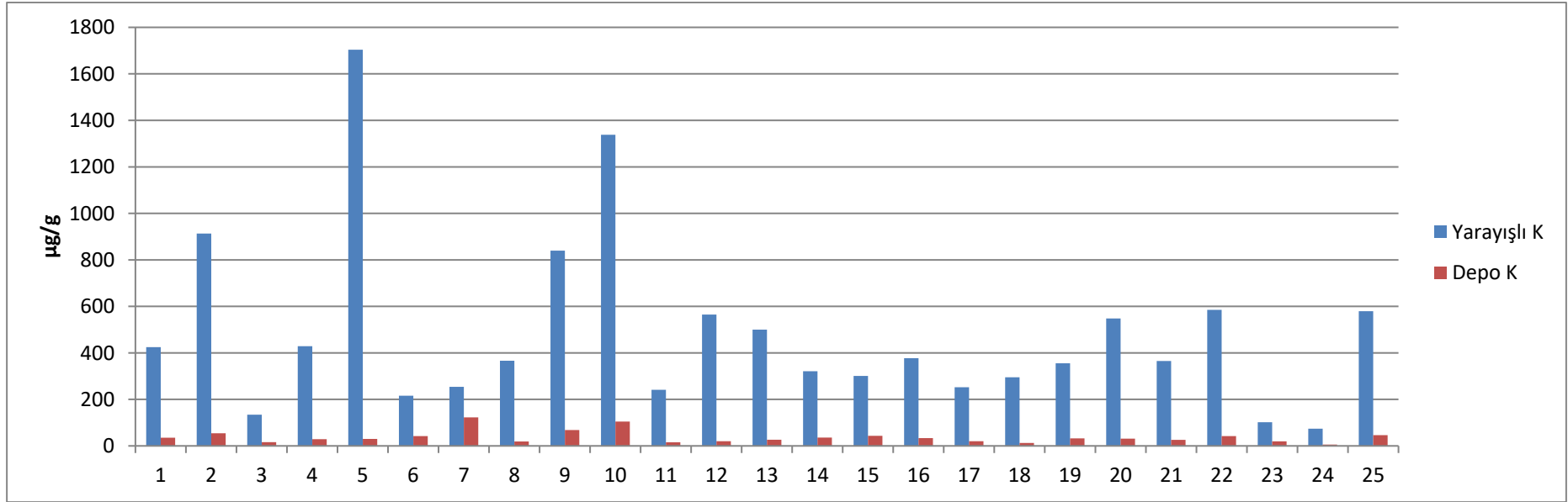
**Çizelge 3.** Farklı potasyum konsantrasyonlarında ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), topraklara ait fiksasyon kapasiteleri ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ve fiksasyon oranları (%)

Toprak numarası	50		100		200		400		800	
	Fiksasyon kapasitesi	Fiksasyon oranı	Fiksasyon kapasitesi	Fiksasyon oranı	Fiksasyon kapasitesi	Fiksasyon oranı	Fiksasyon kapasitesi	Fiksasyon oranı	Fiksasyon kapasitesi	Fiksasyon oranı
1	33.9	67.7	73.0	73.0	151.6	75.8	283.0	70.7	564.2	70.5
2	32.1	64.2	72.3	72.3	171.4	85.7	356.0	89.0	690.7	86.3
3	40.6	81.2	76.6	76.6	156.6	78.3	300.4	75.1	582.9	72.9
4	32.5	65.0	75.4	75.4	152.0	76.0	300.9	75.2	603.5	75.4
5	44.8	89.5	83.7	83.7	166.1	83.0	335.0	83.8	638.1	79.8
6	40.6	81.1	70.7	70.7	164.1	82.0	311.1	77.8	773.8	96.7
7	49.8	99.7	99.8	99.8	166.1	83.1	327.7	81.9	595.0	74.4
8	36.3	72.5	68.2	68.2	146.0	73.0	302.5	75.6	553.8	69.2
9	49.0	98.0	80.8	80.8	165.9	82.9	318.4	79.6	697.2	87.2
10	43.8	87.6	77.0	77.0	166.7	83.3	336.4	84.1	700.9	87.6
11	43.4	86.7	80.5	80.5	164.8	82.4	326.4	81.6	642.8	80.3
12	31.2	62.3	70.6	70.6	145.0	72.5	286.0	71.5	567.4	70.9
13	33.4	66.8	65.7	65.7	152.8	76.4	310.7	77.7	642.3	80.3
14	42.5	85.0	89.6	89.6	175.5	87.8	336.9	84.2	651.2	81.4
15	34.6	69.2	84.1	84.1	179.3	89.6	322.8	80.7	654.6	81.8
16	45.1	90.2	74.4	74.4	162.4	81.2	284.4	71.1	642.6	80.3
17	36.3	72.5	82.7	82.7	157.1	78.6	331.6	82.9	672.5	84.1
18	38.3	76.5	87.4	87.4	169.5	84.8	303.4	75.9	636.7	79.6
19	33.1	66.1	77.4	77.4	104.0	52.0	230.9	57.7	546.3	68.3
20	31.6	63.1	75.4	75.4	162.1	81.1	321.0	80.2	635.0	79.4
21	46.7	93.3	83.8	83.8	169.2	84.6	328.4	82.1	653.2	81.7
22	31.9	63.8	85.2	85.2	170.2	85.1	326.7	81.7	617.0	77.1
23	43.8	87.5	83.7	83.7	172.9	86.5	341.2	85.3	690.9	86.4
24	35.9	71.8	72.5	72.5	140.6	70.3	272.4	68.1	531.7	66.5
25	40.7	81.3	73.1	73.1	153.3	76.7	289.1	72.3	578.0	72.2

**Çizelge 4.** Toprakların pH, kireç, organik madde, kum, kil, silt, Ca ve Mg içerikleri ve depo K, yarıyıllı K, toplam K (depo K+yarıyıllı K), arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	pH	Kireç	OM	Kum	Kil	Silt	Ca	Mg	Depo K	Yarıyıllı K	Toplam K	Fiksasyon kapasitesi
<b>Kireç</b>	0,596**											
<b>OM</b>	-0,112	0,022										
<b>Kum</b>	-0,038	0,107	-0,307									
<b>Kil</b>	0,056	-0,052	0,252	-0,885**								
<b>Silt</b>	0,015	-0,135	0,297	-0,909**	0,611**							
<b>Ca</b>	-0,097	-0,281	-0,116	0,029	-0,051	-0,004						
<b>Mg</b>	-0,286	-0,349	0,022	-0,205	0,207	0,162	0,020					
<b>Depo K</b>	0,259	-0,045	-0,001	-0,274	0,440*	0,073	0,385	0,292				
<b>Yarıyıllı K</b>	0,113	0,024	0,158	-0,200	0,361	0,016	0,045	0,404*	0,372			
<b>Toplam K</b>	0,128	0,020	0,153	-0,213	0,382	0,021	0,070	0,413*	0,431*	0,998**		
<b>Fiksasyon kapasitesi</b>	0,138	0,385	-0,146	-0,334	0,357	0,249	0,161	0,167	0,340	0,246	0,263	
<b>Fiksasyon oranı</b>	0,213	0,315	-0,275	-0,324	0,356	0,233	0,345	0,005	0,442*	0,187	0,213	0,884**

\* ve \*\* sırasıyla  $p > 0.05$  ve  $p > 0.01$  düzeyinde önemlidir.

**Şekil 2.** Toprak örneklerinde depo K, yarıyıllı K miktarları.

### **Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler**

Toprakların pH, kireç, organik madde, kum, kil, silt, Ca ve Mg içerikleri ve depo K, yarıyıllı K, toplam K (depo K+yarıyıllı K), fiksasyon kapasitesi ve fiksasyon oranları arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde  $r = 0.596^{**}$  ile toprak pH’sı ve kireç içeriği arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir (Çizelge 4). Toprakların kireç içeriğinin artmasıyla toprak pH’sının yükseldiği genel olarak kabul edilen bir bilimsel gerçektir. Veriler kum, kil ve silt açısından değerlendirildiğinde,  $r=-0.885^{**}$  ile topraklarda kil içeriği ve kum arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Silt ile kum ( $r=-0.909^{**}$ ) arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenirken silt ile kil ( $r=0.611^{**}$ ) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu korelasyon verileri değerlendirildiğinde kum, kil ve silt fraksiyonlarının oransal dağılımının toprak tekstürünü ifade etmesi nedeniyle bu parametreler arasında ilişki olması beklenmektedir. Topraklar incelenen potasyum formları açısından incelendiğinde  $r=0.440^*$  depo K ile kil arasında pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir (Çizelge 4). Konuyla ilgili olarak da kil içeriği arttıkça potasyumun değişebilir durumda topraklar tarafından fikse edilebileceği ancak bu değişimin oldukça yavaş bir şekilde olabileceği yönünde bulgular vardır (Sattar ve ark., 2018). Yarıyıllı K ve Mg arasında  $r=0.404^*$  ile pozitif bir ilişki olduğu ve benzer şekilde Toplam K ile Mg arasında  $r=0.413^*$  pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Toplam K ile depo K ( $r=0.431^*$ ) ve yarıyıllı K ( $r=0.998^{**}$ ) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Toplam potasyumun belirlenmesinde depo ve yarıyıllı potasyum miktarı esas olduğundan aralarında pozitif bir ilişki bulunması beklenmektedir. Topraklarda potasyum fiksasyon oranı incelendiğinde, fiksasyon oranı ile depo K ( $r=0.442^*$ ) ve fiksasyon kapasitesi ( $r=0.884^{**}$ ) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprakların potasyum fiksasyon oranı arttıkça depo K ve fiksasyon kapasitesi de artmaktadır. Konuyla ilgili olarak yürütülen çalışmalarda da potasyum fiksasyonu ile Ca, Mg, pH ve toprakların kil içeriği arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir (Auge ve ark., 2018). Artan fiksasyon potasyumun bitkiler açısından yarıyıllı hale geçtiğini göstermektedir. Bitkilerin gelişme dönemi boyunca, değişebilir potasyum konsantrasyonunun azalması sonucu yavaş yararlı potasyum formunun değişebilir forma dönüştüğü ve bitkilerce absorbe edildiği belirtilmiştir (Güzel ve ark., 2002). Depo ve yavaş yararlı potasyumun miktarı toprağın potasyum salma gücü ile bitkilere potasyum sağlama gücü olarak genellikle eş anlamda kullanılmaktadır. Değişebilir potasyum toprak çözeltisindeki azalan potasyumu hızlıca

dengeleyebilirken, yavaş yararlı veya fikse olmuş potasyum ile değişebilir potasyum veya çözelti potasyumu konsantrasyonları arasında dengeye ulaşma süresi oldukça uzun sürmektedir. Mineral potasyum formunun diğer formlardan herhangi birine dönüşümünün çoğu toprak koşullarında çok yavaş olmasından dolayı yavaş yararlı veya fikse olmuş potasyum formunun bir gelişme mevsimi sırasında bitkilere yararsız olduğu bilinmektedir (Geyik ve Yılmaz, 2000). Bu nedenle toprakların fiksasyon oranı arttıkça depo potasyumun artması beklenmektedir. Ancak depo potasyum ve toprak çözeltisi arasındaki dengeye gelme hızının oldukça düşük olması ve yavaş salınım nedeniyle topraklarda potasyum fiksasyonu artacak ve bir bitki gelişme döneminde fikse olan potasyumun yarıyıllı potasyum miktarı üzerine bitki gelişimini etkileyecek düzeyde bir katkısı olmayacağından dolayı da potasyumlu gübreleme kaçınılmaz olacaktır.

### **Sonuç ve Öneriler**

Ordu ilinde farklı özelliklere sahip 25 toprağın potasyum fiksasyon kapasitesini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma sonuçlarına göre toprakların fiksasyon kapasiteleri uygulanan potasyum konsantrasyonlarına bakılmaksızın 31.2-773.8 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir. Fiksasyon oranları açısından ise uygulanan potasyum konsantrasyonlarına bakılmaksızın %52.0-99.8 arasında değişiklik gösterirken toprakların fiksasyon oranlarının ortalama %78.5 olduğu görülmektedir. Bu oran toprakların fiksasyon güçlerinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Topraklarda fiksasyon oranı açısından durumu değerlendirmek üzere yapılan korelasyon analizleri de fiksasyon oranı ile depo K ( $r=0.442^*$ ) ve fiksasyon kapasitesi ( $r=0.884^{**}$ ) arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Toprakların potasyum fiksasyon oranı arttıkça depo K ve fiksasyon kapasitesi de artmaktadır. Yürütülen çalışmada depo potasyum içeriklerinin yarıyıllı potasyum içeriğinden düşük düzeyde olması toprakların yavaş yararlı potasyum içeriği açısından yetersiz olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Toprakların yarıyıllı potasyum içerikleri açısından değerlendirildiğinde yavaş yarıyıllı potasyum miktarının düşük olması gelecekte potasyum eksikliğinin görüleceğinin bir işareti olarak görülmektedir.

Sonuç olarak, incelenen toprakların yüksek potasyum fiksasyon güçleri ve düşük depo K yani yavaş yarıyıllı potasyum içerikleri nedeniyle bu bölgede tarım yapılan alanlarda uygulanan potasyumlu gübrelerin verime yansımaları bakımından büyük bir hassasiyetle yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Karadeniz bölgesi gibi aşırı yağış alan ve asit karakterli bölge



topraklarında düşük miktarda bulunan yavaş yararlı potasyumunun ne kadar süre ile yarayışlı potasyumu destekleyeceği bilinmemektedir. Bu nedenle bölge toprakların potasyum içeriklerinin sürekli izlenmesi verimli bir tarımsal üretim açısından gereklidir.

<sup>a</sup>Bu makale Menekşenur KARAOLUK ESENÇAYI'nın Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır.

#### Kaynaklar

- Auge, K.D., Assefa, T.M., Woldeyohannes, W.H., Asfaw, B.T. 2018. Potassium adsorption characteristics of five different textured soils under enset (*Ensete ventricosom* Cheesman) farming systems of Sidama zone, South Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 9(1): 1-12.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy Journal*, 43(9): 434-438.
- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak bilgisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 10, s.28.
- Geyik, G., Yılmaz, K. 2000. The content of available and slowly available potassium on Kahramanmaraş plain. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(6): 655-662.
- Güzel, N., Ortaş, İ. 1989. Harran ovası topraklarının temel özelliklerinin araştırılması. Rapor, Adana.
- Güzel, N., Ibrikçi, H., Ortaş, İ. 1991. Güneydoğu Anadolu'da Urfa (Ceylanpınar), Adıyaman ve Gaziantep ovalarındaki toprak serilerinin potasyum ve yararlı mikro element durumları. Toprak İlimi Derneği XII. Bilimsel Kongresi. Şanlıurfa, Türkiye.
- Güzel, N., Gülüt, K. Y., ve Büyük, G. 2002. Toprak verimliliği ve gübreler. Bitki besin elementleri yönetimine giriş. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın, 246 s.
- Hanway, J.J., Heidel, H. 1952. Soil analysis methods as used in Iowa State College Soil Testing Laboratory. *Iowa Agriculture*, 27: 1-13.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M.H.M.B., Nahar, K., Hossain, M., Mahmud, J., Hossen, M. Fujita, M. 2018. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8(3): 31.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis prentice hall. Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Kassa, M., Haile, W., Kebede, F. 2019. Evaluation of adsorption isotherm models for potassium adsorption under different soil types in Wolaita of Southern Ethiopia. *Communications in soil science and plant analysis*, 50(4): 388-401.
- Knudsen, D., Peterson, G.A., Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2), pp. 225-246.
- Krauss, A. 2001. Potassium and abiotic stress. In: International potash institute (ed) potassium in Argentina's agricultural systems. Buenos Aires, pp. 1-6.
- Li, N., Guo, C., Wang, Y., Gao, T., Yang, J., Han, X. 2018. Effects of long-term fertilization on potassium fixation capacity in brown soil. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 108(3): 032-036, IOP Publishing.
- Moir, J., Seidel, M., Kayser, M. 2013. Potassium dynamics of four grassland soils contrasting in soil K management history. *Grassland Science*, 59(1): 1-10.
- Mouhamad, R., Atiyah, A., Iqbal, M. 2016. Behavior of potassium in soil: a mini review. *Chemistry International*, 2(1): 58-69.
- Portela, E., Monteiro, F., Fonseca, M., Abreu, M.M. 2019. Effect of soil mineralogy on potassium fixation in soils developed on different parent material. *Geoderma*, 343: 226-234.
- Sattar, A., Naveed, M., Ali, M., Zahir, Z.A., Nadeem, S.M., Yaseen, M., Meena, H.N. 2018. Perspectives of potassium solubilizing microbes in sustainable food production system: A Review. *Applied Soil Ecology*.
- Srinivasarao, C., Singh, R.N., Ganeshamurthy, A.N., Singh, G., Ali, M. 2007. Fixation and recovery of added phosphorus and potassium in different soil types of pulse-growing regions of India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(3-4): 449-460.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2), pp. 159-165.
- Verma, O.P., Verma, G.P. 1970. Potassium fixation in soils of Madhya Pradesh. Bulletin. *Indian Society of Soil Science*, 8: 71-74.
- Walkley, A., Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.