

DOĞU ANADOLUNUN DEĞİŞİK YERLERİNDEN  
ALINAN TOPRAK ÖRNEKLERİNİN BİTKİYE  
POTASYUM SAĞLAMA DURUMLARI  
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

AS. YILDIRIM SEZEN

DOKTORA TEZİ  
ERZURUM 1974  
HER HAKLI SAKLIDIR.

Baskı Tarihi: 28/11/1975

As.  
Yıldırım Sezen

DOĞU ANADOLUNUN DEĞİŞİK YERLERİNDEN ALINAN TOPRAK  
ÖRNEKLERİNİN BİTKİYE POTASYUM SAĞLAMA DURUMLARI  
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

As. Yıldırım SEZEN  
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Toprak İlmî Bölümü

Atatürk Üniversitesi  
Kütüphanesi  
No: 37416

ERZURUM, 1974

## CETVELLER LİSTESİ

## ŞEKİLLER LİSTESİ

1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ.....	4
2.1. Genel Olarak Topraklardaki Potasyum Durumları.....	4
2.2. Topraklardaki Potasyum Formları ve Parmlar Arasındaki İlişkiler.....	6
4.3. Topraklardaki Potasyum Elverişliliğine Etkili Bazı Faktörler.....	7
2.3.1. Toprağın Tekstürel Yapısının Etkisi.....	7
2.3.2. Organik Maddenin Etkisi.....	8
2.3.3. Donma ve Çözünme, Islanma ve Kurumanın Etkisi.....	9
2.3.4. Toprakların Kireç, pH ve Diğer Bazı Özellik- lerinin Etkisi.....	10
2.4. Topraktaki Potasyum Formları ile Bitkinin Kaldır- dığı Potasyum Miktarı Arasındaki İlişkiler.....	11
2.4.1. Değişebilir Potasyumla Bitkinin Kaldırdığı Potasyum Miktarları Arasındaki İlişkiler....	11
2.4.2. Değişemeyen Potasyumla, Bitkinin Kaldırdığı Potasyum Miktarları Arasındaki İlişkiler....	13
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1. Toprak Örneklerinin Alındığı Doğu Bölgesinin Özellikleri.....	16
3.1.1. Jeoloji Yapısı .....	16
3.1.2. İklim .....	16
3.2. Toprak Örnekleri .....	17
3.3. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi .....	17
3.3.1. Toprak Örneklerinin Denemeye Hazırlanması... ..	17
3.3.2. Denemenin Yürütülmesi .....	19
3.4. Toprak ve Bitki Analizleri .....	20
3.4.1. Toprak Analizleri .....	20
3.4.1.1. pH .....	20
3.4.1.2. Kireç .....	20
3.4.1.3. Organik Madde .....	20
3.4.1.4. Mekanik Analiz .....	21
3.4.1.5. Katyon Değişim Kapasitesi .....	21
3.4.1.6. Değişebilir Katyonlar(Na, K, Ca, Mg)..	21

3.4.1.7.	Suda Eriyebilir Potasyum .....	21
3.4.1.8.	Nitrik Asitle Serbest Hale Geçen K.	21
3.4.1.9.	Toplam Potasyum .....	22
3.4.1.10.	Potasyum Fiksasyonu .....	22
3.4.2.	Bitki Analizleri .....	23
3.4.2.1.	Potasyum Tayini .....	23
3.4.2.2.	Kalsiyum ve Magnezyum Tayini .....	23
3.5.	İstatistikî Analizler .....	23
3.6.	Analiz Sonuçları .....	23
3.6.1.	Toprak Örneklerine Ait Analiz Sonuçları.....	23
3.6.2.	Hasat Edilen Bitki Miktarlarıyla Bitkiler- deki K, Ca ve Mg Durumları .....	26
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1.	Toprak Örneklerinin Potasyum Durumları .....	29
4.1.1.	Topraklardaki Toplam Potasyumun Dağılışı....	29
4.1.2.	Topraklardaki Potasyum Formlarının Durumu...	30
4.1.3.	Toprakların Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler.....	34
4.1.3.1.	Toprakların Toplam Potasyumları ile Bazı Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler.....	34
4.1.3.2.	Toprakların Toplam Elverişsiz Potasyumları ile Bazı Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler.....	35
4.1.3.3.	Normal Nitrik Asitli Ekstrakte Edilen Potasyum ve Nitrik Asitle Serbest Hale Geçen Potasyumun De- ğişebilir Potasyumla İlişkisi.....	36
4.2.	Potasyum Formlarıyla Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler .....	37
4.2.1.	Organik Madde .....	37
4.2.2.	Kireç .....	39
4.2.3.	Tekstür .....	39
4.2.4.	Katyon Değişim Kapasitesi .....	40
4.3.	Bitkilerin Aldıkları Potasyum Miktarları ile Top- rakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler .....	40
4.3.1.	Toprak Reaksiyonu .....	41
4.3.2.	Organik Madde .....	42

	<u>Sayfa No.</u>
4.3.3. Kireç .....	43
4.3.4. Tekstür .....	44
4.3.5. Katyon Değişim Kapasitesi .....	45
4.4. Bitkilerin Topraktan Kaldırdıkları Potasyum Miktarları ile Toprağın Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler .....	46
4.4.1. Bitkilerin Toprağın Değişebilir ve Değişemeyen Formlarında Meydana Getirdiği Değişiklikler .....	47
4.4.2. Bitkilerin Yüzde Potasyum Miktarları ile Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler.....	49
4.4.3. Bitkilerdeki Potasyum Miktarları ile Bitkilere Teorik Olarak Faydalı Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler .....	51
4.4.3.1. Bitkilerdeki Potasyum Miktarları ile Değişebilir Potasyum Formu Arasındaki İlişki .....	53
4.4.3.2. Bitkilerdeki Potasyum Miktarları ile Değişemeyen Formdan Serbest Hale Geçen Potasyum Arasındaki İlişkiler.	55
5. ÖZET .....	58
RESUME .....	62
LİTERATÜR LİSTESİ .....	64
EKLER .....	

CETVELLER LİSTESİ

<u>Cetvel No.</u>		<u>Sayfa No.</u>
1	Toprak örneği alınan bölgeye ait bazı meteorolojik değerler .....	17
2	Toprak Örneklerinin Alındığı yerler .....	18
3	Orijinal ve modifiye edilmiş Hoagland besin solusyonu .....	19
4	Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları .....	24
5	Deneme topraklarında yetişen yulaf miktarları ve analiz sonuçları .....	27
6	Toplam potasyum yüzdelerine göre toprak örneklerinin dağılışı .....	29
7	Toprakların toplam potasyumlarına teşkil eden potasyum formları .....	31
8	Toplam potasyumun yüzdesi olarak çeşitli potasyum formları .....	33
9	Toprakların potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler .....	34
10	Toprakların potasyum formları ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki istatistikî ilişkiler .....	38
11	Bitkilerin aldıkları potasyum miktarları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki istatistikî ilişkiler .....	41
12	Toprak örneklerinin deneme başında ve deneme sonundaki değişebilir potasyum miktarları ile bitkilerin topraktan kaldırdıkları toplam potasyum ve bununun değişebilir ve serbest hale geçen formlardan gelen miktarları .....	48
13	Bitkilerdeki yüzde potasyum miktarları ile potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler.....	49
14	Bitkilerin kaldırdıkları potasyumla, potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler.....	52

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No.

Sayfa No.

1	Toplam potasyumla serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki .....	35
2	Normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyumla değişebilir potasyum arasındaki ilişki .....	37
3	Bitkilerin kaldığı potasyumla organik madde arasındaki ilişki .....	42
4	Bitkinin kaldırdığı potasyumla toprakların kireç miktarı arasındaki ilişki .....	43
5	Bitkinin kaldırdığı potasyum miktarı ile kil miktarı arasındaki ilişki .....	44
6	Bitkinin kaldırdığı potasyumla katyon değişim kapasitesi arasındaki ilişki .....	46
7	Bitkideki yüzde potasyum miktarı ile değişebilir potasyum arasındaki ilişki .....	50
8	Bitkideki yüzde potasyumla, değişemeyen formdan serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki.....	51
9	Bitkinin kaldırdığı potasyumla değişebilir potasyum arasındaki ilişki .....	53
10	Deneme başında ve deneme sonundaki değişebilir potasyum formları arasındaki ilişki .....	54
11	Bitkinin kaldırdığı potasyumla, değişemeyen formdan serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki .....	55

## 1. GİRİŞ

İnsan hayatını doğrudan doğruya veya dolaylı olarak ilgilendiren, ülke ekonomisinde önemli bir yeri olan tarımsal ürünlerin, en yüksek düzeye çıkartılmasında önemli etkenlerden biri de şüphesiz topraktaki bitki besin elementlerinin durumudur. Mahsul verimi genellikle, bitkilerin en fazla ihtiyaç duydukları azot, fosfor ve potasyum gibi bitki besin elementleri ile sınırlanmaktadır. Bitkiler diğer besin elementlerini bazı özel durumlar dışında, beslenme ortamından sağlayabilmektedirler.

Potasyum, bitkilerin en fazla ihtiyaç duydukları bitki besin elementlerinden birisidir. Bitkilerin büyüme, çoğalma ve mahsulün kalite üstünlüğü için gereklidir. Bitkilerin potasyuma olan ihtiyaçları yakın zamana kadar iyi değerlendirilememiştir. Bu durum, birçok topraklardaki bitki için faydalı olan potasyumun, bitkilere yıllarca yetebilecek miktarda bulunmasından veya topraklardaki potasyum optimum mahsul için yeterli olmasa bile, mahsul üzerindeki etkisinin azot ve fosfordan beklenen kadar belirli olmamasından ileri gelmektedir.

Toprakların bitkiye elverişli potasyum rezervlerini tahmin için değişik metotlar uygulanmaktadır. Bunlar içerisinde kısa sürede sonuç alınan ve daha ucuz olan laboratuvar metotları diğerlerine tercih edilmektedir. Laboratuvar metotlarında toprak örnekleri devamlı ekstrakte edilmekte, bitki yetiştirilerek toprak kısa sürede sömür-tülmekte veya katyon değişim rezinleriyle temasa getirilmektedir.

Toprakların bitkiye potasyum sağlama güçleri, üzerinde büyüyen bitkilere elverişli ve orta derecede elverişli formlardan sağladığı potasyum olarak tarif edilmektedir. Bununla ilgili olarak toprağın ölçülebilen potasyum özellikleri, bitkilerin potasyum ihtiyaçlarını, potasyumlu gübrelere karşı göstereceği reaksiyonu tayin etmede yardımcı olmakta ve verilecek gübre miktarlarının da tesbitinde faydalı olmaktadır.

Toprak potasyumunun bitkiler tarafından ve çeşitli erozif etkilerle topraktan uzaklaşarak kaybolması, toprağın potasyum dengesini bozarak, toprak potasyumuna dinamik bir karakter kazandırmaktadır. Bozulan denge, toprağın diğer potasyum formlarından açığa çıkan potasyumla veya toprakta bulunan potasyum taşıyan minerallerin ayrışması sonucunda serbest hale geçen potasyumla sağlanmaktadır. Toprağın potasyum dengesine toprağın tipi, iklim ve bitkilerin potasyum sömürme güçleri gibi birçok faktörler etki etmektedirler.

Toprak potasyumu, toprakta değişik formlarda bulunmaktadır. Teorik olarak bitkiler/<sup>için</sup> faydalılık sırasına göre "bitkilerin kolaylıkla faydalandıkları potasyum, bitkilerin güçlükle faydalandıkları potasyum ve bitkiler için nisbi olarak faydasız potasyum" şeklinde sınıflandırılmaktadır. Toprağa gübre olarak ilave edilen potasyum da toprağın çeşitli özelliklerine bağlı olarak bu formlara dönüşmektedir. Bitkiler öncelikle, suda eriyebilir ve değişebilir formda bulunan potasyum kaynaklarından faydalanmaktadırlar. Ancak bu kaynaklar bitkinin ihtiyacını karşılayamazlarsa, bitki diğer potasyum formlarından faydalanma yoluna gitmektedir.

Topraklara gübre ilavesinde, toprağın potasyum formları arasındaki ilişkilerin bir ölçü olarak kullanılabileceği üzerinde durulmaktadır. Bazı araştırmacılara göre eğer topraktaki değişebilen potasyum/<sup>un</sup> uzaklaşma hızı, değişemiyen formdaki potasyumun yenilenme hızından fazla ise toprağın değişebilir potasyum durumu ne olursa olsun bitkilerin büyümesi için gerekli potasyumun gübre ile karşılanması gerekmektedir. Aynı şekilde toprağın başlangıçtaki elverişli potasyum seviyesi düşükse, değişemiyen potasyumun değişebilen forma geçmesinin yavaş olduğu düşünülebilir ve bu durumda toprağa potasyumlu gübrenin verilmesi gereklidir. Değişebilir ve değişemiyen potasyumun kaynağı orta derecede ise, bu durumda da toprağın gübrelenmesi gerekmektedir.

Bazı mevzii yerler dışında, Türkiye topraklarındaki potasyumun, mahsullerin ihtiyacını karşılayacak miktarda bulunduğu kabul ediliyorsa da, devamlı olarak rezervinden potasyum kaybeden toprakların ne zamana kadar bu durumu<sup>nu</sup> koruyacağı bilinmemektedir. Uygulaması gün geçtikçe artan entansif ziraat, azotlu ve fosforlu gübre tatabikatını artırdığından, bunlara bağlı olarak potasyumlu gübrelerde ihtiyaç artmaktadır.

Bu araştırma ile Doğu Anadolunun değişik yerlerinden alınan toprak örneklerinin potasyum miktarları ile bitkiye elverişli potasyum formları arasındaki ilişkiler ve gübrelemeye esas olmak üzere toprakların potasyum sağlama güçlerinin tesbitine çalışılmıştır.

Çalışmam esnasında kaymetli yardımlarını gördüğüm Sayın Hocam Prof.Dr.Abdüsselam Ergene'ye ve Sayın Hocam ve doktora yöneticim Prof.Dr.Lütfi Ögüş'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bu tezin hazırlanmasında yardımları geçen sayın hocalarıma ve değerli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

## 2. LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Potasyum bitkide suyun kullanılmasında, fotosentezde, karbonhidratların ve proteinlerin metabolizmasında önemli fonksiyonlara sahip bir besin elementidir.

Potasyumu bitkiler,  $K^+$  iyonu şeklinde alırlar. Bitki dokularında inorganik tuzlar halinde bulunmaktadır. Azot ve fosfor gibi bir yapı elementi değildir. Yalnız azot ve fosfordan organik bileşiklerin teşkilinde rol oynamakta olduğu ve bazı hallerde organik asitlerin anyonlarına bağlı olarak bulunduğu bilinmektedir.

Noksanlığında, bitkiler sıhhatli görünüşlerini kaybeder, metabolik faaliyetler bozulur. Potasyum bitki içinde hareketli bir elementtir. Büyümekte olan organlara taşındığından, noksanlık önce alt yapraklardan başlamak üzere yaprak kenarlarının ve uçlarının kuruması şeklinde kendini gösterir.

### 2.1. Genel Olarak Topraklardaki Potasyum Durumları

Toprakların potasyum miktarları birçok faktörlerin etkisi altındadır. Bunlardan ana materyalin cinsi, toprağın oluşum derecesi ve iklim en önemli etkenlerdir. Potasyumca zengin ana materyaldan meydana gelen topraklar da toplam potasyum miktarı yüksektir. Genellikle aynı anamateryaldan meydana gelmiş genç topraklarla, kurak bölge topraklarındaki potasyum miktarları, fazla ayrışmaya uğramış topraklar ile yağışlı bölgelerde teşekkül eden topraklardan daha fazladır.

Toprakların potasyum durumları çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Memleketimiz topraklarında yapılan çalışmalar topraklarımızın potasyumca zengin olduklarını göstermektedir.

Güner (1968) uyguladığı biyolojik ve kimyasal metotlar sonucunda, İzmir çevresi topraklarının % 52'sinin potasyumca zengin, % 28'ine potasyumlu gübre verilmeyebilir ve % 20'sinin de gübreye muhtaç oldukları sonucuna varmıştır.

Çağatay (1958 ve 1961), Ankara, Kars, Ceylanpınar ve Trakya topraklarını biyolojik ve kimyasal metotlarla incelemiş, bu toprakların değişebilir potasyumca zengin olduklarını, yüzey topraklarının alt topraklardan daha fazla potasyum ihtiva ettiğini tespit etmiştir.

Ergene (1963) Urfa, Gaziantep ve Hatay illerindeki kısil ve kırmızımsı kahverengi yüzey topraklarındaki toplam potasyum miktarlarını kısil topraklarda ortalama olarak % 0.76, kırmızımsı kahverengi topraklarda ise % 0.71 olarak bulmuştur. Ayrıca değişebilir potasyum miktarlarını da kısil topraklarda, 100 g. toprakta 1.34 m.e., kırmızımsı kahverengi topraklarda da 1.33 m.e. olarak saptamıştır.

Turgut Topbaş'ın (1973) üzerinde çalıştığı 13 Erzurum toprağında toplam potasyum ortalama olarak % 1.31, değişemiyen potasyum 100 g. toprakta 2.87 m.e. ve değişebilir potasyumlarının da 100 g. toprakta 1.06 m.e. dir.

Prasad ve arkadaşları (1967) üzerinde çalıştıkları Hindistan'ın Bihar topraklarının toplam potasyum miktarlarının % 1.87-3.73 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Acquaye ve arkadaşlarına göre (1967) Gana'nın 14 farklı bölgesindeki toprak örneklerinde toplam potasyum miktarları % 0.11-1.02 arasında değişmektedir.

Duthion (1968) ve Chevallier (1971) yer kabuğunun ortalama olarak % 2,3'ünün, Tisdale ve Nelson (1969) % 2,7'sinin potasyumdan meydana geldiğini belirtmektedirler.

Buckman ve Brady (1969) normal topraklardaki potasyum miktarlarının % 0.2 - 3.3, alkali topraklarda da % 2.5 - 6.5 arasında olduğunu saptamışlardır.

Oliveria ve arkadaşları (1971) Güney Brezilya topraklarında toplam potasyumun % 0.17 - 1.42 arasında, değişemiyen potasyumun 100 g. toprakta 0.16 - 1.67 m.e. ve değişebilir potasyumun 100 g. toprakta 0.08 - 0.92 m.e. olarak bulmuşlardır.

## 2.2. Topraklardaki Potasyum Formları ve Formlar Arasındaki İlişkiler

Topraklardaki potasyum, potasyum taşıyan primer ve sekonder minerallerin ayrışmaları ile meydana gelmiştir. Minerallerin ihtiva ettiği potasyumun bitkiye elverişlilik durumları oldukça farklıdır.

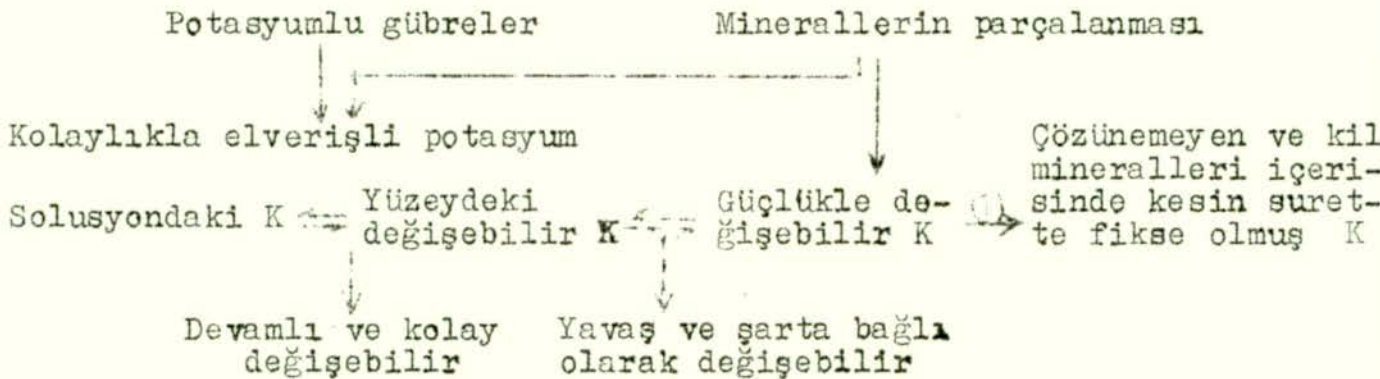
Gübre olarak veya minerolojik kaynaklardan toprağa geçen potasyumun form değiştiği 1887'de Kellner tarafından ortaya atılmıştır (Agarwall, 1960). McLean ve Simon (1958) topraktaki potasyum formları arasında dinamik bir dengenin bulunduğu fikrinin ancak 1920'lere kadar gittiğini ifade etmişlerdir.

Chang ve Feng (1959) toprak potasyumunu eriyebilir, değişebilir, fikse olmuş ve mineral potasyum olmak üzere dört forma ayırarak, bunlardan fikse potasyumun toprağın potasyum deposu olduğunu belirtmişlerdir.

Richards ve McLean'e göre (1961) topraktaki çeşitli potasyum formları arasında aşağıdaki gibi denge bulunmaktadır.

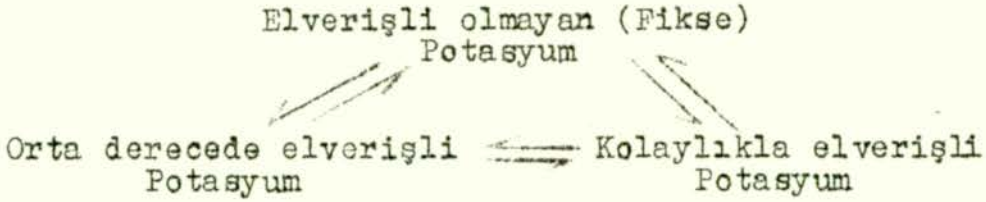
Fikse olmuş K  $\rightleftharpoons$  Değişebilir K  $\rightleftharpoons$  Suda eriyebilir K

Barbier (1962) toprakların potasyum kaynaklarını ve kaynaklar arasındaki dinamik dengeyi aşağıdaki şema ile açıklamaktadır.



Tisdale ve Nelson (1969) topraklardaki potasyumu bitkilere elverişlilik durumuna göre "kolaylıkla elverişli potasyum, yavaş elverişli potasyum ve nispeten elverişli olmayan veya fikse olmuş potasyum" şeklinde sınıflandırarak, ayırdıkları sınıflar arasında aşağı-

ğıdaki gibi bir ilişkinin olabileceğini belirtmişlerdir.



Tabatabai ve Hanway'e göre (1969) bitkiler başlangıçta muayyen bir "minimal düzeye" kadar değişebilen potasyumdan faydalanmakta, bu düzeyden sonra değişebilir potasyum miktarı sabit kalarak toprağın değişebilen ve değişemiyen potasyum formları arasında bir denge meydana gelmekte ve bitki bundan sonraki potasyum ihtiyacını bu dengenin yardımıyla değişemiyen formdan sağlamaktadır.

Buckman ve Brady (1969) topraktaki potasyumun % 80 - 90'ının bitkiler için nisbi olarak faydasız, % 1 - 10'unun da bitkilerin güç faydalandıklarını ve % 1 - 2'sinin de bitkiler için elverişli formda bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

### 2.3. Topraklardaki Potasyum Elverişliliğine Etkili Bazı Faktörler

Potasyumun toprakta tutulması veya tekrar faydalı forma geçmesiyle ilgili olaylar henüz tam anlamıyla aydınlatılmamıştır. Buna rağmen topraktaki potasyumun dinamik yapısını etkileyen birçok etkenlerin varlığı bilinmektedir. Bunlar toprağın ayrışma derecesine bağlı olarak mekanik yapısı, ıslanma ve kuruma, donma ve çözünme gibi klimatolojik olaylar ile toprağın kireç durumu ve diğer bazı özellikleri olarak saptanabilir.

#### 2.3.1. Toprağın Tekstürel Yapısının Etkisi

Yapılan birçok araştırmalarda, bitkinin toprak potasyumunun farklı formlarından faydalanmasında, toprağın mekanik yapısının etkisini gösteren çelişkili sonuçlar bulunmuştur. Arnold ve Glose (1961) İngiltere topraklarında, Salmon (1965) Rodezya topraklarında değişemiyen potasyumun bitkiler tarafından alınmasının toprakların ince kil

fraksiyonu ile, buna karşılık Dall ve arkadaşları (1965) değişmeyen formdan alınan potasyumun kaba kil fraksiyonu ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Toprakların potasyumu tutup veya serbest bırakmalarını Page (1940) toprakların hakim kil minerallerine bağlarken, Wood ve DeTurk (1940) ve Pratt'da (1951) toprakların ayrışma derecelerine bağlamışlardır. Pearson (1952) ise topraktaki potasyumun tutulup veya serbest bırakılmasına hem topraktaki hakim kil minerallerinin tipi, hem de toprağın ayrışma derecesinin etkili olduğunu ifade etmiştir.

Hagin ve Feigenbaum (1962) sekiz İsrail toprağı üzerinde yaptıkları bir çalışmada, potasyumun kaba tekstürlü topraklarda ağır tekstürlü topraklardan daha çabuk serbest hale geçtiğini, fakat kaba tekstürlü topraklarda serbest hale geçen potasyumun ağır tekstürlü topraklardan serbest hale geçen potasyumdan daha çabuk tüketildiğini, buna karşılık ağır tekstürlü toprakların daha zengin bir potasyum rezervine sahip olduklarını saptamışlardır.

Pratt ve Morse (1954) topraklardaki serbest hale geçen potasyumun miktarları arasındaki farklılığı, toprak idaresine, özellikle toprağın ana materyali ve ayrışma derecesine bağlı olduğunu belirtmişler ve toprağın tekstürü ile potasyumun serbest hale geçmesi arasında herhangi bir ilişki bulamamışlardır.

### 2.3.2. Organik Maddenin Etkisi

Organik maddenin parçalanması ile teşekkül eden ara ürünler toprağın dinamiğini etkilemektedir. Stanford ve arkadaşları (1941) Iowa topraklarında yaptıkları denemelerle, organik maddenin yüksek kation değişim kapasitesinden dolayı potasyum fiksasyonunu azalttığı ve elverişliliğini artırdığı sonucuna varmışlardır.

Jaiyebo (1968) toprakta değişebilir potasyum miktarının, toprağın organik karbonuyla önemli bir korelasyon verdiğini bulurken, Rose (1971) organik maddesi uzaklaştırılan topraklarda kil fraksiyo-

nunun daha fazla potasyum fikse ettiğini ve potasyumun elverişliliğini azalttığını saptamışlardır.

Ramadan ve arkadaşları (1968) ve Oparah (1972) yaptıkları çalışmalarda organik madde ile toprağın değişebilir potasyumu arasında önemli korelasyonlar bulmuşlardır.

### 2.3.3. Donma ve Çözünme, İslanma ve Kurumanın Etkisi

Birçok araştırmacılar topraklardaki donma ve çözünme olayı ile ıslanma ve kuruma olaylarının toprağın diğer bazı özellikleri eşliğinde toprak potasyumunun serbest hale geçmesine veya elverişliliğinin azalmasına sebep olduklarını belirtmişlerdir.

Fine ve arkadaşları (1941) üzerinde çalıştıkları üç toprakta birkaç defa tekrarlanan donma ve çözünme olayı sonunda iki toprakta dekara 0,8 - 5,6 kg. potasyum serbest hale geçtiğini, diğer toprağın 19 kg. potasyum fikse ettiğini tespit etmişlerdir. Buckman ve Brady (1969) donma ve çözünmenin potasyumu serbest hale geçirdiğini fakat sebebinin henüz açıklığa kavuşmadığına işaret etmektedirler.

Tisdale ve Nelson (1969) donma ve çözünmenin toprak potasyumuna etkisinin toprağın potasyum durumuna bağlı olduğunu, potasyumca zengin topraklarda fiksasyona, orta durumda potasyum ihtiva eden topraklarda ise serbest hale geçmeğe yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Turguttopbaş (1973) üzerinde çalıştığı 13 Erzurum toprağında donma ve çözünme ile değişmeyen formdan milyonda 35 - 87 kısım potasyumun serbest hale geçtiğini saptamıştır.

Bazı araştırmacılar da ıslanma ve kurumanın topraktaki potasyum elverişliliği üzerine etkisini araştırmışlardır. Bunlardan Page (1940) ve Reitemeier (1948) toprakların ıslatma ve fırında kurutulmasının, potasyumun serbest hale geçmesine veya tutulmasına sebep olduğunu, toprağın değişebilir potasyumu az ise bir kısım potasyumun serbest hale geçtiğini, fazla olduğunda değişebilir potasyumun azaldığını belirtmişlerdir.

Attoe (1946) toprak örnekleri laboratuvarında kurutulduğunda değişebilir potasyum miktarının arttığını, Vasco de Gama (1964) üzerinde çalıştığı toprak örneklerinin kurutulmasıyla dekara 2.2 kg. daha fazla potasyum ölçüldüğünü kaydetmektedirler.

Jaiyebo (1968) farklı rutubet seviyelerinde toprakların potasyum miktarlarının değiştiğini, aynı toprağın tarla kapasitesinde 100 g. toprakta 0.17 m.e. ve fırında kurutulmuş durumda da 0.16 m.e. potasyum ihtiya ettiğini saptamıştır.

Turguttopbaş (1973) üzerinde çalıştığı 13 Erzurum toprağında ıslatma ve kurutmanın % 4.12 - 43.28 fiksasyona sebep olduğunu bulmuştur.

#### 2.3.4. Toprakların Kireç, pH ve Diğer Bazı Özelliklerinin Etkileri

Toprakların kireç, pH ve diğer bazı özelliklerinin potasyum elverişliliğine tesir ettiği bilinmektedir. Bu tesir daha ziyade serbest bırakılma veya tutulma (fikse olma) şeklinde olmaktadır. Bu konuda birçok araştırmalar yapılmış, McCall (1919) ve Snider (1934) kirecin toprakların potasyum fiksasyonunu artırdığını dolayısıyla toprakların değişebilir potasyum miktarlarını azalttığını göstermişlerdir.

Allaway ve Pierre (1939), Stanford ve arkadaşları (1941) farklı kireç miktarlarına sahip topraklar üzerinde yaptıkları araştırmalarla fazla kireçli toprakların nötr ve asit topraklara nazaran daha fazla potasyum fikse ettiklerini ve potasyumun kolaylıkla elverişli duruma geçmesine engel olduğunu belirtmişlerdir.

York ve arkadaşlarına göre (1953) doğal olarak kireçli topraklardaki potasyum fiksasyonu daha fazladır.

Volk (1938), Martin ve arkadaşları (1945) düşük pH'larda toprakların potasyum fiksasyonlarının azaldığını ve pH 3'ün altına düştüğü zaman potasyum fiksasyonunun görülmeyişini tesbit etmişlerdir.

McMiller ve Paul (1918), Reitemeier (1957) gibi araştırıcılar pH'ları yükseltilen toprakların potasyum elverişliliklerinin arttığını kaydederlerken, Harris (1937) belli bir sınırın olmamasına rağmen pH'ın artması ile potasyum fiksasyonunun arttığını ifade etmiştir.

Richard ve McLean (1961) potasyum elverişliliğine tamamlayıcı iyonların, zerre büyüklüğünün, topraktaki mevcut kil tiplerinin ve diğer birçok çeşitli faktörlerin etki ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Rose ve Kodama (1970) topraklarda potasyumun tutulma veya serbest bırakılmasını minerallerin elektriki yük seviyeleri ile, diğer bazı araştırıcılar da (Wilklander, 1950; York ve arkadaşları, 1953; Pratt, 1951) tamamlayıcı iyonların etkileri ile açıklamışlardır.

Verma (1972) Medhya Pradsh'in farklı toprak gruplarında yaptığı fiksasyon denemelerinde siyah derin topraklarla, bazik toprak grupları üzerinde fiksasyonun maksimuma yaklaştığını, aluviyal topraklarda ise daha geniş bir dağılışı gösterdiklerini tespit etmiştir. Schachtschabel'e göre (1937) entansif ziraat potasyum fiksasyonunu artırmaktadır.

#### 2.4. Topraktaki Potasyum Formları ile Bitkinin Kaldırdığı Potasyum Miktarı Arasındaki İlişkiler

Birçok araştırıcılar toprakların bitkiye potasyum sağlamalarında, toprakların değişebilir ve değişemiyen potasyum formlarının iyi birer ölçü olabileceği üzerinde durmuşlardır. Bunlardan bazıları, bitkiye potasyum sağlamasında toprağın değişebilir potasyum formunun; bazıları da toprakların değişemiyen potasyum formunun daha iyi birer ölçü olabileceği üzerinde durmuşlardır. Diğer bazı araştırıcılar da daha değişik görüşler ileri sürmüşlerdir.

##### 2.4.1. Değişebilir Potasyumla, Bitkinin Kaldırdığı Potasyum Miktarları Arasındaki İlişkiler

Toprakların değişebilir potasyum formları ile bitkilerin kaldırdıkları potasyum miktarı arasındaki ilişkiyi gösterir birçok araş-

tirmalar yapılmıştır. Bunlardan Bray (1944) bitkilerin potasyum beslenmesinde topraktaki değişebilir potasyumun önemli bir belirtken olduğunu ileri sürerken, Hoagland ve Martin (1935) bitkilerin potasyumlu gübre ihtiyacını hesaplamada, değişebilir potasyumun tek başına bir belirtken olamayacağını ileri sürmüşlerdir.

Stewart ve Volk (1946) üzerinde çalıştıkları bir grup Alabama toprağında, bitkiler tarafından kaldırılan potasyumla toprağın değişebilir potasyumu arasında bir ilgi bulamazlarken, Pearson (1952) diğer bir grup Alabama toprağında değişebilir potasyumla bitkinin kaldırdığı potasyum arasında yakın bir ilgi bulmuştur.

Rouse ve Bertramson (1950) üzerinde çalıştıkları bir grup Indiana toprağında bitki yetiştirilmeden önce değişebilir potasyumun ancak mahsul dönemi için bir ölçü olabileceğini, fakat bunun elverişli potasyum durumu için bir ölçü olamayacağı kanaatine varmışlardır.

Partt (1951) toprağın değişebilir potasyumu ile yonca mahsulü arasında tespit ettiği ilginin yalnız yonca mahsulü bakımından değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Pearson (1952) değişemiyen formdan serbest bırakılan potasyumla, bitki yetiştirilmeden önceki değişebilir potasyum arasında bir ilgi bulamamıştır.

Schmitz ve Pratt (1953) bir saksı denemesinde, mahsul öncesi değişebilir potasyum miktarı milyonda 64 kısımdan düşük olan topraklarda hasattan sonra değişebilir potasyum miktarlarında bir artış olduğunu, değişebilir potasyumu milyonda 64 kısımdan yüksek olan topraklarda hasat sonrası değişebilir potasyum miktarlarında bir azalma görüldüğünü saptamışlardır.

Pratt ve Morse (1954) yaptıkları sera denemelerinin sonuçlarına göre, bitkilerin potasyumlu gübrelere gösterdikleri reaksiyonu ölçmede ve toprakların bitkilere potasyum sağlama güçlerini tayin için kısa süreli denemeler için değişebilir potasyumun, uzun süreler için

zamanla orantılı olarak serbest bırakılan potasyumun daha iyi bir ölçü olduğunu belirtmişlerdir.

McLean ve Simon (1958) kurdukları bir denemede potasyum miktarı ile bitki büyümesi arasında bir ilişki bulamamışlardır.

Pope ve Cheney (1957) bitkilerin yetiştirilmeleri esnasında değişemiyen formdan serbest bırakılan potasyumla, toprakların orijinal değişebilir potasyumu arasında zayıf bir korelasyon saptamışlardır.

Tabatabai ve Hanway (1968) yonca bitkisiyle yaptıkları bir denemede birinci hasattan elde edilen bitkilerdeki yüzde potasyum ile değişebilir potasyum arasında  $r^2 = 0.912$  gibi, birim toprağın bitkiye verdiği toplam potasyum ile toprağın değişebilir potasyumu arasında  $r^2 = 0.875$  gibi yüksek bir ilgi bulmuşlardır.

Avakyan (1971) toprakların değişebilir potasyum miktarlarının bitkiye yararlılığının kesin olmadığını ifade ederek değişebilir potasyumu aynı olan topraklarda, potasyumlu gübrelerin tesirlerinin farklı olduğunu belirtmiştir.

Mengel (1971) geniş ölçüde yaptığı saksı çalışmaları ile değişebilir potasyumun ölçü olarak kullanılmasının mahsul miktarını tahminde hatalı bir ölçü olabileceğini, buna karşılık toprağın suda eriyen potasyum konsantrasyonunun önceden tahminde iyi bir ölçü olabileceğini ileri sürmüştür.

#### 2.4.2. Değişemiyen Potasyum ile Bitkinin Kaldırdığı Potasyum Arasındaki İlişkiler

Bazı araştırmacılar toprağın değişemiyen potasyumunun, toprağın bitkiye potasyum sağlama gücünü tayinde iyi bir ölçü olabileceği üzerinde durmuşlardır. Bunlardan Cholston ve Houver (1948) toplam ve değişebilir potasyumun beraber ve ayrı olarak her zaman için toprakların potasyum temin etme güçlerini belirtmediğini ifade ederek, toprakların potasyum temin etme güçlerini değişemiyen formdan elverişli

forma geçen potasyum miktarına bağlamışlardır.

Rouse ve Dannis (1950) normal nitrik asitte ekstrakte edilen değişemiyen potasyumla, iri ak üçgül (Ladino Clover) bitkisinin topraktan aldığı potasyum arasında oldukça yüksek bir korelasyon bulmuşlardır.

Pratt (1951) yapmış olduğu çalışmalarla, normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyumun, toprakların bitkiye potasyum temini bakımından en güvenilir bir indeks olduğunu kabul etmektedir.

Schmitz ve Pratt (1953) üzerinde çalıştıkları 18 Iowa toprağında, bitkilerin topraktan potasyum alımında değişebilir ve değişmeyen formdan serbest bırakılan potasyumun iyi bir ölçü olabileceğini, potasyum gübrelemesine karşı bitkilerin gösterdiği reaksiyonu tayinde, bitkinin topraktan aldığı potasyumla en yüksek korelasyonu veren nitrik asitle serbest hale geçen toplam potasyumun daha iyi bir indeks olduğunu belirtmişlerdir.

Rouse ve Bertramson (1950) Yaptıkları araştırmalarla normal nitrik asit ekstraksiyonu ile elde edilen potasyum miktarlarının, toprakların potasyum sağlama güçleri ile yakından ilgili bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Pope ve Cheney (1957) toprak potasyumunun bitkiler tarafından alınmasında, nitrik asitle ekstrakte edilen toplam potasyum ile nitrik asitle serbest bırakılan potasyumun, toprakların değişebilir orijinal potasyumlarından daha iyi bir indeks olduğunu belirterek, iri ak üçgüllü (ladino) bitkisinin kaldırdığı potasyum ile nitrik asitte ekstrakte edilen toplam potasyum arasında  $r = 0.959$  gibi yüksek bir korelasyon bulmuşlardır.

Semb ve Oien (1960) ile Pratt (1951) bitkilerin potasyuma gösterdikleri reaksiyon ile toprakların normal nitrik asitle değişebilir potasyumları arasında oldukça yüksek bir korelasyon buldukları halde Salamon ve Smith (1957) zayıf bir korelasyon bulmuşlardır.

Scott ve Velch (1961) mısır bitkisiyle yaptıkları kısa süreli birdeneme ile, değişmeyen formdaki potasyumdan serbest bırakılan potasyum miktarının, toprakların potasyum sağlama güçleri hakkında bir hüküm vermeye yeterli olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Tabatabai ve Hanway (1969) üzerinde çalıştıkları yedi Iowa toprağında bitkinin değişmeyen formdaki potasyumdan aldığı potasyumun, bitkilerin faydalanma süresinin linear bir fonksiyonu olduğunu belirtmişlerdir.

Öğüş (1972) Erzurum ovası toprakları üzerinde yaptığı bir çalışmada, bitkilerin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarı ile normal nitrik asit ekstraksiyonu ile elde edilen toplam potasyum miktarları arasında yüksek bir korelasyon ( $r = 0.922$ ) bularak, nitrik asit ekstraksiyonunun toprakların potasyum durumunu tayinde iyi bir ölçü olabileceğini göstermiştir.

Toprakların potasyum temin etme güçleri bazı araştırmacılar tarafından toprağın diğer bazı özelliklerine dayanılarak incelenmiştir.

Schmitz ve Pratt (1953) genç topraklarda değişebilir potasyumla, değişmeyen potasyum arasında görülen yüksek korelasyonu, yaşlı topraklarda bulamadıkları için yaşlı topraklarda değişebilir potasyum miktarla/<sup>rının</sup> güvenilir bir indeks olmadığını ileri sürmüşlerdir. Aynı araştırmacılar, aynı seviyelerde tatbik ettikleri potasyum miktarlarına karşılık saksılardan elde edilen mısır mahsulünün farklı olduğunu tespit ederek, topraklardaki potasyum seviyesi ile kuru madde arasında bir ilginin bulunmadığını göstermişlerdir.

Richard ve McLean'a göre (1961) topraklardaki toplam potasyum miktarı, toprakların bitkiye potasyum sağlama güçlerini tayin etmede güvenilir bir ölçü olamamaktadır.

Olivera ve arkadaşları (1971) Güney Brezilya topraklarında yaptıkları bir denemede toplam potasyumla bitkinin kaldırdığı potasyum arasında bir korelasyon bulamamışlardır.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Toprak Örneklerinin Alındığı Doğu Bölgesinin Özellikleri

3.1.1. Jeolojik Yapısı : Saraçoğlu'na göre (1956), Doğu Anadolu Bölgesi, üzeri kalın toprak tabakasıyla kaplı volkanik teşekküllerin tesviye ettiği yüksek düzlüklerle **alluviyal** materyallerle dolu çöküntü ovalarından meydana gelmiştir. Erinc (1953) Doğu Anadolu'nun deşismeler sonunda, çok yakın bir zamanda epirojenik hareketlere maruz kalarak yükseldiğini ve bu esnada büyük havzalarla dar çöküntülerin meydana geldiğini veya yüksek dağ sıralarının oluştuğunu belirtmişlerdir. Karasu-Aras vadilerindeki topraklar üzerinde araştırma yapan Hocaoğlu (1970) bu toprakların önemli bir kısmının bazalt orijinli volkanik tüf ve diğer konglomeraların oluşmasından meydana gelen **alluviyal** sahalardan ibaret olduğunu ifade etmiştir.

Oakes'a göre (1954), toprak örneklerinin alındığı "arızalı dağlık sınıfa" giren Erzurum-Kars yaylaları ile Ağrı'nın kuzey kısmı ve Erzincan ovası çevresinde kalan sahaların volkanik ve iç kayalar üzerinde teşekkül ettiği, Van gölünün kuzeyinde kalan Süphan dağı grubunun da kahverengi orman ve kırmızı podzolik topraklardan meydana gelmiştir. Oakes "orta derecede meyilli" olarak sınıflandırdığı Aşkale, Pasinler, Kars, Malazgirt, Bulanık ve Tuzluca ova ve plato toprakları ile, "arızalı araziler" sınıfına dahil ettiği Horasan ve Sarıkamış hattı ve Tutak çevresindeki toprakları kestane renkli topraklar sınıfına sokmuştur. Diğer taraftan Iğdır ovası **alluviyal**, Erzurum ovasında **alluviyal** geçiş olarak nitelendirmiştir.

#### 3.1.2 İklim

Bölgenin iklimi karasaldir. Kışlar uzun ve soğuk, yazlar kısa ve bazı yerlerde oldukça sıcak geçmektedir. Gece ile gündüz arasında sıcaklık farkları fazladır. Yağış miktarları Türkiye ortalamalarına

göre yüksek olup, genellikle ilkbaharda düşmektedir. Donlu geçen günler fazladır (Erinç, 1953).

Toprak örneklerinin alındığı bölgede bulunan bazı istasyonlarda tespit edilen önemli meteorolojik değerler Cetvel 1'de verilmiştir. Cetvel 1 incelendiğinde potasyum elverişliliğine etki eden iklim olaylarından bazılarının yer aldığı görülmektedir.

Cetvel 1. Toprak örneği alınan bölgeye ait bazı meteorolojik değerler <sup>1/</sup>

Meteoroloji istasyonu	Yıllık ortalama sıcaklık °C	Yıllık ortalama en düşük sıcaklık °C	Yıllık ortalama en yüksek sıcaklık °C	Günlük sıcaklık farkı °C	Yıllık ortalama yağış mm.
Erzurum	5.9	0.4	11.5	33.4	470.8
Erzincan	10.7	4.2	16.9	38.3	371.4
Kars	4.1	-2.5	11.0	27.1	534.6
Iğdır	11.9	4.4	18.5	27.4	225.1
Ağrı	6.0	-0.8	12.6	32.2	541.8
Bayburt	6.6	1.5	12.5	20.2	475.3
Muş	10.2	4.5	11.6	20.0	473.3

<sup>1/</sup> Tarım Bakanlığı Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünce 1965 yılına kadar yapılan meteorolojik gözlemlere göre düzenlenen bültenden alınmıştır, 1967.

### 3.2. Toprak Örnekleri

Toprak örnekleri, Kasım 1970'de Erzurum, Kars, Ağrı, Van, Muş, Bitlis, Erzincan ve Gümüşhane illerinden alınmıştır. Örnekler arazinin özelliklerine göre tarla ve meralardan alınan toplam 50 adet yüzey toprağı temsil etmektedir. Deneme topraklarının alındığı yerler Cetvel 2'de, örnekler hakkındaki kısa bilgiler de ekte verilmiştir.

### 3.3. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

#### 3.3.1. Toprak örneklerinin Denemeye Hazırlanması

Jackson'ın (1965) belirttiği esaslara göre toprak örnekleri havada kurutulmuş, içerisindeki taş, bitki parçaları gibi artıklar

Cetvel 2. Toprak örneklerinin alındığı yerler

Top. No.	Toprak örneklerinin alındığı yerler	Top. No.	Toprak örneklerinin alındığı yerler
1	Horasan Azap köyü	26	Ağrı Cimikan köyü
2	Horasan Çiftlik köyü	27	Eleşkirt Samyan köyü
3	Hınıs Halilçavuş köyü	28	Tutak kazası
4	Hınıs Parmaksız köyü	29	Patnos Susuz köyü
5	Hınıs Mirseyit köyü	30	Malazgirt Abdullahbey köyü
6	Tekman Şakşak köyü	31	Bulanık kazası
7	Karayazı Y.Söylemez köyü	32	Muş Karaağaçlı köyü
8	Pasinler Müceldi köyü	33	Muş D.Ü. Çiftliği
9	Erzurum Gez köyü	34	Muş Muratgören köyü
10	Aşkale Alaca köyü	35	Varto kazası
11	Sarıkamış Mescitli köyü	36	Adilcevaz Haraphan köyü
12	Selim kazası	37	Ahlat kazası
13	Göle Y.Demirkapı köyü	38	Tatvan Sorgun köyü
14	Susuz Karakale köyü	39	Tatvan kazası
15	Kars Kümbetli köyü	40	Tercan kazası
16	Selim Ağdeme köyü	41	Tercan Kargın köyü
17	Kağızman Akçay köyü	42	Erzincan Pizvan köyü
18	Tuzluca Kızılkaya köyü	43	Erzincan Yoğurtlu köyü
19	Tuzluca kazası	44	Erzincan Turhan köyü
20	İğdir Hecinli köyü	45	Erzincan Karasu adası
21	İğdir D.Ü. Çiftliği	46	Erzincan Ula köyü
22	Doğubeyazıt Çilli köyü	47	Erzincan Hah fidanlığı
23	Doğubeyazıt kazası	48	Kelkit kazası
24	Diyadin kazası	49	Kelkit Köse köyü
25	Ağrı Murathan köyü	50	Bayburt Pincirke köyü

ayıklanmış, 2 mm. lik elekten geçirilerek denemeye ve analizlere hazır hale getirilmiştir.

Deneme saksılarına 100 g. toprak ve 2 mm. den büyük 200 g. kuvars kumu karıştırılarak kurulmuş ve deneme üç tekrarlamalı olarak hazırlanmıştır(Acquaye ve arkadaşları, 1967).

Denemede Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde 124 numara ile kayıtlı Amerika Birleşik Devletleri Orijinli "Clinton 59 x Park" çeşitli yulaf bitkisi kullanılmıştır.

## 3.3.2. Denemenin Yürütülmesi

Deneme için hazırlanan saksılara sekizer adet yulaf tohumu ekilmiş tohumlar çimleninceye kadar saksılara damıtık su verilmiştir. Çimlenme tamamlanınca saksılarda dörder adet bitki bırakılmıştır. Bitkiler büyümeye başladıktan sonra saksılara Hoagland besin solüsyonundan modifiye edilmiş potasyumsuz besin solüsyonu verilmiştir (Cetvel 3).

Cetvel 3. Orijinal Hoagland besin solüsyonu (Bonne ve Galston, 1952) <sup>1/</sup>

Kullanılan kimyasal madde	Kullanılan miktar g/l.	Solüsyondaki iyon konsantrasyonu m.e./l.								
		K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Fe <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>=</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1.18	-	9.37	-	-	-	9.37	-	-	-
KNO <sub>3</sub>	0.51	5.04	-	-	-	-	5.04	-	-	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.14	1.02	-	-	-	-	-	-	1.02	-
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.49	-	-	4.00	-	-	-	4.00	-	-
FeC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	0.005	-	-	-	-	0.025	-	-	-	0.025
Toplam		6.06	9.37	4.00	-	0.025	14.41	4.00	1.02	0.025

Modifiye edilmiş Hoagland besin solüsyonu

Kullanılan kimyasal madde	Kullanılan miktar g/l.	Solüsyondaki iyon konsantrasyonu m.e./l.								
		K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Fe <sup>++</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>=</sup>
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1.18	-	9.37	-	-	-	9.37	-	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0.18	-	-	-	2.01	-	2.01	-	-	-
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.13	-	-	-	1.02	-	-	-	1.02	-
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.49	-	-	4.00	-	-	-	4.00	-	-
FeC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	0.005	-	-	-	-	0.025	-	-	-	0.025
Toplam		-	9.37	4.00	3.03	0.025	11.38	4.00	1.02	0.025

<sup>1/</sup> İz elementler için bir litre damıtık suda 0.6 g. H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0.4 g. MnCl<sub>2</sub>, 0.05 g. ZnSO<sub>4</sub>, 0.05 g. CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O ve 0.02 g. H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O (Molibdik asit) eritilerek hazırlanmıştır. Bunun 1 ml.si kültür solüsyonunun bir litresine ilave edilmektedir.

Modifiye edilmiş Hoagland besin solüsyonu, orijinal Hoagland besin solüsyonundaki nitrat hariç diğer iyonların konsantrasyonları değiştirilmeksizin potasyum iyonları çıkartılmak suretiyle hazırlanmıştır. Modifikasyonda  $\text{NO}_3^-$  iyonlarının bir kısmının yerini  $\text{NH}_4^+$  iyonları almıştır.

Deneme, bitkilerin çimlenme tarihi başlangıç tarihi kabul edilerek iki ay sürdürülmüştür. Bu süre içerisinde saksıların yerleri deneme tekniğine uygun olarak değiştirilmiştir. İki ay sonunda başağa kalkan bitkiler hasat edilmiş, kese kağıtlarına yerleştirilen bitki materyali 24 saat süre ile  $70^\circ\text{C}$ 'ta kurutulmuşlardır. Kurutulan bitki materyali tartılarak kimyasal analizler için muhafaza edilmişlerdir.

Hasattan sonra toprağın değişebilir formdaki potasyum durumunu tespit etmek için, saksılardaki toprak 2 mm. lik elekten geçirilerek kuvars kumundan ayrılmıştır.

### 3.4. Toprak ve Bitki Analizleri

#### 3.4.1. Toprak Analizleri

Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tayin edilmiştir.

##### 3.4.1.1. pH

Toprak örneklerinin pH'ları 1:1 toprak-su oranından hazırlanmış süspansiyonda cam elektrotlu pH-metre ile ölçülmüştür.

##### 3.4.1.2 Kireç

Toprak örneklerinin kalsiyum karbonat miktarları Scheibler kalsimetresi ile volumetrik olarak tayin edilmiştir (Hızalan ve Ünal, 1966).

##### 3.4.1.3. Organik Madde

Toprakların yüzde organik maddeleri Smith-Wolden metoduyla titrasyonla yapılmıştır (Hocaoğlu, 1966).

#### 3.4.1.4 Mekanik Analiz

Toprak örneklerinin mekanik analizi Bouyoucus hidrometre metoduna göre yapılmıştır (Bouyoucos, 1951).

#### 3.4.1.5. Katyon Değişim Kapasitesi

Toprakların katyon değişim kapasiteleri Keldal metoduyla yapılmıştır. Bunun 10 g. toprak örneği, pH'sı 7'ye ayarlı normal amonyum asetatla çalkalanarak değişebilir katyonların amonyum iyonları ile yer değiştirmeleri sağlanmıştır. Buhner hunisi yardımıyla amonyum asetatla yer değiştiren katyonların uzaklaştırıldıkları toprak örnekleri etil alkol ile iyice yıkanmıştır. Filtre kağıdı ile birlikte Buhner hunisinden alınan toprak örnekleri, Keldal balonuna aktarılıp, distile edilen amonyum iyonları, HCl ile titre edilerek toprakların katyon değişim kapasiteleri 100 g. toprakta m.e. olarak hesaplanmıştır (Kaçar, 1962).

#### 3.4.1.6. Değişebilir Katyonlar

Normal amonyum asetatla çalkalanan toprak örneği santrifüj edilerek, topraktan uzaklaştırılan sodyum ve potasyum Flem fotometre ile (Sönmez ve Ayyıldız, 1964), kalsiyum ve magnezyum katyon değişim kapasitesinden sodyum ve potasyum çıkarılmak suretiyle tayin edilmiştir.

#### 3.4.1.7. Suda Eriyebilir Potasyum

Toprağın suda eriyebilen potasyumu toprak örneklerinden hazırlanan saturasyon çamurundan elde edilen ekstrakte Flemfotometre ile tayin edilmiştir (Sönmez ve Ayyıldız, 1964).

#### 3.4.1.8. Nitrik Asitle Serbest Hale Geçen Potasyum

Analiz için 2 g. toprak 125 mm. lik erlenmayere konularak üzerine 20 ml. normal  $\text{HNO}_3$  asit ilave edilmiş, kum banyosu üzerinde on dakika kaynatılmıştır. Süzüldükten sonra soğutulup belirli hacme

tamamlanmış ve potasyum Flemfotometre ile tayin edilmiştir(Jackson, 1965). Tayin edilen potasyum değişebilir potasyumla serbest hale geçen potasyumun tamamıdır. Serbest hale geçen potasyum toplam değerden değişebilir potasyum miktarı çıkarılarak hesaplanmıştır (McLean ve Simon, 1957).

N.Nitrik asitle Normal nitrik asitle Normal amonyum asit-serbest bırakılan K<sup>+</sup> ekstrakte olan toplam K<sup>+</sup> tatta değişebilir K

#### 3.4.1.9. Toplam Potasyum

Bir mm. lik elekten geçirilmiş 0.1 g. toprak örneği platin yakma kabına konularak üzerine sıra ile 2-3/damla damlatık su, 5 ml. % 48 lik HF asit ve 0.5 ml. konsantre perklorik asit ilave edilmiş, kabın ağzının % 90 ı kapatılarak 200-225°C dereceye ayarlı kum ocağı üzerinde buharlaşmaya kadar yakılmıştır. Kabin dibinde kalan sarımsı kırmızı artık üzerine 5 ml. 6N HCl asit ve bir miktarda damlatık su ilâve edilip,çözündürüldükten sonra 100 ml.lik balona aktarılarak, toplam potasyum Flemfotometre ile tayin edilmiştir(Jackson, 1965).

#### 3.4.1.10. Potasyum Fiksasyonu

Jackson'un (1965) belirttiği gibi 10 g. toprak örneğine ml. sinde 1 mg. potasyum ihtiva eden KCl solusyonundan 10 ml. ilave edilerek değişebilir potasyum miktarı tayin edilmiştir. Toprak örneği 10 defa ıslatma ve kurutmaya (70 °C de) tabi tutulmuştur. Onuncu kurutmadan sonra potasyum tayini yapılmıştır. Islatma ve kurutma işlemi sonunda fikse olan veya serbest hale geçen potasyum yüzde olarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen pozitif değer potasyumun fikse olduğunu, negatif değer serbest hale geçtiğini göstermektedir.

$$\text{Fikse olmuş potasyum, \%} = \frac{a - b}{c} \times 100$$

a : Islatma ve kurutma işleminden önceki değişebilir K

b : Islatma ve kurutma işleminden sonraki değişebilir K

c : İlave olunan K

### 3.4.2. Bitki Analizleri

Öğütülmüş bitki örneklerinden 0.5 g. 125 ml. lik erlenmayer içinde 12 ml. 2:1 Nitrik-Perklorik asit karışımı ilave edilerek yakılmıştır. Yakma işlemi, yavaş yavaş 200 °C kadar yükseltilen kum ocakları üzerinde yapılmıştır. Yakma işlemine erlenmayerin dibinde 1 ml. kadar artık kalıncaya kadar devam edilmiştir. Soğutulan artık damıtık su ile yıkanmış 100 ml. lik balona aktarılarak analize hazırlanmıştır(Kaçar, 1972).

#### 3.4.2.1 Potasyum Tayini

Yaş yakma ile hazırlanan solusyonda bulunan potasyum flemfotometre ile tayin edilmiştir(Kaçar, 1972).

#### 3.4.2.2. Kalsiyum ve Magnezyum Tayini

Solusyondan bir miktar alınarak sulandırılıp, versenatla titre edilmek suretiyle tayin edilmişlerdir (Sönmez ve Ayyıldız, 1964).

### 3.5. İstatistikî Analizler

Toprak ve bitki analizlerinden elde edilen değerler korelasyon ve regresyon analizlerine tabi tutulmuşlardır (Düzgüneş, 1963).

### 3.6. Analiz Sonuçları

Deneme toprakları ile ilgili bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Cetvel 4'de, bitki analizleriyle ilgili sonuçlar Cetvel 5'de verilmiştir.

#### 3.6.1. Toprak Örneklerine Ait Analiz Sonuçları

Topraklar çoğunlukla nötr ve alkalin reaksiyonludur. pH değerleri 6.05 - 8.00 arasında değişmekte olup, en düşük pH 14 nolu Susuz Karakale köyü toprağına, en yüksek pH 18 nolu Tuzluca Kızılkaya köyü toprağına aittir.

Araştırma topraklarında organik madde miktarları % 0.52-8.55 arasında değişmekte olup, ortalama % 2.48 dir. En fazla organik mad-

Değişebilir katyonlar m.e./100 g.			Normal HNO <sub>3</sub> ile ekstrakte m.e./100 g.	Normal HNO <sub>3</sub> ile serbest hale geçen K. m.e./100 g.	Toplam K. %	Fikse K. %	Tekstür %			Tekstür sınıfı
Na	K	Ca+Mg					Kil	Silt	Kum	
0.05	1.83	39.1	4.05	2.22	1.60	23.2	52.2	34.4	13.4	Kil
0.06	0.99	42.8	2.05	1.06	0.75	13.4	48.0	44.0	18.0	Siltli-kil
0.06	1.72	29.4	4.03	2.31	1.29	20.1	42.8	39.2	18.0	Kil
0.03	2.22	16.0	4.05	1.83	2.05	-9.7	26.4	31.2	42.4	Tın
0.04	2.40	38.9	5.00	2.60	1.58	8.2	44.2	42.2	13.6	Siltli-kil
0.09	1.66	33.5	3.33	9.67	1.25	-5.9	46.4	38.6	15.0	Kil
0.02	0.31	10.4	1.79	1.48	1.82	26.7	19.4	39.6	41.0	Tın
0.03	1.43	31.4	3.21	1.78	1.29	63.8	48.4	47.0	4.6	Siltli-kil
0.03	1.60	34.2	3.54	1.94	1.34	39.9	52.6	32.4	15.0	Kil
0.06	0.87	64.4	2.31	1.44	0.74	7.3	71.4	21.6	7.0	Kil
0.02	0.58	7.3	2.44	1.86	2.40	-26.1	16.2	23.2	70.6	Kumlu-tın
0.02	0.43	6.2	1.92	1.49	1.87	-1.3	10.0	23.4	66.6	Kumlu-tın
0.02	0.85	7.5	2.31	1.46	2.15	1.8	16.0	27.2	56.8	Kumlu-tın
0.42	0.68	10.4	1.92	1.24	1.94	-15.9	43.6	32.6	23.8	Kil
0.03	0.52	4.2	2.31	1.79	0.72	42.9	73.6	13.6	12.8	Kil tın
0.09	1.03	27.0	2.64	1.61	1.10	17.7	38.0	46.2	15.8	Siltli-killi-tın
0.05	0.43	5.6	1.03	0.60	0.38	-4.5	21.2	38.0	40.8	Tın
0.10	0.39	6.7	0.78	0.39	0.22	6.1	30.0	43.6	26.8	Killi-tın
0.14	0.77	15.3	1.54	0.77	0.87	22.5	43.6	38.4	18.0	Kil
0.27	1.26	19.8	2.18	0.92	0.88	16.3	38.0	53.4	8.6	Siltli-killi-tın
0.09	1.03	14.3	1.79	0.76	0.67	0.4	57.0	35.4	7.6	Kil tın
0.07	1.68	18.1	2.77	1.09	1.22	31.4	35.4	55.4	9.2	Siltli-killi-tın
0.10	1.39	34.9	2.79	1.40	1.04	25.8	40.0	34.4	17.6	Kil tın
0.10	1.41	29.6	2.82	1.41	1.38	38.5	39.0	28.4	32.6	Killi-tın
0.12	2.13	39.6	3.59	1.46	1.53	38.5	60.0	33.4	6.6	Kil

(Normal amonyum asetat ile  
ekstrakte edilen K, m.e./100 g.)

de No.lu Karayazı Yukarı Söylemez köyü toprağında, en az da 36 No.lu Adilcevaz Haraphan köyü toprağında bulunmuştur. Fox'un (1962) sınıflandırmasına göre, bu toprakların 18 tanesi organik maddece çok fakir, 17 tanesi fakir, 7 tanesi orta ve 8 tanesi de zengin sayılabilir.

Toprakların kireç miktarları % 0.90 - 22.31 arasında değişmektedir. Ortalama olarak % 5.47 bulunmuştur. En az kireç 14 No.lu Susuz Karakale köyü toprağında, en fazla da 23 No.lu Doğubeyazıt kazası toprağında bulunmuştur.

Toprakların tekstürleri kil ile kumlu-tın arasında değişmektedir. Kil miktarları % 10.0 - 73.6 arasında, silt miktarları % 13.6 - 55.4 arasında ve kum miktarları da % 3.4 - 70.6 arasında değişmektedir.

Deneme topraklarının katyon değişim kapasiteleri 100 g. toprakta 6.2 - 65.3 m.e. arasındadır. Katyon değişim kapasitesi en yüksek toprak 35 No.lu Varto kazası toprağı, en az olan da 42 No.lu Erzincan Pizvan köyü toprağıdır.

Değişebilir katyonlardan sodyum ortalama olarak 100 g. toprakta 0.26 m.e. olarak bulunmuştur. Toprak örnekleri içerisinde sadece bir toprakta (21 No.lu toprak) değişebilir sodyum yüzdesi % 15 ten fazladır. Potasyum miktarı ortalama olarak 100 g. toprakta 1.33 m.e. olup 0.18 - 2.99 m.e. arasında değişmektedir. Değişebilir potasyum en fazla 9 No.lu Erzurum Gez köyü toprağında, en azda 5 No.lu Hınıs Mirseyit köyü toprağında bulunmuştur. Değişebilir Ca + Mg miktarları 100 g. toprakta ortalama olarak 49.09 m.e. dir. Değişebilir katyonların % 90 dan fazlasını Ca + Mg teşkil etmektedir.

Normal nitrik asit ile ekstrakte edilen toplam potasyum miktarları da 100 g. toprakta 0.78 - 5.00 m.e. arasında değişmektedir ve ortalaması 2.85 m.e. dir. Nitrik asitle ekstrakte edilen potasyum en fazla 9 No.lu Erzurum Gez köyü ile, 30 No.lu Malazgirt Abdullahbey

köyü toprağında, en az da 43 No.lu Erzincan ovası Yoğurtlu köyü toprağındadır.

Toprakların değişmeyen formdan normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum miktarları 100 g. toprakta 0,36 - 2,60 m.e. arasında değişmekte olup, ortalama olarak 100 g. toprakta 1,51 m.e. bulunmuştur. En fazla potasyum 30 No.lu Malazgirt Abdullahbey köyü toprağında, en az da 43 No.lu Erzincan Yoğurtlu köyü toprağında serbest hale geçmiştir.

Toprakların toplam potasyum miktarları % 0,22 - 2,40 arasında olup, en fazla 36 No.lu Adilcevaz Haraphan köyü, en az da 43 No.lu Erzincan ovası Yoğurtlu köyü toprağında bulunmuştur. Deneme topraklarındaki ortalama toplam potasyum miktarı % 1,23 olarak saptanmıştır.

İslatma ve kurutma deneme topraklarının 43'ünde potasyum fiksasyonuna, 7 toprakta potasyumun serbest hale geçmesine sebep olmuştur. Potasyumun fikse olduğu topraklarda, potasyum fiksasyonu % 0,4 - 68,5 arasında değişmekte olup, en fazla fiksasyon Hınıs Mirseyit köyü ile 14 No.lu Susuz Karakale köyü topraklarında, en az da Erzincan ovası Ula köyü toprağında meydana gelmiştir.

### 3.6.2. Hasat Edilen Bitki Miktarlarıyla Bitkilerdeki Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum Durumları

Deneme topraklarından elde edilen bitki miktarları ile bitkilerin kaldırdığı K, Ca ve Mg miktarları Cetvel 6 da verilmiştir. En fazla mahsul saksı başına 3,103 g. olarak 35 No.lu Varto toprağından, en az mahsülde 0,550 g. olarak 8 No.lu Pasinler ovası Müceldi köyü toprağından elde edilmiştir.

Deneme bitkilerinin kaldırdıkları potasyum miktarları kuru ağırlık esasına göre % 0,69 - 2,70 arasındadır. Ortalama değer 1,77 dir. En az potasyum 5 No.lu Hınıs Mirseyit köyü toprağında yetişen, en fazla da 9 No.lu Erzurum Gez köyü toprağında yetişen bitkide

g .top- tan el- edilen bitki /70°C	100 g.top- rağın bit- kiye ver- diği g/mg.	Bitkideki		
		% K	% Ca	% Mg.
2.018	35.76	1.92	3.46	0.97
1.831	25.0	1.60	2.88	1.30
1.756	30.4	1.96	3.23	1.20
0.652	14.3	2.46	3.36	1.53
1.614	28.5	2.04	3.27	1.40
1.963	31.8	1.99	3.31	0.97
1.174	10.0	1.13	3.46	1.57
2.103	32.8	1.86	3.61	1.22
2.346	29.8	2.03	2.50	1.63
3.103	26.5	1.05	3.77	1.09
1.800	19.8	1.35	3.74	0.91
0.675	10.0	1.86	4.70	0.79
1.359	22.9	2.00	3.59	1.10
0.877	12.3	1.89	3.20	1.11
1.545	13.7	1.16	3.96	0.98
1.818	20.6	1.33	4.06	0.83
1.174	11.9	1.16	3.63	1.72
0.661	9.4	1.60	1.63	2.10
1.236	11.4	1.04	3.83	1.42
1.056	19.0	1.99	3.43	1.61
1.189	17.5	1.78	2.69	1.47
1.207	22.3	1.31	3.89	4.13
1.543	21.9	1.64	3.35	1.42
1.101	20.8	2.11	3.44	0.73
1.229	22.6	1.95	3.30	0.67

saptanmıştır. Bitkilerin 100 g. topraktan kaldırdıkları potasyum miktarı ise, ortalama olarak 23.12 mg. olup, bunun topraklardaki dağılışı 100 g. toprakta 9.4 - 56.5 mg. arasında değişmektedir. Bitkiye en fazla potasyum sağlayan toprak 14 No.lu Susuz Karakale köyü, en az da 43 No.lu Erzincan ovası Yoğurtlu köyü toprağıdır.

Deneme bitkilerinin kaldırdığı kalsiyum % 1.63 - 4.70 arasında olup, ortalama olarak % 3.36'dır. En fazla 37 No.lu Ahlat toprağında, en az da Erzincan ovası Yoğurtlu köyü toprağında bulunmuştur.

Bitkilerin kaldırdıkları magnezyum miktarları ise % 0.53-2.43 arasındadır. Ortalama değer % 1.21'dir. En fazla magnezyum 4 No.lu Hınıs Parmaksız köyü toprağında yetişen bitkide, en az da 11 No.lu Sarıkamış Mescitli köyü toprağında yetişen bitkide saptanmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Toprak Örneklerinin Potasyum Durumları

Toprak örnekleri geniş bir bölgeyi temsil ettiğinden, topraklardaki toplam potasyum % 0,22-2,40 arasında değişen geniş bir dağılışı göstermektedir. Aynı şekilde, toprak potasyumunu meydana getiren potasyum formları arasında da benzer bir dağılışı bulunmaktadır.

Araştırma sonuçları cetveller halinde verilmiş, sonuçlara ait bazı ilişkiler grafiklerle gösterilmiştir.

##### 4.1.1. Topraklardaki Toplam Potasyumun Dağılışı

Toplam potasyum değerleri (Cetvel 4) incelendiğinde en fazla potasyumun sıra ile 36 No.lu Adilceviz Haraphan köyü, 38 No.lu Tatvan kazası ve 29 No.lu Patnos Susuz köyü, en az potasyumda Erzincan ovasındaki Yoğurtlu köyü topraklarında bulunduğu görülmektedir. Fazla miktarda potasyum ihtiva eden topraklar Van gölü yöresine ait topraklardır.

Topraklardaki toplam potasyumun ortalaması % 1,23'tür. Toprakların % 52'sinin toplam potasyumu % 1,01 - 1,50 arasında değişmekte ve ortalama değer olan % 1,23 bu hudutlar içinde kalmaktadır. Toprakların % 74'ünde toplam potasyum % 1'den fazla, % 26'sında % 1'den azdır (Cetvel 6).

Cetvel 6. Toplam potasyum yüzdelerine göre toprak örneklerinin dağılışı

Toplam potasyum %	Toprak sayısı	Toprakların yüzdesi
0,50 den az	3	6
0,51 - 1,00	10	20
1,01 - 1,50	26	52
1,51 - 2,00	8	16
2,01 den fazla	3	6

#### 4.1.2. Topraklardaki Potasyum Formlarının Durumu

Toprakların toplam potasyumu ve bunu teşkil eden muhtelif formdaki potasyum 100 g. toprakta m.e. olarak Cetvel 7'de, muhtelif formdaki potasyum da toplam potasyumun yüzdesi olarak Cetvel 8'de verilmiştir.

Toprak potasyumu, kimyasal ve mineralojik olarak iki grup içinde düşünülürse, toplam elverişli potasyum, normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum, değişebilir ve suda eriyebilir şeklinde yapılan bir ayırım daha ziyade bitkilere elverişlilik yönünden yapılan bir ayırmadır. Nitekim McLean ve Simon (1958) ile Mehra ve Singh (1970) toprak potasyumunu,

Elverişsiz K = Toplam K - Bitkiler için elverişli toplam K veya nitrik asitle ekstrakte edilen K

şeklinde elverişlilik durumuna göre ele almışlardır. Elverişsiz potasyum teorik olarak fikse olmuş veya killerin yapısında yer alan potasyumla, toprağın mineralojik yapısına giren potasyumu temsil etmekte ve bu formlardan bitkilerin kısa sürede faydalanamadıkları kabul edilmektedir.

Bitkiler için nisbi olarak elverişli olduğu kabul olunan normal nitrik asitle serbest hale geçen toplam potasyum da elverişlilik yönünden iki kısma ayrılabilir ve serbest hale geçen potasyum aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Normal nitrik asit ile serbest hale geçen K (oldukça güç elverişli)	Normal nitrik asit ile ekstrakte edilen toplam K	Normal amonyum asetatla ekstrakte edilen veya değişebilir K
---	--	---

Bitkiler için elverişli potasyum, normal amonyum asetatla ekstrakte edilen potasyumla, suda eriyebilir potasyumu kapsamaktadır. Suda eriyebilir potasyum topraklarda çok az miktarlarda bulunduğu için genellikle üzerinde fazla durulmaz. Bu bakımdan pH'sı 7'ye ayarlanmış

Cetvel 7. Toprakların toplam potasyumlarını teşkil eden potasyum formları

Toprak No.	T o p r a k l a r ı n					Toprak No.	T o p r a k l a r ı n				
	Toplam K	Elverişsiz K	Serbest hale geçen K	Değişebilir K	Suda eriyebilir K		Toplam K	Elverişsiz K	Serbest hale geçen K	Değişebilir K	Suda eriyebilir K
1	33.61	28.79	1.96	2.844	0.016	26	41.16	37.11	2.22	1.817	0.013
2	33.63	29.91	1.63	2.071	0.019	27	19.23	17.18	1.06	0.984	0.006
3	26.92	24.79	1.19	0.938	0.002	28	35.72	31.69	2.31	1.706	0.014
4	18.67	16.88	1.06	0.729	0.001	29	52.64	48.59	1.83	2.193	0.027
5	9.24	8.21	0.85	0.179	0.001	30	40.54	35.54	2.60	2.389	0.011
6	34.65	31.37	1.78	1.496	0.004	31	32.13	28.80	1.67	1.644	0.016
7	27.37	24.60	1.35	1.411	0.009	32	46.67	44.88	1.48	0.303	0.007
8	32.19	30.14	1.10	0.939	0.011	33	33.12	29.91	1.78	1.416	0.014
9	34.63	29.63	1.91	2.990	0.085	34	34.25	30.71	1.94	1.586	0.014
10	32.71	30.66	1.12	0.925	0.005	35	19.01	16.70	1.44	0.866	0.004
11	43.08	39.62	2.05	1.394	0.016	36	61.64	59.20	1.86	0.568	0.012
12	37.53	34.07	1.75	1.705	0.005	37	47.86	45.94	1.49	0.221	0.009
13	35.91	33.14	1.59	1.169	0.011	38	55.12	52.81	1.46	0.837	0.013
14	33.92	29.82	1.90	2.163	0.037	39	49.83	47.91	1.24	0.674	0.006
15	30.81	27.73	1.90	1.175	0.005	40	18.37	16.06	1.79	0.519	0.001
16	33.64	30.31	2.11	1.219	0.001	41	28.26	25.62	1.61	1.028	0.002
17	32.13	29.10	1.80	1.222	0.008	42	9.60	8.57	0.60	0.410	0.020
18	15.46	14.31	0.75	0.399	0.001	43	5.70	4.95	0.39	0.356	0.034
19	17.70	14.89	1.10	1.209	0.001	44	22.20	20.66	0.77	0.769	0.001
20	23.12	21.25	1.01	0.849	0.011	45	22.53	20.35	0.92	1.248	0.012
21	29.91	26.42	1.45	2.021	0.019	46	17.15	15.36	0.76	1.019	0.021
22	34.44	30.34	2.11	1.902	0.088	47	31.24	28.47	0.09	1.660	0.020
23	40.03	37.08	1.35	1.589	0.011	48	26.73	23.94	1.40	1.388	0.002
24	23.92	21.48	1.29	1.135	0.015	49	35.31	32.49	1.41	1.404	0.006
25	37.71	34.81	1.64	1.252	0.008	50	39.15	35.56	1.46	2.124	0.006

normal amonyum asetatla ekstrakte edilen potasyum değişebilir potasyum olarak kabul edilmektedir.

Muhtelif formdaki potasyum, toplam potasyuma göre incelenirse (Cetvel 8), toplam potasyum içinde ortalama olarak suda eriyebilir potasyumun % 0.04, değişebilir potasyumun % 4.46, normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyumun % 5.24 ve bitkiler için elverişsiz olduğu kabul edilen potasyumun da % 90.26 nispetinde yer aldığı görülmüştür.

Topraklardaki elverişli ve elverişsiz potasyum nispetleri genel olarak Buckman ve Brady (1969)'nın tespit ettiği hudutlar içinde bulunmaktadır.

Araştırma konusu topraklar içinde bitkilere faydalı potasyumu en fazla olan 9 No.lu Erzurum ovası Gez köyü toprağıdır. Bu toprakta toplam potasyumun % 13.89'nun bitkiler için faydalı formda olduğu, bunun da toplam potasyuma göre % 5.52'sinin oldukça güç elverişli veya normal nitrik asitle serbest hale geçebilir ve % 8.37 sinin de kolaylıkla elverişli veya değişebilir durumda olduğu saptanmıştır. Buna karşılık 32 No.lu Muş ovası Karaağaçlı köyü toprağı ile 39 No.lu Tatvan kazası topraklarındaki toplam potasyumun ancak % 3.84'ü bitkiler için faydalı formdadır. Kolaylıkla elverişli potasyum 32 No.lu Muş ovası Karaağaçlı köyü toprağında % 0.65, 39 No.lu Tatvan toprağında % 1.34, oldukça güç elverişli potasyumun 32 No.lu Muş ovası Karaağaçlı toprağında % 3.17, 39 No.lu Tatvan toprağında da % 2.49 dur.

Toprak örneklerinde bitkiler için faydalı durumda bulunan potasyum formlarının dağılışılarında da farklılıklar görülmektedir. Bazı topraklarda (1, 2, 7, 9, 14, 19, 20, 21, 23, 29, 44, 45, 46, 47 ve 50 No.lu örnekler) değişebilir durumda bulunan potasyum formu, normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum formun<sup>dan</sup> daha fazladır.

Cetvel 8. Toplam potasyumun yüzdesi olarak çeşitli potasyum formları

Top. No	Toplam potasyumun %'si olarak				Top. No	Toplam potasyumun %'si olarak			
	Elve-risiz K	Serbest hale geçen K	Deği-şebi-lik K	Suda e-riyen K		Elve-risiz K	Serbest hale geçen K	Deği-şebi-lik K	Suda e-riyen K
1	85.66	5.83	8.46	0.048	26	90.16	5.39	4.41	0.032
2	88.94	4.85	6.16	0.056	27	89.34	5.51	4.65	0.031
3	92.09	4.42	3.48	0.007	28	88.72	6.47	4.78	0.039
4	91.04	5.86	3.90	0.005	29	92.31	3.47	4.17	0.052
5	88.85	9.20	1.94	0.011	30	87.67	6.41	5.89	0.027
6	90.53	5.13	4.31	0.012	31	89.64	5.19	5.12	0.050
7	89.88	4.93	5.15	0.033	32	96.16	3.17	0.65	0.019
8	93.64	3.42	2.91	0.034	33	90.37	5.37	4.28	0.042
9	85.87	5.52	8.17	0.200	34	89.66	5.66	4.63	0.041
10	93.73	3.43	2.83	0.015	35	87.85	7.57	4.56	0.021
11	91.97	4.76	3.24	0.037	36	96.05	3.02	0.92	0.019
12	90.78	4.66	4.55	0.013	37	95.99	3.11	0.88	0.019
13	92.29	4.43	3.26	0.031	38	95.81	2.65	1.52	0.024
14	87.91	5.60	6.38	0.109	39	96.15	2.49	1.34	0.012
15	90.00	6.17	3.81	0.016	40	87.43	9.74	2.83	0.005
16	90.10	6.27	3.62	0.003	41	90.66	5.70	3.64	0.007
17	90.57	5.60	3.80	0.025	42	89.27	6.25	4.27	0.208
18	92.56	4.85	2.59	0.006	43	88.31	6.44	5.24	0.693
19	86.57	6.40	7.03	0.006	44	93.06	3.46	3.47	0.005
20	91.91	4.37	5.23	0.048	45	90.32	4.09	5.54	0.053
21	88.34	4.85	6.76	0.064	46	89.56	4.43	7.79	0.064
22	88.10	6.13	5.52	0.256	47	91.14	3.49	5.41	0.064
23	92.63	3.37	3.10	0.027	48	91.13	5.24	5.19	0.007
24	89.80	5.39	4.74	0.063	49	92.01	4.99	3.98	0.017
25	92.31	4.35	3.32	0.021	50	90.32	3.72	5.41	0.015

Genellikle toplam faydalı potasyumu fazla olan topraklarda, oldukça güç faydalı potasyum kolaylıkla faydalı potasyumdan daha azdır.

#### 4.1.3. Toprakların Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler

Toprakların toplam potasyumlarını meydana getiren potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler toplu olarak Cetvel 9'da verilmiştir.

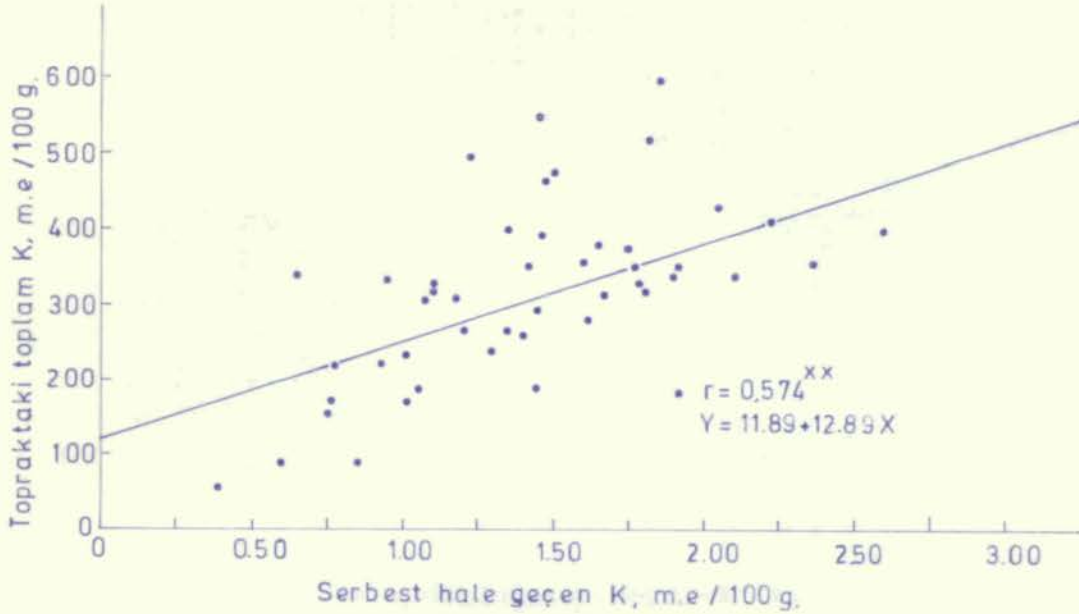
Cetvel 9. Toprakların potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler

	Normal HNO <sub>3</sub> ile ekstrakte edilen K, m.e./100 g.	Normal HNO <sub>3</sub> ile serbest hale geçen K, m.e./100 g.	Değişebilir K m.e./100 g.
Topraklardaki toplam K, m.e./100 g.	XX r=0.559±0.120 Y=0.56 + 5.90X	XX r=0.574±0.118 Y=11.89+12.99X	X r=0.288±0.139 Y=25.43+4.49X
Bitkilere nisbi olarak faydasız K, m.e./100 g.	r = 0.197	XX r=0.502±0.124 Y=12.19+10.91X	r = 0.1996
Normal HNO <sub>3</sub> ile ekstrakte edilen K, m.e./100 g.			XX r=0.961±0.039 Y=0.95 +1.45X
Normal HNO <sub>3</sub> ile serbest hale geçen K, m.e./100 g.			XX r=0.543±0.121 Y=1.22+0.22X

#### 4.1.3.1. Toprakların Toplam Potasyumları ile Bazı Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler

Toprakların toplam potasyum miktarları ile değişebilir, normal nitrik asitle serbest hale geçebilir ve bu iki formun toplamı olan normal nitrik asitle ekstrakte edilebilir toplam faydalı potasyumla olan ilişkileri araştırılmış ve en yüksek ilginin serbest hale geçen potasyumla olduğu görülmüştür. Toplam potasyumla değişebilir potasyum arasında % 5 seviyesinde (r = 0.288), normal nitrik asitle serbest

hale geçen potasyumla % 1 seviyesinde ( $r = 0.574$ ) ve normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyumla da % 1 seviyesinde ( $r = 0.559$ ) önemli korelasyonlar bulunmuştur. Bu korelasyon katsayılarından da görülebileceği gibi en yüksek korelasyonun toplam potasyumla serbest hale geçen potasyum arasında olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyumun toplam potasyumla daha fazla ilişkili olduğu sonucuna varılabilir. Buna ait istatistiksel ilişki Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Toplam potasyumla serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki.

#### 4.1.3.2. Toprakların Toplam Elverişsiz Potasyumları ile Bazı Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler

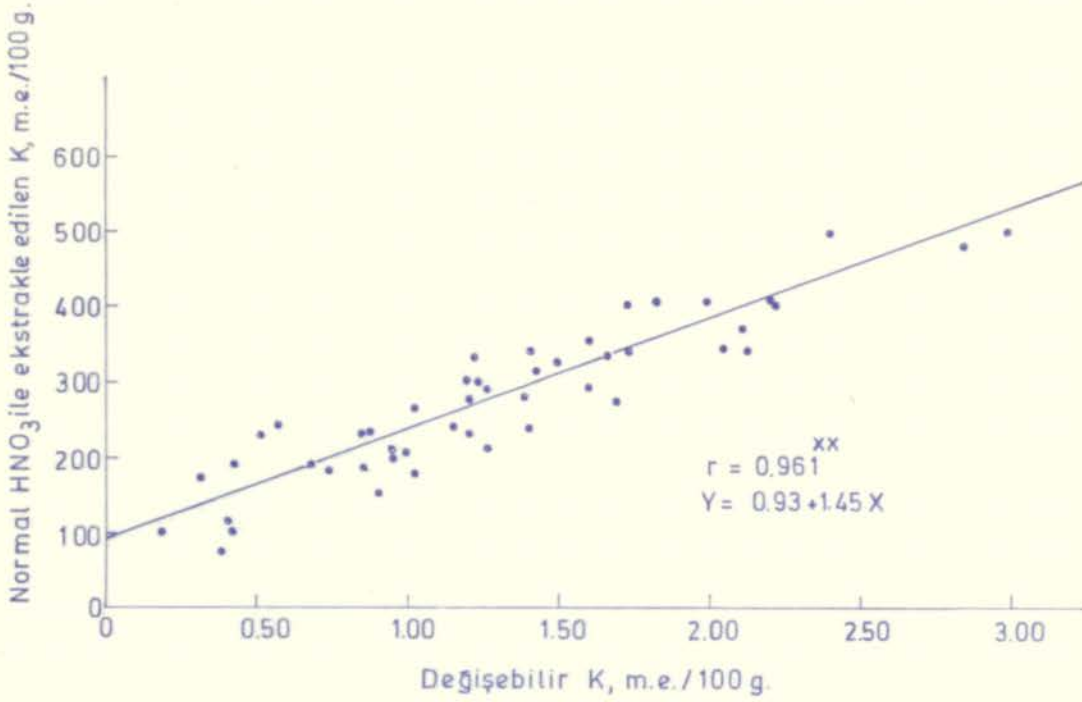
Toprakların toplam elverişsiz potasyumları ile bitkiler için teorik olarak faydalılığı kabul edilen potasyum formları arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak araştırıldığında, sadece nitrik asitle serbest hale geçen potasyum arasında % 1 seviyesinde önemli bir korelasyon bulunmuştur ( $r = 0.502$ ). Değişebilir ve normal nitrik asitle

ekstrakte edilebilir potasyumla, nisbi olarak faydasız potasyum arasında istatistiksel bir ilişki bulunmamıştır. Normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyumun hem toplam potasyumla hem de toplam faydasız potasyumla önemli korelasyonlar vermesi kimyasal ölçme metodlarına göre toprakların potasyum sağlama güçlerini değerlendirmede nitrik asitle serbest hale geçen potasyumun değişebilir potasyumdan daha iyi bir ölçü olabileceğini göstermektedir. Ayrıca serbest hale geçen potasyumla toplam potasyum ve toplam elverişsiz potasyum arasındaki ilişki, değişebilir potasyumla olan ilişkiden daha fazladır. Buna göre, toprakların normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyumlarının toplam potasyumla, değişebilir formdaki potasyumlarının ise toplam potasyumla birlikte toprağın diğer bazı özelliklerinin etkisi altında olduğu sonucuna varılabilir.

#### 4.1.3.3. Normal Nitrik Asitle Ekstrakte Edilen Potasyum ve Nitrik Asitle Serbest Hale Geçen Potasyumun Değişebilir Potasyumla İlişkisi

Normal nitrik asitle ekstrakte edilen toplam potasyum ve nitrik asitle serbest hale geçen potasyum, değişebilir potasyum ile % 1 seviyesinde önemli korelasyonlar vermektedir. Bu ilişkilere ait korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=0.691$  ve  $r = 0.543$  tür. Schimitz ve Pratt (1953) aynı ilişkiyi üzerinde çalıştıkları genç topraklarda saptamışlardır. Normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyumla değişebilir potasyum arasındaki ilişki Şekil 2'de görülmektedir. Korelasyon katsayıları arasındaki farklılıklar, bitkilerin öncelikle faydalandıkları değişebilir potasyumun bitkiler için tek potasyum kaynağı olmadığını, değişebilir potasyumla birlikte serbest hale geçen potasyumun da önemli olduğunu göstermektedir. Değişebilir potasyumla değişemeyen formdan serbest hale geçen potasyum normal nitrik asitle ekstrakte edilebilen toplam faydalı potasyumu teşkil ettiğinden,

potasyum gübrelemesine esas teşkil edecek potasyum tayininde nitrik asitle serbest hale geçen potasyumun göz önüne alınması gereğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyum ile değişebilir potasyum arasındaki ilişki.

#### 4.2. Potasyum Formları ile Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprak potasyumunun elverişli veya orta derecede elverişli formlara dönüşmesinde, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkileri olduğu bilinmektedir. Bu özelliklerden bazılarıyla, potasyum formlarına ait istatistikî sonuçlar Cetvel 10'da verilmiştir.

##### 4.2.1. Organik Madde

Toprakların organik madde miktarları ile değişebilir ve normal nitrik asitle serbest hale geçebilir potasyum formları arasında % 5 seviyesinde ( $r = 0.299$  ve  $r = 0.342$ ) istatistikî olarak önemli

ilişkiler elde edilmiştir. Bu nedenle organik maddenin potasyum elverişliliğini artırdığı sonucuna varılabilir.

Cetvel 10. Toprakların potasyum formları ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki istatistikî ilişkiler.

	Değişebilir K, m.e./100 g.	Normal HNO <sub>3</sub> ile serbest hale ge- çen K, m.e/100 g.	Toplam K, %
Organik madde, %	$r=0.299\overset{x}{6}+0.137$ $Y=1.39 + 0.82X$	$r=0.329\overset{x}{\pm} + 0.135$ $Y=0.53 + 1.29X$	
Kireç, %	$r = 0.147$	$r=-0.294\overset{x}{\pm}+0.138$ $Y=10.38 - 3.25X$	
Kil, %	$r=0.465\overset{xx}{\pm}+0.127$ $Y=28.7 + 11.19X$	$r = 0.266$	
Kasyon değişim kapasitesi, m.e./100 g.	$r=0.339\overset{x}{\pm}+0.135$ $Y=20.10+7.91X$	$r=0.426\overset{xx}{\pm}+0.130$ $Y=8.69 + 14.61X$	
Kum, %			$r=0.349\overset{x}{\pm}+0.135$ $Y=0.671+11.91X$

Organik maddenin, mikroorganizma faaliyetini artırması ve parçalanması esnasında meydana gelen ara ürünleri toprak oluşumunu, dolayısıyla potasyumun form değiştirerek faydalı formlara dönüşmesini biyolojik ve kimyasal olarak etkiler. Organik maddenin parçalanması sırasında meydana gelen asidik bileşikler toprak pH'sını düşürerek potasyum elverişliliğinin artmasını sağlar. Deneme topraklarından organik maddesi yüksek olanların, toprakların pH sınırları içerisinde asit tarafta bulunmaları da bunu doğrulamaktadır (Cetvel 4). Organik maddenin potasyum elverişliliğini artırdığı çeşitli araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur (Jaiyebo, 1968; Ramadan ve arkadaşları, 1968 ve Oparah, 1972).

#### 4.2.2 Kireç

Toprakların kireç miktarlarının potasyum elverişliliğine olan etkisi araştırıldığında, toprakların değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyum formlarıyla, kireç miktarları arasında % 5 seviyesinde önemli negatif bir ilişkinin ( $r = -0.294$ ) olduğu görülmüş, fakat değişebilir potasyum miktarıyla kireç miktarları arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Birçok araştırmacılar, kireç miktarlarının potasyumun elverişliliğini azaltmasını kireçli toprakların potasyumu fikse etmesine bağlamışlardır (McCall, 1941; Snider, 1934; Allaway ve Pierre, 1939; Stanford ve arkadaşları 1941 ; York ve arkadaşları, 1953). Fakat, araştırma topraklarına ait ıslatma ve kurutma işlemine göre bulunan potasyum değerleri, kireç miktarlarıyla karşılaştırıldığında potasyum fiksasyonunun yüzde yüz kireçten ileri geldiği görülmemektedir. En fazla potasyum fikse eden 5 No.lu Hınıs Mirseyit köyü ile 14 No.lu Susuz Karakaşe köyü topraklarının kireç miktarları sıra ile % 1.72 ve % 0.90 olup, fikse ettikleri potasyum % 68.5 tur. Bu topraklara ait kireç miktarları, toprakların % 5.47 olan kireç ortalamalarının çok altında olduğu gibi, 14 No.lu toprakta topraklar içerisinde en düşük kireç miktarına ve pH değerine sahiptir. Buna karşılık en fazla kireç ihtiva eden (% 22.31) 23 No.lu Doğubeyazıt kazası toprağında fikse olan potasyum % 39.5 tur.

Kireçli topraklarda potasyumun elverişsiz hale geçirmesini, sadece fiksasyonla izah etmektense, kirecin toprağın başka özellikleri üzerine olan etkisine, muhtemelen kil tipleriyle ve ana materyalla ilişkisine bağlamak daha isabetli olacaktır.

#### 4.2.3. Tekstür

Topraktaki potasyum formlarıyla, tekstürel yapı arasındaki ilişki araştırılmış, değişebilir potasyumla kil fraksiyonları arasında % 1 seviyesinde ( $r = 0.465$ ) ve toplam potasyum miktarlarıyla, kum

fraksiyonları arasında % 5 seviyesinde ( $r = 0.349$ ) istatistikî bir ilişki bulunmuştur. Cetvel 4 incelendiğinde toprakların kil fraksiyonları arttıkça, değişebilir potasyumlarının da arttığı görülmektedir.

Değişebilir potasyumla kil fraksiyonları arasındaki ilişki, kil fraksiyonunun katyon değişim özelliğine bağlanabilir. Diğer taraftan toprakların toplam potasyumunun kum fraksiyonu ile ilişkili olması, toprakların potasyum rezervlerinin önemli bir kısmının muhtemelen mineralojik kaynaklı olduğunu göstermektedir. Dört No.lu cetvelde toplam potasyum miktarları fazla olan toprak örneklerinin, kum fraksiyonlarının da yüksek olduğu görülmektedir. Toplam potasyum bakımından en zengin olan sıra ile 3 toprak örneğinde, 36 No.lu Adilcevaz Haraphan köyü toprağı, 38 No.lu Tatvan Sorgun köyü toprağı ve Patnos Susuz köyü toprağında hakim fraksiyon kum fraksiyonudur. Genellikle toprakların kum fraksiyonu azaldıkça toplam potasyumları da azalmaktadır.

#### 4.2.4. Katyon Değişim Kapasitesi

Toprakların katyon değişim kapasiteleriyle değişebilir potasyum arasında % 5 seviyesinde ( $r = 0.359$ ), değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumla da % 1 seviyesinde ( $r=0.426$ ) önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur.

#### 4.3. Bitkilerin Aldıkları Potasyum Miktarları İle Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Topraklardaki nispeten elverişsiz formdaki potasyumun bitkiler için elverişli hale geçmesinde topraklar arasındaki farklılıklar, bitkilerin muhtelif topraklardan değişik miktarlarda potasyum almasının toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili bulunduğunu göstermektedir. Bu özelliklerden, toprak reaksiyonu, organik

madde, kireç, tekstür ve kation değişim kapasiteleri ile bitki tarafından alınan potasyum miktarları arasındaki istatistikî ilişkilere ait sonuçlar Cetvel 11'de verilmiştir.

Cetvel 11. Bitkilerin aldıkları potasyum miktarları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki istatistikî ilişkiler

	pH 1 : 1	organik madde %	Kireç %	Kil %	Kat.değişim kapasitesi m.e./100 g.
Bitkilerin topraktan aldıkları K, mg./100 g. toprak	$r = -0.248 \pm 0.140$ $Y = 8.12 - 0.03X$	$r = 0.569 \pm 0.118$ $Y = 11.44 \pm 3.10X$	$r = -0.93 \pm 0.138$ $Y = 26.09 - 0.54X$	$r = 0.423 \pm 0.130$ $Y = 14.41 \pm 0.20X$	$r = 0.469 \pm 0.125$ $Y = 13.35 \pm 0.31X$

$\frac{1}{2}$  % 10 seviyesinde önemli ve negatif.

#### 4.3.1. Toprak Reaksiyonu

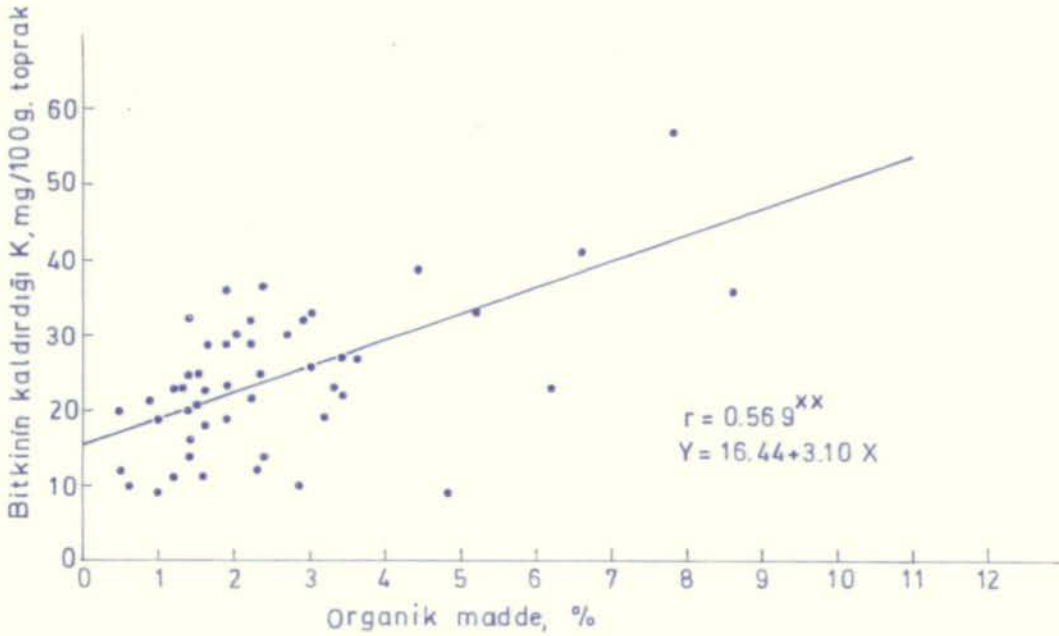
Bitkilerin topraktan kaldırdıkları potasyum ile toprakların pH'ları arasındaki ilişkiler araştırılmış ancak % 10 seviyesinde ( $r = -0.248$ ) önemli negatif bir korelasyon bulunmuştur. Toprakların pH değerleri (Cetvel 4) ile bitkilerin kaldırdıkları toplam potasyum miktarları (Cetvel 5) karşılaştırıldığında bitkiye en fazla potasyum veren 14 No.lu Susuz Karakale köyüne ait toprağın en düşük pH değerine sahip olduğu görülür ( $pH = 6.05$ ). Bitkiye potasyum sağlama bakımından ikinci sırayı işgal eden 13 No.lu Göle Yukarı Demirkapı köyü toprağının pH'sı 6.40 tır.

Toprak reaksiyonu asit tarafa gittikçe potasyum elverişliliğinin artması eğilimi ortaya çıkmaktadır. Toprak asitliği arttıkça potasyumun toprak tarafından tutulması azalmakta, dolayısıyla potasyum elverişliliği artmaktadır. Bu durum birçok araştırmacı tarafından

doğrulanmış bulunmaktadır (Volk, 1938; Martin ve arkadaşları, 1945 ve Reitemeier, 1957).

#### 4.3.2. Organik Madde

Bitkilerin topraklardan aldıkları potasyumla toprak organik maddesi arasında % 1 seviyesinde önemli pozitif bir korelasyon ( $r = 0.569$ ) bulunmuştur. Bitkilerin aldıkları potasyumla organik madde arasındaki ilişki Şekil 3'te görülmektedir. Toprakların organik madde miktarları arttıkça bitkinin o topraktan kaldırdığı potasyum da artmaktadır.



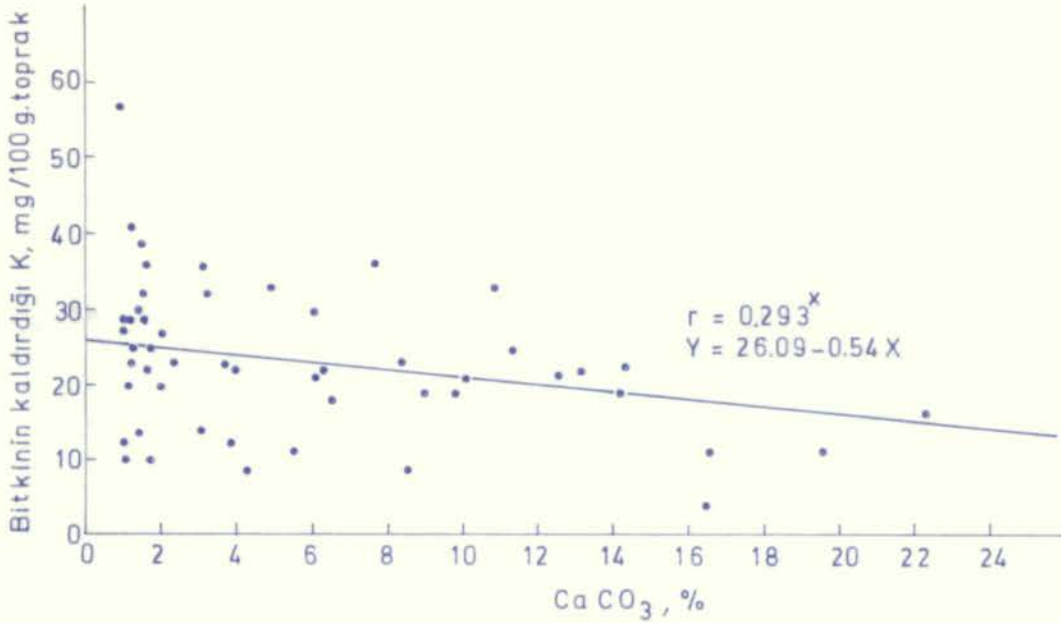
Şekil 3. Bitkilerin kaldırdığı potasyumla organik madde arasındaki ilişki.

Potasyum nitrojen, fosfor ve kükürt gibi bitkide organik kombinasyonlara girmez ve bitki içinde aktif halde kaldığı için kolaylıkla toprağa geçer. Bu bakımdan organik maddece zengin topraklar bitkilere daha fazla potasyum sağlamaktadır.

Organik maddenin potasyum elverişliliğini artırdığı birçok araştırmacı tarafından da ortaya konulmuştur (Jaiyebo, 1968; Ramadan ve arkadaşları, 1968; Oparah, 1972).

#### 4.3.3. Kireç

Toprakların kireç miktarlarıyla yulaf bitkisinin kaldırdığı potasyum arasında % 5 seviyesinde önemli negatif korelasyon( $r=-0.293$ ) bulunmuştur(Şekil 4). Genel olarak topraklarda kireç miktarının artması bitkinin kaldırdığı potasyum miktarında bir azalmaya sebep olmaktadır.



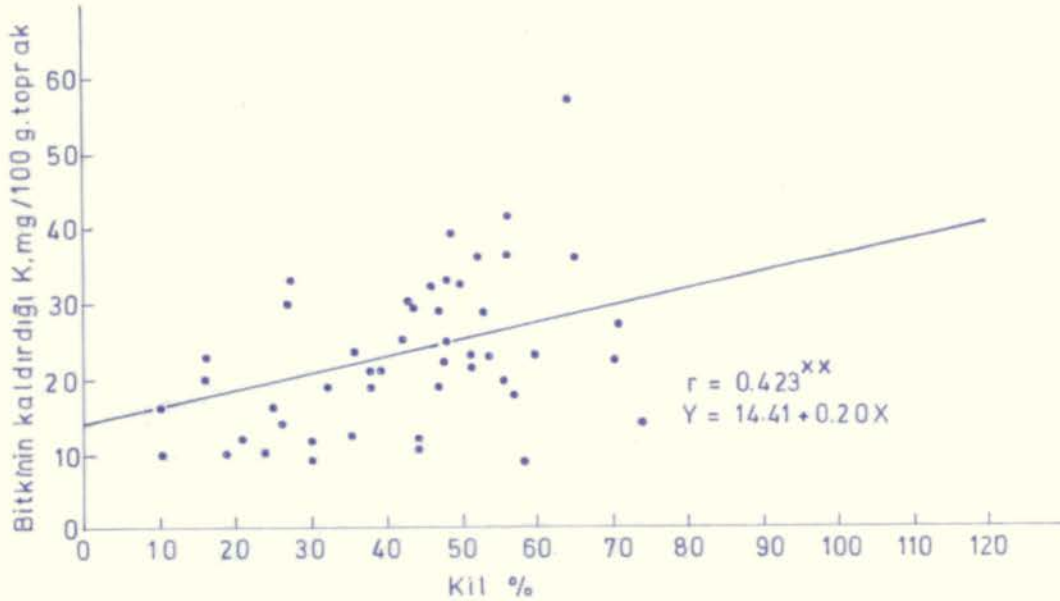
Şekil 4. Bitkinin kaldırdığı potasyumla toprakların kireç miktarları arasındaki ilişki.

Toprakların kireç miktarlarının potasyum elverişliliğine olan etkisi daha ziyade topraktaki hakim kil minerallerinden ileri gelmektedir. Kaolinitik topraklarda kireç potasyumundeki değişemiyen formdan değişebilir forma geçmesini artırır, fakat toprak solüsyonundaki miktarını azaltır. Montmorilonitik topraklarda kireç potasyumun aktivitesini artırır, fakat değişemiyen formdan değişebilir forma geçişi azaltır ve toprak solüsyonunda miktarı azalır. Kireç miktarının artması ile potasyum elverişliliğinin azalması, deneme konusu topraklar-

daki hakim kil mineralinin Montmorillonit olduğuna bir işaret olabilir. Birçok araştırmacı kirecin potasyum elverişliliğini azaltmasını potasyumun fiksasyonunun artması ile açıklamışlardır (McCall, 1919; Snider, 1934; Allaway ve Pierre, 1939; Stanford ve arkadaşları, 1941).

#### 4.3.4. Tekstür

Toprakların kil, silt ve kum yüzdeleri ile bitkilerin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları arasında, sadece kil fraksiyonu ile % 1 seviyesinde önemli pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Bu ilişkiye ait korelasyon katsayısı  $r = 0.423$  olup regresyon doğruyu Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Bitkilerin kaldırdıkları potasyum miktarlarıyla kil miktarı arasındaki ilişki.

Bitkiye sağladıkları toplam potasyum miktarlarına göre baştan itibaren 10 toprağa ait tekstürel sınıftan (14, 22, 13, 1, 26, 7, 11, 33, 12 ve 31) sekiz tanesi kil, bir tanesi siltli-kil ve bir tanesi de tındır. Yüzde ellisinin tekstür sınıfı kil olan deneme topraklarından bu sıralamaya göre, bitkiye en fazla potasyumu killi toprakların

sağladığı görülmektedir. Üsteki on toprağın değişebilir potasyumları ortalama olarak 100 g. toprakta 1.58 m.e. ve bitkiye sağladıkları potasyum 37.4 mg. dır( Cetvel 4 ve 5 ).

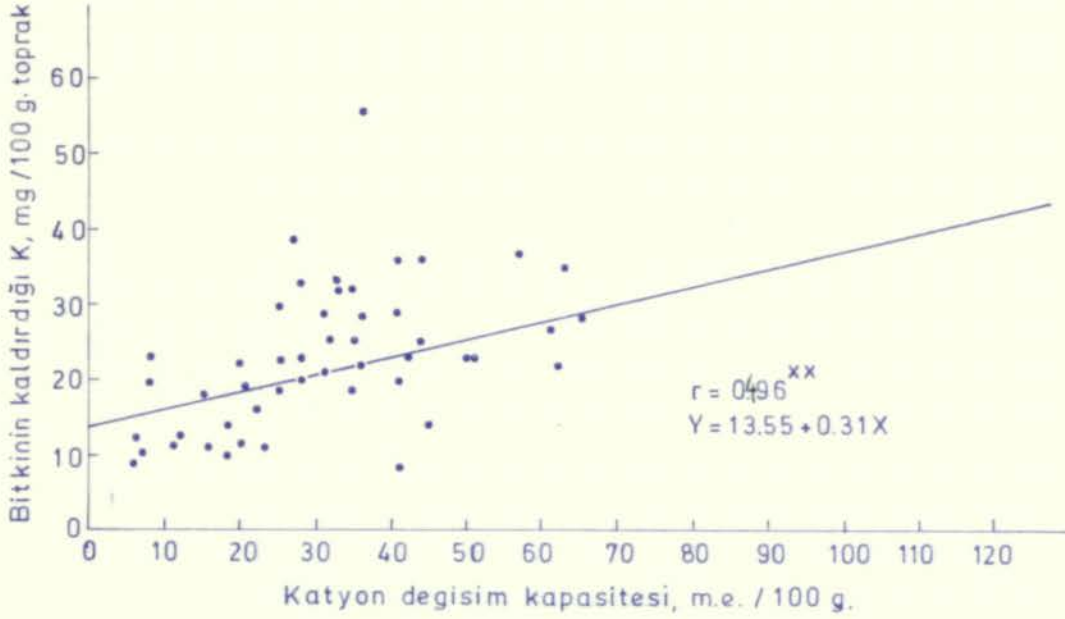
Ayrıca, bitkinin kaldırdığı potasyumun % 50'den fazlası değişemiyen formdan gelen on toprağın tekstür sınıfı sağladıkları potasyum miktarlarına göre sıra ile; kumlu-tın (37), kil (40), tın (5), tın(32), siltli-killli-tın (20), kill -tın (18), siltli-kil (19), kil (13), kumlu-tın (36) ve kumlu-tın (38) dır. Bu toprakların tekstürel yapıları tın veya tınca zengindir. Değişebilir potasyumları ortalama olarak 100 g. toprakta 0.68 m.e. ve bitkiye sağladıkları potasyum da 18.33 mg. dır(Cetvel 4, 5 ve 12).

Sonuç olarak ince bünyeli toprakların, orta veya kaba bünyeli topraklardan bitkiye daha fazla potasyum sağladıkları; fakat bitkilerin kaba bünyeli topraklarda değişemiyen formdaki potasyumdan daha kolay faydalandıkları ortaya çıkmaktadır. Hagin ve Feigenbaum'da (1962) benzer sonucu saptamışlardır. Bu sonuçta, ince bünyeli toprakların kaba bünyeli topraklardan daha fazla değişebilir formdaki potasyuma sahip olmalarına bağlanabilir.

#### 4.3.5. Katyon Değişim Kapasitesi

Bitkilerin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları ile, toprakların katyon değişim kapasiteleri arasında % 1 seviyesinde  $r = 0.496$  gibi pozitif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 6).

Katyon değişim kapasitesinin önceki bölümde değişebilir ve değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumla önemli pozitif korelasyonlar vermesi, katyon değişim kapasitesi ile birlikte bitkiye faydalı potasyumun da arttığını göstermektedir. Ayrıca bazı araştırmacılar toprakların potasyumu tutup veya serbest bırakmalarının kil minerallerinin elektriki yük seviyeleri ile ilgili olduğunu göstermişlerdir (Rose ve Kodama, 1970).



Şekil 6. Bitkilerin kaldırdıkları potasyumla kasyon değişim kapasitesi arasındaki ilişki.

#### 4.4. Bitkilerin Topraktan Kaldırdıkları Potasyum Miktarları ile Toprağın Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler.

Bitkilerin, teorik olarak öncelikle toprağın değişebilir

formdaki potasyumundan faydalandıkları bilinmektedir. Değişebilir potasyum azaldığında bitki potasyum ihtiyacını, değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumdan karşılamaktadır. Ancak, değişebilir formdaki potasyumun serbest hale geçebilmesi için topraktaki değişebilir formdaki potasyumun, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına bağlı olarak değişen minimal bir seviyeye kadar inmesi gerekmektedir (Tabatabai ve Hanway, 1969).

Araştırma konusu topraklar da serbest hale geçen potasyum iki şekilde değerlendirilmiştir. Önce bütün toprak örneklerini kapsa-

yacak şekilde 50 toprak, sonra değişemiyen formdan potasyum vermeğe 11 toprak çıkartılarak geriye kalan 39 toprak incelenmiştir.

#### 4.4.1. Bitkilerin Toprağın Değişebilir ve Değişemiyen Formlarında Meydana Getirdiği Değişiklikler

Bitkilerin değişebilir ve değişemiyen potasyum formlarından kaldırdıkları potasyum miktarları, Acquaye ve McLean'ın (1967) kullandıkları aşağıdaki formüle göre hesaplanmış ve sonuçlar Cetvel 12 de verilmiştir.

Bitkinin deği-  
şemiyen potas-  
yum formundan  
kaldırdığı K = Bitki tarafından kaldırılan top.K -  $\left( \begin{array}{l} \text{Deneme başındaki} \\ \text{değişebilir K} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Deneme sonunda-} \\ \text{ki değişebilir K} \end{array} \right)$

Bulunan pozitif değerler, bitkinin değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumdan yararlandığını, negatif değerler bitkinin değişemiyen formdaki potasyuma ihtiyaç duymadığını, diğer bir ifade ile değişebilir potasyumun bitkinin ihtiyaını karşıladığını göstermektedir.

Deneme ncesi toprakta tayin olunan değişebilir potasyum miktarı ile deneme sonrası tayin olunan potasyum miktarı arasındaki fark bitkinin topraktan aldığı potasyumdan fazla ise, bu fazla miktarın fikse olduğu kabul edilebilir. İki aylık deneme devresinde değişebilir ve değişemiyen potasyum formları arasında meydana gelen dinamik denge, 39 toprakta değişmeyen formdan değişebilir forma geçiş şeklinde ortaya ıkmiş, diğer 11 toprakta (1, 9, 21, 29, 44, 45, 46, 47, 48, 49 ve 50) değişemiyen formdan değişebilir forma geçiş olmamıştır. Diğer bir değimle 11 toprakta değişebilir potasyum seviyesi minimal seviyeye ulaşmamış, bitkiler ihtiyaçlarının tamamını değişebilir formdan sağlamışlardır.

Serbest hale geçen potasyumdan miktar itibariyle en fazla potasyum 13 No.lu Göle Yukarı Demirkapı köyü toprağında yetiştirilen bitkiler, en az da 28 No.lu Bulanık ovası toprağı ile 41 No.lu Tercan

ile bitkilerin topraktan kaldırdıkları toplam potasyum

Deneme so- nundaki de- ğişebilir	Bitkinin kaltırda- ğı top- lam	Bitkinin değişebi- lir form- dan kal- dırdığı	Bitkinin değişemi- yen form- dan kal- dırdığı	Bitkiye değişe- bilir K'dan ge- len K'nın bit- kideki toplam K'daki yüzdesi	Bitkiye değişe- miyen K'dan ge- len K'nın bitki- deki toplam K'daki yüzdesi
K mg/100 g.	K mg/100 g.	K mg/100 g.	K mg/100 g.		
34.0	35.0	35.7	33.5	93.84	6.16
14.8	25.0	22.0	3.0	87.94	12.06
35.0	30.4	29.8	0.6	98.03	1.97
66.8	14.3	14.3	-4.0	100.00	-0-
60.5	28.5	26.7	1.8	93.68	6.32
38.3	31.8	23.2	8.6	72.96	27.04
9.5	10.0	2.3	7.7	33.00	77.00
36.6	32.8	19.4	13.4	59.25	40.75
34.2	29.3	15.9	13.4	54.27	45.73
17.8	26.5	13.3	13.2	50.19	49.81
12.5	19.8	9.5	10.3	47.98	52.02
16.4	10.0	0.1	9.9	1.00	99.00
21.7	22.9	11.1	11.8	48.47	51.53
18.3	12.3	7.7	4.6	62.60	37.40
16.6	13.7	1.90	11.8	13.87	86.13
17.8	20.06	20.0	0.6	97.00	3.00
6.4	11.9	9.9	2.0	83.19	16.81
6.3	9.4	7.8	0.7	91.26	9.74
13.8	11.4	11.4	-5.0	100.00	-0-
23.5	19.0	19.0	-4.9	100.00	-0-
15.2	17.5	17.5	-5.6	100.00	-0-
29.1	22.3	22.3	-11.9	100.00	-0-
22.2	21.9	21.9	- 7.2	100.00	-0-
25.2	20.8	20.8	6.3	100.00	-0-
47.2	22.6	22.6	-6.5	100.00	-0-

Kargın köyü toprağında yetiştirilen bitkiler almışlardır.

Bitkilerin topraktan kaldırdıkları toplam potasyum içinde, değişebilir formdaki potasyum ve değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumun % oranları Cetvel 12'de verilmiştir. Bitkilerdeki potasyumun % 1.97 - 99.00'u değişemiyen formdan gelmektedir. En yüksek oran 37 No.lu Ahlat toprağına, en düşük oranda 28 No.lu Tutak toprağına aittir. Ahlat toprağında yetiştirilen bitkiler potasyumun hemen tamamını değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumdan sağlamışlardır.

#### 4.4.2. Bitkilerdeki Yüzde Potasyum Miktarları İle Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler

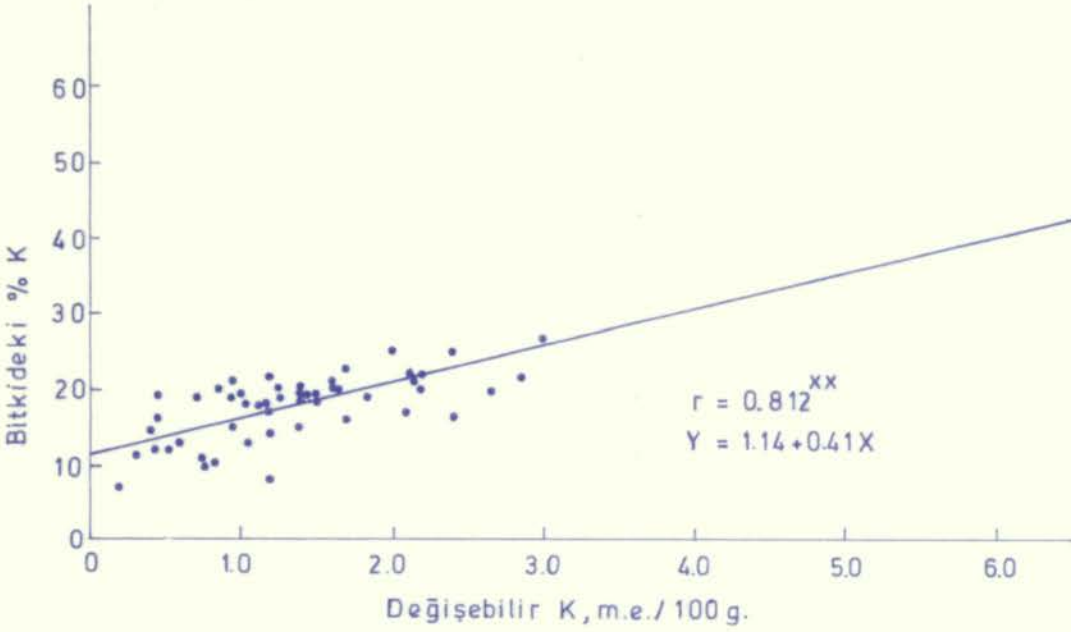
Bitkilerdeki % potasyum miktarları ile bitkiler için faydalı olarak kabul edilen potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler Cetvel 13'te verilmiştir. Bu cetvelde denemede kullanılan 50 toprağına ait değerlerle, bitkiye değişemiyen formlardan potasyum sağlayan 39 toprağına ait istatistikî sonuçlar yer almaktadır.

Cetvel 13. Bitkilerdeki yüzde potasyum miktarları ile potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler

	Örnek sayısı	Değişebilir K m.e./100 g.	Normal nitrik asitle serbest hale geçen K m.e./100 g.	Normal nitrik asitle ekstrakte edilen K m.e./100 g.
Bitkideki potasyum yüzdesi	50	XX $r=0.812 \pm 0.084$ $Y=1.14 + 0.47X$	XX $r=0.687 \pm 0.104$ $Y=1.11 + 0.57X$	XX $r = 0.455 \pm 0.128$ $Y = 1.28 + 0.17X$
	39	XX $r=0.674 \pm 0.120$ $Y=1.14 + 0.50X$	XX $r=0.836 \pm 0.090$ $Y=0.62 + 0.72X$	XX $r = 0.448 \pm 0.127$ $Y = 1.14 + 0.21X$

Bitkilerdeki yüzde potasyum miktarları ile muhtelif formdaki potasyum arasındaki en yüksek ilişkiye  $r = 0.812$  korelasyon katsayısı ile değişebilir potasyumda tesadüf edilmektedir. Bitkideki % potasyum

miktarı ile değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyum ve normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyum arasında da % 1 seviyesinde önemli korelasyonlar tesbit edilmiştir. Korelasyon katsayıları sıra ile 0.687 ve 0.455'dir. Değişebilir potasyumla olan ilişki şekil 7'de verilmiştir.

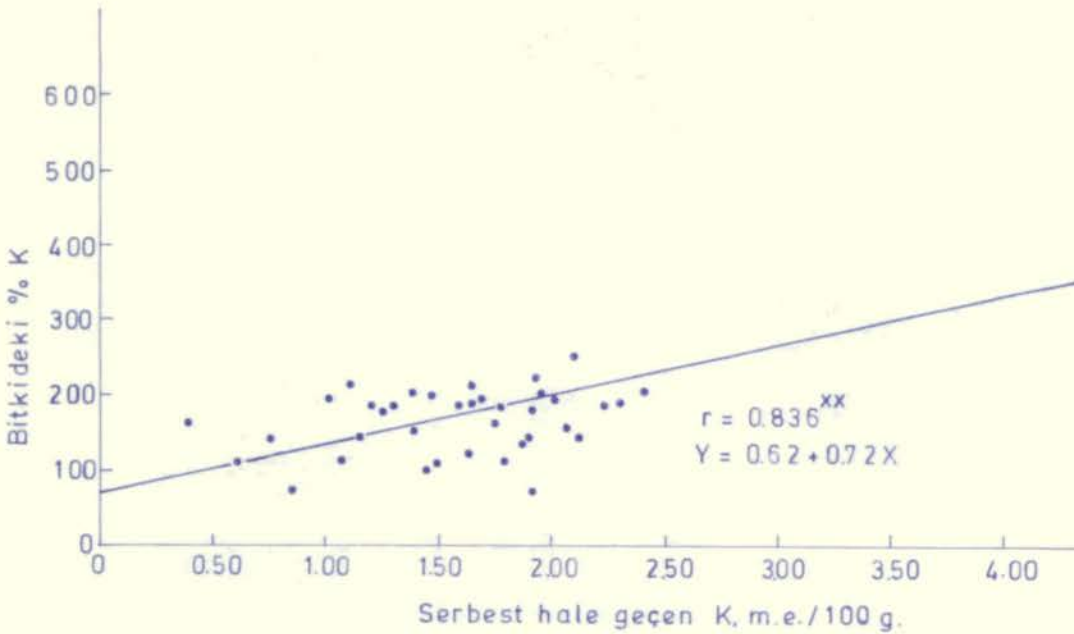


şekil 7. Bitkideki yzde potasyum miktarı ile değişebilir potasyum formu arasındaki ilişki.

Toprak rnekleri arasında değişebilir potasyumu en fazla olan 9 No.lu Erzurum Gez köyü toprağında yetişen bitkideki % potasyum en yüksek durumdadır. Değişebilir potasyumu en az olan 5 No.lu Hınıs Mirseyit köyü toprağında yetişen bitkide ise % potasyum miktarı en azdır. Bu durum toprakların değişebilir potasyum formları arttıkça, bitkilerdeki % potasyumun da arttığını göstermektedir.

Bitkinin yetiştirilmesi sırasında değişemiyen formdan bitkiye potasyum sağlayan 39 toprakta da potasyum formları ile bu topraklarda yetiştirilen bitkilerdeki potasyum yüzdeleri karşılaştırıldığında

farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bitkilerdeki % potasyumla en yüksek istatistiki ilişki, değişemiyen formdan nitrik asitle serbest bırakılan potasyum arasında ( $r = 0.836$ ) olduğu görülmüştür. Değişebilir potasyumla elde edilen korelasyon katsayısı, değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumla olandan daha küçüktür ( $r = 0.674$ ). Normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyumla bitkideki % K arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı diğerlerinden küçüktür ( $r = 0.448$ ). Bununla beraber, potasyum formları ile bitkideki % potasyum arasındaki korelasyonlar % 1 seviyesinde önemlidir. Değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyuma ait ilişki Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Bitkideki % potasyumla, değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki.

#### 4.4.3. Bitkilerdeki potasyum Miktarları İle Bitkilere Teorik Olarak Faydalı Potasyum Formları Arasındaki İlişkiler

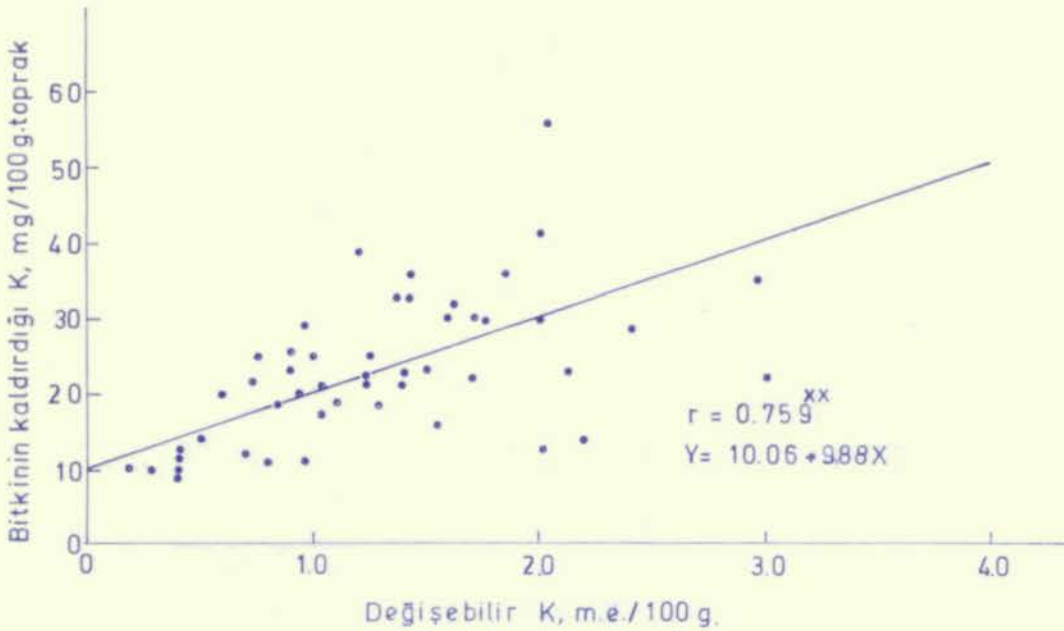
Araştırma konusu topraklarda yetiştirilen bitkilerin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları ile değişebilir ve değişemiyen potasyum formları arasındaki ilişkiler Cetvel 15'te verilmiştir.

Cetvel 14. Bitkilerin kaldırdıkları potasyumla, potasyum formları arasındaki istatistikî ilişkiler

	Örnek sayısı	Değişebilir K, m.e./100 g.	Normal nitrik asitle serbest hale geçen K, m.e/100 g.	Normal nitrik asitle ekstrakte edilen K, m.e/100 g.	Deneme sonundaki değişebilir K, mg./100 g.	Bitkinin değişebilir formdan kaldırdığı K, mg./100 g.	Bitkinin serbest hale geçen formdan kaldırdığı K, mg./100 g.
Bitkinin topraktan kaldırdığı K, mg./100 g. toprak	50	$r=0.759 \pm 0.094$ $Y=10.1 \pm 9.83X$	$r=0.514 \pm 0.115$ $Y=8.7 \pm 9.57X$	$r=0.510 \pm 0.114$ $Y=10.5 \pm 4.42X$			
	39	$r=0.579 \pm 0.134$ $Y=8.8 \pm 13.3X$	$r=0.934 \pm 0.058$ $Y=-5.7 \pm 20.0X$	$r=0.641 \pm 0.125$ $Y=3.9 \pm 7.5X$			
Deneme başındaki değişebilir K, mg./100 g.	50				$r=0.952 \pm 0.048$ $Y=9.2 \pm 1.33X$	$r=0.507 \pm 0.114$ $Y=11.2 \pm 4.08X$	
	39					$r=0.989 \pm 0.020$ $Y=-3.1 \pm 16.4X$	
Normal nitrik asitle serbest hale geçen K, mg./100 g.	39						$r=0.984 \pm 0.025$ $Y=-6.4 \pm 9.6X$

#### 4.4.3.1. Bitkilerdeki Potasyum Miktarı İle Değişebilir Potasyum Formu Arasındaki İlişki

Araştırma konusu 50 toprak üzerinde yapılan hesaplama göre, bitkilerin topraktan kaldırdıkları toplam potasyum miktarları ile değişebilir potasyum arasında % 1 seviyesinde önemli pozitif ( $r=0.759$ ) bir ilişki bulunmuştur (Şekil 9). Bitkiye değişebilir ve değişemiyen

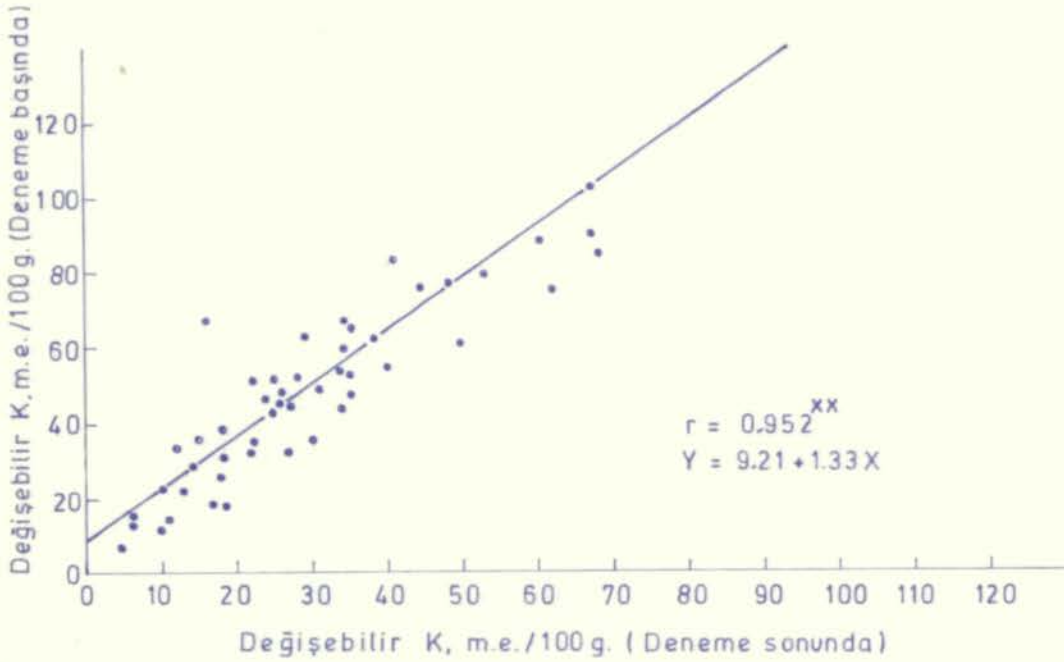


Şekil 9. Bitkinin kaldırdığı potasyumla değişebilir Potasyum arasındaki ilişki.

potasyum formlarından potasyum sağlayan 39 topraktaki benzer karşılaştırmada da istatistiksel ilişki % 1 seviyesinde önemli pozitifdir ( $r = 0.579$ ). Her iki korelasyondan da anlaşılacağı gibi, bu ilişkilere ait katsayıların farklı olması genellikle değişebilir potasyumları, değişemiyen potasyumlarından fazla olan 11 topraktan ileri geldiği kabul edilebilir. Bu toprakların, bitkiye sadece değişebilir potasyum formlarından potasyum sağladıkları daha evvel belirtilmişti.

Bitkiye değişebilir ve değişemiyen formlardan potasyum sağlayan 39 toprağa ait değişebilir potasyum, . bitkinin topraktan kaldırdığı potasyumun değişebilir formdan gelen kısmı ile % 1 seviyesinde önemli pozitif korelasyon vermiştir ( $r = 0,989$ ). Fakat bütün topraklar için aynı ilişki araştırıldığında % 1 seviyesinde önemli pozitif olmasına rağmen, daha küçük bir kat sayıya sahip ( $r = 0,507$ ) bir ilişki bulunmuştur, Pearson'da (1952) bitkinin kaldırdığı potasyumla, toprağın değişebilir potasyumu arasında yakın bir ilgi bulunmuştur. 39 toprağa ait ilişkinin daha yüksek olması bitkinin topraktaki değişebilir ve değişmeyen potasyumdan faydalanmış olması ile açıklanabilir.

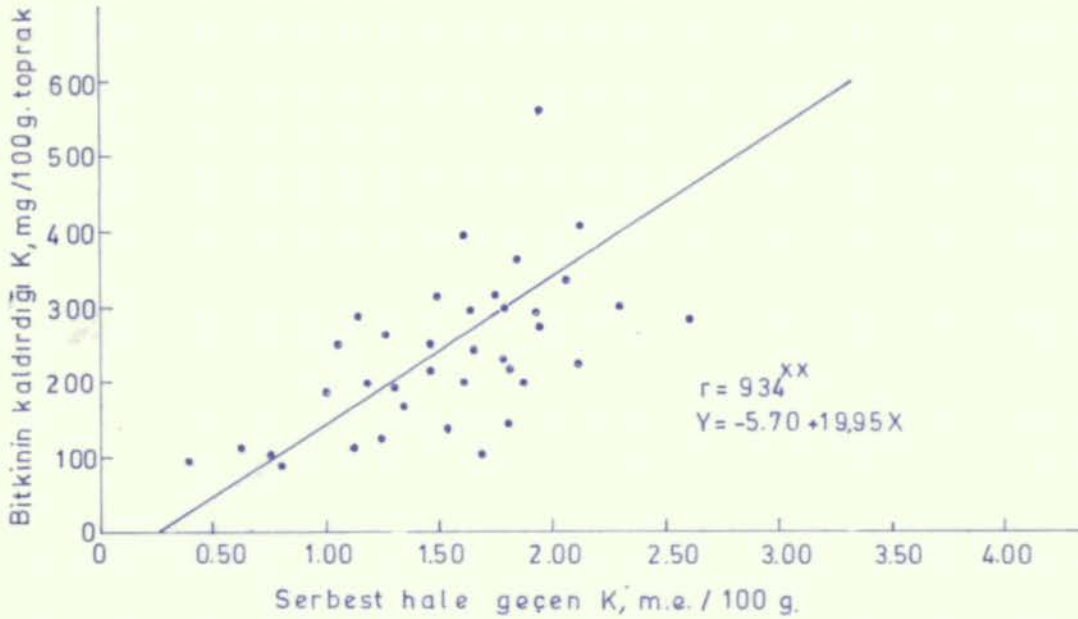
Denemenin başlangıcında ve denemenin sonunda toprakta tesbit edilen değişebilir formdaki potasyum miktarları arasında % 1 seviyesinde önemli bir korelasyon hesaplanmıştır ( $r = 0,952$ ). Bu ilişki topraktaki değişebilir formdaki potasyumun değişmeyen potasyum kaynağından beslendiğini göstermektedir (şekil 10).



şekil 10. Deneme başındaki ve deneme sonundaki değişebilir potasyum formları arasındaki ilişki.

#### 4.4.3.2. Bitkilerdeki Potasyum Miktarları İle Değişemiyen Formdan, Serbest Hale Geçen Potasyum Arasındaki İlişkiler

Deneme topraklarında değişemiyen formdan serbest hale geçen potasyumla, bitkilerin kaldırdıkları potasyum arasında istatistik olarak % 1 seviyesinde önemli pozitif ( $r = 0.514$ ) bir ilişki bulunmuştur. Daha önce işaret edildiği gibi 50 toprak örneğinden 11'inde bitkiler sadece değişebilir durumdaki potasyumdan istifade etmişler, 39 toprakta da bitkiler değişebilir ve değişmeyen formdan serbest hale geçen potasyumu kullanmışlardır. Bitkilerin aldıkları potasyum miktarı ile değişmeyen formdan serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki 39 toprak örneğinde daha yüksek bir korelasyon vermektedir. ( $r = 0.934$ ). Bunlara ait istatistik ilişki Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Bitkinin Kaldırdığı potasyumla, değişmeyen formdan serbest hale geçen potasyum arasındaki ilişki.

Bitkilere değişebilir ve değişemeyen kaynaklardan potasyum sağlayan topraklar ile bitkiler arasındaki ilişkinin daha yakın olması potasyum beslenmesinde serbest hale geçen potasyumun daha önemli olduğunu göstermektedir.

Normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum miktarı ile bitkilerin aldıkları potasyum arasında da yakın bir ilişki tesbit edilmiştir. Ayrıca, nitrik asit ile ekstrakte edilen toplam potasyum ile bitkilerin aldıkları potasyum miktarları arasında ilişki bütün toprak örneklerinde ve 39 toprak örneğinde ayrı ayrı incelenmiş ve önemli derecede korelasyon katsayıları bulunmuştur. Bunlara ait korelasyon katsayıları sırası ile 0.510 ve 0.641'dir. Yapılan birçok araştırma nitrik asitle ekstrakte edilen potasyumun, toprakların potasyum sağlama gücünde bir ölçü olarak alınabileceğini göstermiştir (Cholston ve Houver, 1948; Pope ve Cheney, 1957; Semb ve Oien, 1960 ve ğş, 1972).

Toprakların toplam ve toplam elverişsiz potasyumları ile bitkinin kaldırdığı potasyum arasında ilişki bulunamamıştır. Bu durum toplam potasyumun, toprağın bitkiye potasyum sağlaması bakımından bir ölçü olamayacağını göstermektedir. Nitekim Richards ve McLean (1961) ile Oliver ve arkadaşları da (1971) aynı sonuca varmışlardır.

Bu sonuçlara göre üzerinde çalışılan toprakların bitkiye potasyum sağlama güçlerini tespitinde, bitkilerin aldıkları potasyumla % 1 seviyesinde önemli pozitif ilişkileri olan değişebilir ( $r = 0.759$ ), serbest hale geçebilir ( $r = 0.514$ ) ve normal nitrik asitle ekstrakte edilebilir ( $r = 0.510$ ) potasyum formlarının de birer ölçü olabilir. Ancak, bunlar arasında en iyi ölçünün, en yüksek korelasyon katsayısına sahip olan değişebilir formdaki potasyum olduğu kabul edilebilir.

Toprakların potasyum durumları bazı topraklarda az olmakla beraber genel olarak iyi olup, literatürde rastlanan değerlere uygundur (Ergene, 1963; Acquaye ve arkadaşları, 1967; Buckman ve Brady, 1969; Oliver ve arkadaşları, 1971 ve Turguttopbaş, 1972).

Genel olarak fiziksel ve kimyasal yapıları bakımından benzerlik gösteren araştırma konusu topraklarda, potasyum kaynağının büyüklüğüne göre toprakların bitkiye potasyum sağlama güçlerini tesbit için, kısa devrede değişebilir potasyumun, uzun devreler için değişemeyen formdan serbest hale geçen potasyumun iyi birer ölçü olabileceği kabul edilebilir. Bu hükmü doğrulayıcı bazı araştırma sonuçları mevcuttur. Rouse ve Bertramson (1950), Pratt ve Morse (1954) ile Tabatabai ve Hanway'ın (1969) çalışmaları bu hususu doğrulamaktadır. Uzun süreli denemelerde toprağın potasyum kaynağına ve bitkinin potasyum alma gücüne göre değişik sonuçlar alınması beklenebilir.

## 5. ÖZET

Doğu Anadolu'nun Erzurum, Kars, Ağrı, Muş, Bitlis, Erzurum ve Gümüşhane illerinden kültür altında bulunan, tabii çayır ve mer'a olarak kullanılan topraklardan alınan 50 adet toprak örneğinin bitkiye potasyum sağlama güçleri sera ve laboratuvar çalışmalarıyla araştırılmıştır.

Sera denemesi, 2 mm. elekten geçirilmiş 100 g.lık toprak örneklerinde üç tekrarlamalı olarak yulaf bitkisi yetiştirilerek yapılmıştır. Yulaf bitkisi çimlendikten sonra potasyum ihtiva etmeyen modifiye edilmiş Hoagland besin solüsyonu ile sulanmıştır.

Laboratuvarda, bitkilerde K, Ca ve Mg tayinleri, topraklarda bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Toprakların tekstürleri kil ile kumlu-tın arasında değişmektedir.

Toprakların reaksiyonları genellikle alkalidir. Ekstrem pH değerleri 6,05 - 8,00'dir.

Organik madde miktarları % 0,52 - 8,55 arasında olup, topraklar genellikle organik maddece fakirdir. Toprakların kireç miktarları % 1 - 22 arasında değişmekte, ortalama olarak % 5,47 kireç ihtiva etmektedir.

Katyon değişim kapasitesi bakımından topraklar arasında oldukça büyük farklar vardır. Katyon değişim kapasiteleri 6,2 - 65,3 m.e./100 g. arasında değişmektedir. Değişebilir katyonların % 90'dan fazlası Ca + Mg'dur. Değişebilir potasyum 0,18 - 2,99 m.e./100 g. arasındadır. Ortalama değer 1,33'tür. Değişebilir potasyumu en fazla olan toprak 9 No.lu Erzurum Gez köyü toprağıdır. En az değer de 5 No.lu Hınıs Mirseyit köyü toprağına aittir.

Toprakların ihtiva ettiği toplam potasyum miktarları oldukça değişiktir. Bu durum diğer potasyum formlarında da görülür. Van gölü yöresinden alınan toprak örneklerinin toplam potasyum bakımından zen-

gin oldukları dikkati çekicidir. Toplam potasyum, ortalama olarak toprağın % 1.23'ünü teşkil etmektedir. Kum fraksiyonunun miktarı arttıkça toplam potasyum artmaktadır. Toprakların ihtiva ettiği toplam potasyumun ortalama olarak % 90'ı bitkiler için elverişli, % 5'i bitkiler için güçlkle elverişli, % 5'i de bitkiler için kolaylıkla elverişli haldedir.

Normal nitrik asit ekstraksiyonu ile serbest hale geçen potasyum miktarı 100 g. toprakta 0.36 - 2.60 m.e. arasındadır. Bitkiler, bitkilere sadece değişebilir formdan potasyum veren 11 toprak örneği (1, 9, 21, 29, 44, 45, 46, 47, 48, 49 ve 50) dışında, diğer topraklarda aynı zamanda serbest hale geçen potasyum formundan faydalanmıştır. Genellikle, kumlu toprakların bitkiye, serbest hale geçen formdan daha fazla potasyum sağladıkları görüldü. Serbest hale geçen potasyumu en fazla olan toprak 30 No.lu Malazgirt Abdullahbey köyü toprağı, en az serbest hale geçen potasyum da Erzincan Yoğurtlu köyü toprağına aittir. Bazı toprak örneklerinde (1, 2, 7, 9, 14, 19, 21, 23, 29, 44, 45, 46, 47 ve 50)değişebilir potasyum miktarı normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum miktarından fazladır.

Islatma ve kurutma, 43 toprakta % 0.4 - 68.4 değişen potasyum fiksasyonuna, 7 toprakta da (17, 29, 31, 36, 37, 39 ve 42) potasyumun serbest hale geçmesine sebep olmuştur.

Toprakların toplam potasyumları ile değişebilir potasyum arasında % 5 ( = 0.288), serbest hale geçen (r = 0.574) ve normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyum formlarıyla da % 1 seviyesinde önemli ilişkiler bulunmuştur.

Bitkiler için faydasız potasyumla, sadece normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum arasında <sup>ki</sup> (r = 0.502) ilişki % 1 seviyesinde önemlidir.

Değişebilir potasyumla normal nitrik asitle serbest hale geçen potasyum ( $r = 0.543$ ) ve normal nitrik asitle ekstrakte edilen potasyum ( $r = 0.961$ ) formları arasında % 1 seviyesinde önemli ilişkiler bulundu.

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle potasyum formları arasında ilişkiler araştırılmış, değişebilir potasyumla kil arasında % 1 ( $r = 0.465$ ), organik madde ( $r = 0.2996$ ) ve katyon değişim kapasitesi ( $r = 0.339$ ) arasında da % 5 seviyesinde önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Serbest hale geçen potasyumla, organik madde arasında ( $r = 0.329$ ) % 5 ve katyon değişim kapasitesi arasında % 1 seviyesinde önemli pozitif, kireçle de ( $r = -0.294$ ) % 1 seviyesinde önemli negatif ilişkiler bulunmuştur.

Bitkilerin kaldırdıkları potasyumla, organik madde ( $r = 0.569$ ), kil ( $r = 0.423$ ) ve katyon değişim kapasitesi ( $r = 0.469$ ) arasında % 1 seviyesinde önemli pozitif, kireçle ( $r = -0.293$ ) % 5 ve pH ile de ( $r = -0.248$ ) % 10 seviyesinde önemli negatif ilişkiler elde edilmiştir.

Deneme topraklarından bitkiye değişemeyen formdan potasyum sağlayan 39 toprakta, bitkilerin kaldırdıkları potasyum ile değişebilir ( $r = 0.579$ ), normal nitrik asitle serbest hale geçebilir ( $r = 0.934$ ) ve normal nitrik asitle ekstrakte edilebilir ( $r = 0.641$ ) potasyum formları arasında bulunan istatistikî ilişkiler % 1 seviyesinde önemlidir. Bunlar arasındaki en yüksek korelasyon katsayısı serbest hale geçen potasyuma aittir.

Aynı şekilde, bitkilerin kaldırdığı potasyumla, potasyum formları arasındaki ilişkiler bütün topraklar için araştırıldığında % 1 seviyesinde önemli pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Bulunan korelasyon katsayıları sırasıyla; değişebilir, serbest hale geçen

ve normalnitrik asitle ekstrakte edilen potasyum formları için 0.759, 0.514 ve 0.510'dur. En yüksek korelasyon katsayısına sahip olan değişebilir formdaki potasyumun, toprakların bitkiye potasyum sağlama güçlerini tesbitte bir ölçü olabileceği kabul edilebilir.

Sonuç olarak deneme konusu toprakların bitkiye potasyum sağlama güçlerini tesbitte toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak, toprağın potasyum kaynağının büyüklüğüne göre kısa devreler için değişebilir, uzun devreler için de normal nitrik asitle serbest hale geçebilir potasyumun kullanılması düşünülebilir.

## RESUME

Ce travail de recherches fut effectué sur les sols de culture de l'Anatolie. On a étudié au laboratoire et à la serre les ~~les~~ capacités d'échanges en potassium d'une cinquantaine d'échantillons de sol, utilisant l'avoine comme plante-échantillon.

En serre, l'avoine fut cultivée sur un échantillon de sol de 100 g. (passé par un tamis de 2 mm.) en trois répétitions.

Après germination, l'avoine fut arrosée avec une solution modifiée de culture d'Hoagland sans potasse.

Les analyses de dosages en K, Ca et Mg furent aussi effectuées sur les plantes et les analyses chimiques et physiques sur les échantillons des sols.

La structure mécanique des sols variait entre de l'argile et du limon sableux. Les réactions étaient alcalines.

Ces sols comprenaient entre 0.52 et 8.55 % de matière organique et en moyenne 5.47 % de calcaire.

Les capacités d'échange des cations variaient entre 6.2 et 65.3 m.e./100g. et plus de 90 % de celle-ci étaient dues à la somme du Ca et Mg.

Les contenus en potasse des sols étaient différents. Le potassium échangeable variait entre 0.18 et 2.99 m.e./100g., alors que le potassium était échangeable par l'acide nitrique normal entre 0.36 à 2.60 m.e./100g. Les plantes ont bien utilisées le potassium non échangeable dans les sols sableux. Dans certains échantillons, la forme de potassium échangeable était plus que la ~~la~~ forme de potassium non-échangeable (1, 2, 7, 9, 14, 19, 21, 23, 29, 44, 45, 46, 47 et 50).

En moyenne les sols avaient 1.23 % de potasse. Ce pendant, les sols provenant de la région du lac de Van avaient un pourcentage beaucoup plus important.

D'après nos observations, la potasse était fixée dans 43 des échantillons et elle était mobilisée dans 7 des échantillons.

En étudiant les relations statistiques entre les formes de la potasse et la potasse totale des sols, nous avons vu que les coefficients de corrélations ( $r=0.574$ ) étaient les plus importants dans les potassiums immobilisés. Nous avons aussi trouvé une relation au niveau de 1 % ( $r=0.961$ ) entre le potassium changeable et le potassium extrait par l'acide nitrique normal.

Dans notre travail, nous avons montré que le contenu en matière organique, la quantité d'argile et la capacité d'échange des cations, ont tous une influence sur l'échange de la potasse et sur l'absorption de la potasse par les plantes.

Trante-neuf des échantillons sur 50 ont donné de la potasse échangeable et non-échangeable à la plante. Mais 11 échantillons n'ont donné que de la potassium échangeable (1, 9, 21, 29, 44, 45, 46, 47, 48, 49, et 50).

En général, on a trouvé le coefficient de corrélation le plus important entre la potasse absorbée par la plante et la potasse échangeable ( $r=0.759$ ). C'est la raison pour laquelle nous pouvons choisir le potassium échangeable comme un critère pour mesurer la capacité de pourvoir aux besoins des plants en potasse.

## LITERATÜR LİSTESİ

- Acquaye, D.K., A.J. Maclean and H.M. Rice; 1967. Potential and Capacity of potassium in some representative soils of Ghana. Soil Sci. Vol. 103, No. 2 : 103 - 114.
- Addisicott, M.T. and O.Talibudeen; 1969. The buffering capacity of potassium reservoir in soils. Potash Review, subject : 4, suite 45 : 16-18.
- Agarwal, R.R., 1960. Potassium fixation in soil 9<sup>th</sup> Int. Congree of soil Sci. Transaction Adelaide, Australia. Vol : XXII, No. 6 : 375-378.
- Allaway, H. and W.H. Pierre; 1939. Availability fixation and liberation of potassium in high-lime soils. J.Amer.Soc. Agron. 31 : 940-953.
- Arnold, P.W. and B.M. Close; 1961. Potassium relasing power of soils from the agdell rotation experiments assessed by glass-house, cropping. J. Agric. Sci. Cam. 57 : 381.
- Attoe, O.J.; 1946. Potassium fixation and release in soil occuring under moist and drying conditions. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 11 : 145-149.
- Avakyan, N.o.; 1969. Soil adsorption complex and potassium nutrition of plant. Sov. Soil. Sci. 4 : 433-441.
- Barbier, G.; 1962. La dynamique du potassium dans le sol. Potassium Symposium. Completes redude. 7<sup>e</sup> Congrès de L'Institut Int. de la Potasse. Athènes, 231-258.
- Bonne, J. and A.W.Galston; 1952. Principles of Plant Physiology W.H. Freeman and Company, San Francisco and London. Pag. 55, Lable : 3-4.
- Bouyoucos, G.J.; 1951. Arecalibration of the hydromater for making mechanical analysis of soil. Agr. Jour. 43 : 434-438.
- Bray, R.H.; 1944. Soil - Plant relations. Soil. Sci. Vol. 58.

- Buckman, H.O. and C.N. Brady; 1969. The Nature and properties of soils. The Macmillan Company/Collier-macmillan Ltd. London, 495 - 503.
- Chang, S.C. and M.P. Feng; 1959. Potassium in soils of Taiwan. Potassium Symposium. The Society of Soil Scientists on Fertilizer Technologists Taiwan.
- Chevalier, M.; 1971. Principal of the potassium nutrition of plants. Potash Review. Subject. 16, suite. 53 : 2-5.
- Cholston, L.E. and C.D.Hoover; 1948. The release of exchangeable and unexchangeable potassium from several Mississippi and Alabama upon continuous cropping. Soil Sci. Soc. Amer.Proc. Vol. 13 : 116-121.
- Çağatay, M.; 1958. Ankara Topraklarının Katyon Sorpsionu ve Mubadele Kabasitesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üni.Zir.Fakültesi Yayınları, No. 141,
- Çağatay, M.; 1961. Kars, Ceylanpınar Devlet Çiftliği Trakya Bölgelelerinden Alınan Bazı Toprak Numunelerinin Potasyum Durumları Üzerinde Araştırmalar. Topraksu Umum Müdürlüğü Neşriyatı. Sayı: 104, Ankara.
- Dall, E.C.; M.M.Mortland; K.Lawton and B.G.Ellis; 1965. Release of potassium from soil fraksion during cropping. Soil Sci.Soc. Amer. Pros. 29 : 699.
- Duthion, C.; 1963. Potassium in the soil. Potash Review, Subject. 4, suit 43 : 1-21.
- Düzgüneş, O.; 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları, İzmir Ege Üniversitesi Matbaası, s. 91.
- Ergene, A.; 1961. Urfa, Gaziantep ve Hatay İllerinin Önemli Toprak Gruplarının Bazı Fiziki ve Kimyevi ve Mineralojik Özellikleri ve Profil İnkişafı Üzerinde Araştırmalar. Erzurum Atatürk Üniversitesi Yayınları. No. 32, Cetvel: 17, 18, 19 ve 24.

- Erinç, S.; 1953. Doğu Anadolu Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No. 572.
- Fine, O.; T.A. and E.Trug; 1941. Availability of fixed potassium as influenced by freezing and thawing. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5 : 183.
- Fox, R.L.; 1962. Toprak Kimyası. Çeviren: Burhan Kaçar. Topraksu Genel Müdürlüğü Neşriyatı. Sayı: 136, Ankara.
- Güner, Ü.; İzmir Bölgesi Tarla Topraklarının Fosfor ve Potasyum İhtiyaçlarını Belirtmeye Yarayan Bazı Kimyasal Laboratuvar Metotlarının Neubauer Metodu ile Mukayesesine Dair Araştırmalar. Ege Üniversitesi Yayınları No. 131.
- Hagin, J. and S.Feigenbaum; 1962. Estimation of Available Potassium Reserves in soils. The Nationale and University Institute of Agriculture Rehoved, Israel.
- Harris, C.H.; 1937. Effect of lime an the availability and the fixation of potash in soils. Soil Sci 44 : 265-275.
- Hızalan, E. ve H.Ünal; 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üni.Ziraat Fakültesi Yayınları No. 278 : 5-7.
- Hoagland, O.R. and I.C.Martin; 1935. Absorbtion of potassium by plant and fixation by the soil in relation to certain methods for estimating available nutrients. Trans. 3<sup>rd</sup> Intern.Congre Soil Sci. London, Vol. 1.
- Hocaoğlu, Ö.L.; 1966; Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. Erzurum Atatürk Üniversitesi Zir.Fak. Zirai Araş.Enst. Teknik Bülten, No. 6.
- Hocaoğlu, Ö.L.; 1970. Diyarbakır, Erzurum ve Rize Bölgelerinde Bazalt Kayalardan Oluşan Topraklardaki Kil Mineralleri Üzerinde Bir Araştırma. Erzurum Atatürk Üni. Yayın No. 48 : 14.
- Jackson, M.L.; 1965. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. N.J., Pag. 10 and 111-132.

- Jaiyebo, E.O.; 1968. Effect of drying and storage on the exchangeable content of some western Nigerian soils. Soil. Sci. Vol.106, No. 5 : 399.
- Kaçar, B.; 1962. Pland and Soil Analysis Instructor in Agronomy (soils). Lincoln, Nebraska, p. 44.
- Kaçar, B.; 1972. Bitki ve toprağın Kimyasal Analizleri 2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Martin, J.L.; R.Overstreet and D.R.Hoogland; 1945. Potassium fixation in soils in replaceable and non-replaceable forms in relation to chemical reaction in the soil. Soil Sci.Soc. Amer. Proc. 10 : 94.
- McCall, A.G.; 1919. Soil fertility investigation Md.Ag.Exp.Sta.Ann. (Sept. 1919), 12-21.
- McLean, E.O. and R.N.Simon; 1958. Potassium status of some Ohio soils as revealed by Greenhouse and laboratory studies. Soil. Sci. Vol. 85 : 324.
- McMiller, P.R. and R.Paul; 1918. Influence of gypsum upon salibility of potassium in soils. Jour. Agr. Res. 14 :61-66.
- Mehratra, C.C. and G.Singh; 1970. Forms of potassium in broad soil groups of Uttar Pradesh. J. Indian Soc. Soil. Sci. 18(3) : 327-334.
- Mengel, K.; 1971. Beziehungen Zwischen dem Verhalten des Kalium im Boden und Kaliumernährung der Pflanze zur Zeitschrift "Landwirtschaftlicher Forschungs". J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt Am Main.
- Oakas, H.; 1958. Türkiye Toprakları. Türk Yüksek Mühendisleri Birliği Neşriyatı. Sayı : 18.
- Oliveira, V.; A.E.Ludwick and M.T.Beatty; 1971. Potassium removed from some southern Brazilian soils by Exhaustive Cropping and chemical extraction methods. Soil Sci. Soc.Amer. Proc. Vol. 35 : 763-767.

- Oparah, I.V.; 1972. Exchangeable Reserve Potassium and other cation reserves in the Agodi and Odio soils. Soil Sci.Vol. 113 : 294-310.
- Öğüş, L.; 1972. Erzurum ovası Topraklarının Mahsul Yetiştirilerek ve Kimyasal Ekstraksiyonla Tayin Olunan Serbest Hale Geçen Potasyum. Erzurum Atatürk Üni.Zir.Fak.Zir.Araşt.Enst. Der. Cilt. 1, Sayı: 153-165.
- Page, J.B. and L.D. Bawer; 1940. Ionic size in relation to fixation of cations by colloidal clay. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 4: 4 : 150-155.
- Ramadan, H; H.Pagel and O.I.Unamba; 1968. Beitrage zur Kenntnis des Nährstoffgehaltes Wichtiger Boedender Humiden Tropen 5. Mitteilug : Kalium - Nachlieferung und - Fixierung. In Beitrag zur Tropischen und und Subtropischen land wirtschaft und Tropetiermedizin 6. Jahrgang, Heft. 1.S. 5 - 8.
- Reitemeier, R.F.; 1948. Release of nonexchangeable potassium by greenhouse, Neubauer, and Laboratory Methods. Soil Sci.Soc. Amer.Proc. 12 : 158-162.
- Reitemeier, R.F.; 1957. Soil potassium and fertility yearbook of Agriculture. USDA, The U.S. Gov. Prin. Office Washington 25 D.C., 101-106.
- Richards, G.E. and E.O.McLean; 1961.Release of fixed potassium from soils by plant Uptake and hemical extraction Techniques. Soil Sci.Soc.Amer. Pros. Vol. 35 : 98-102.
- Rouse,R.D. and B.R.Bertramson; 1950. Potassium availability in several Indiana soil its nature and methods evaluation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14 : 113-123.
- Rose, G.J. and H.Kodama; 1970. Differential release of potassium from interstratified mica clay minerals as related to probable differences in their mica layer Components. Clays and clay minerals, Vol. 18 : 151-156.

- Rose, G.J.; 1971. Relation of potassium exchangeable and fixation to degree of wathering and organic matter content in micaceous clays of podsol soil. *Clays and clays mineral.* 19:167-174.
- Salmon, R.C.; 1965. Release of nonexchangeable potassium from, some Rhodesian soils cropped with grass. *J. agric. Sci. Camb.* 65 : 135.
- Salamon, M. and J.B. Smith; 1957. A comparison of methods for determining extractable soil potassium in fertilizer test plots. *Soil. Sci. Soc. Proc. Amer.* 21 : 222-225.
- Saracoğlu, H.; 1956. Doğu Anadolu. *Milli Eğitim Yay. Cilt 1. Say. 1-4.*
- Schachtschabel, P.; 1937. Absorbtion of nonreplaceable potash by the plants. *Bodank U. Pflanzenernahr,* 48 : 107-133.
- Scmitz, G.W. and P.F. Pratt; 1953. Exchangeable and non exchangeable potassium as indexes to yield increases and potassium absorbtion by corn in the greenhouse. *Soil Sci.* 76:345-353.
- Scott, A.D. and L.F. Velch; 1961. Release of non exchangeable soil potassium during short periods of cropping and sodium traphenyloron extraction. *Soil. Sci. Soc. Amer. Vol. 25 :* 128-132.
- Semb, G. and A. Oien; 1960. Available Potassium in Norwgian Soils. *Trans 7<sup>th</sup> Int. Congr. Soil Sci. Madison 2 :* 178-184.
- Snider, H.S.; 1934. A chemical study of a soil under long-continued field experiments. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 26 : 946-953.
- Sönmez, N. ve M. Ayyıldız; 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı. *Tercüme. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayın No. 229.*
- Stanford, G.; J. Kely and W.H. Pierre; 1941. Cation balance in corn grown on high-lime soils in relation to potassium deficiency. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 6 : 335-341.
- Stewart, E. and N.J. Volk; 1946. Relation betwen potash in soils and that Extracted by plants. *Soil. Sci.* 61 : 125-129.

- Tabatabai, M.A. and J.J. Hanway; 1968. Uptake of Native potassium by plant from natural soil aggregates of different sizes. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 32 : 546-549.
- Tabatabai, M.A. and J.J. Hanway; 1969. Potassium supplying power of Iowa soils at their "minimal" levels of exchangeable potassium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 33 : 105-109.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson W.L.; 1969. Soil fertility and fertilizer (second edition). The MacMillan Company. Collier-MacMillan Ltd. London. Fifth Printing; 252-269.
- Turguttopbaş, M.; 1973. Erzurum Yöresi Alluvial Topraklarında Potasyum Fiksasyonu. Doçentlik Tezi. Yayınlanmamış. Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Vasco de Gama, N.; 1964. Effect of air drying on release and fixation of potassium in 8 different soils. Agron. Lusit, 26:145-165.
- Verma, O.P. et G.P. Verma; 1972. Fixation du potassium dans des sols de Madhya Pradesh communications mensuelles de l'Institut International de la potasse. Berne (Buisse) Sec. 4, Science du sol.
- Volk, G.W.; 1938. The nature of potassium fixation in soils. Soil Sci. 45 : 268-276.
- Wiklander, L.; 1950. Fixation of potassium on clays saturated with different cations. Soil Sci. 69 : 261-268.
- Wood, L.K. and E.E. DeTurk; 1940. The absorption of potassium in soils in non-replaceable forms. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5:152-165.
- York, E.T.; R. Bradfield and M. Peech; 1953. Calcium, Potassium in interactions in soils and plants. I. Lime induced potassium fixation in Mardin Silt Loam. Soil Sci. 34 : 226-229.

E K L E R

Ek - 1. Toprak örneklerinin alındığı yerler hakkında kısa bilgiler.

Toprak No	Toprak örneklerinin alındığı il ve ilçeler	Toprak örneklerinin alındığı tarla veya arazi
1	Erzurum, Horasan Azap köyü	Pasinler-Horasan karayolu üzerinde, Horasan'a 7 km. mesafede karayoluyla Aras nehri arasında kalan oldukça düz anız bir tarla,
2	Erzurum, Horasan Çiftlik köyü	Horasan-Karakurut asfaltı üzerindeki Çiftlik köyünün 3 km. kadar doğusunda kalan güney marazlı % 3-4 meyilli mer'a arazisi.
3	Erzurum-Hınıs Halilçavuş köyü	Hınıs-Varto istikametinde, Hınıs'a takriben 25 km. mesafede ve karayolunun doğusunda % 2-3 meyilli anız tarla,
4	Erzurum, Hınıs Parmaksız köyü	Hınıs-Tekman istikametinde Hınıs'a 7 km. mesafede Parmaksız köyüne ait düzlükte anıza bırakılmış % 2-3 meyilli ve yolun sağında kalan hafif çakıllı bir tarla,
5	Erzurum, Hınıs Mirseyit köyü	Hınıs-Tekman istikametinde Hınıs'a 15 km. kadar mesafede karayolunun solunda Mirseyit köyüne ait hafif dalgalı bir meradır.
6	Erzurum, Tekman Şakşak köyü	Hacıömer bucağından Tekman'a gidildiğinde Hacıömer'e 5 km. mesafede Şakşak köyünün kuzeyinde anız tarla.
7	Erzurum, Karayazı Yukarı Söylemez köyü	Karayazı-Pasinler istikametinde Karayazı'ya takriben 20 km. mesafede yolun sağında Yukarı Söylemez köyüne ait % 3-4 meyilli mer'a arazisi.
8	Erzurum, Pasinler Müceldi köyü	Pasinler'in 6 km. batısında Müceldi köyünden, Pasinler-Erzurum karayolunun sol tarafında düz, sulanabilir anız tarla.
9	Erzurum, Gez köyü	Ilıca istikametinde Gez'e 2 km. mesafede karayolunun sağında kalan tarlalar.

Ek-1'e devam.

- |    |                                     |   |
|----|-------------------------------------|---|
| 10 | Erzurum, Aşkale<br>Alaca köyü       | Kandilli bucağına 8 km. mesafede karayolunun solunda kuzeye bakan % 2-3 meyilli anız bir tarla.   |
| 11 | Kars, Sarıkamış<br>Mescitli köyü    | Karakurt-Sarıkamış istikametinde, Mescitli köyünün üstündeki düz mer'a arazisi. Arazi Mescitli Orman İşletmesinin yakınında, ormana 400-500 m. mesafededir. |
| 12 | Kars, Selim kazası                  | Sarıkamış-Selim istikametinde Selim'e 4 km. kadar mesafede eski ve yeni karayolları arasında kalan sulanabilir anız tarlalar.                               |
| 13 | Kars, Göle<br>Yukarı Demirkapı köyü | Göle-Kars istikametinde, Göle'ye 10 km. mesafede, % 2-3 meyilli anız tarla.   |
| 14 | Kars, Susuz<br>Karakale köyü        | Göle-Kars istikametinde Aygır gölünün 3-4 km. kadar batısında kalan hafif dalgalı mer'a arazisi.  |
| 15 | Kars, Kümbetli köyü                 | Kars-Selim ve Kağızman yol kavşağının Kağızman istikametinde Kümbetli köyüne 2 km mesafede yolun solunda kalan sulanabilir bir anız tarla.                  |
| 16 | Kars, Selim<br>Ağdeme köyü          | Selim'in takribi olarak 17-18 km. kuzey doğusundaki Ağdeme köyüne ait olan ve Kars-Kağızman karayolunun sol tarafında kalan yüksek mer'alar.                |
| 17 | Kars, Kağızman<br>Akçay köyü        | Kağızman-Tuzluca istikametinde, Kağızman'a 10 km. mesafede Akçay köprüsünün güneyinde kalan anız tarla.   |
| 18 | Kars, Tuzluca<br>Kızılkaya köyü     | Tuzluca'nın 10 km. kadar batısında Kağızman-Tuzluca karayolunun sağ tarafındaki % 3-4 meyilli mer'a arazisi.  |
| 19 | Kars, Tuzluca kazası                | Tuzluca kazasının 2 km. kadar kuzey batısında kalan sulanabilir tarla.  |
| 20 | Kars, Iğdır<br>Hecinli köyü         | Iğdır ovasından Iğdır'a 12 km. mesafede olan, Iğdır Aralık yolunun sol tarafında kalan ve Hecinli köyüne ait sulanabilir bir anız tarla.                    |

Ek-1'e devam

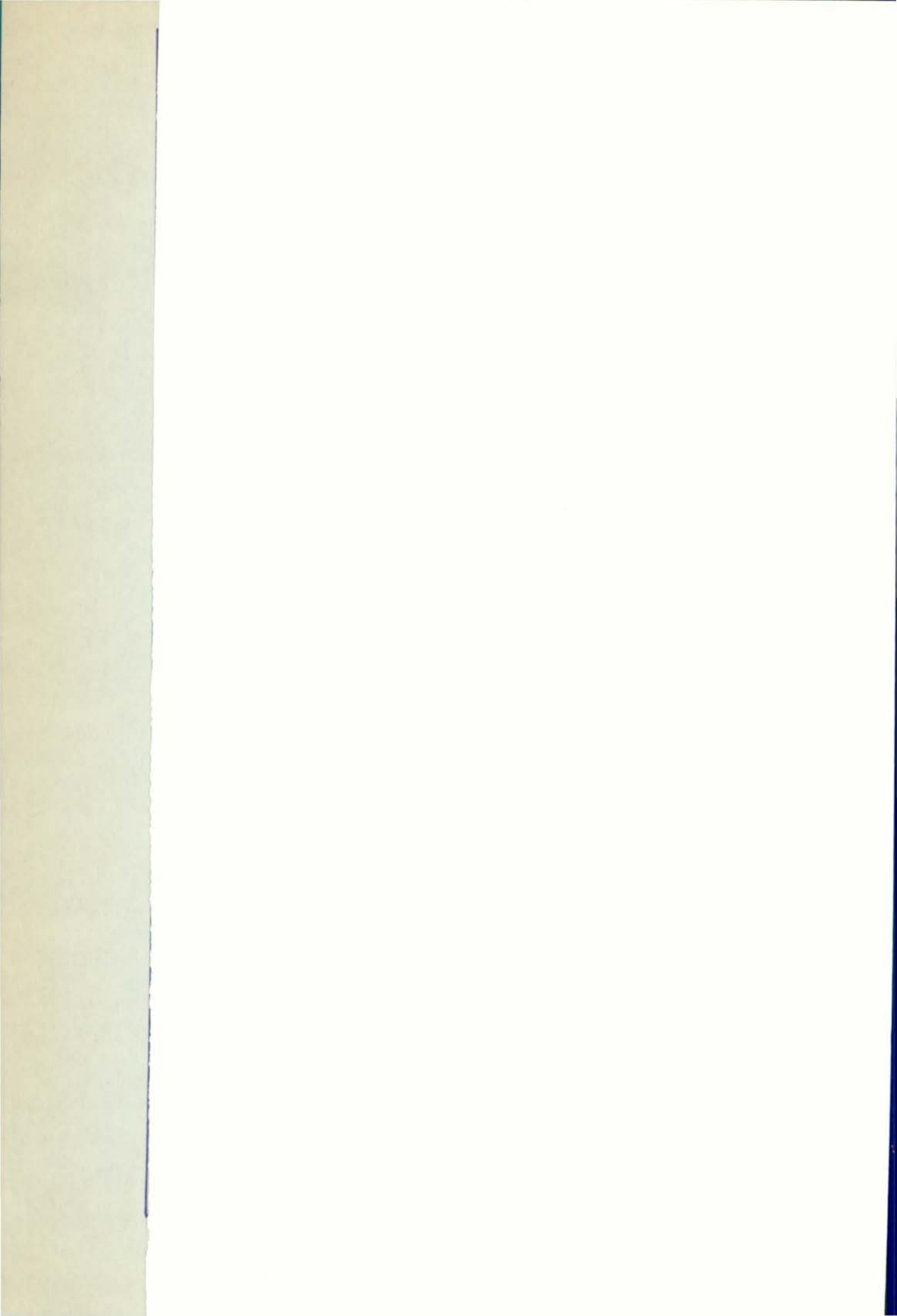
- |    |                                    |   |
|----|------------------------------------|---|
| 21 | Kars, Iğdır<br>D.Ü.Çiftliği        | Iğdır Devlet Üretim Çiftliğinin Dil mıntikasından, işletme binalarına 20 km. mesafede düz mer'a arazisi.                              |
| 22 | Ağrı, Doğubeyazıt<br>Çilli köyü    | Ağrı dağı eteğinde, Iğdır-Doğubeyazıt karayolu üzerindeki Çilli geçidinde, Çilli karakolunun 2 km. kadar doğusunda bir mer'a arazisi. |
| 23 | Iğdır, Doğubeyazıt<br>kazası       | Doğubeyazıt ovasında, Doğubeyazıt Gül-bulak yolundan ve Doğubeyazıt'a 3 km. mesafede bir mer'a.                                       |
| 24 | Kars, Diyadin kazası               | Diyadin kazasının 4 km. kadar kuzey batısındaki sulanabilir anız bir tarla.   |
| 25 | Ağrı, Murathan köyü                | Ağrı'nın kuzey doğusundaki yüksek düzlükten, Ağrı'ya takriben 18 km. kadar mesafedeki Murathan köyüne ait anız bir tarla.             |
| 26 | Ağrı, Cimikan köyü                 | Ağrı ovasının 5 km. doğusunda, Ağrı-Doğubeyazıt karayolunun sağında Cimikan köyüne ait anız tarla.                                    |
| 27 | Ağrı, Eleşkirt<br>Samyan köyü      | Eleşkirt ovasından, eleşkirt-Ağrı istikametinde Eleşkirt'e 15 km. mesafede yolun solunda kalan Samyan köyüne ait anız bir tarla.      |
| 28 | Ağrı, Tutak kazası                 | Tutak kazasının güneyinde ve kazadan geçen Murat nehrine 2 km. mesafede % 4-5 meyilli kuzey marazlı anız tarla.                       |
| 29 | Ağrı, Patnos<br>Susuz köyü         | Patnos ovasında, Patnos'un 5 km. kadar kuzey batısındaki Susuz köyüne ait anız tarladan.  |
| 30 | Muş, Malazgirt<br>Abdullahbey köyü | Malazgirt'in 4 km. kadar batısında Bulanık yolunun sol tarafında Abdullahbey köyüne ait bir tarladan.                                 |
| 31 | Muş, Bulanık kazası                | Bulanık ovasında, Bulanık'ın 5 km. kadar doğusunda ve Malazgirt-Bulanık karayolunun 2 km. kadar kuzeyinde sulanabilir bir tarlada.    |

Ek-1'e devam.

- 32 Muş, Karaağaçlı köyü Muş ovasında, Karasu nehrinin güneyinde ve Muş şehrinin 20 km. kadar doğusunda Muş-Tatvan karayoluna yakın % 1-2 meyilli çayır arazisi.
- 33 Muş, D.Ü.Çiftliği Muş Devlet Üretim Çiftliğinde, işletme binalarının 10 km. kadar kuzey doğusunda kalan anıza bırakılmış bir tarla.
- 34 Muş, Muratgören köyü Muş Devlet Üretim Çiftliğinin kuzeyinde Muş-Varto karayolu civarında Muratgören köyüne ait çayırılık.
- 35 Muş, Varto kazası Varto-Hınıs istikametinde, Varto'ya 3 km. kadar mesafede, karayolunun solunda kalan % 3-4 meyilli bir mera arazisi.
- 36 Bitlis, Adilcevaz Adilcevaz'ın 7 km doğusunda Van gölüne 2 km. kadar mesafede % 2-3 meyilli bir anız tarla.
- 37 Bitlis, Ahlat kazası Eski Ahlat'ın 3 km. kadar güney batısında kalan bir anız tarla.
- 38 Bitlis, Tatvan Sorgun köyü Ahlat-Tatvan istikametinde Tatvan'a takriben 12 km. mesafede Van gölüne marazlı mera.
- 39 Bitlis, Tatvan kazası Tatvan-Muş-Bitlis karayolu kavşağı yakınında anız tarla.
- 40 Erzincan, Tercan kazası Tercan kazasının 3 km. kadar doğusunda, Aşkale-Tercan karayolunun sağ tarafında hafif dalgalı tarla arazisi.
- 41 Erzincan, Tercan Kargın köyü Kargın köyünün 5 km. kadar doğusunda, Tercan-Kargın karayolunun solundaki anız bir tarla.
- 42 Erzincan, Pizvan köyü Erzincan'ın 8 km. doğusunda, Erzincan-Tercan karayolunun sağında Pizvan köyüne ait anız bir tarla.

Ek 1'e devam.

- |    |                                  |   |
|----|----------------------------------|---|
| 43 | Erzincan, Yoğurtlu köyü          | Erzincan'ın güney doğusunda Yoğurtlu köyünün kuzeyinde, demiryoluna 1 km. mesafede anız tarlada.                  |
| 44 | Erzincan, Turhan köyü            | Karasuyun güneyinde, Erzincan Çağlayan yolunun sağında Turhan köyüne ait bir tarladan.                            |
| 45 | Erzincan, Ovası<br>Karasu adası  | Karasu adasından Karasu köprüsünün 500 m. doğusunda çayırılık bir saha.   |
| 46 | Erzincan, Ula köyü               | Erzincan'ın batısında şehire 3 km. mesafede bulunan Ula köyünün 500 m. kadar güney batısında bir tarla            |
| 47 | Erzincan, Hah Fidanlığı          | Erzincan Ziraat Meslek okuluna ait Hah fidanlığında.  |
| 48 | Gümüşhane, Kelkit kazası         | Kelkit'e 5 km. mesafede Kelkit-Erzincan yolunun solundaki % 2-3 meyilli anız bir tarla.                           |
| 49 | Gümüşhane, Kelkit Köse köyü      | Kelkit-Bayburt istikametinde Kelkit'in Köse nahiyesine 8 km. mesafede güney marazlı % 4-5 meyilli tarla arazisi.  |
| 50 | Gümüşhane, Bayburt Pincirke köyü | Bayburt, Hart ovasının güneyindeki Pincirke köyünde Bayburt'a 18 km. kadar mesafede % 2-3 meyilli anız bir tarla. |



## HAL TERCÜMESİ

1941 yılında Horasan Akçataş köyünde doğdum. İlkokulu köyümde, orta ve liseyi 1962'de Erzurum lisesinde bitirdim. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesine girip, 1966 yılında Toprak Bölümünden mezun oldum. Sırası ile iki ay Eskişehir Toprak Araştırma Enstitüsünde, askerliğimi takiben 8 ay da Iğdır Ziraat Meslek okulunda çalıştım. 1969'da Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümüne asistan girdim. Halen aynı bölümde Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği asistanı olarak çalışmaktayım.

Evliyim, bir çocuğum var.