



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORDU İLİNDE BAZI KİVİ BAHÇE TOPRAKLARININ
POTASYUM DURUMU VE POTASYUM FİKSASYONUNUN
BELİRLENMESİ**

MENEKŞENUR KARAOLUK EŞENÇAYI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ORDU 2019

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ORDU İLİNDE BAZI KİVİ BAHÇE TOPRAKLARININ
POTASYUM DURUMU VE POTASYUM FİKSASYONUNUN
BELİRLENMESİ**

MENEKŞENUR KARAOLUK EŞENÇAYI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2019

TEZ ONAY

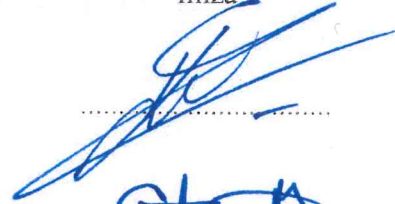
Menekşenur KARAOLUK EŞENÇAYI tarafından hazırlanan "ORDU İLİNDE BAZI KİVİ BAHÇE TOPRAKLARININ POTASYUM DURUMU VE POTASYUM FİKSASYONUNUN BELİRLENMESİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 22/08/2019 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimleri ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ

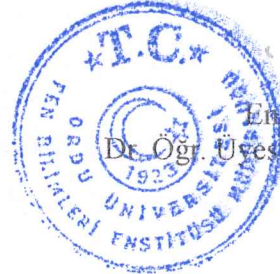
Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Ordu
Üniversitesi
Üye
Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Ordu
Üniversitesi
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DEMİRBAŞ
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

İmza



~~23/08~~ 2019 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ~~29/08~~ / 2019 tarih ve ~~2019~~ / 530 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sami GÜLER

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Menekşenur KARAOLUK EŞENÇAYI

23.08.2019

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET
ORDU İLİNDE BAZI KİVİ BAHÇE TOPRAKLARININ
POTASYUM DURUMU VE POTASYUM FİKSASYONUNUN
BELİRLENMESİ
MENEKŞENUR KARAOLUK EŞENÇAYI
ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ, 34 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ)

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

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Potasyum Fiksasyonu, Potasyumlu Gübreleme

ABSTRACT

DETERMINATION OF POTASSIUM STATUS AND POTASSIUM FIXATION OF SOME KIWI GARDEN SOILS IN ORDU PROVINCE

MENEKŞENUR KARAOLUK EŞENÇAYI

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

MASTER THESIS, 34 PAGES

(SUPERVISOR: Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ)

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

Keywords: Adsorption, Potassium fixation, Potassium fertilization

TEŞEKKÜR

Tez konunun belirlenmesi, çalışmanın yürütölmesi ve yazımı esnasında vermiŐ olduğu desteklerinden dolayı danışman hocam Sayın Prof.Dr. Kürşat KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Her zaman olduğu gibi yüksek lisans sürecinde de beni destekleyen, bana güvenen ve inanan sevgili anne ve babama sonsuz teşekkür ediyorum.

Hayatta sadece güzel Őeyleri değil, zor anlarımızıda paylaŐmak üzere yola çıktığımız eŐim'e ve kızım Havva Defne'ye bu süreçte bana olan destek ve sabırlarından dolayı sonsuz teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1 Toprakta Potasyum	3
2.2 Potasyum Fiksasyonu	6
3. MATERYAL ve METOD	13
3.1 Materyal.....	13
3.1.1 Deneme Toprakları.....	13
3.2 Metod	15
3.2.1 Toprak Analizleri	15
3.2.2 Potasyum ile İlgili Analizler	15
3.2.3 Toprak Analiz Değerlerinin Sınıflandırılması İçin Kullanılan Standart Değerler.....	16
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	18
4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	18
4.2 Toprakların Potasyum Değerleri.....	19
4.3 Potasyum Fiksasyonu	22
4.4 Toprakların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	25
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	28
6. KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	34

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Toprakta Potasyum Döngüsü.....	4
Şekil 2.2 Potasyumun Topraklarda Tutulduğu Esas Formları ve Toprak–Bitki Sistemi Arasındaki Dolaşımı.....	5
Şekil 3.1 Deneme Alanından Alınan Örnekleme Noktaları.....	13
Şekil 4.1 Toprak Örneklerinde Depo K, Yarayışlı K Miktarları.....	21



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçeler.....	14
Çizelge 3.2 Toprak Analiz Değerlerinin Sınıflandırılması İçin Kullanılan Standart Değerler.....	17
Çizelge 4.1 Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	18
Çizelge 4.2 Topraklarda Depo K, Yarayışlı K ve Depo K+Yarayışlı K Toplamları..	20
Çizelge 4.3 Potasyum Konsantrasyonları ile Fiksasyon Oranlarına Ait Regrasyon Denklemi.....	23
Çizelge 4.4 Farklı Potasyum Konsantrasyonlarında (mg kg^{-1}), Deneme Topraklarına Ait Fiksasyon Kapasiteleri (mg kg^{-1}) ve Fiksasyon Yüzdeleri (%).....	24
Çizelge 4.5 Toprakların pH, Kireç, Organik Madde, Kum, Kil, Silt, Ca ve Mg İçerikleri ve Depo K, Yarayışlı K, Toplam K (Depo K+Yarayışlı K), Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Önemlilik Düzeyleri.....	26

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
µg	: Mikrogram
Al(OH)	: Alüminyum Hidroksit
Ca	: Kalsiyum
CaCO₃	: Kalsiyum Karbonat
Cm	: Santimetre
CO₂	: Karbondioksit
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
H₃O	: Hidronyum
HCl	: Hidroklorik Asit
K	: Potasyum
Kg	: Kilogram
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
Mm	: Milimetre
N	: Normal
NH₄OAc	: Amonyum Asetat
Nm	: Newtonmetre
pH	: Toprak Reaksiyonu
ppm	: Milyonda Bir Kısım

1. GİRİŞ

İnsanlığın temel sorunu olan açlık her geçen gün daha tehlikeli bir hal almaktadır. Hızla artan dünya nüfusu doğal kaynakların tükenmesine sebep olmakta ve gelişen teknolojiye rağmen açlık tehdidi halen devam etmektedir. Ayrıca son yıllarda sanayileşme ve kentsel yapılaşma alanında gelişmeler arttığı için tarımsal alanlar üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Bu nedenle artan gıda ihtiyacının karşılanması için birim alandan alınan verimin artırılması oldukça önemlidir.

Bitkisel üretim sisteminde verimi garanti altına almanın en temel yöntemlerinden birisi gübrelemedir. Gübreler bitkilerin besin elementi ihtiyacını karşılamak için kullanılan kimyasal ya da organik kaynaklardan oluşan bileşiklerdir. Ancak bilinçsiz ve yanlış gübre kullanımı insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen pek çok sorunu beraberinde getirmektedir. Ayrıca yanlış gübre uygulamaları ürün verimi ve kalitesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ürün verimi ve kalitesini etkileyen en önemli elementlerin başında azot (N), fosfor (P) ve potasyumlu (K) gübreler gelmektedir. Bu gübrelemenin kullanım etkinliğinin artırılması sorunun çözümüne katkı sağlayacaktır.

Toprakta potasyum bitkilerin mutlak gereksinim duyduğu bir makro element olup bitkiler tarafından azottan sonra en fazla alınan besin elementlerinden biridir. Topraklarda potasyumun hareketliliği sınırlıdır. Bitkilere uygulanan potasyum yüksek oranlarla topraklar tarafından tutularak fikse olmaktadır (Portela ve ark., 2019). Topraklarda potasyum fiksasyonu bitkiler için yararlı potasyum miktarını etkileyen önemli bir olgudur. Fiksasyon potasyum yararlılığını azaltmakta olup potasyum noksanlığı durumunda bitki bünyesindeki enzim aktivitesinin ve ATP sentezinin azalması sonucu oluşan enerji yetersizliği nedeniyle bitki bünyesinde amino asit ve çözünebilir karbonhidratlar gibi düşük molekül ağırlıklı bileşikler birikmektedir (Hasanuzzaman ve ark., 2018). Bitki hücreesindeki çözünebilir asimilatların miktarı patojen gelişimini etkilemektedir. Özellikle obligat parazitlerden olan pas ve küf hastalıkları, hayat döngülerini tamamlayabilmek için bu asimilatlara ihtiyaç duyarlar (Krauss, 2001). Bu nedenle potasyum noksanlığı görülen bitkiler her bir zararlı grubuna karşı, yeterli beslenenlere göre daha duyarlıdır. Ayrıca yeterli potasyumla beslenme bitkilerin toplam fenol içeriğini artırır. Fenoller lignin ve suberin habercisi

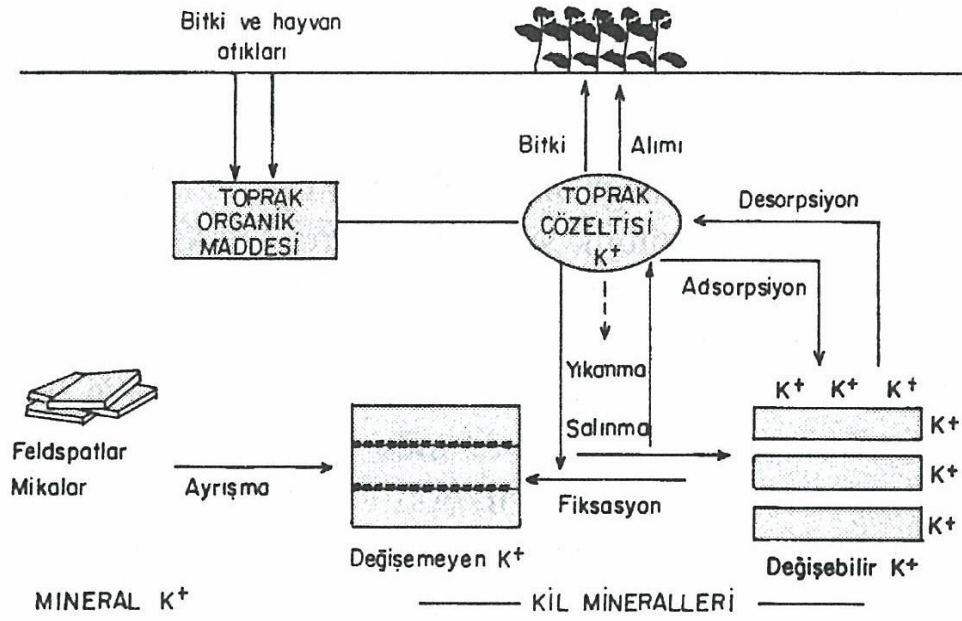
olarak görev yapmaları nedeniyle bitki bünyesinde mekanik bariyer oluşturarak, bitkilerin savunma mekanizmasında önemli rol oynamaktadırlar (Hasanuzzaman ve ark., 2018).

Topraklarda potasyumun %90-98'i mineral K, %1-10'u yavaş yarıyışlı K ve %1-2'si değişebilir K ve %0.1-0.2'si toprak çözeltilisindeki K'dan oluşmaktadır (Moir ve ark., 2013). Bu dört grubun birbirlerine göre önemi toprağın mineralojik bileşimine bağlı olup, bunlar arasındaki ilişkiler ve transformasyonlar çok karmaşıktır. Bitkilerin tüketimi ve yıkanma nedenleri ile potasyumun ortamdan uzaklaştırılmasının bir sonucu olarak, K formları arasında statik bir denge hiçbir zaman oluşamaz. Birincil minerallerde bulunan K formundan, değişebilir ve yavaş yarıyışlı K formlarına sürekli, fakat çok düşük hızda bir transfer olur. Fazla miktarlarda gübre K uygulamasını da kapsayan kimi koşullar altında, yavaş yarıyışlı K formuna doğru, K, ters yönde bir dönüşüme uğrayabilir. K^+ iyonu negatif yüklü toprak kolloidlerinin yüzeylerinde elektrostatik çekimler ile tutulur. Toprakta bulunan potasyum miktarını toprağın tekstürü, organik madde içeriği, donma-çözünme, ıslanma-kuruma olayları kireç ve pH gibi birçok özellik etkilemektedir. Topraklarda potasyum yarıyışlılığı özellikle topraklarda kil miktarı ve kil tipinden etkilenmektedir. Topraklarda K fiksasyonu potasyumlu gübrelerin kullanım etkinliğini önemli ölçüde azaltan bir faktördür. Bu nedenle potasyumlu gübre kullanım etkinliğini arttırabilmek için topraklarda K fiksasyon kapasitesinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu tez çalışmasında, Ordu ilinde farklı özelliklere sahip 25 toprağın potasyum fiksasyon kapasitesini belirlemek amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

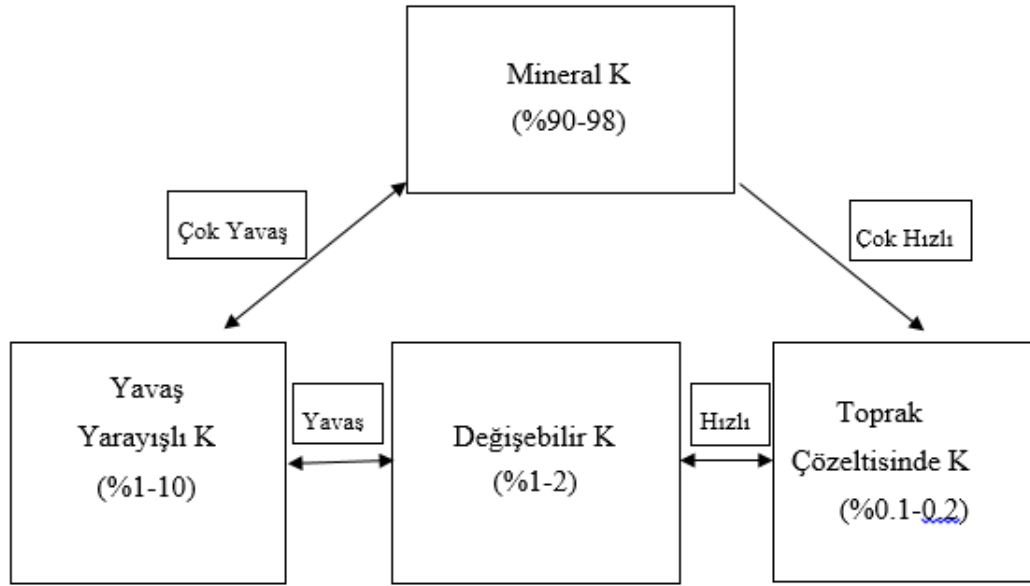
2.1 Toprakta Potasyum

Potasyum bitkilerin mutlak gereksinim duyduğu bir makro elementtir. Topraklarda toplam potasyum içeriği çoğunlukla 20000 mg kg⁻¹'in üzerindedir (Schulte ve Kelling, 1998). Topraklarda normal olarak potasyum konsantrasyonu %0.04-3 arasında değişmektedir (Mouhamad ve ark., 2016; Sattar ve ark., 2018). Tarım topraklarında ise 20 cm toprak derinliğinde bu miktar 10-20 g kg⁻¹ arasında değişmektedir (Zörb ve ark., 2014). Topraklarda bulunan potasyumun neredeyse tamamı mineral fraksiyonda yer alarak bitkiler için yararlı durumda bulunmaktadır. Bitkiler, topraklarda kil minerallerinin yüzeyinde tutulan değişebilir potasyum ve toprak çözeltisinde yararlı şekilde bulunan iyon formunda potasyumdan (K⁺) faydalanabilirler. Bu iki fraksiyon 100 mg kg⁻¹'e kadar bulunur iken toprak çözeltisinde yararlı potasyumun miktarı ise 5-10 mg kg⁻¹ kadardır (Schulte ve Kelling, 1998). Toprakların yapısına bağlı olarak yararlı K miktarı genellikle düşüktür. Özellikle kumlu, suyla doymuş ve asit topraklarda sıklıkla K noksanlığı görülmektedir. Buna ilave olarak yoğun tarım sistemlerinde kumlu tekstüre sahip topraklar ile organik madde içeriği yüksek topraklarda K noksanlığı bitkisel üretimi sınırlandıran önemli bir faktördür (Zörb ve ark., 2014). Topraklarda azotlu ve fosforlu gübrelerin aksine bitkiler tarafından kaldırılan potasyumun %50'den azı gübreleme yoluyla topraklara yeniden kazandırılmaktadır. Bu nedenle de topraklarda potasyum rezervlerinin giderek azalması söz konusudur (Smil, 1999). Bitkilere potasyumun yararlılığı büyük oranda topraklarda minerallerin tipine bağlıdır ve en önemli K mineralleri muskovit (beyaz mika) $KAl_2(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2$ veya alüminyum-potasyum ve potasyumun filosilikat $(KF)_2(Al_2O_3)_3(SiO_2)_6(H_2O)$, biyotit (siyah mika) $K(Mg,Fe)_3Al_2Si_3O_{10}(OH,F)_2$ ve ortoklaz ($KAlSi_3O_8$), potasyum-taranakite, zeolit, vermikülit, klorit, glokonit, illit'dir (Sattar ve ark., 2018).



Şekil 2.1 Toprakta Potasyum Döngüsü (Güzel ve ark., 2002)

Toprak çözeltisinde bulunan çeşitli elementlerin, kil mineralleri tarafından kil tabakaları arasında hapsedilerek, bitkilere yararlı ya da az yararlı hale dönüşmesi olayına, genel olarak fiksasyon denir ve toprakta fiksasyona uğrayan elementlerin başında potasyum gelmektedir (Mola ve Towfighi, 2018). Topraklarda mevcut bulunan potasyumun %90-98'i kil minerallerinin kristal kafes yapılarına bağlı şekilde bulunduğu için bitkilere yararlı formdadır. Topraklarda bulunan potasyum bitkilere yararlılığına göre: i) suda çözünebilir, ii) değişebilir, iii) değişemez ve iv) mineral form olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Basak ve Biswas 2009, Schneider ve ark., 2013, Mola ve Towfighi, 2018; Ghiri ve ark., 2019). Suda çözünür veya toprak çözelti potasyumu bitkiler ve mikroorganizmalar için direkt yararlı potasyumu; değişebilir potasyum, humik maddeler ve kil minerallerinin değişim komplekslerinin yüzeyinde elektrostatik olarak adsorbe olmuş potasyumu; yavaş yararlı, depo veya rezerv potasyum, kil minerallerinin tabakaları arasında bulunan potasyumu; mineral form ise muskovit, biotit ve feldspatlar gibi primer minerallerin bileşimindeki yararlı potasyum formu ifade etmektedir (Zörb ve ark., 2014; Mouhamad ve ark., 2016). Değişemez ve mineral K birbirinden farklıdır. Değişemez form kristal örgü içerisinde bağlı değildir. Dioktahedral ve trioktahedral mikalar, vermukulitler ve klorit gibi kil minerallerinin tetrahedral tabakaları arasında tutulmaktadır.



Şekil 2.2 Potasyumun Topraklarda Tutulduğu Esas Formları ve Toprak–Bitki Sistemi Arasındaki Dolaşımı (Moir ve ark., 2013; Zörb ve ark., 2014; Sattar ve ark., 2018).

Suda çözünebilir potasyum toplam potasyumun %0.1-0.2'sini oluştururken değişebilir potasyum ise %1-2'sini oluşturmaktadır. Potasyumun topraklarda tutulduğu esas formları ve toprak–bitki sistemi arasındaki dolaşımı sırasında girdiği değişiklikler Şekil 2.2' de gösterilmiştir. Potasyumun esas kaynakları mikalar (biyotit ve muskovit) ve potasyum feldspatlar (ortoklaz ve mikolin) gibi birincil minerallerdir. Bu mineraller ayrıştıkça katı levhalı yapılar yumuşak veya gevşek bir duruma gelirler. Potasyum feldspatlar direkt olarak toprak çözeltisine K'ü serbestleyebilirler, ancak mika gibi tabakalar arasında hapsediği durumlarda elektrostatik güçlerle sıkı bir biçimde potasyum tutulmaktadır. Biyotit ve flogopit minerallerini bir arada içeren kayaların ayrışma ve parçalanma süreçleri sonucu bir miktar K yapıdan uzaklaşmakta bu açıdan biyotit ve flogopit gibi primer minerallerin uygulamalarının topraklarda bitkiye yarayırlı K miktarını artırabileceği belirtilmektedir (Öborn ve ark., 2005). Ancak unutulmamalıdır ki primer minerallerden K'un serbestlenmesi oldukça uzun sürede gerçekleştiğinden dolayı bu minerallerin tek başına topraklara uygulanması K'lu gübreler ile karşılaştırıldığında bitki gelişimi için etkili olmayabilir. Ancak yine de son yıllarda yapılan çalışmalarda K içeren primer minerallerin de topraklara uygulandığında uzun süreli toprak verimliliğini artırdığı bildirilmektedir. Feldspat, piroksen, ambifol gibi silikatların ayrışmaları sonucu minerallerin kristal örgüleri tamamen çözünmekte ve ayrışma ürünleri olarak silis asitleri, alüminyum ve demir

oksitler, alkali ve toprak alkalisi iyonlar ortaya çıkarak bunların karşılıklı etkileri sonucu sekonder mineraller oluşmaktadır. Genişleyebilir tabaka özelliklerine sahip 2:1 tipi mikanın kristal levhaları arasında tutulan potasyum, zamanla daha yararlı forma gelir, ilk önce değişmeyen formda olan K, ayrışan minerallerin kenarlarında ya da kenarının yakınlarında yavaşça yararlı forma ve giderek kolayca değişebilir formlara ve toprak çözeltisinde iyon formuna gelir ve bu formdan, bitkilerin köklerine absorbe edilir. Toprak çözeltisinde K konsantrasyonu bitki tarafından potasyumun alınmasının yanı sıra yıkanmaya maruz kalarak da azalabilir. Topraklarda K'un hareketliliğini etkileyen birçok faktör vardır ve bunlar; kation değişim kapasitesi (KDK), pH, kireçleme, organik madde, K'un uygulama oranı ve miktarı ile bitkiler tarafından K'un alınımıdır. Özellikle toprakların KDK ve organik madde miktarı yıkanma açısından oldukça önemlidir ve yıkanma kumlu topraklarda düşük KDK nedeniyle sık yaşanan bir problemdir.

2.2 Potasyum Fiksasyonu

Potasyum bitki gelişimi için mutlak gerekli üçüncü ve azottan sonra bitkilerce en fazla miktarda absorbe olunan ikinci besin elementidir. Toprakların total K içeriği, çoğunlukla bitkilerin bir gelişme mevsimi boyunca absorbe ettiği miktarın birçok katı olduğu halde, çoğu durumda, bu total K'un ancak çok küçük bir bölümü bitkilere yararlıdır. Potasyumun topraklarda tutulduğu esas formları ve toprak-bitki sistemi arasındaki dolaşımı oldukça karmaşık ve birbirine bağlı birçok faktör tarafından kontrol edilmektedir. Topraklarda K fiksasyonu; özellikle pH, kil miktarı ile kil tipi ve toprakların kimyasal bileşenleri gibi birçok toprak faktörünün yanı sıra bitkiler arasında potasyum alınımı arasındaki farklılıklar ve toprak mikroorganizmalarının topraklarda potasyumu çözücü etkileri tarafından kontrol edildiği bilinmektedir (Srinivasaro ve ark., 2007; Basak ve Biswas 2009; Ghiri ve Abtahi, 2012). Potasyum fiksasyonunda kil minerallerinin miktarının ve özelliklerinin önemli rol oynadığı, fazla miktarda 2:1 tipi illit, ayrışmış mika, smektit içeren topraklarda potasyum fiksasyonunun fazla görüldüğü, buna karşılık 1:1 tipi kaolinit gibi killerin potasyumu fikse etmediği bildirilmiştir. Toprakların potasyum fiksasyon kapasitesinin, asit koşullar altında oluşan alüminyum kationlarının, alüminyum hidroksit bileşiklerinin ve bunların polimerlerinin varlığı ile azaldığı bildirilmiştir. Değişebilir potasyum bakımından zengin toprakların hava koşullarında kuruması veya kurutulmasının potasyum fiksasyonuna neden olduğu ve o

toprağın değişebilir potasyum miktarında düşme meydana getirdiği, öte yandan düşük ve orta düzeylerde potasyum içeren tarla kapasitesindeki alt toprakların kurutulmasının değişebilir potasyum miktarını artırdığı, standart mineraller kullanılarak yapılmış olan araştırmalarda nemli koşullar altında potasyum fiksasyonunun çoğunun illit yada mika içeren mineraller tarafından yapıldığı belirtilmiştir. Kuruma sırasında ise potasyum fiksasyonunun, temelde vermikülit yada illit gibi mineraller tarafından yapıldığı, nemli toprakların donma ve çözünmesinin fikse edilmiş potasyum salınmasında ve değişebilir potasyumun fiksasyonunda önemli olduğu belirtilmiştir (Geyik ve Yılmaz, 2000). Potasyum yarayırlılığını etkileyen en önemli olay fiksasyondur. Potasyum fiksasyonu topraklarda bitkiler tarafından yararlanılabilir haldeki potasyumun yararlanılmaz ya da daha az yararlanılabilir hale geçmesidir. Potasyum fiksasyonunda kil tipi önemlidir. İki tabakalı kil minerallerine (Kaolonit) oranla üç tabakalı kil mineralleri (montmorilonit, vermikülit ve illit) daha fazla K^+ fikse ederler. 2:1 tipi killerde silisyum tabakasında bulunan oksijenler arasındaki açıklık K^+ iyonunun çapı kadar olduğu için bu açıklığa K^+ iyonları girerek daha yüksek oranda fikse olurlar (Yılmaz ve Akça, 2000; Mouhamad ve ark., 2016; Kassa ve ark., 2019). Katmanlar arasındaki K^+ iyonları boşalınca bu bölgeler yeni K^+ iyonlarını iki değerli katyonlara göre daha fazla tutma özelliği gösterirler. Katmanlar arasında tutulan K^+ ile sadece H_3O^+ ve NH_4^+ gibi benzer büyüklükteki iyonlar yer değiştirebilir. Tabakalı yapı arz eden filosilikatlar 2:1 tipi yapıya sahip topraklarda potasyum fiksasyonundan sorumlu minarelerdir (Mola ve Towfighi, 2018). Filosilikatlardan olan vermikülit çok yüksek yüzey alanı ve yük yoğunluğuna sahip tetrahedral tabakalar nedeniyle güçlü bir şekilde potasyum fikse edebilmektedir (Misskire ve ark., 2019; Kubo ve ark., 2018). Benzer filosilikat killlerinden olan montmorillonitein ise düşük yüzey yüke sahip olduğu ve bu yüklerin oktahedral tabakada izomorfik yer değiştirme sonucu meydana geldiği belirtilmiştir. Potasyumun yarı çapı 0.133 nm, amonyumun ise yarı çapı 0.143 nm olup tetrahedral tabakalardaki boşluğun çapı da 0.140 nm olduğu için bu katyonlar bu boşluğa kolaylıkla yerleşirler ve fikse olurlar (Erdil ve ark., 2018; Mola ve Towfighi, 2018). Bu nedenle, bu iyonlar, bu alüminosilikatlar üzerindeki fiksasyon bölgeleri için birbirleriyle rekabet edebilir. İşte böyle bir toprağa potasyumlu gübre verildiği zaman, K^+ iyonları katmanlar arasında absorbe edilir ve bu olay mineralin büzülmesine de neden olur. Bu olay bilindiği üzere “potasyum fiksasyonu” olarak adlandırılır.

Fiksasyonla birlikte daha önce genişlemiş olan katmanlar arası yeniden küçülür. Tabakalar arası mesafe azalır ve iyonlar kristal örgü içerisine hapsolarak bitkilere yararlı formaya geçerler. Kil mineralinin katmanları arasında (iç yüzeylerde) bulunan K^+ iyonları değişmez potasyumdur. Buldukları yerden çıkmaları kolay değildir. Ancak toprak çözeltisinde serbest halde ve killerin dış yüzeylerinde değişebilir halde bağlı bulunan K^+ iyonları bitki tarafından alındıkça, minerallerin aşınma ve parçalanmalarına da bağlı olarak katmanlar arasındaki K^+ iyonları yavaş yavaş buldukları yerden çıkarlar (Mouhamad ve ark., 2016). Kil minerallerince yapılan K adsorpsiyonunun büyük bir bölümü, özgül değişim noktalarını doyurma eğiliminde olup, bu noktaların K ile doyumu sonucunda, dengeye ulaşmış toprak çözeltisinde K konsantrasyonu yüksek düzeyde olur (Güzel ve ark., 2002). Topraklarda indirgenme reaksiyonları ($Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$) kil minerallerinin tabaka yükünü değiştirerek negatif yük miktarını artırmak suretiyle potasyum fiksasyonunu artırabilir (Simonsson ve ark., 2009). Topraklarda K fiksasyonunun boyutu ve tipi, pH, kil miktarı ve cinsi, baz doygunluk derecesi, kireç miktarı, kollidal organik madde, toprak sıcaklığı, ıslanma ve kuruma ve reaksiyon süresi, ortamın K^+ konsantrasyonunu ve toprakların kimyasal bileşenleri gibi birçok toprak faktörü tarafından kontrol edilmektedir (Srinivasaro ve ark., 2007; Mouhamad ve ark., 2016). Fikse edilmiş durumdaki potasyumdan bitkiler ve mikroorganizmalar çok az yararlanabilmektedir. Topraklarda özellikle pH'nın artmasıyla birlikte K fiksasyonu artış göstermektedir. Bu artış $Al(OH)_x$ türlerinin azalmasından kaynaklanabilir. Ayrıca düşük pH koşullarında topraklarda artan H_3O^+ konsantrasyonunun sonucu olarak H_3O^+ ile K^+ iyonunun yer değiştirerek potasyumun serbestlenmesinden dolayı da asit topraklarda potasyum fiksasyonu azalmaktadır (Mouhamad ve ark., 2016).

Konuyla ilgili olarak, K fiksasyonu ile ilgili yürütülen tarla denemeleri sonucunda yılda toplam 85 ± 10 kg /ha potasyumun topraklar tarafından fikse edildiğini, ayrıca 65 ± 7 kg/ha ise serbest bırakıldığını belirtmişlerdir (Simonsson ve ark., 2007). Yine aynı çalışmada topraklardaki potasyum dengesinin bitki alımına ve gübrelemeye bağlı olarak değiştiğini, gübreleme yapılmayan kumlu tınlı bünyeye sahip bir toprakta 8 ± 10 kg/ha K serbestlenirken, gübreleme yapılan topraklarda serbestlenen potasyum miktarının 25 ± 4 kg/ha'a ulaşarak önemli oranda arttığını belirtmişlerdir.

Srinivasaro ve ark., (2007) farklı toprak tiplerinde fosfor ve potasyum fiksasyonu üzerine yürüttükleri çalışmada, 0, 50, 100, 200, 400, 800 ve 1600 mg P kg⁻¹ fosfor ve 0, 50, 100, 200, 400 ve 800 mg K kg⁻¹ potasyum uygulamışlardır. Bu uygulamalar sonucunda özellikle potasyum açısından değerlendirildiğinde; artan potasyum içeriklerine bağlı olarak potasyum fiksasyonunun önemli oranda arttığını belirtmişlerdir. Ancak K fiksasyonundaki artışın 200 mg K kg⁻¹ dozuna kadar olduğunu ve bu uygulamadan sonra K fiksasyonunda azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. İnseptisol, Alfisol ve Vertisoller üzerinde yürüttükleri çalışmada sırasıyla %46, %49 ve %32'ye kadar potasyum fiksasyonu olduğunu, özellikle kil içeriği yüksek topraklarda fiksasyonunun fazla olduğunu belirtmişlerdir. Tüm toprak tiplerinde K fiksasyonu ile kil arasında ise İnseptisol (0.87*), Vertisol (0.84*) ve Alfisol (0.99*) pozitif korelasyon bildirmişlerdir.

Huimin ve ark., (2007) 7 farklı toprağın potasyum fiksasyon kapasitelerini belirlemek amacı ile 15 yıl gibi uzun bir süre çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmalar sonucunda potasyum fiksasyon kapasitelerinin toprak çeşitlerine göre önemli ölçüde değiştiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar üzerine potasyum fiksasyon kapasitesini kil mineral türlerinin etkilediğini, K fiksasyon kapasitesi oranının düşük konsantrasyonda ise potasyum saturasyonu ve KDK'nın etkilediğini yüksek konsantrasyonda ise kil minerallerinin içeriğinin ve K saturasyonunun etkilediğini belirtmişlerdir.

Ghiri ve Abtahi, (2012) 24 farklı toprak üzerinde yürüttüğü çalışmada 1000 mg kg⁻¹ K ilave ederek toprakların K fiksasyon kapasitelerini belirlemişlerdir. Yürütülen bu çalışmada toprakların potasyum fiksasyon kapasitesi ile simektit içeriği ($r^2 = 0.87$), kil içeriği ($r^2=0.60$), katyon değişim kapasitesi ($r^2=0.79$) ve yarayışlı K içeriği arasında önemli korelasyonlar olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar ilave edilen potasyumun ortalama %18 oranında fikse olduğunu bildirirken aynı çalışmada kil minerallerinin K fiksasyonunda esas rol oynadığını ve fiksasyon oranlarının %67'ye kadar çıktığı belirtilmiştir. Konuyla ilgili benzer bir çalışmada Yılmaz ve Akça, (2000) kil minerolojisi ve yavaş yarayışlı potasyum içeriği arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada, yavaş yarayışlı potasyum ile illit arasında ($r=0.823^{***}$) ve illit+vermukulit arasında ($r=0.797^{***}$) %0.1 düzeyinde pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar yavaş yarayışlı potasyumun önemli ölçüde illit ve vermukulit gibi 2:1 tabakalı minerallerin tabakaları arasında elektrostatik olarak

tutulduğunu belirtmişlerdir. Jalali ve Kolahchi, (2007) kireçli topraklara ilave edilen potasyumun %4–18 oranında fikse olarak değişmez potasyuma dönüştüğünü bildirmişlerdir.

Ghiri ve Abtahi, (2013) 10 farklı kireçli toprağın fiksasyon kapasitesini belirlemek amacıyla 0-1000 mg/kg K ilave ederek bir çalışma yürütmüşlerdir. Yürütülen bu çalışmada toprakların potasyum fiksasyon kapasitelerinin kil için 104-148 mg/kg, silt için 102-155 mg/kg kum için ise 96-187 mg/kg olarak belirlenmiş olup, çalışma sonuçlarına göre potasyum fiksasyon kapasitesi ile simektit içeriği fazla olan kil fraksiyonları arasında ($P < 0.05$) pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Rees ve ark., (2013) nemli ve kuru koşullarda 1, 2, 4, 8, ve 16 gün boyunca topraklarda zamana bağlı olarak K fiksasyon kapasitesinin belirlenmesi üzerine yürüttükleri inkübasyon denemesinde, nemli koşullarda 16. günün sonunda topraklarda potasyum fiksasyon kapasitesinin giderek azaldığını ve kurutma uygulamaları sonrasında ise K fiksasyon kapasitesinin ardışık olarak artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Murashkina ve ark., (2007) Alüvyon topraklarda sıcaklığın potasyum adsorpsiyon ve desorpsiyonu üzerine yaptıkları araştırmada sıcaklık 298-313 arasında arttığında toplam K adsorpsiyonunun düştüğünü, toplam K adsorpsiyonunu ise kil minerallerinin etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca K fiksasyonunun ise toprak-bitki sistemlerinde gübreleme etkinliğini etkilediğini belirtmişlerdir.

Liao ve ark., (2013) Çeltik (*Oryza sativa* L.) bitkisinde X ışınları ile diagramdecomposition yöntemi kullanılarak toprak fraksiyonları üzerindeki kil minerallerinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada K uygulamasının öncesinde ve sonrasında organik materyale H_2O_2 oksidasyonu uygulanarak topraktaki K adsorpsiyonunun kimyasal ve mineral özelliklerinin değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada 30 yıl boyunca gübre uygulaması yapılan kil tiplerinde farklı sonuçlar elde ettiklerini <1 mikron olan kil fraksiyonlarında dahi gübrelemenin iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Li ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 5 farklı bölgeden aldıkları toprak örneklerinde potasyum adsorpsiyonunu araştırmak üzere topraklara 7 farklı dozda potasyum (0, 400, 800, 1600, 2400, 3200 ve 4000 mg K kg^{-1}) uygulamışlardır. Topraklara uygulanan potasyumun %18.5-67.2 arasında değişen oranlarda fikse olduğu belirlenmiştir.

Toprakların potasyum fiksasyon kapasiteleri artan potasyum uygulamaları ile artarken yüksek potasyum konsantrasyonlarında topraklar tarafından fikse edilen potasyum oranının azaldığı sonucuna varılmıştır.

Auge ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 5 farklı bölgeden aldıkları toprak örneklerinde potasyum adsorpsiyonu araştırmak üzere topraklara 5 farklı dozda potasyum (0.0, 0.2, 0.4, 1.0 ve 2.0 mmol/L) uygulamışlardır. Toprakların potasyum fiksasyon oranları ise düşük uygulama olan 7.8 mg K L⁻¹ konsantrasyonunda %35.9-69.3 iken artan potasyum konsantrasyonuna bağlı olarak 78 mg K L⁻¹ uygulamasında %29.5-68.9 oranına düşmüştür. Araştırma sonuçlarına göre potasyum fiksasyonu ile KDK, pH, ve toprakların kil içeriği arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Kassa ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada 4 farklı bölgeden aldıkları toprak örneklerinde potasyum adsorpsiyonu araştırmak üzere topraklara 6 farklı dozda potasyum (0, 25, 50, 75, 100, ve 125 mgL⁻¹) uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, başlangıç konsantrasyonu olan 25 mg L⁻¹ uygulamasında adsorbe edilen 201.84 ila 287.52 mg kg⁻¹ arasında değişirken en yüksek ilave çözelti konsantrasyonu olan 125 mgL⁻¹ uygulamasında ise adsorbe edilen K miktarı 1260.36 ila 1371 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Toprakların potasyum fiksasyon oranları ise düşük uygulama olan 25 mg L⁻¹ konsantrasyonunda %95.8 iken artan potasyum konsantrasyonuna bağlı olarak %91.4 oranına düşmüştür. Bu sonuçlara göre potasyum adsorpsiyonunun toprak özelliklerine bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Portela ve ark., (2019) ise potasyum fiksasyonuna kil merallerinin yapısının ve toprağın ana materyelinin etkisini araştırmıştır. Bu amaçla 9 farklı toprak üzerine her 1 kg toprak için 0, 25, 50, 100, 200, 400 ve 800 mg K uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre incelenen topraklara 400 mg K kg⁻¹ uygulamasında topraklara uygulanan potasyumun %30 ila 80 arasında değişen oranlarda yüksek bir K fiksasyon kapasitesi gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada elde edilen veriler vermikulit ve mika-vermikulit yapıdaki kil minerallerine sahip olan toprakların daha fazla potasyum fikse ettiğini, ayrıca topraktaki kalsiyum karbonat miktarı arttıkça potasyum fiksasyonunun arttığını belirtmişlerdir.

Ghiri ve ark., (2019) potasyum fiksasyonunu belirlemek üzere yaptıkları çalışmada 5 farklı toprak (vertisol, alfisol, entisol, aridisol ve mollisol) üzerine 1000 mg K kg⁻¹

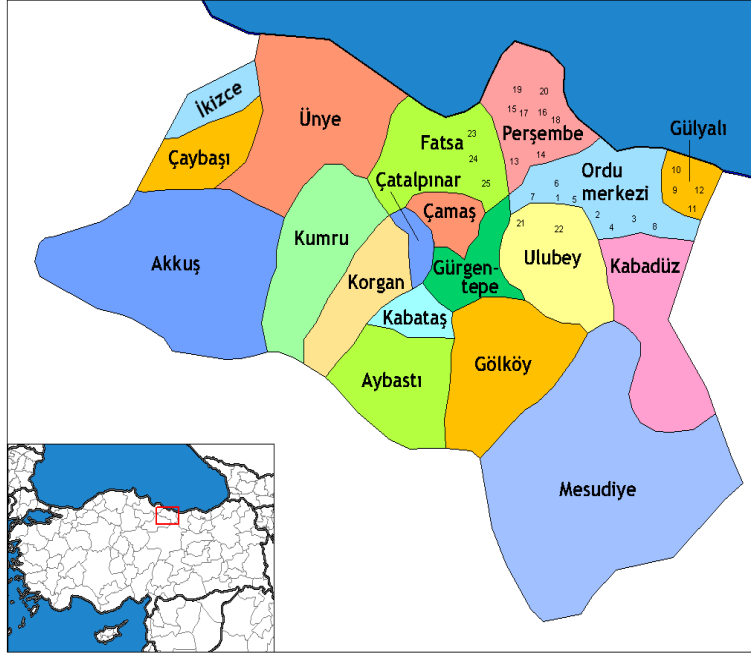
toprak çözültü ilave etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre vertisoler ve mollisol topraklar simektit tipi killerce baskın olması sebebiyle uygulanan potasyumun %50'den fazlasını fikse ederken diğer toprakların %25'den az fiksasyon gerçekleştirdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada kireç içeriği arttıkça potasyum fiksasyonunda arttığı, entisoller ve aridosellerin düşük kil içerdiğinden dolayı düşük potasyum fiksasyonuna sahip olduğu sonucuna varılmıştır.



3. MATERYAL ve METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme Toprakları



Şekil 3.1 Deneme Alanlarından Alınan Örnekleme Noktaları

Araştırma, 2010 yılı içerisinde Ordu ili Merkez ilçesi ile Gülyalı, Fatsa, Perşembe, Ulubey ilçelerindeki kivi bahçelerinden alınan topraklarda gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapılan 25 adet bahçenin ilçelere göre dağılımı ve lokasyonları çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Toprak Örneklerinin Alındığı Bahçeler

İlçe	Bahçe No:	GPS Koordinatları (Lokasyon)		Yükselti (m)
MERKEZ	1	40°58'20 K	037°59'53 D	0
	2	40°55'47 K	037°58'36 D	115
	3	40°55'58 K	037°58'36 D	56
	4	40°55'55 K	037°59'35 D	303
	5	40°56'54 K	037°56'21 D	3
	6	40°57'35 K	037°56'21 D	4
	7	40°58'55 K	037°56'58 D	0
	8	40°58'50 K	037°57'50 D	9
GÜLYALI	9	40°55'49 K	038°05'43 D	12
	10	40°57'42 K	038°05'22 D	42
	11	40°57'48 K	038°04'44 D	20
	12	40°58'39 K	037°59'56 D	2
PERŞEMBE	13	40°58'50 K	037°44'09 D	91
	14	40°51'14 K	037°42'44 D	184
	15	40°59'16 K	037°42'22 D	228
	16	41°00'06 K	037°49'13 D	8
	17	41°00'26 K	037°49'34 D	7
	18	41°01'12 K	037°49'29 D	19
	19	41°01'28 K	037°48'41 D	0
	20	41°04'36 K	037°46'21 D	0
ULUBEY	21	40°54'30 K	037°50'21 D	98
	22	40°51'41 K	037°49'58 D	100
FATSA	23	41°00'47 K	037°32'41 D	4
	24	41°03'35 K	037°27'51 D	80
	25	41°03'02 K	037°26'25 D	238

Toprak örnekleri yüzeyden 0-20 cm derinliğinden kivi bahçelerini temsil edecek şekilde çiçeklenme döneminde (mayıs sonu) bir defada alınmış ve laboratuvara getirilerek analize hazırlanmıştır (Jackson, 1958). Bahçe yüzeyinde “V” şeklinde çukurlar açılarak 0-20 cm derinliğe ait toprak örneklenmiştir. Bahçelerden alınan toprak örnekleri laboratuvarda hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm’lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

3.2 Metod

3.2.1 Toprak Analizleri

Deneme toprağına ait bazı toprak özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

Tekstür: Hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) uygulanarak toprak taneciklerinin büyüklüklerine göre kum, silt ve kil olarak toprak içerisindeki yüzde içerikleri ölçülmüştür. Toprakların tekstürlerine göre; Anonim (1951)'deki tekstür üçgeni esas alınarak tekstür sınıfları belirlenmiştir.

pH (Toprak Reaksiyonu): Örneklerin pH'ları elektrometrik metotla 'glass elektrode' pH metre kullanılarak ve 1:2.5 oranında sulandırılan topraklarda Beckman pH metresi ile ölçülmüştür (Jackson, 1958).

Toprağın Kireç İçeriğı: Toprakta bulunan kalsiyum karbonat (CaCO_3)'ın %10' luk hidroklorik asit (HCl) ile tepkimesi sonucu açığa çıkan karbondioksit (CO_2) miktarının, kapalı bir sistemde (Scheibler kalsimetresi) standart sıcaklık ve basınç altındaki karbondioksit gazı hacminden hesaplandığı, kalsimetrik yöntem ile ölçülmüştür (Çağlar, 1958).

Organik Madde Tayini: Toprakların organik madde miktarları Walkley Black yöntemine göre yapılmıştır.

Kalsiyum ve Magnezyum Tayini: Toprağın 1.0 N NH_4OAc (amonyum asetat) çözeltisi ile yapılan ekstraktına geçen Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) konsantrasyonları ICP-AES (Inductively Coupled Plasma, Varian Vista Pro, Austria) cihazında belirlendiğı yöntemle ölçülmüştür (Thomas, 1982; Knudsen ve ark., 1982).

3.2.2 Potasyum ile İlgili Analizler

Toprakta Amonyum Asetat İle Ekstrakte Edilebilir Yarayışlı Potasyum Tayini:

Toprağın 1.0 N NH_4OAc (amonyum asetat) çözeltisi ile yapılan ekstraktına geçen potasyum (K) konsantrasyonları ICP-AES (Inductively Coupled Plasma, Varian Vista Pro, Austria) cihazında belirlendiğı yöntemle ölçülmüştür (Thomas, 1982; Knudsen ve ark., 1982).

Depo Potasyum: Toprakların depo yada yavaş yararlı (rezerv) potasyum içeriği Güzel ve Ortaş (1989)' ın geliştirmiş olduğu yöntem ile belirlenmiştir. Bu yöntem gereğince, 2 mm lik elekten geçirilmiş toprak örneklerinden 2.5 g toprak tartılarak 50 ml lik santrifüj tüpüne koyulmuş ve üzerine 25 ml 0.3 N HCl katılarak 30 dakika süre ile çalkalanmıştır. Çalkalama süresinin bitiminde 2000 devir/ dk. da 10 dakika santrifüjlenmiştir. Tüplerdeki berrak çözeltinin ilk ekstraksiyonu dökülmüş ve daha sonra aynı şekilde 6 defa daha ekstraksiyon alınmış, bu ekstraksiyonların potasyum kapsamları Philips PU 9110 X marka atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okunmuştur.

Potasyum Fiksasyon Kapasitesi: Hava kurusu 2 g toprak örneği alınmış olan yüzey toprağına (<2 mm) değişik düzeylerde eklenen 2 ml K çözeltisiyle 72 saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir (Verma ve Verma, 1970). 0, 50, 100, 200, 400, ve 800 mg K kg⁻¹ miktarlarında potasyum düzeyleri kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra 8 ml 1 normal amonyum asetat çözeltisi eklenerek 5dk çalkalanmıştır (Hanway ve Heidel, 1952). Potasyum atomik absorpsiyonda okunmuştur. Fikse olan K ise aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

K fiksasyonu = Uygulanmış K – (Örnekte okunan K – Tanık okuma değeri)
(Srinivasarao ve ark., 2007)

3.2.3 Toprak Analiz Değerlerinin Sınıflandırılması İçin Kullanılan Standart Değerler

Denemeye ait toprak örneklerinin değerlendirilmesinde Alpaslan ve ark., (1998) tarafından bildirilen sınır değerler kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Toprak Analiz Değerlerinin Sınıflandırılması İçin Kullanılan Standart Değerler (Organik Madde ve Kireç %, Diğerleri mg kg⁻¹ Olarak İfade Edilmiştir) (Alparslan ve ark., 1998).

pH	Kuvvetli Asit <4.5	Orta Asit 4.5-5.5	Hafif Asit 5.5-6.5	Nötr 6.5-7.5	Alkalın 7.5-8.5
Kireç	Kireçsiz 0-2	Az Kireçli 2-4	Orta Kireçli 4-8	Kireçli 8-15	Çok Kireçli 15-50
Organik Madde	Çok az 0-1	Az 1-2	Orta 2-3	İyi 3-4	Yüksek >4
Potasyum	Çok az < 50	Az 50-140	Yeterli 140-370	Fazla 370-1000	Çok Fazla > 1000
Kalsiyum	Çok az 0-380	Az 380-1150	Yeterli 1150-3500	Fazla 3500-10000	Çok Fazla > 10000
Magnezyum	Çok az 0-50	Az 50-160	Yeterli 160-480	Fazla 480-1500	Çok Fazla > 1500

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bu araştırma 25 toprak örneğine ait pH, kireç, organik madde, tekstür, K, Ca ve Mg miktarları belirlenerek Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

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

Araştırma topraklarının pH içerikleri 4.9-8.0 arasında değişmekte olup ortalama 6.92'dir. Topraklardan 3 ve 20 nolu topraklar orta asit, 1, 4, 8, 12, 14, 15, 17, 18, 21 ve 25 hafif asit, 2, 9, 10, 11, 13, 16 ve 19 nötr, 5, 6, 7, 22, 23 ve 24 ise alkali reaksiyonlu topraklardır. Bu toprakların tekstür içeriklerinin ise 1, 6, 8, 12, 18, 19, 21 ve 22 nolu örneklerde kumlu tın, 2, 4, 7, 9, 11, 16, 17, 20, 24 ve 25 nolu örneklerde killi tın, 3, 13, 14, 15 ve 23 nolu örneklerde kumlu killi tın, ve 5 ile 10 nolu örneklerde tın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Toprak örnekleri genelde kireçsiz olup 6 ve 23 nolu örneklerin az kireçli iken toprak örneklerinde ise kireç belirlenememiştir. Organik madde içerikleri ise %0.7 ile %5.9 arasında değişmekte olup 7, ve 13 numaralı topraklar çok az miktarda organik madde içermekte iken 8, 15, 16, 21 ve 23 numaralı topraklar az, 1, 3, 5, 10, 11, 12, 14, 17, 19 numaralı topraklar orta 2, 6, 9, 22, 24 numaralı topraklar iyi ve 4, 20, 25 numaralı topraklar ise yüksek oranda organik madde içermektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 incelendiğinde araştırma konusu 25 toprağa ait Kalsiyum değerleri, 923-9272 µg/g arasında değişmekte olup 24 numaralı topraklar az oranda Ca içerirken, 1, 3, 6, 12 ve 23 numaralı topraklar yeterli miktarda Ca içerirler, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 ve 25 numaralı topraklar fazla miktarda Ca içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

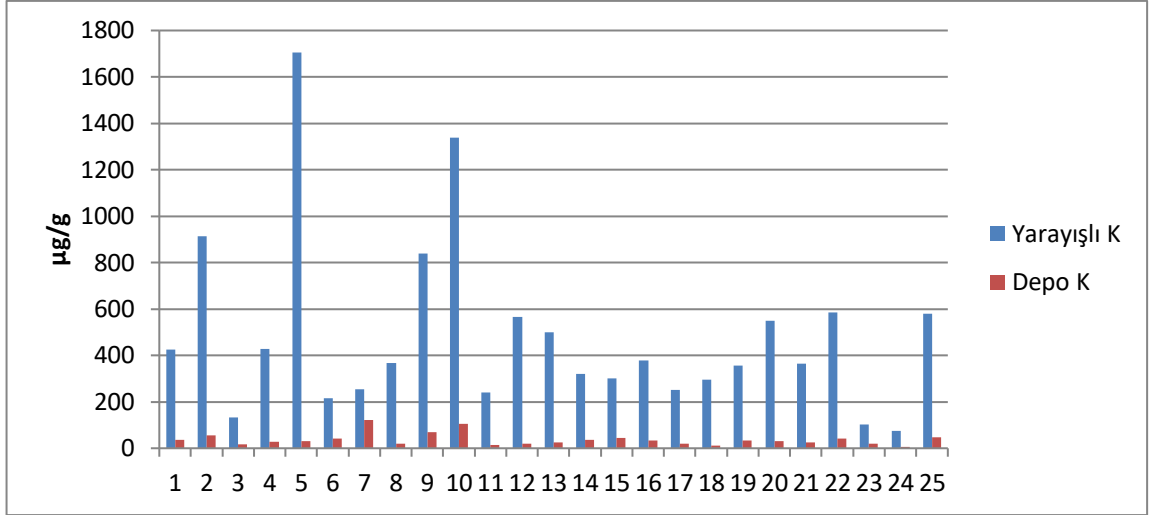
Magnezyum değerleri incelendiğinde ise, 129-1723 (µg/g) arasında değiştiği tespit edilmiş olup 7 ve 14 numaralı topraklar az, 1, 3, 5, 6, 12, 17, 21, 22, 23, 24 ve 25 numaralı topraklar yeterli, 2, 4, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 18, 19 ve 20 numaralı topraklar fazla, 10 numaralı toprağın ise çok fazla miktarda Mg içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

4.2 Toprakların Potasyum Değerleri

Topraklarda depo K, yarayışlı K ve depo K⁺ yarayışlı K toplamları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde topraklarda yarayışlı K değerleri en düşük 24 numaralı toprakta 74 (µg/g), en yüksek ise 5 numaralı toprakta 1704 (µg/g) olduğu tespit edilirken diğer yarayışlı K değerleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir.

Çizelge 4.2 Topraklarda Depo K, Yarayışlı K ve Depo K + Yarayışlı K Toplamları

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



Şekil 4.1 Toprak Örneklerinde Depo K, Yarayışlı K Miktarları (µg/g)

Şekil 4.1’de toprak örneklerinde depo K, yarayışlı K miktarları (µg/g) verilmiştir. Topraklar yarayışlı K içeriği bakımından değerlendirildiğinde, 3, 23, 24 numaralı topraklar az K içerirken 6, 7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 21 numaralı topraklar yeterli oranda, 1, 2, 4, 9, 12, 13, 16, 20, 22, 25 numaralı topraklar fazla, 5 ve 10 numaralı topraklar ise çok fazla düzeyde K içermektedir (Çizelge 4.2). Depo K değerleri incelendiğinde, 5.6 µg/g ile en düşük 24 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek depo K değeri 122.6 µg/g ile 7 numaralı toprak örneğinde tespit edilmiştir. Toprak örneklerine ait diğer depo K değerleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir. Depo K⁺ yarayışlı K toplamı en düşük yine 24 numaralı toprakta 79.6 µg/g olduğu en yüksek ise 1733.8 µg/g olarak 5 numaralı toprakta tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Toprak örneklerinin tamamında depo K değerleri yarayışlı K değerlerinden düşük bulunmuştur. Bazı topraklarda değişebilir potasyum miktarının depo potasyum miktarından fazla bulunmuş olması, tabakalar arası negatif yükün doygun olması sonucu, kurak koşullarda profilin aşağısından yüzeye doğru taşınan çözeltinin bileşiminde ki çözülmüş potasyumun bir sonucu oluşabileceği şeklinde açıklanmıştır (Güzel ve ark., 1991). Bu durumun tersi olarak yürütülen çalışmanın bir sonucu olarak, Karadeniz bölgesi gibi aşırı yağış alan ve düşük pH değerlerine sahip asit topraklarda potasyum çözünürlüğü artış göstererek yarayışlı potasyum miktarı depo potasyum miktarından daha yüksek çıkmış olabilir. Ancak potasyumun bitkiler tarafından tüketilmesi ve aşırı yağışın etkisiyle yıkanmaya maruz kalarak toprak profilinden uzaklaşması nedeniyle topraklarda sürekli olarak potasyum içeriği

azalmaktadır. Asit koşullarda potasyum formları arasında statik bir dengenin hiçbir zaman oluşamayacağı ve topraklarda birincil minerallerde bulunan potasyum formundan, değişebilir ve yavaş yarıyışlı potasyum formlarına sürekli fakat çok düşük hızda bir transfer olageleceği ve bununda toprak çözeltilisinde azalan potasyumu dengelemeyeceği gözükmeğidir. Bu veriler incelendiğinde depo K değerlerinin yarıyışlı K değerlerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir, bu nedenle bitkilerin absorpsiyonu, yıkanma ve diğer nedenlerle meydana gelen değişebilir K miktarındaki azalmanın depo K tarafından desteklenemeyeceği ve yetersiz kalacağını göstermektedir. Araştırma sonuçlarına benzer şekilde, Geyik ve Yılmaz, (2000) topraklarda depo K değerlerini yarıyışlı K değerlerinden düşük bularak, topraklarda azalan potasyumun adsorbe olan kısımdan desteklenemeyeceği ve bu nedenle de potasyumlu gübrelerin mutlaka uygulanması gerektiği bildirilmiştir.

4.3 Potasyum Fiksasyonu

Toprak numunelerine 6 farklı konsantrasyonda potasyum (0, 50, 100, 200, 400, ve 800 mg K kg⁻¹) uygulamaları ile potasyum oranlarına ait regrasyon denklemi Çizelge 4.3'de verilmiştir. Farklı konsantrasyonda potasyum (0, 50, 100, 200, 400, ve 800 mg K kg⁻¹) uygulanarak belirlenen potasyum fiksasyon kapasiteleri ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde, deneme topraklarının fiksasyon kapasitelerinin farklı olduğu ve uygulanan doz ile birlikte topraklarda fikse olan potasyumun oranının arttığı görölmektedir. Uygulanan potasyum dozları ile fiksasyon oranları arasındaki regrasyon denklemleri incelendiğinde (Çizelge 4.3), 6 numaralı örnek (R²=0.15) dışında kalan tüm uygulamalarda uygulanan potasyum dozunun artmasıyla birlikte topraklar tarafından fikse olan potasyumun oranı da artış göstermiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde en düşük R²=0.86 ile 2 numaralı örnekte elde edilirken, 1, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 17, 20, 21, 24, 25 nolu örneklerde R²=0.99 ile yüksek bir doğrusal ilişki tespit edilmiştir. Diğer uygulamaların tamamında bu değerler arasında dağılım göstermiştir. Bu sonuçlar toprak örneklerine uygulanan potasyumun dozuna bağlı olarak fiksasyon kapasitelerinin de artış göstererek fikse olan potasyum miktarının arttığını göstermektedir.

Çizelge 4.3 Potasyum Konsantrasyonları ile Fiksasyon Oranlarına Ait Regrasyon Denklemi

Toprak Numarası	Formül (Y)	R ²
1	0.2961x + 154.84	0.99
2	0.1269x + 230.22	0.86
3	0.2733x + 57.599	0.99
4	0.2437x + 113.01	0.99
5	0.2018x + 100.89	0.99
6	0.0400x + 213.36	0.15
7	0.2598x + 558.65	0.97
8	0.3011x + 83.704	0.98
9	0.1371x + 154.67	0.92
10	0.1281x + 323.69	0.95
11	0.1971x + 67.303	0.99
12	0.2883x + 68.189	0.99
13	0.1912x + 74.901	0.99
14	0.1879x + 94.979	0.99
15	0.1831x + 146.94	0.98
16	0.2134x + 126.87	0.94
17	0.1563x + 102.31	0.99
18	0.2122x + 79.654	0.98
19	0.3289x + 165.72	0.96
20	0.2005x + 126.13	0.99
21	0.1871x + 97.261	0.99
22	0.2249x + 176.80	0.97
23	0.1486x + 67.251	0.94
24	0.3377x + 48.204	0.99
25	0.2811x + 143.17	0.99

Topraklara fiksasyon kapasiteleri açısından değerlendirildiğinde (Çizelge 4.4), toprakların fiksasyon kapasiteleri uygulanan potasyum konsantrasyonlarına bakılmaksızın 31.2-773.8 mg kg⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir. Araştırma sonuçlarına göre uygulanan konsantrasyonlara bakılmaksızın toprakların potasyum fiksasyon oranı %52.0-99.8 arasında değişiklik göstermektedir. Araştırmaya konu olan toprak örneklerinin fiksasyon oranları incelendiğinde toprakların fiksasyon oranlarının ortalama %78.5 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4 Farklı Potasyum Konsantrasyonlarında (mg kg^{-1}), Deneme Topraklarına Ait Fiksasyon Kapasiteleri (mg kg^{-1}) ve Fiksasyon Yüzdeleri (%)

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

Toprakların fiksasyon oranları değerlendirildiğinde ise 50 mg K kg⁻¹ uygulamasında en düşük %62.3 ile 12 numaralı örnekte ve en yüksek ise %99.7 ile 7 numaralı toprak örneğinde elde edilmiştir. Topraklara 100 mg K kg⁻¹ uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %65,7 ile 13 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %99.8 ile 7 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Topraklara 200 mg K kg⁻¹ uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %52.0 ile 19 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %89.6 ile 15 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Topraklara 400 mg K kg⁻¹ uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %57.7 ile 19 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %89 ile 2 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur. Topraklara 800 mg K kg⁻¹ uygulandığı zaman en düşük fiksasyon %66.5 ile 24 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek değer ise %96.7 ile 6 numaralı toprak örneğinde bulunmuştur.

4.4 Toprakların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprakların pH, kireç, organik madde, kum, kil, silt, Ca ve Mg içerikleri ve depo K, yarayırlı K, toplam K (depo K+yarıyırlı K), fiksasyon kapasitesi ve fiksasyon oranları arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde $r = 0.596^{**}$ ile toprak pH’sı ve kireç içeriği arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir (Çizelge 4.5). Toprakların kireç içeriğinin artmasıyla toprak pH’sının yükseldiği genel olarak kabul edilen bir bilimsel gerçektir. Veriler kum, kil ve silt açısından değerlendirildiğinde, $r = -0.885^{**}$ ile topraklarda kil içeriği ve kum arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Silt ile kum ($r = -0.909^{**}$) arasında negatif bir ilişki oluşu belirlenirken silt ile kil ($r = 0.611^{**}$) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu korelasyon verileri değerlendirildiğinde kum, kil ve silt fraksiyonlarının oransal dağılımının toprak tekstürünü ifade etmesi nedeniyle bu parametreler arasında ilişki olması beklenmektedir.

Çizelge 4.5 Toprakların pH, Kireç, Organik Madde, Kum, Kil, Silt, Ca ve Mg İçerikleri ve Depo K, Yarayışlı K, Toplam K (Depo K+Yarayışlı K), Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Önemlilik Düzeyleri

	pH	Kireç	OM	Kum	Kil	Silt	Ca	Mg	Depo K	Yarayışlı K	Toplam K	Fiksasyon Kapasitesi
Kireç	0,596**											
OM	-0,112	0,022										
Kum	-0,038	0,107	-0,307									
Kil	0,056	-0,052	0,252	-0,885**								
Silt	0,015	-0,135	0,297	-0,909**	0,611**							
Ca	-0,097	-0,281	-0,116	0,029	-0,051	-0,004						
Mg	-0,286	-0,349	0,022	-0,205	0,207	0,162	0,02					
Depo K	0,259	-0,045	-0,001	-0,274	0,440*	0,073	0,385	0,292				
Yarayışlı K	0,113	0,024	0,158	-0,200	0,361	0,016	0,045	0,404*	0,372			
Toplam K	0,128	0,020	0,153	-0,213	0,382	0,021	0,070	0,413*	0,431*	0,998**		
Fiksasyon Kapasitesi	0,138	0,385	-0,146	-0,334	0,357	0,249	0,161	0,167	0,340	0,246	0,263	
Fiksasyon Oranı	0,213	0,315	-0,275	-0,324	0,356	0,233	0,345	0,005	0,442*	0,187	0,213	0,884**

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

Topraklar incelenen potasyum formları açısından incelendiğinde $r=0.440^*$ Depo K ile kil arasında pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir (Çizelge 4.5). Konuyla ilgili olarak da kil içeriği arttıkça potasyumun değişebilir durumda topraklar tarafından fikse edilebileceği ancak bu değişimin oldukça yavaş bir şekilde olabileceği yönünde bulgular vardır (Sattar ve ark., 2018). Yarayışlı K ve Mg arasında $r=0.404^*$ ile pozitif bir ilişki olduğu ve benzer şekilde Toplam K ile Mg arasında $r=0.413^*$ pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5). Toplam K ile Depo K ($r=0.431^*$) ve Yarayışlı K ($r=0.998^{**}$) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Toplam potasyumun belirlenmesinde depo ve yarayışlı potasyum miktarı esas olduğundan aralarında pozitif bir ilişki bulunması beklenmektedir. Topraklarda potasyum fiksasyon oranı incelendiğinde, Fiksasyon oranı ile Depo K ($r=0.442^*$) ve Fiksasyon kapasitesi ($r=0.884^{**}$) arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Toprakların potasyum fiksasyon oranı arttıkça Depo K ve Fiksasyon Kapasitesi de artmaktadır. Artan fiksasyon potasyumun bitkiler açısından yarayışsız hale geçtiğini göstermektedir. Bitkilerin gelişme dönemi boyunca, değişebilir potasyum konsantrasyonunun azalması sonucu yavaş yararlı potasyum formunun değişebilir forma dönüştüğü ve bitkilerce absorbe edildiği belirtilmiştir (Güzel ve ark., 2002). Depo ve yavaş yararlı potasyumun miktarı toprağın potasyum salma gücü ile bitkilere potasyum sağlama gücü olarak genellikle eş anlamda kullanılmaktadır. Değişebilir potasyum toprak çözeltisindeki azalan potasyumu hızlıca dengeleyebilirken, yavaş yararlı veya fikse olmuş potasyum ile değişebilir potasyum veya çözelti potasyumu konsantrasyonları arasında dengeye ulaşma süresi oldukça uzun sürmektedir. Mineral potasyum formunun diğer formlardan herhangi birine dönüşümünün çoğu toprak koşullarında çok yavaş olmasından dolayı yavaş yararlı veya fikse olmuş potasyum formunun bir gelişme mevsimi sırasında bitkilere yararsız olduğu bilinmektedir (Geyik ve Yılmaz, 2000). Bu nedenle toprakların fiksasyon oranı arttıkça depo potasyumun artması beklenmektedir. Ancak depo potasyum ve toprak çözeltisi arasındaki dengeye gelme hızının oldukça düşük olması ve yavaş salınım nedeniyle topraklarda potasyum fiksasyonu artacak ve bir bitki gelişme döneminde fikse olan potasyumun yarayışlı potasyum miktarı üzerine bitki gelişimini etkileyecek düzeyde bir katkısı olmayacağından dolayı da potasyumlu gübreleme kaçınılmaz olacaktır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışması, Ordu ilinde farklı özelliklere sahip 25 toprağın potasyum fiksasyon kapasitesini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla topraklarda pH, kireç, organik madde, tekstür, K, Ca ve Mg miktarları belirlenerek bu değişkenler ile topraklarda ölçülen depo K, yarayışlı K, toplam K gibi potasyum formları ve toprakların potasyum fiksasyon kapasiteleri ve oranları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere regrasyon ve korelasyon analizi yapılmıştır.

Topraklar yarayışlı K içeriği bakımından değerlendirildiğinde, 3, 23, 24 numaralı topraklar az K içerirken 6, 7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 21 numaralı topraklar yeterli oranda, 1, 2, 4, 9, 12, 13, 16, 20, 22, 25 numaralı topraklar fazla, 5 ve 10 numaralı topraklar ise çok fazla düzeyde K içermektedir.

Depo K değerleri incelendiğinde 5.6 µg/g ile en düşük 24 numaralı toprak örneğinde elde edilirken en yüksek depo K değeri 122.6 µg/g ile 7 numaralı toprak örneğinde tespit edilmiştir. Toprak örneklerine ait diğer depo K değerleri bu iki değer arasında dağılım göstermiştir. Depo K⁺yarayışlı K toplamı en düşük yine 24 numaralı toprakta 79.6 µg/g olduğu en yüksek ise 1733.8 µg/g olarak 5 numaralı toprakta tespit edilmiştir.

Topraklara fiksasyon kapasiteleri açısından değerlendirildiğinde, toprakların fiksasyon kapasiteleri uygulanan potasyum konsantrasyonlarına bakılmaksızın 31.2-773.8 mg kg⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir.

Fiksasyon oranları açısından ise uygulanan potasyum konsantrasyonlarına bakılmaksızın %52.0-99.8 arasında değişiklik göstermektedir. Araştırmaya konu olan toprak örneklerinin fiksasyon oranları incelendiğinde toprakların fiksasyon oranlarının ortalama %78.5 olduğu görülmektedir. Bu oran toprakların fiksasyon güçlerinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Topraklara uygulanan potasyum konsantrasyonları ile fiksasyon kapasitesi arasında yapılan regrasyon analizleri de örneklerin büyük bir çoğunluğunda aralarındaki doğrusal ilişkinin ($R^2=0.99$) oldukça yüksek olduğu gözükmektedir. Bu nedenle incelenen topraklarda potasyum fiksasyon gücünün oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Topraklarda fiksasyon oranı açısından durumu değerlendirmek üzere yapılan korelasyon analizleride fiksasyon oranı ile depo K ($r=0.442^*$) ve Fiksasyon kapasitesi ($r=0.884^{**}$) arasında pozitif bir ilişki olduğu

belirlenmiştir. Toprakların potasyum fiksasyon oranı arttıkça depo K ve fiksasyon kapasitesi de artmaktadır.

Yürütülen çalışmada depo potasyum içeriklerinin yarayışlı potasyum içeriğinden düşük düzeyde olması toprakların yavaş yararlı potasyum içeriği açısından yetersiz olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Toprakların yarayışlı potasyum içerikleri açısından değerlendirildiğinde yavaş yarayışlı potasyum miktarının düşük olması gelecekte potasyum eksikliğinin görüleceğinin bir işareti olarak görülmektedir. Karadeniz bölgesi gibi aşırı yağış alan ve asit karakterli bölge topraklarında düşük miktarda bulunan yavaş yararlı potasyumun ne kadar süre ile yarayışlı potasyumu destekleyeceği bilinmemektedir.

Sonuç olarak, incelenen toprakların yüksek potasyum fiksasyon güçleri ve düşük depo K yani yavaş yarayışlı potasyum içerikleri nedeniyle bu bölgede tarım yapılan alanlarda uygulanan potasyumlu gübrelerin verime yansımaları bakımından büyük bir hassasiyetle yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bölgede hakim bitki olan fındık ve kivi gibi yüksek miktarda potasyum kaldıran bitkilerin tarımının yapıldığı alanlarda, toprakların potasyum içeriklerinin sürekli izlenmesi verimli bir tarımsal üretim açısından gereklidir.

6. KAYNAKLAR

- Alpaslan, M., Güneş, A., & İnal, A. (1998). Deneme tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın, (1501), 455.
- Anonim. (1951). soil survey staff, soil survey manual agricultural research administration united states department of agriculture, handbook, 18: 340-377.
- Auge, K. D., Assefa, T. M., Woldeyohannes, W. H., & Asfaw, B. T. (2018). Potassium adsorption characteristics of five different textured soils under enset (Ensete ventricosom cheesman) farming systems of Sidama zone, South Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 9(1), 1-12.
- Basak, B. B., & Biswas, D. R. (2009). Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by sudan grass (*Sorghum vulgare Pers.*) grown under two Alfisols. *Plant and Soil*, 317(1-2), 235-255.
- Bouyoucos, G. J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy journal*, 43(9), 434-438.
- Çağlar, K. Ö., (1958) Toprak Bilgisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:10, s.28.
- Erdil, A., Horuz, A., Korkmaz, A., & Akinoğlu, G. (2018). Topraklarda amonyum fiksasyonu ve etkileri. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1(1), 17-28.
- Geyik, G., & Yilmaz, K. (2000). The content of available and slowly available potassium on Kahramanmaraş plain. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(6), 655-662.
- Ghiri, M. N., & Abtahi, A. (2013). Potassium fixation in soil size fractions of arid soils. *Soil and Water Research*, 8(2), 49-55.
- Ghiri, M. N., Rezabigi, S., Hosseini, S., Boostani, H. R., ve Owliaie, H. R. (2019). Potassium fixation of some calcareous soils after short term extraction with different solutions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(7), 897-910.
- Ghiri, M. N., & Abtahi, A. (2012). Factors affecting potassium fixation in calcareous soils of southern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(3), 335-352.
- Güzel, N., & Ortaş, İ. (1989). Harran ovası topraklarının temel özelliklerinin araştırılması. Rapor, Adana.
- Güzel, N., Ibrikçi, H., & Ortaş, I. (1991). Güneydoğu Anadolu'da Urfa (Ceylanpınar), Adıyaman ve Gaziantep ovalarındaki toprak serilerinin potasyum ve yararlı mikro element durumları. Toprak İlmi Derneği XII. Bilimsel Kongresi. Şanlıurfa, Türkiye
- Güzel, N., Gülüt, K. Y., & Büyük, G. (2002). Toprak verimliliği ve gübreler. *Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın*, (246).

- Hanway, J.J. & Heidel, H. (1952). Soil analysis methods as used in Iowa State College Soil Testing Laboratory. *Iowa Agriculture*, 27: 1–13.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Hossain, M., Mahmud, J., Hossen, M., & Fujita, M. (2018). Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8(3), 31.
- Huimin, Z., Minggang, X., ve Jialong, L. (2007). Potassium fixation and affecting factors of three typical soils under long-term potassium fertilization in China. *Scientia Agricultura Sinica*. 40(4)749-756.
- Jackson, M. L. (1958). *Soil chemical analysis* prentice Hall. Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Jalali, M., Kolahchi, Z. (2007). Short-term potassium release and fixation in some calcareous soils. *J Plant Nutr Soil Sci*. 170(4):530–537.
- Kassa, M., Haile, W. & Kebede, F. (2019). Evaluation of adsorption isotherm models for potassium adsorption under different soil Types in wolaita of Southern Ethiopia. *Communications in soil science and plant analysis*, 50(4), 388-401.
- Knudsen, D., Peterson, G. A., & Pratt, P. F. (1982). Lithium, sodium, and potassium. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2)*, 225-246.
- Krauss, A. (2001). Potassium and abiotic stress. In: *InternationalPotash Institute (ed) Potassium in Argentina’s AgriculturalSystems*. Buenos Aires, pp 1–6
- Kubo, K., Hirayama, T., Fujimura, S., Eguchi, T., Nihei, N., Hamamoto, S., & Shinano, T. (2018). Potassium behavior and clay mineral composition in the soil with low effectiveness of potassium application. *Soil science and plant nutrition*, 64(2), 265-271.
- Li, N., Guo, C., Wang, Y., Gao, T., Yang, J., & Han, X. (2018). Effects of long-term fertilization on potassium fixation capacity in brown soil. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 108, No. 3, p. 032036)*. IOP Publishing.
- Liao, Y. L., Zheng, S. X., Jun, N. Ī. E., Jian, X. Ī. E., Lu, Y. H., & Qin, X. B. (2013). Long-term effect of fertilizer and rice straw on mineral composition and potassium adsorption in a reddish paddy soil. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(4), 694-710.
- Misskire, Y., Mamo, T., Taddesse, A. M., & Yermiyahu, U. (2019). Potassium adsorption and release characteristics on vertisols of North Western Ethiopian Highlands. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(9), 1132-1147.
- Moir, J., Seidel, M., & Kayser, M. (2013). Potassium dynamics of four grassland soils contrasting in soil K management history. *Grassland Science*, 59(1), 1-10.
- Mola Ali Abasiyan, S., & Towfighi, H. (2018). Kinetics of competiti ve fixation of potassium and ammonium ions by silt component of soils from different agro-climatic regions. *Communications in soil science and plant analysis*, 49(6), 675-688.

- Mouhamad, R., Atiyah, A. & Iqbal, M. (2016). Behavior of potassium in soil: a mini review. *Chemistry International*, 2(1), 58-69.
- Murashkina, M. A., Southard, R. J., & Pettygrove, G. S. (2007). Potassium fixation in San Joaquin Valley soils derived from granitic and nongranitic alluvium. *Soil Science Society of America Journal*, 71(1), 125-132.
- Öborn, I., Andrist-Rangel, Y., Askegaard, M., Grant, C. A., Watson, C. A., & Edwards, A. C. (2005). Critical aspects of potassium management in agricultural systems. *Soil Use and Management*, 21(1), 102-112.
- Portela, E., Monteiro, F., Fonseca, M., & Abreu, M. M. (2019). Effect of soil mineralogy on potassium fixation in soils developed on different parent material. *Geoderma*, 343, 226-234.
- Rees, G. L., Pettygrove, G. S., & Southard, R. J. (2013). Estimating plant-available potassium in potassium-fixing soils. *Communications in soil science and plant analysis*, 44(1-4), 741-748.
- Sattar, A., Naveed, M., Ali, M., Zahir, Z. A., Nadeem, S. M., Yaseen, M. & Meena, H. N. (2018). Perspectives of potassium solubilizing microbes in sustainable food production system: A review. *Applied soil ecology*.
- Schneider, A., Tesileanu, R., Charles, R., & Sinaj, S. (2013). Kinetics of soil potassium sorption–desorption and fixation. *Communications in soil science and plant analysis*, 44(1-4), 837-849.
- Schulte, E. E., & Kelling, K. A. (1998). Understanding plant nutrients: soil and applied potassium. *Univ. Wisc. Ext. Publ. A*, 2251.
- Simonsson, M., Andersson, S., Andrist-Rangel, Y., Hillier, S., Mattsson, L. & Öborn, I. (2007). Potassium release and fixation as a function of fertilizer application rate and soil parent material. *Geoderma*, 140(1-2), 188-198.
- Simonsson, M., Hillier, S., & Öborn, I. (2009). Changes in clay minerals and potassium fixation capacity as a result of release and fixation of potassium in long-term field experiments. *Geoderma*, 151(3-4), 109-120.
- Smil, V. (1999). Crop Residues: Agriculture's Largest Harvest: Crop residues incorporate more than half of the world's agricultural phytomass. *Bioscience*, 49(4), 299-308.
- Srinivasarao, C., Singh, R. N., Ganeshamurthy, A. N., Singh, G., & Ali, M. (2007). Fixation and recovery of added phosphorus and potassium in different soil types of pulse-growing regions of India. *Communications in soil science and plant analysis*, 38(3-4), 449-460.
- Srinivasarao, C., Vittal, K. P. R., Tiwari, K. N., Gajbhiye, P. N. & Kundu, S. (2007). Categorisation of soils based on potassium reserves and production systems: implications in K management. *Soil Research*, 45(6), 438-447.
- Thomas, G. W. (1982). Exchangeable cations. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2)*, 159-165.
- Verma, O. P., & Verma, G. P. (1970). Potassium fixation in soils of Madhya Pradesh. *Bulletin Indian Society of Soil Science*, 8: 71–74

Yılmaz, K. & Akça, E. (2000). Kahramanmaraş ovası topraklarının kil mineralojisi ve yavaş yararlı potasyum içerikleri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 97-107.

Zörb, C., Senbayram, M., & Peiter, E. (2014). Potassium in agriculture–status and perspectives. *Journal of plant physiology*, 171(9), 656-669.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Menekşenur KARAOLUK EŞENÇAYI
Doğum Yeri	Fethiye
Doğum Tarihi	05.06.1987
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	0532 556 58 57
E-Posta Adresi	mnurkaraoluk@gmail.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Ziraat Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2009