

**SERA KOŞULLARINDA POTASYUM UYGULAMALARININ  
FARKLI BİBER GENOTİPLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE  
ETKİSİ VE BİTKİLERDE POTASYUM ETKİNLİĞİNİN  
BELİRLENMESİ**

**RAHMAN KILIÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİMDALİ**

**T.C.  
ORDU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SERA KOŞULLARINDA POTASYUM UYGULAMALARININ FARKLI BİBER  
GENOTİPLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ VE BİTKİLERDE  
POTASYUM ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**RAHMAN KILIÇ**


**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

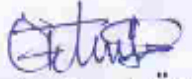
**AKADEMİK DANIŞMAN  
YRD. DOÇ. DR. Kürşat KORKMAZ**

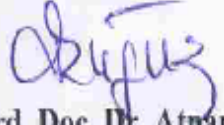
**ORDU – 2010**

T.C.  
ORDU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 22/11/2010 tarihinde yapılan sınav ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ


  
Üye : Doç. Dr. Faruk ÖZKUTLU

  
Üye : Yrd. Doç. Dr. Atınan UĞUR

ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

12/12/2010

  
Yrd. Doç. Dr. Beyhan TAŞ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

Bu tez çalışmasında biber bitkisinin gelişimi için optimum gübre dozunun ve bitkiler arasında ki potasyum (K) alım etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla sera koşullarında farklı biber çeşitlerinde (çarliston, dolmalık ve sivri biber) çeşitlerinde üç tekerrürlü olmak üzere beş farklı dozda potasyum (0, 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup>) uygulanarak, bitkiler çiçeklenme öncesinde hasat edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, K uygulaması bitkilerin kuru madde verimi ve K alınımı açısından çeşitler arasında önemli farklılıklar ( $p<0.001$ ) olduğu tespit edilmiştir. Bitkilerde kontrole göre uygulanan potasyum ile önemli oranda kuru madde de verim artışı sağlanırken, Dolma Punto ve Sivri Mert çeşitleri etkin ve duyarlı, Çarli Safran çeşidi etkin ve duyarsız, Sivri Demre çeşidinin de etkin olmayan duyarlı çeşitler olduğu belirlenmiştir.

Ordu ilinin toprak yapısı ve potasyum ilişkisi değerlendirildiğinde doğru bir gübreleme programı gerek ekonomik kayıpların önlenmesi ve gerekse çevre açısından değerlendirildiğinde önem kazanmaktadır. Bu nedenle, bilinçli ve doğru bir gübreleme programı ile birim alandan daha fazla ürün elde etmek mümkündür.

**Anahtar kelimeler:** Biber (*Capsicum annum* L.), Potasyum Etkinliği K'lu gübreleme

## ABSTRACT

In this study the aim was to determine the optimum fertilizer dose for the development of pepper plants and to determine the of potassium (K) efficiency of plants. For this purpose, under greenhouse conditions including three replicates of five different doses of potassium (0, 50, 100, 200 and 400 mg kg<sup>-1</sup>) were applied to different pepper varieties (pepperoni, bell pepper, green pepper) and plants were harvested before flowering. The results showed that significant differences among cultivars ( $p < 0.001$ ) were found on dry matter yield of plant and K uptake with K application. While potassium application obtained high yield increase in dry matter compared to control plants in the experiment, Dolma Punto and Sivri Mert varieties were determined as sensitive and efficient, Çarli Safran variety was found as efficient and insensitive and Sivri Demre variety was found as sensitive and ineffective.

Evaluation of soil structure and potassium relationship in the aspect of Ordu province, a right fertilization program is important to evaluate in terms of both the prevention of economic losses and the environment. Therefore, with the right and consciously fertilization program, it is possible to obtain more product per unit area.

**Key words:** Pepper (*Capsicum annum* L.), Potassium Efficiency, K Fertilizer

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma ‘‘SERA KOŞULLARINDA POTASYUM UYGULAMALARININ FARKLI BİBER GENOTİPLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ VE BİTKİLERDE POTASYUM ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ’’ amacıyla yapılmıştır. Çalışma neticesinde eldeki bulgulara dayanılarak ve devamında yapılacak çalışmalarla birlikte üreticilerin bilinçli bir gübreleme programıyla hem verimde artışa hem de tarım sektöründe ki ekonomik masrafların azaltılmasına ve çevreye olan zararın minimuma indirilmesi konusunda faydalı olacaktır.

Bu çalışmada bana öncülük eden ve hiçbir şekilde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kürşat KORKMAZ’a, yüksek lisans ve tez aşamasında her konuda yardım ve desteklerini aldığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet AYGÜN’e ve şu anda aramızda bulunmayan ama varlığını her zaman yanımda hissettiğimiz Yrd. Doç. Dr. Şahin DERE’ye ayrıca Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünün değerli hocalarına teşekkür ederim.

Tez çalışmasının yazılması ve yürütülmesinde benden yardımlarını esirgemeyen Ziraat Yüksek Müh. Sevda DURSUN, Ziraat Yüksek Müh. Adem ABDİŞ, Ziraat Yüksek Müh. Erhan BOZKURT’a teşekkür ederim.

Tüm eğitimim ve tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen babaannem Çiçek KILIÇ ve dedem Mehmet KILIÇ’a her zaman yanımda olan amcam İbrahim KILIÇ’a ve bir aile gibi bir arada olduğum Selçuk KESKİN ve Şafak ATAŞ’a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

RAHMAN KILIÇ

ORDU–2010

**İÇİNDEKİLER**

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Toprakta Potasyum	4
2.2. Bitkilerde Potasyum	6
2.3. Bitkilerde Potasyum Etkinliği	11
2.4. Biber Bitkisinde Potasyumun Etkileri	13
3.MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.2.Yöntem	16
3.2.1. Denemenin Kurulması	16
3.2.2. Analiz Yöntemleri ve Sonuçların Değerlendirilmesi	17
3.2.2.1. Deneme Toprağına Ait Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi	17
3.2.2.2 Bitkide Yapılan Bazı Analizlerde Kullanılan Yöntemler	17
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	19
4.2. Biber Bitkisinin Kuru Madde Miktarı	19
4.2.1. Bitki Gövde Kuru Madde Miktarı	19
4.2.2. Bitki Kök Kuru Madde Miktarı	21
4.3. Biber Bitkilerinin Gövde ve Kök Potasyum Konsantrasyonları	24
4.4. Biber Çeşitlerinde Gövde ve Kök Tarafından Kaldırılan Potasyum Miktarları	27
4.5. Biber Çeşitleri Tarafından Kaldırılan Toplam Potasyum Miktarı	30
4.6. Biber Çeşitlerinin Farklı Potasyum Uygulamaları, Toprakta Kaldırdıkları Potasyum Miktarları ve Biber Çeşitlerinin Potasyum Kullanım Etkinlikleri	32
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	35
6. KAYNAKLAR	40

**SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ**

DİE : Devlet İstatistik Enstitüsü

DTM : Dış Ticaret Müsteşarlığı

FAO : Dünya Gıda ve Tarım Örgütü

HCl : Hidroklorik asit

kg : Kilogram

g : gram

mg : Miligram

µg : Mikro gram



**ŞEKİLLER LİSTESİ**

Şekil 1. Toprakta potasyum döngüsü	5
Şekil 2. Potasyum kullanım etkinliğinin artan potasyum konsantrasyonu ve verim ile ilişkisi	12
Şekil 3. Sera biber denemesi gövde kuru madde verileri	21
Şekil 4. Sera biber denemesi kök kuru madde verileri	23
Şekil 5. Biber gövde potasyum konsantrasyonu	25
Şekil 6. Biber genotiplerinin kök potasyum konsantrasyonu	26
Şekil 7. Biber çeşitlerinin gövde tarafından kaldırılan K miktarları	29
Şekil 8. Biber çeşitlerinin kök tarafından kaldırılan K miktarları	30
Şekil 9. Biber çeşitlerinin kök ve gövde tarafından kaldırılan K miktarları	31
Şekil 10. Biber bitkisi kuru madde verimleri	33

**ÇİZELGELER LİSTESİ**

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	19
Çizelge 2. Biber genotiplerinin gövde kuru madde değerleri	20
Çizelge 3. Biber genotiplerinin kök kuru madde sonuçları	22
Çizelge 4. Biber bitkisinin gövde potasyum konsantrasyonları	24
Çizelge 5. Biber bitkisinin kök potasyum konsantrasyonları	26
Çizelge 6. Biber genotipleri tarafından kaldırılan potasyum miktarı	28
Çizelge 7. Potasyum uygulamalarına karşı biber genotiplerinin kök potasyum alımları	29
Çizelge 8. Biber genotipleri tarafından toplam kaldırılan potasyum miktarı	31
Çizelge 9. Biber genotiplerinde potasyum etkinliği	32

## 1. GİRİŞ

Anavatanı, Orta ve Güney Amerika olan biber bitkisi geniş bir yayılım alanına sahiptir. *Capsicum annuum*'un primer gen merkezi olarak, Meksika ve Orta Amerika, sekonder gen merkezi olarak ta Güney ve Orta Avrupa, Afrika, Asya ve Latin Amerika'nın bazı kesimleri bildirilmiştir (IBPGR, 1983). 16.yy içerisinde Osmanlı İmparatorluğu ile Orta Avrupa ülkeleri arasında kurulan sıkı ilişkiler sonucu biber İstanbul'a getirilmiş, daha sonra diğer bölgelerimize yayılmıştır (Vural ve ark., 2000). Biber bitkisi Solanaceae familyasından olup, ılıman ve subtropik ülkelerde tek yıllık, tropikal bölgelerde ise iki yıllık ya da çok yıllık olarak yetiştirilmekte ve solanaceae familyasından domates, tütün, patlıcan ve patates bitkileriyle akrabadır. Özellikle geniş bir çeşitlilik gösteren *Capsicum* cinsi dünyanın değişik bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Başlıca uzun sivri, tatlı, çarliston, dolmalık biber olmak üzere aynı tip adı altında farklı acılık ve şekillerde biber tipleri mevcuttur. Ayrıca doğal tozlaşma ve ıslah çalışmaları sonucunda değişik özellikler içeren yeni hatlar ortaya çıkmıştır. Acılık sebzenin "capsaicine" içeriğine ve bileşimine bağlıdır ve yüksek oranda plasenta kısmında bulunur.

Biber bitkisi besin değeri yüksek bir sebze türüdür. Özellikle C vitamini (103 mg/ 100 g) açısından oldukça zengindir (IBPGR, 1983). Limonda bu oran 95 mg/100cc'dir (Gonzalez, 1993). Biberin değişik şekillerde kullanımı vardır ve ayrıca mineral besin maddeleri açısından da oldukça zengindir. Biber, besin içeriği bakımından, 100 g taze yeşil tatlı biberde 29 kalori, 1.1g protein, 0.2 g yağ, 92.6 g su, 4.2 g karbonhidrat, 1.4 g selüloz bulunmaktadır. Yine yeşil tatlı biberler A, B1, B2, C vitaminlerince zengin olup, ayrıca P ve K vitaminleri ile alkoloitleride içermektedir. Biber tohumlarındaki yağ oranı % 25-28'dir (Günay, 2005).

Biber yetiştiriciliği ülkemizin hemen her bölgesinde az veya çok yapılmaktadır. Ülkemizde kırmızı toz ve pul biber, turşu, biber salçası, taze ve dondurulmuş olarak kullanımı mevcuttur. Ayrıca, ilaç yapımında ham madde ve süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır. 2007 yılı verilerine göre Çin 12.5 milyon ton biber üretimiyle ilk sırada bulunurken, ülkemiz 1.8 milyon ton üretim ile ikinci, 1.6 milyon ton üretime sahip olan Meksika üçüncü durumdadır (FAO, 2007). İspanya, ABD ve Nijerya biber üretiminde ki diğer önemli ülkelerdir.

Biber üretiminin yıllara göre ülkemizdeki durumu incelendiğinde 2000 yılında 1.480 bin ton iken aradan geçen 8 yıllık süreç sonucunda 2008 yılında 1.795 bin ton biber üretimine ulaşılmıştır. Biber üretiminin 370 bin tonunu dolmalık, geriye kalan 1.425 bin ton üretimin ise 715 bin tonunu sivri biber 690 bin tonunu da salçalık biber oluşturmaktadır (DİE,2008).

Bitkisel üretimde, bitkilerden nitelikli ve bol ürün alınabilmesi için yeterli ve dengeli şekilde gübrenmeleri ve besin ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir. Alınan besin maddelerinden birinin ya da birkaçının eksikliği veya fazlalığı bitki gelişimini ve bitkilerin toprakta bulunan besin maddelerinden yeterince yararlanmalarını sınırlandırmakta bu sınırlamanın sonucunda da bol ve kaliteli ürün alınması olumsuz yönde etkilenmektedir. Verim ve kalitenin artırılması ise bilinçli ve dengeli bir gübreleme ile sağlanabilmektedir.

Bu amaca yönelik çalışmalar içerisinde potasyumun özel bir yeri vardır. Çünkü potasyum; gerek bitki dokularındaki miktarı gerekse fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri yönünden bitki gelişmesi için gereksinim duyulan ve bitkilerin büyüme ve gelişme dönemleri boyunca topraktan en fazla kaldırdıkları besin elementlerinden birisidir. Ayrıca potasyum enzim aktivitesi ve fotosentez üzerine etkilidir, bitki besin elementlerinin taşınmalarına yardım eder, protein kapsamını artırır, turgoru düzenler, bitkilerde su yitmesini ve solmayı önler. Potasyum bitkilerde kök gelişmesini ve büyümesini olumlu şekilde etkilerken bitkilerde yatmayı önler, soğuğa dayanıklılığı artırır, azot etkinliğini arttırmakta, ayrıca bitki bünyesinde lignifikasyonu ve silifikasyonu artırıcı etkinliği bulunmaktadır (Aktaş, 1995).

Bu nedenle bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırmakta, parazit gelişimi ve zararını azaltabilmektedir. Bitkilerde potasyum noksanlığında, karbonhidrat metabolizması bozulmakta, yaprak ve sapların dışı yakın hücrelerinin yapısında selüloz ve lignin miktarı ve kütikula tabakasının kalınlığı azalmaktadır. İnce hücre duvarı, zayıf sap ve gövde oluşumu bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığının azalmasına yol açmaktadır (Marschner, 1995). 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 (Perrenoud, 1990).

Potasyum noksanlığı durumunda bitki bünyesindeki enzim aktivitesinin ve ATP sentezinin azalması sonucu oluşan enerji yetersizliği nedeniyle bitki bünyesinde

aminoasit ve çözünebilir karbonhidratlar gibi düşük molekül ağırlıklı bileşikler birikmektedir (Krauss, 2000).

Toprakların total K içeriği, çoğunlukla bitkilerin bir gelişme mevsimi boyunca absorbe ettiği miktarın birçok katı olduğu halde, çoğu durumda, bu total  $K^+$  nın ancak çok küçük bir bölümü bitkilere yararlıdır. Bitki gelişimi için zorunlu olan  $K^+$  elementinin, bitkilerdeki konsantrasyonu tipik olarak kuru maddenin % 0.5- 6.0' ı arasında değişmekle birlikte, kimi durumlarda daha yüksek oranlarda da bulunabilir. Bitki hücrelerinde en fazla bulunan katyondur ve bitki kuru ağırlığının %10'unu ihtiva edecek şekilde bulunabilir (Szczerba ve ark., 2008).

Hafif kumlu asitli topraklarla, turbalı ve organik maddesi bol topraklar potasyum noksanlığının olabileceği topraklardır. Bu nedenlerle yoğun tarım yapılan topraklarda ve potasyum iyonlarını tutma gücü yüksek topraklarda da potasyum noksanlığı yaygındır. Kumlu ve organik maddesi bol topraklarda alınan verim başlangıçta yüksektir. Zamanla potasyum rezervleri azaldıkça, bu topraklardan iyi verim alınabilmesi için potasyumlu gübreleme gerekir.

Bu bilgiler göz önünde bulundurularak Ordu ilinde sera koşullarında yürütülen bu çalışmada yetiştirilen biber çeşitlerinin potasyum kullanımları ve bitkilerin gelişim parametreleri üzerine potasyum uygulamalarının etkilerinin araştırılması ve bitki çeşitlerinin potasyum etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2.GENEL BİLGİLER

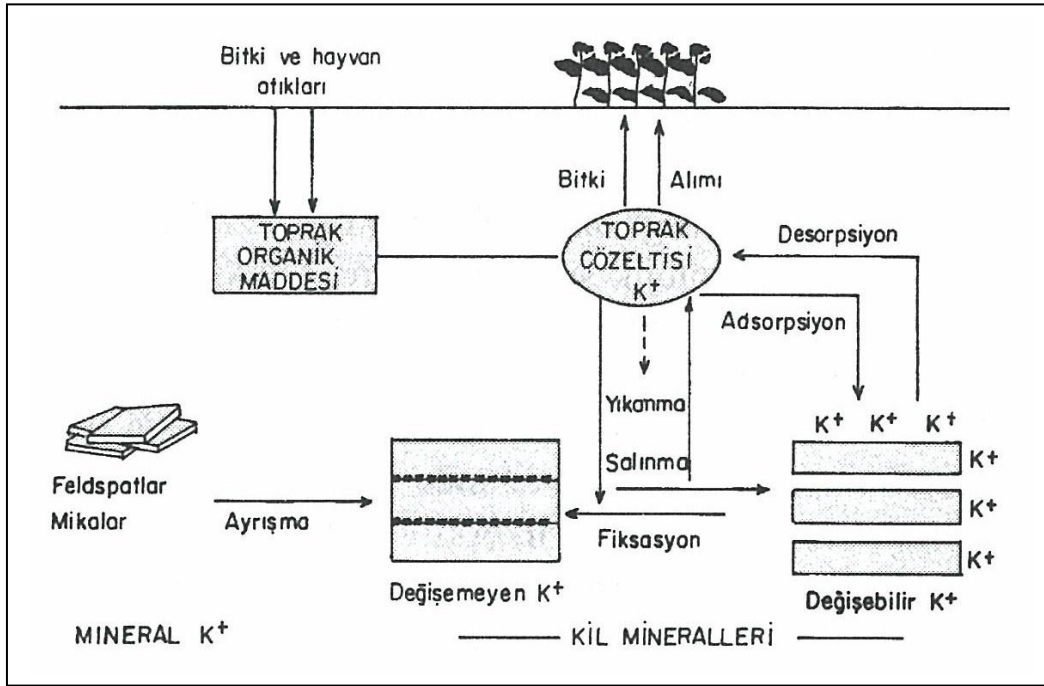
### 2.1. Toprakta Potasyum

Bitki besin elementleri arasında azottan sonra en fazla alınan besin elementi olan potasyum, yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden birsidir ve litosferin yaklaşık % 2.5'ini oluşturmaktadır. Potasyumun topraklarda konsantrasyonu büyük bir değişkenlik göstermesine rağmen % 0.04-3.00 arasında değişmektedir (Ashley ve ark., 2006). Potasyumun en önemli kaynaklarını denizel evaporitler oluşturur ve üretiminin % 90'ı gübre sanayinde kullanılır. Magmatik, sedimanter ve metamorfik kökenli pek çok kayaç içindeki silikatlı minerallerin yapısında değişen oranlarda yer alır. Bu değişiklik, ana maddenin yaşı, mineral çeşidi ve iklim koşullarından kaynaklanmaktadır. Kumtaşı ya da kuvarzit üzerinde oluşmuş kaba tekstürlü toprakların  $K^+$  içeriği, potasyumlu mineral içeren kayalar üzerinde oluşan ince tekstürlü toprakların  $K^+$  içeriğinden oldukça düşüktür. Ayrıca bol miktarda yağış alan bölgelerde yıkanmanın  $K^+$  olması nedeniyle toprağın  $K^+$  içeriği düşmektedir (Güzel ve ark., 2002). En fazla  $K^+$  içeren primer mineraller K-feldspat, muskovit ve biotittir. Potasyum ayrıca illit, vermikulit, klorit gibi sekonder mineraller içerisinde ya da kil minerallerinin yapısında da bulunmaktadır (Rich, 1968; Güzel, 1982).

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 (Eroğlu ve Usta, 2000). Potasyum; toprak çözeltisinde  $1-10 \text{ mg L}^{-1}$ , değişebilir potasyum  $40-600 \text{ mg kg}^{-1}$ , güç değişebilir potasyum  $50-750 \text{ mg kg}^{-1}$  ve mineral potasyumun ise  $5000-25000 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında olduğu tespit edilmiştir. Topraklarda mevcut bulunan potasyumun %90-98'i bitkiye yararlı, %1-10 yavaş yararlı, %0.1-2.0'si ise kolaylıkla yararlı durumdadır. Kil kolloidleri negatif yükleri sayesinde uygulanan potasyumu ya kilin kenar ve yüzeyinde ya da tabaka aralarında hapsederek yıkanmasını önleyebilir. Ancak, bu durum potasyumun, bitkiler açısından yararlılığının da azalmasına yol açmaktadır (Güzel ve ark., 2002).

Topraklar tarafından  $K^+$  fiksasyonuna çeşitli faktörler etki etmektedir. Bunlar sırasıyla pH, baz doygunluk derecesi, kireç miktarı, kil miktarı ve cinsi, kollidal organik madde, toprak sıcaklığı, ıslanma ve kuruma ve reaksiyon süresi ve ortamın  $K^+$  konsantrasyonudur (Brohi ve ark., 1994). Fikse edilmiş durumdaki bulunan

potasyumdan bitkiler ve mikroorganizmalar çok az yararlanabilmektedir. Topraklarda potasyum (Şekil 1.); toprak çözeltisinde bulunan potasyum; değişebilir potasyum, güç değişebilir ya da değişmez potasyum (kil minerallerinin tabaka aralarında özellikle de 2:1 tipi kil minerallerinde illitte ve vermukulit) bulunmaktadır ve mineral potasyum şeklinde ifade edilmektedir. (Cox ve ark., 1999, Ashley ve ark., 2006; Rengel ve Damon, 2008).



Şekil 1. Toprakta potasyum döngüsü (Güzel ve ark., 2002)

Potasyum fiksasyonunda kil tipi önemlidir. İki tabakalı kil minerallerine (Kaolonit) oranla üç tabakalı kil mineralleri (montmorilonit, vermukulit ve illit) daha fazla K<sup>+</sup> fikse ederler. 2:1 tipi killerde silisyum tabakasında bulunan oksijenler arasındaki açıklık K<sup>+</sup> iyonunun çapı kadar olduğu için bu açıklığa K<sup>+</sup> iyonları girerek daha yüksek oranda fikse olurlar (Brohi ve ark., 1994).

Bitkilerin bu potasyum formlarından sadece toprak çözeltisinde bulunan kısımdan yararlanabilmekte olduğu belirtilse de (Rengel ve Damond, 2008) toprak çözeltisinde bitki kök bölgesinde potasyumun konsantrasyonunun çok azaldığı durumlarda değişmeyen potasyumdan da yararlanabildiği belirtilmektedir (Özbek ve ark., 1999). Toprak çözeltisinde bulunan potasyum büyük oranda değişebilir potasyum ve çok az miktarlarda da güç değişebilir ve değişmez potasyum fraksiyonları

tarafından tamponlanmakta ve toprak çözeltisi ve bitki kökleri arasında  $K^+$  yönünden süreklilik gösteren bir denge oluşmaktadır (Özbek ve ark., 1999; Rengel ve Damond, 2008). Toprak minerallerinde bulunan  $K^+$  dağılıp ayrışma sonucu toprak çözeltisine geçer. Toprak çözeltisindeki çözünebilir haldeki  $K^+$ 'da toprak mineralleri tarafından adsorbe edilerek tutulur. Bitki alımı ile toprak çözeltisinde  $K^+$  miktarı azaldıkça toprak minerallerinden çözeltilmeye sürekli potasyum takviyesi yapılarak denge sağlanmaktadır (Kaçar ve Katkat, 2007).

Değişebilir potasyum açısından zengin olan toprakların hava koşullarında kuruması ya da kurutulması,  $K^+$  fiksasyonuna neden olur. Bununla birlikte topraklarda da meydana gelen ıslanma ve kuruma işlemleri potasyumu yarayışsız hale getirerek değişebilir  $K^+$  miktarında azalmalara neden olabilir. Öte yandan yüzey altı toprakların kurutulması  $K^+$  yarayışlılığını birkaç kat artırabilir. Toprakların kurutulması sonucu görülen  $K^+$  salınması, kenarları ayrılmış ve kırılmış mikaların kıvrılması ve kırılmasının sonucu olarak, tabaka aralarında ki  $K^+$ 'nın dışarı çıkmasına ve yarayışlı hale geçmesine neden olabilir (Güzel ve ark., 2002).

Topraklardan; yıkanma, erozyon, bitkiler tarafından alınma ve gübreleme ile bozulmuş potasyum dengesini sağlamak için fraksiyonlar arasında potasyum aktarımı gerçekleştirilir. Bu aktarım çok hızlı olabileceği gibi günler hatta aylar sonra da gerçekleşebilir. Değişebilir potasyum ve toprak çözeltisi arasındaki denge, toprağın  $K^+$  doygunluğu, potasyumun bağlanma kuvveti ve önemli oranlarda da Ca ve Mg gibi değişim yerlerinde potasyum ile rekabet eden katyonlara bağlı olarak değişmektedir. Değişik toprak tiplerinde potasyumun davranışı farklılık gösterebilir. Özellikle hafif kumlu asidik topraklarda potasyumun fiksasyonunun aksine yıkanması yoluyla kaybı söz konusu olabilir. Organik topraklar ve peat'ler de  $K^+$  bakımından yoksuldurlar (Brohi ve ark., 1994). Bu durum bitkisel üretimde dikkat edilmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 2.2. Bitkilerde Potasyum

Bitkiler tarafından azottan sonra en fazla alınan bitki besin elementlerinden birisi potasyumdur. Bitkiler toprak çözeltisinden potasyumu  $K^+$  iyonu formunda alırlar ve azot ve fosfor da olanın aksine potasyum bitkilerde, organik bileşiklere dönüşmeden hücre ve dokularda  $K^+$  iyonu şeklinde kalmaktadır (Marschner, 1995). Potasyum gerek bitki dokularındaki miktarı gerekse fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri yönünden bitki



gelişmesi için mutlak gerekli elementtir (Öcal ve ark., 2005). Potasyum bitkilerde, membranlardan kolaylıkla geçmesi sebebiyle oldukça hareketlidir (Kaçar ve Katkat, 2005). Bu durum bitki membranlarında yüksek miktarda iyonofor bulunması ile açıklanmaktadır (Kacar ve ark., 2007).

Bitkilerce absorbe olunan  $K^+$ 'un büyük bir çoğunluğu difüzyon ve kütle akımı yoluyla köklere taşınır. Bir çok toprakta bitkilere taşınan  $K^+$ 'un %90'dan fazlasının difüzyon yoluyla taşındığı belirtilmiştir (Oliveira ve ark., 2004). Kütle akımı mekanizması yoluyla taşınan  $K^+$  miktarı, bitkilerce tüketilen suyun miktarı ve toprak içinden köklere doğru akan suyun  $K^+$  içeriğine bağlı olarak değişir (Vetterlein ve Jahn, 2004). Bu  $K^+$  taşıyıcı mekanizmanın, kök yüzeylerine dek potasyum taşıyan yayınma mekanizmasından normal olarak çok daha az önemli olduğu düşünülmektedir (Güzel ve ark., 2002).

Potasyum bitki ve hayvan hücrelerinde en çok bulunan katyondur (Cherel, 2004) ve hücre içi konsantrasyonun da büyük farklılıklar gösterebilmektedir (Marschner, 1995). Toprak çözeltisinde  $K^+$  konsantrasyonu 0.1–6 mM arasında değişkenlik gösterirken (Adams, 1971) bitkiler daha yüksek konsantrasyonlarda % 2-10 potasyumu dokularında bulundurmaktadır (Ashley ve ark., 2006; Gierth ve Maser, 2007) bu yüksek konsantrasyon farkı nedeniyle bitkilerde potasyumun alınabilmesi için metabolik enerjiye ihtiyaç vardır ve bu yüzden potasyum bitkiler tarafından aktif olarak taşınmaktadır (Siddiqi ve Glass, 1987; Fernando ve ark., 1990; Shin ve Schachtman, 2004), ancak toprak çözeltisinde potasyum konsantrasyonunun bitki içerisindeki konsantrasyonundan yüksek olduğu durumlarda kök hücrelerinde ki plazma membranlarındaki seçici  $K^+$  kanalları aracılığıyla pasif olarak da kökler tarafından alınabilir (Harada ve Leigh, 2006). Bitki içerisinde potasyum konsantrasyonu çok geniş bir aralıkta değişkenlik gösterir ancak birçok bitkide kuru ağırlık olarak 10g/kg altına düştüğü durumlarda bitkilerde noksanlık belirtisi gözükmeye başlamaktadır (Gierth ve Maser, 2007).

Bitkilerde  $K^+$  oldukça hareketli olması nedeniyle yaşlı organlardan genç organlara sürekli hareket eder. Bitkiler gereksinim duydukları  $K^+$ 'nın büyük bölümünü vejetatif gelişme döneminde alırlar. Bitkilerde potasyum, sitoplazma da ve vakuollerde osmotik dengenin yanı sıra cytosolic enzimlerin aktivasyonunda da önemli rol oynamaktadır (Harada ve Leigh, 2006). Sitoplazmada  $K^+$  miktarı 100 mM kadar olup bu miktar vakuollerde; topraklarda potasyumun yarayırlılığı ve bitki dokularının tipine

göre 20-200 mM arasında değişkenlik göstermektedir (Leigh ve Wyn Jones, 1984; Walker ve ark., 1996; Ashley ve ark., 2006).

Potasyum bitkilerde hayati öneme sahip metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal işlemlere sahiptir. Potasyum, hücre bölünmesi, stomal hareketlilik ve bitkilerde gaz değişimlerinin düzenlemesi, enzim aktivitesi ve fotosentez üzerine etkilidir, bitki besin elementlerinin taşınmalarına yardım eder, protein kapsamını artırır, bitkilerde su yitmesini ve solmayı önler (Cherel, 2004; Çakmak, 2005). Potasyum bitkilerde kök gelişmesini ve büyümesini olumlu şekilde etkilerken bitkilerde yatmayı önler, soğuğa dayanıklılığı artırır, azot etkinliğini arttırmakta, ayrıca bitki bünyesinde lignifikasyonu ve silifikasyonu artırıcı etkinliği bulunmaktadır (Aktaş, 1995). Bitkilerde potasyum hem fotosentez hemde respirasyonda (solunum) üretilen yüksek-enerjili fosfat moleküllerinin (adenosin trifosfat: ATP) üretimi için gerekli olmasının yanı sıra fotosentez ürünlerinin bitkilerde depo edileceği organlara taşınmaları içinde enerji kullanılmaktadır ve bu enerjinin sentezi için potasyuma ihtiyaç vardır (Güzel ve ark., 2002; Çakmak, 2005; Harada ve Leigh, 2006).

Bitkilerin büyümesinde etken en az 50 enzimin potasyum tarafından aktivitesinin artırıldığı saptanmıştır (Marschner., 1995). Hücrelerin  $K^+$  kapsamlarına bağlı olarak aktive olan enzim miktarı ve buna bağlı kimyasal tepkime oranı artar. Örneğin karbonhidrat metabolizmasında görev yapan pirüvatkinaz ve fosfofrüktokinaz enzimlerinin aktivite gösterebilmeleri için yeterli miktarda  $K^+$  gereksinimi vardır (Lauchli ve Pflunger, 1978).

Nişasta sentezini gerçekteştiren nişasta sentetaz enzim aktivitesinde  $K^+$ 'nin etkinliği belli bir düzeye kadar çok yüksektir (Preusser ve ark., 1981). Yeşil bitkiler güneşin fiziksel enerjisinden yararlanarak karbondioksit ve suyu birleştirip şekerleri oluştururken fotosentezin ışık tepkimelerinde metabolik enerji kaynağı olan ATP' nin sentezlenmesinde  $K^+$  temel göreve sahiptir (Tester ve Blatt, 1989). Bitki yapraklarının  $K^+$  içeriğine bağlı olarak fotosentez miktarı ile ribülozdifosfat karboksilaz enzim aktivitesinin de arttığı saptanmıştır (Sen Gupta ve ark., 1982).

Potasyum noksanlığında bitki yapraklarında potasyum birikimi azalır. Aynı şekilde fotosentezin de azalması nişasta sentezi için gerekli şekerlerin yeterince oluşmamasına ve floem de hareketliliğinin düşmesine yol açar (Çakmak, 2005). Yeterli miktarda  $K^+$ 'un bulunması durumunda ise nişasta sentezi artarken nişastanın depo organlarına taşınması ve özellikle de dane de ve meyvede birikimi artar. Potasyum

bitkilerin su dengesi açısından da önemli bir elementtir. Potasyum bitki kökleri içerisine suyun “osmotik çekilişini” fazlasıyla etkileyen elementtir (Güzel ve ark., 2002). Ksilem iletim boruları içerisinde su ve besin elementlerinin bitkinin çeşitli organlarına taşınmasında  $K^+$  önemli görev yapar. Potasyum noksanlığında nitratların, fosfatların, kalsiyumun ve magnezyumun, aminoasitlerin taşınması olumsuz şekilde etkilenir. Floem içerisindeki taşınmada ise  $K^+$  özel enzimler ile bitki büyümesinde rol oynayan enzimlerin aktivitelerini artırmak suretiyle etki yapar. Özet olarak bitkinin değişik organlarına suyun ve besin elementlerinin taşınmasında  $K^+$  önemli düzeyde etkilidir (Brohi ve ark., 1994; Cakmak, 2005). Aktif absorpsiyon ile  $K^+$ 'un alınması ve birikmesi sonucu hücrelerde Osmotik Potansiyel (OP) artar ve buna bağlı olarak hücrelere daha fazla su girer. Potasyum noksanlığında bitki daha az su alır ve bitkilerde stomaların hareketliliğinde son derece önemli rol oynamaktadır. Potasyum noksanlığında bitkilerde turgor basıncı düşer su noksanlığı ile ilgili stres durumunda bitkiler gevşek dokulu bir yapıya sahip olurlar. Bitki dokularında ve hücre organellerinde anormal gelişmeler görülür fotosentez oranı düşer ve su kullanımı da azalır (Güzel ve ark., 2002). Stomalarda su dengesi  $K^+$  tarafından sağlanır. Artan  $K^+$  konsantrasyonu stomalardaki bekçi hücrelerde negatif yük oluşumuna neden olarak su girişine yol açar. Bekçi hücrelerdeki turgor basıncından dolayı stomaların bu şekilde şekil değiştirmesini sağlarlar (Kacar, 2005). Kurak koşullarda da stomalar kapanır ve bitkiler tarafından  $CO_2$  fiksasyonu azaldığından dolayı bitkilerde reactive oksijen türlerinin (ROS) (superoxide radical ( $O_2^-$ ), hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) ve hydroxyl radical (OH) birikimi artar. Bitkilerde ROS fotosentetik elektron taşınması ve NAD(P)H oxidaz membran bağlarının aktivasyonu için üretilmektedir. Ancak potasyum noksanlığı olan bitkilerde artan ROS, bitkilerde oksidative zararlara hücre bozulmalarına, klorofilin parçalanmasına yol açar ve fotosentez oranı düşer (Cakmak, 2005).

Potasyumun protein oluşumunda da kısmi rol oynadığı uzun zamandır bilinmektedir. Protein kapsamları üzerine etkinliği  $K^+$ 'nın bitkilerde çeşitli işlevlerine bağlıdır. Potasyum noksanlığında bitkilerde ligninleşme azalır, bitkilerde tepe ve kök büyümesi olumsuz şekilde etkilenir, dondan zarar gören bitkilerde sapın kuvvetli gelişmemesi nedeniyle yatma olur, absorbe edilen azot bağımsız aminoasitlerine dönüştürüldüğü için protein sentezi yeterince gerçekleştirilemez (Kacar ve ark., 2005).

Bitkilerde potasyum noksanlığında, karbonhidrat metabolizması bozulmakta, yaprak ve sapların dışı yakın hücrelerinin yapısında selüloz ve lignin miktarı ve

kütikula tabakasının kalınlığı azalmaktadır. İnce hücre duvarı, zayıf sap ve gövde oluşumu bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığının azalmasına yol açmaktadır (Marschner, 1995). 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 (Perrenoud, 1990).

Yeteri kadar potasyumun alamayan bitkilerin dondan daha fazla zarar gördükleri saptanmıştır. Potasyum bitkilerde suyun kullanımı ve suyun bitki içerisinde taşınımını ayrıca stomal direnci doğrudan etkileyerek bitkilerin su kaybetmesini önlediği ve turgor basıncının arttığı bilinmektedir. Bu sayede de karbondioksit alımını etkilediği ve fotosenteze etkisiyle birlikte nişasta ve şeker üzerine etkiliği olduğu söylenebilir. Potasyumun bitkilerde kuraklığa ve dona karşı dayanım sağlamasını bitki bünyelerinde oluşturduğu şeker oluşumuna bağlayabiliriz. Yaz döneminde bitkilerde şeker sentezi meydana gelmekte böylece geç sonbahar ve kış döneminde de nişastaya dönüşerek havanın 0 °C'nin altına düştüğü sıcaklıklarda nişastanın tekrar şekere dönüşmesi neticesinde dona karşı dayanıklı yeni hücre maddelerinin oluşumuna hizmet ederek soğuğa ve dona karşı dayanım sağlanmış olur. Grewal ve Singh, (1980) uygulanan potasyum miktarına ve dolayısıyla yaprakların potasyum içeriklerine bağlı olarak patates bitkisinde don zararının önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

Bitkilerde potasyum noksanlığında, potasyum noksanlığına özgü belirtiler hemen ortaya çıkmamakta, önce bitkilerde büyüme gerilemekte, daha sonra sararma (kloroz) ve ölü noktalar (nekrozlar) oluşmaktadır. Potasyumun bitki içerisinde hareketli olan elementlerden biri olması nedeniyle noksanlık belirtileri önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkmakta, çoğu bitkilerde noksanlık belirtileri yaprak kenarları ve uçlarında görülmektedir. Çevresel stres koşulları altında, oksidatif zarara karşı kloroplastların korunmasında potasyum hayati öneme sahiptir. Oksidatif zarar, K noksanlığı gözlenen bitkilerde, kloroplast hasarı yanında kloroz ve nekrozdan sorumlu ana faktördür (Çakmak, 1997).

Potasyum bitkilerde genel olarak kök gelişmesini hızlandırır, fazla dallanma ve yan kök oluşumunu teşvik eder. Yeteri kadar potasyumun bulunması durumunda bitkiler daha fazla dallanmış kök oluştururlar. Kök çapı genişler, kök uzunluğu ve kök büyüme oranı artar. Potasyum noksanlığında kök gelişmesi yüzeysel olur ve yan kök oluşumu azalır. Yeterli potasyum alamayan bitkilerde çoğunlukla azot miktarı yüksek

ve karbonhidrat miktarı düşüktür. Bunun sonucu olarak kök gelişmesi ve büyümesi olumsuz şekilde etkilenir (Junk, 2001).

Potasyum yukarıda açıklanan işlevlerine bağlı olarak bitki gelişmesini olumlu şekilde etkilerken ürün miktarı ve kalitesini de artırır. Potasyum meyvenin kalitesini etkileyen en önemli besindir. Potasyumun temel görevleri protein sentezi ve fotosentez işleminde rol oynamak ve şekerlerin yapraktan meyveye taşınım sağlamaktır. İyi bir potasyum uygulaması meyve gelişimi boyunca yaprak faaliyetlerinin devamını sağlar ve pozitif etkisi hasat zamanında meyvede çözünür madde içeriğinin (daha fazla şeker) yüksek olmasına olanak vererek bazı şeker asitleri, karoten ve likopen içeriklerini önemli oranda artırabilir (Almeselmani ve ark., 2010).

### **2.3. Bitkilerde Potasyum Etkinliği**

Bitkiler, toprakta düşük bitki besin elementi olduğu koşullarda dahi birçok morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedir (Ragotma, 1999). Topraklarda düşük besin elementi koşullarında, bitki besin elementi kullanımını azaltmak ve bitkilerin besin elementi kullanım etkinliğini artırabilmek için bitkiler çeşitli farklılıklar gösterirler, besin elementi noksanlığını bitkilerde meydana gelen tepkilerde gövde ve kökün her ikisinde de meydana gelen değişimler genler üzerinden açıklanabilmektedir (Cherel, 2004; Grabov, 2007). Potasyum etkinliği, topraklarda düşük potasyum koşullarında bitki tür veya çeşitlerindeki yüksek verim üretebilme gücü olarak tanımlanmıştır (Yang ve ark., 2007). Bir çok araştırmacı tarafından bitki türleri hatta aynı türün çeşitleri arasında potasyum kullanım etkinliği açısından farklılıklar olduğu rapor edilmiştir (Jiunian ve Gabelma, 1995; Zhang ve ark., 1999; Fageria ve ark., 2001).

Potasyum kullanım etkinliği bitkinin her birim potasyum için ürettiği kuru madde miktarı olarak tanımlanmaktadır (Yang ve ark., 2003). Potasyum etkinlik oranı da düşük koşullardaki kuru madde verimi ile yüksek koşullardaki kuru madde veriminin oranı olarak ifade edilmektedir (Damon ve ark., 2007).

Sattalmacher ve ark., (1994)'de yaptığı araştırmada bitkilerde besin elementi etkinliğinin topraklardan kaldırılabilen besin elementi miktarına ve bu alınan elementin bitki içerisindeki kullanımına bağlı olarak verim potansiyelini artırma gücüne dayalı olduğunu belirtmiştir.

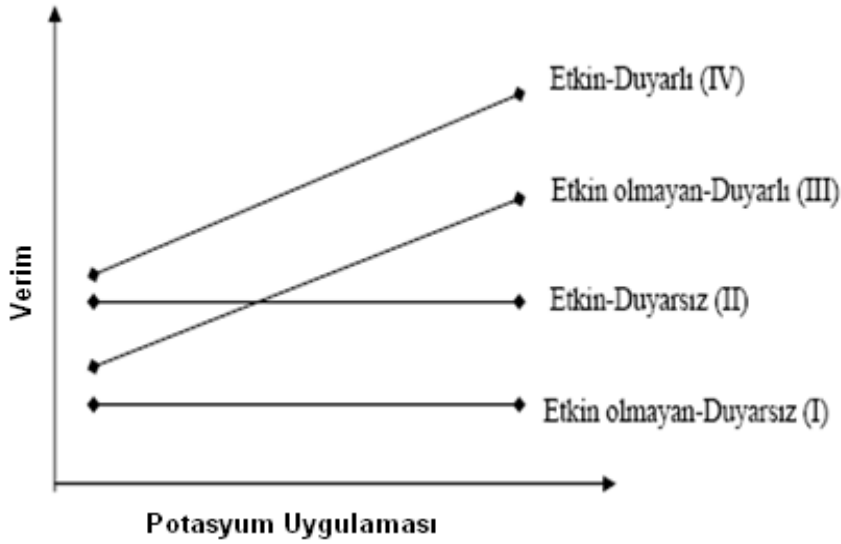
Gerloff (1977), bitkileri bu kullanım etkinlikleri bakımından 4 gruba ayırmıştır:

**Etkin-Duyarlı;** Bu bitkiler besin miktarı artırıldığında veya düşük olduğu durumlarda bile verim arttırabilme yeteneğine sahiptir.

**Etkin-Duyarsız;** Bu bitkiler düşük besin koşullarında verim arttırma yeteneğine sahipken besin miktarı arttırıldığında bitkiler olumlu bir tepki vermemektedir.

**Etkin olmayan-Duyarlı;** Bu bitkiler düşük besin koşullarında düşük verim verirken besin ilavesi ile olumlu tepkiler veren yüksek verim sağlanabilen çeşitlerdir.

**Etkin olmayan-Duyarsız;** Bu bitkiler ise hem düşük besin koşullarında hem de besin ilave edildiğinde düşük verim veren en tepkisiz çeşitlerdir.



Şekil 2. Potasyum kullanım etkinliğinin artan potasyum konsantrasyonu ve verim ile ilişkisi (Gerloff, 1977)

Bazı bitki türleri potasyumun toprakta yarayışlılığının düşük olduğu durumlarda potasyumun alımını arttırabilmektedir. Bitki türleri arasında ve hatta aynı türün genotipleri arasında  $K^+$  un etkinliği ve kullanımı açısından farklılıklar görülebilmektedir (Dessougi ve ark., 2002). Bitkiler tarafından iyonların aktif alımı, enzim aktivitesine benzer olarak Michaelis-Menten tarafından tanımlanan  $V_{max}$ ,  $K_m$  ve  $C_{min}$  kinetiklerine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Maksimum taşıyım oranı veya influx, ( $V_{max}$  veya  $I_{max}$ ) tüm aktif taşıyıcılar, taşınacak olan element ile yüklenildiğinde bulunabilir.

Bir elementin alımı sırasında, iyonun kökten dışarı çıkması (outflux) ve içeri alımının (influx) bir sonucu olarak, o iyonunun yalnızca net alımı bulunur.

$K_m$ , Michaelis-Menten sabitesidir ve maksimum taşınım oranındaki iyon konsantrasyonunun yarısıdır.

$K_m$  ne kadar küçükse taşıyıcı ile iyonlar arasındaki affinite de o kadar yüksektir.

$C_{min}$  ise toprak çözeltisindeki elementin, başlangıçtaki en düşük konsantrasyon düzeyini ifade etmektedir.

Bu genotip sel farklılıklar kök morfolojisindeki farklılıklardan dolayı kaynaklanabilir ve potasyum etkin genotipler tüm kök sistemlerinde K-etkin olmayan genotiplere göre daha fazla ince kök üretebilir ve yüzey alanını genişletebilirler (Dong ve ark.,1995; Høgh-Jensen ve Pedersen, 2003). Bununla birlikte genotipik  $K^+$  etkinliği artışı kök büyümesine bağlı olmayabilir. Bu durumu patates genotiplerinde mevcut  $K^+$  yeterli olduğu koşullarda göreceli olarak büyüme oranı olmamasına rağmen  $K^+$  yetersizliğinde genotiplerin yarısında kök uzunluğu tespit edilmiştir. Ancak  $K^+$  etkin genotiplerde  $K^+$  etkin olmayanlara oranla daha yüksek  $K^+$  akımı olduğu bildirilmiştir (Trehan ve Sharma, 2002; Jia ve ark., 2008).

Bitki kökleri düşük  $K^+$  koşullarında özellikle  $K^+$ 'nın alım kinetiğini değiştirerek;  $V_{max}$ 'ı artırabilirler. Bu koşullarda K-etkin bitki genotiplerinde  $V_{max}$  ve  $K_m$  kinetiklerinin düşük olduğu belirtilmiştir Bitki türleri arasında ve hatta aynı türün genotipleri arasında toprakta düşük çözünürlükte olan  $K^+$  yalım ve kullanımları arasında önemli farklılıklar olduğu; mercimekte (Ashraf ve ark., 1997), pirinçde (Yang ve ark., 2003; Liu ve ark., 2009), nohut (Gill ve ark., 2005), pamuk (Makhdom ve ark., 2007; Lopez ve ark., 2008) ve mısır (Minjian ve ark., 2007), kanolada (Damon ve ark., 2007), asmada (Kodur ve ark., 2010) patatestede (George ve ark., 2002) birçok araştırmacı tarafından da rapor edilmiştir.

#### **2.4. Biber Bitkisinde Potasyumun Etkileri**

Biber bitkisinin beslenmesinde de potasyum önemli bir yere sahiptir (Olsen ve ark., 1993). Biberde yapılan çalışmalarda biberin büyümesi üzerine biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkisini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır ve gübre uygulanan potasyumun bu stres koşullarını azaltarak biber verimini önemli oranda artırdığı belirtilmektedir (Hakererler ve ark., 1997; Hedge, 1997). Biberde potasyumla yeterli miktarda gübreleme sonucu verim, meyve sayısı, meyve ağırlığı ve et kalınlığında artış sağlanmaktadır (Pimpini, 1967).

Potasyum açısından yetersiz beslenen biberlerde gelişme geriler, verim azalır. Orta seviyede gübreleme ile en yüksek verim elde edilebilir. K/N oranı bazı biber çeşitlerinde 1.28/1 olarak saptanmıştır (Spaldon ve Ivanic, 1968). Potasyum bitki dokularında diğer katyonlara oranla oldukça yüksek düzeyde bulunur. Mobil bir element olduğu için noksanlığı halinde metabolik aktivitesi yüksek olan genç organlara hızla taşınır. Büyüme ve gelişme dönemlerinde bitkinin K alımı artmaktadır. Potasyum bitkiler tarafından  $K^+$  iyonu şeklinde seçilerek metabolik aktivite ile alınır (Mengel ve Kirkby, 1987). Biberde uygun potasyum uygulaması sayesinde hastalıklara ve düşük sıcaklıklara daha fazla dayanıklılığı artırır. Karbonhidratların depolanması teşvik edilir (Aybak, 2002).

Hakererler ve ark., (1997) farklı potasyumlu gübre uygulamalarının toplam bitki verimini domateste 2.4, biberde 1.9 ve patlıcanda 1.7 kat artırdığını belirtmişlerdir. Konu ile ilgili bir diğer çalışmada Hedge (1997), 1000 kg sivri ve dolmalık biber üretimi için, 3-3.5 kg N, 0.8-1 kg P, 5-6 kg K'a bitkinin ihtiyaç duyduğunu bildirmiştir. Solanacea familyasına ait sebzelerin (domates, biber, patlıcan) meyve kısımlarında, verilen gübrelerdeki, toplam azotun %45-60'ının, toplam fosforun %50-60'ının ve toplam potasyumun %55-70'nin biriktiğini rapor etmiştir. Araştırmacı, bu sebzelerin NPK ihtiyaçlarının çiçeklenmeden yaklaşık 10 gün sonra, meyveler olgunlaşmaya başladığında maksimum düzeye çıktığını bildirmiştir.

Alpaslan ve ark., (2001), bitkilerinin beslenme durumlarını incelemek ve beslenme sorunlarını belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada toplam 314 adet seradan biber bitkisinin yaprak örneklerini almış ve yaprak örneklerine ait analiz sonuçları sınır değerleri ile karşılaştırılarak incelenen bitkilerin beslenme durumları belirlenmiş. Biber bitkisinin yaprak örneklerinin N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamaları bakımından çoğunluğu yeterli ve fazla, B kapsamaları yönünden örneklerin tamamı noksan, K bakımından ise noksandan fazla düzeye kadar değiştiğini belirtmiştir.

Baghour ve ark., (2001) biber bitkisine uyguladıkları farklı dozlarda azot ve potasyum uygulamalarının bitkilerin fosfor beslenmesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada azotun bitki gelişimini olumlu etkilemesinin yanı sıra yüksek dozlarda uygulanan azot dozlarının biber bitkisinin olgunlaşması ile birlikte total P (organik ve inorganik) konsantrasyonunda bir azalmaya yol açtığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte artan dozlarda uygulanan potasyumunda, biber bitkisinde konsantrasyonun önemli oranda arttığını ve yüksek dozlarda uygulandığında fosfor alınımı üzerine negatif



etkileri olduğunu belirtirken artan potasyum uygulamaları ile meyve verimde önemli artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Biber bitkisinde en yüksek verim ve potasyum konsantrasyonunu 12 g m<sup>2</sup> olduğu dozda elde etmişlerdir.

Osman ve George, (1984) biber bitkisine uygulanan potasyumun özellikle bitki başına düşen meyve sayısını, tohum verimi ve kalitesini önemli oranda artırdığını belirtmişlerdir.

Flores ve ark., (2004) su kültüründe yürüttükleri çalışmada Ca<sup>+2</sup>, NO<sub>3</sub> ve K<sup>+</sup> uygulamalarının biber bitkisinin kalitesi üzerine yaptıkları araştırmada Ca<sup>+2</sup>, NO<sub>3</sub> uygulamalarının lycopene ve β-carotene içeriklerinin arttığını antioksidant aktivitelerinin de Ca<sup>+2</sup>, NO<sub>3</sub> tarafından etkilendiğini ancak K<sup>+</sup>un meyve kalitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Vitamin C, şeker ve total fenolik asit bileşiklerinde ise hiçbir uygulamanın etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Konu ile ilgili bir diğer çalışmada ise araştırmacılar yüksek dozlarda uygulanan potasyumun biber gelişimini ve meyve verimini artırmadığını ancak bitkide ve meyde K içeriğinin önemli oranda artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Hochmuth ve ark., 1988).

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Deneme Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesinde, 2008 yılında sera şartlarında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak, May Agro Tohumculuk Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından temin edilmiş olan Çarlı Safran, Sivri Demre, Dolma Punto ve Sivri Mert sertifikalı biber çeşitleri kullanılmıştır.

Denemede kullanılacak ortam materyali olarak Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait araştırma alanından killi tekstüre sahip toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri analize hazırlandıktan sonra öncelikle materyallerin tanımlanması amacıyla temel bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

#### 3.2.Yöntem

##### 3.2.1. Denemenin Kurulması

Deneme Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisinde bulunan serada amaca uygun bir şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre saksı denemesi olarak kurulmuştur. Dört farklı biber çeşidine 5 farklı dozda Potasyum ( $K^+$ ) uygulaması yapılarak, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede her bir saksıya 2 mm elekten elenmiş 3 kg toprak örneği konulmuştur. Uygulanan potasyum gübresi ise potasyum nitrat formunda 0, 50, 100, 200 ve 400 mg  $kg^{-1}$  şeklindedir.

Deneme de tohumlar elle, 2:1 oranında hazırlanan torf ve perlit karışımına ekilerek gerçek yapraklı dönemden sonra viyollerden alınarak, her saksıya 3 bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Saksılara temel gübreleme olarak da bir defa da verilmek üzere 100 mg  $kg^{-1}$  fosfor ve 400 mg  $kg^{-1}$  azot uygulaması yapılmıştır.

Denemede, çiçeklenme öncesinde bitkiler toprağın 1 cm yukarisından hasat edilip, yıkanp, 70 C'de 48 saat kurutulduktan sonra (Kacar, 1984), bitki öğütme değirmeninde öğütölüp, analizler için hazır hale getirilmiştir.

### 3.2.2. Analiz Yöntemleri ve Sonuçların Değerlendirilmesi

#### 3.2.2.1. Deneme Toprağına Ait Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

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

Tekstür: Hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951).

Toprak Reaksiyonu (pH): Saturasyon çamurunda ve 1:2.5 oranındaki karışımda hidrojen iyon aktivitesinin, pH-metre yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmesiyle saptanmıştır (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Tuzluluk (Elektriksel İletkenlik): Suyla doygun toprakta ve 1:2.5 toprak-su karışımında elektriği geçirmeye karşı olan direncin ölçülmesiyle belirlenmiştir (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Serbest Karbonatlar: Seyreltik hidroklorik asitle muamele edilen topraktan çıkan CO<sub>2</sub>'in ölçülmesi ve ölçülen CO<sub>2</sub> miktarından, karbonat miktarının hesaplanması esasına dayanan Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir (Çağlar, 1958).

Organik Madde: Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle toprakta bulunan karbonun saptanması ve buradan organik madde miktarlarının hesaplanması Nelson ve Sommers (1982)'da belirtildiği şekilde yapılmıştır.

Toplam Azot: Kjeldahl yaş yakma yöntemi ile (Bremner, 1965).

Yarayışlı Potasyum: Toprakta bulunan potasyumu 1N NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO (pH 7.0) çözeltisi ile açığa çıkararak çözeltiliye geçen potasyumun fleymfotometrede okunması esasına göre yapılmıştır (Knudsen vd, 1982).

#### 3.2.2.2 Bitkide Yapılan Bazı Analizlerde Kullanılan Yöntemler

Sera denemelerinde hasat edilen örnekler (yeşil aksam ve kök) 48 saat boyunca 70 °C de sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutulduktan sonra bitki başına kuru ağırlığın belirlenmesi için tartılmıştır (Kacar, 1984).

Bitkilerde potasyum etkinlikleri; (düşük K kuru ağırlık/yeterli K kuru ağırlık) x 100 olacak şekilde belirlenmiştir (Damon ve ark. 2007)

Bitkide potasyum: Yaş veya kuru yakma yöntemiyle yakılan bitki örneklerindeki potasyum atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle belirlenmiştir (Plank, 1992).

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiki analizinde, MSTAT-C paket programı kullanılmıştır ve istatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlar Duncan testine göre gruplandırılmıştır.

## 4.BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bitki materyalleri, May Agro Tohumculuk Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından temin edilmiş olan Çarlı Safran, Sivri Demre, Dolma Punto ve Sivri Mert olmak üzere dört farklı biber genotipi sera denemesinde kullanılmıştır. Bitkiler çiçeklenme döneminde (45 gün) hasat edilip kimyasal analizler yapılarak, veriler değerlendirilmiştir.

Çizelge1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	pH	Org. Madde	Bünye
%	-----mg kg <sup>-1</sup> -----									%	
0.163	4.79	220	4985	276	10	1.8	0.25	30	6.29	2.25	CL

Çizelge1. incelendiğinde denemelerde kullanılan toprak serilerinin, killi tın bir bünyeye sahip olduğu ve bunun yanı sıra hafif asit pH (6.29) ve %2.23 ile orta organik madde, tuz ve kireç belirlenemeyecek kadar düşük, yeterli azot (% 0.163), düşük fosfor (4.79 mg kg<sup>-1</sup>), yeterli potasyum (220 mg kg<sup>-1</sup>), yüksek kalsiyum (4985 mg kg<sup>-1</sup>), yeterli magnezyum (276 mg kg<sup>-1</sup>), yeterli demir, çinko bakır ve mangan (sırasıyla 10, 1.8, 0.25 ve 30 mg kg<sup>-1</sup>) içeriklerine sahiptir.

### 4.2. Biber Bitkisinin Kuru Madde Miktarı

#### 4.2.1. Bitki Gövde Kuru Madde Miktarı

Araştırmada kullanılan 4 farklı biber çeşidinin, beş farklı dozda potasyum (0, 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamaları altında ortalama kuru madde verimiyle ilgili istatistik veriler Çizelge 2. ve bu verilere ait grafikler Şekil 3.' de verilmiştir. Deneme sonuçları incelendiğinde, bitki kuru madde verimleri dikkate alındığında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, çeşitler ve uygulanan potasyum dozları arasında (p<0.001) istatistiksel olarak önemli sonuçlar bulunmuş, çeşit ile potasyum etkileşimi arasında ise farklılıklar önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çeşitler açısından bitki kuru madde verimleri değerlendirildiğinde en düşük kuru madde verimi Sivri Demre (11.54 g saksı<sup>-1</sup>) çeşidinde ve en yüksek kuru madde verimi

ise Çarli Safran (18.86 g saksı<sup>-1</sup>) çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer iki biber çeşidi, kuru madde verimleri açısından incelendiğinde ise, kuru madde verimleri Sivri Mert (17.39 g saksı<sup>-1</sup>) ve Dolma Punto (16.47 g saksı<sup>-1</sup>) bu değerler arasında değişiklik göstermektedir. Bitki kuru madde verimleri çeşitler arasında önemli farklılıklar ( $p<0.001$ ) göstermiştir ve yapılan birçok çalışmada da uygulanan potasyuma karşı bitkiler arasında farklılıklar olduğu belirtilmektedir (Kant ve Kafkafi, 2002).

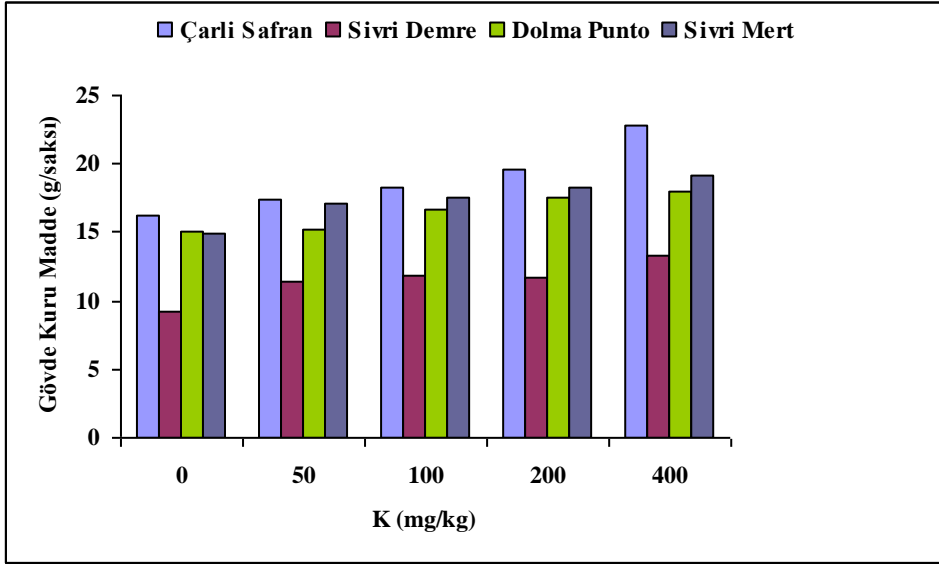
Çizelge 2. Biber genotiplerinin gövde kuru madde değerleri

<b>K Dozları (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>ORTALAMA</b>
<b>ÇEŞİTLER</b>						
			g saksı <sup>-1</sup>			
<b>Çarli Safran</b>	16.24	17.33	18.33	19.52	22.85	<b>18.86A</b>
<b>Sivri Demre</b>	9.26	11.40	11.89	11.76	13.37	<b>11.54C</b>
<b>Dolma Punto</b>	15.04	15.20	16.61	17.53	17.98	<b>16.47B</b>
<b>Sivri Mert</b>	14.93	17.09	17.52	18.34	19.09	<b>17.39B</b>
	<b>13.87D</b>	<b>15.26C</b>	<b>16.09B-C</b>	<b>16.79B</b>	<b>18.32A</b>	
<b>F Test</b>						
Çeşit	***					
Doz	***					
Çeşit x Doz	ÖD					

\*\*\*, ÖD istatistiksel olarak 0.001 düzeyinde önemli, ÖD, istatistiksel olarak önemli değildir.

Potasyum dozları ve bitki kuru madde verimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, potasyum uygulaması yapılmayan kontrol dozunda biber çeşitlerinde ortalama 13.87 g saksı<sup>-1</sup> en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir. Potasyum dozlarının artırılmasıyla birlikte sırasıyla 15.26, 16,09, 16.79 ve 18.32 g saksı<sup>-1</sup> olacak şekilde kuru madde miktarları artmıştır. Potasyumun 400 mg K kg<sup>-1</sup> uygulamasında kontrol dozuna göre % 32 artış sağlanarak, en yüksek kuru madde verimi (18.32 g saksı<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Biber çeşitlerine uygulanan potasyum gövde kuru ağırlığını önemli oranda artırmıştır ve artan potasyum uygulamasıyla beraber doğrusal olarak bitki kuru madde verimi artış göstermiştir. Yapılan birçok çalışmada da potasyum bitki beslemede son derece gerekli bir element olduğu ve araştırma sonuçlarına benzer olarak biber bitkisinde (Osman ve George, 1984; Hedge 1997; Baghour ve ark., 2001; Aybak, 2002 ve Flores ve ark., 2004) ve diğer bir çok bitkide; mercimek (Ashraf ve ark., 1997), buğday (Zhang ve ark., 1999), pirinç (Yang ve ark., 2003), nohut (Gill ve ark., 2005), pamuk (Makhdum ve ark., 2007) ve mısır (Minjian ve ark., 2007) gibi uygulanan potasyumun birçok bitkide kuru madde üretimini ve verimi önemli oranda artırdığı belirtilmektedir.

ÇeşitxDoz etkileşimi açısından bitki kuru madde miktarı değerlendirildiğinde biber çeşitlerinin kuru madde miktarları 9.26 g saksı<sup>-1</sup> ile 22.85 g saksı<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Sivri Demre çeşidi kontrol uygulamasında 9.26 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretirken Çarli safran çeşidi 16.24 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretmiştir ve potasyum uygulanmayan koşullarda biber çeşitleri arasında kuru madde üretimleri bakımından farklılıklar olmasına rağmen, istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilememiştir.



Şekil 3. Sera biber denemesi gövde kuru madde verileri

Besin elementi kullanımı ve alımı açısından bitkiler arasında hatta aynı çeşitlerin türleri arasında önemli farklılıklar olduğu (Jester, Taylor ve Reyes, 2004); bu farklılıkların genetik farklılıklar ve kök gelişimi gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği (Dong ve ark.,1995; Rengel ve Damon 2008) ve bitkilerde potasyum alımı ve kullanımı açısından önemli değişiklikler gösterdiği belirtilmektedir (Evcı, 2002; Damon ve ark., 2007; Uzunoğlu ve Bulduk, 2008).

#### 4.2.2. Bitki Kök Kuru Madde Miktarı

Araştırmada kullanılan 4 farklı biber çeşidinin, beş farklı dozda potasyum (0, 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamaları altında ortalama kök kuru madde verimiyle ilgili istatistiksel veriler Çizelge 3. ve bu verilere ait grafikler Şekil 3.' de verilmiştir. Araştırma sonuçları bitki kök kuru madde miktarları açısından değerlendirildiğinde çeşitler arasında ve uygulanan potasyum dozları arasında ( $p < 0.001$ ) ve çeşit ile potasyum etkileşimi arasında ( $p < 0.01$ ) istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çeşitler arasında bitkilerin kök kuru maddeleri incelendiğinde Sivri Demre çeşidi 2.53 g saksı<sup>-1</sup> ile en düşük kuru madde verimine sahipken, Dolma Punto 3,99 g saksı<sup>-1</sup> ve Çarli Safran 3.85 g saksı<sup>-1</sup> en yüksek kuru madde verimine sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer çeşit olan Sivri Mert ise 3.45 g saksı<sup>-1</sup> ile bu değerler arasında yer almaktadır (Çizelge 3.).

Çizelge 3. Biber genotiplerinin kök kuru madde miktarı

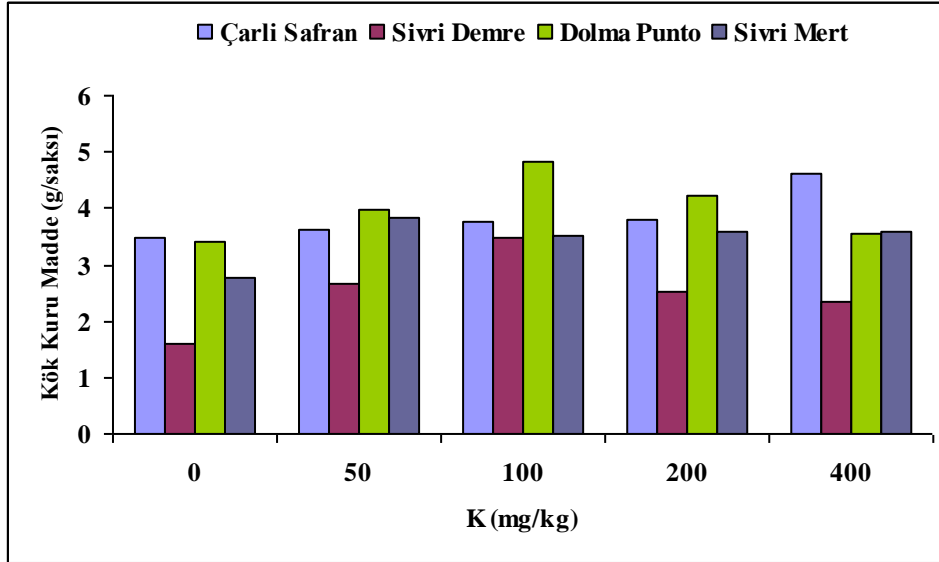
K Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	400	ORT.
<b>ÇEŞİT</b>						
			g saksı <sup>-1</sup>			
<b>Çarli Safran</b>	3.48c-e	3.61cd	3.78bc	3.80bc	4.60ab	<b>3.85A</b>
<b>Sivri Demre</b>	1.60g	2.67d-f	3.48c-e	2.53ef	2.36fg	<b>2.53C</b>
<b>Dolma Punto</b>	3.40c-e	3.97a-c	4.83a	4.21a-c	3.55cd	<b>3.99A</b>
<b>Sivri Mert</b>	2.77d-f	3.82bc	3.51c-e	3.58cd	3.57cd	<b>3.45B</b>
	<b>2.81B</b>	<b>3.52A</b>	<b>3.90A</b>	<b>3.53A</b>	<b>3.52A</b>	
<b>F Test</b>						
Çeşit		***				
Doz		***				
ÇeşitxDoz		**				

\*\*\*\* istatistiksel olarak sırasıyla 0.01 ve 0.001 düzeyinde önemlidir

Uygulanan potasyum dozları ile kök kuru madde değerleri arasında ise ortalama olarak kontrol dozunda 2.81 g saksı<sup>-1</sup> tespit edilmiş olup artan şekilde uygulanan potasyum dozlarına bağlı olarak biber bitkilerinde 100 mg K kg<sup>-1</sup> potasyum uygulamasıyla % 40 oranında artış sağlanarak kuru madde verimi 3.90 g saksı<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir (Çizelge 3.). Deneme sonuçlarına göre 200 mg K kg<sup>-1</sup> dozunda % 27'lik artışla 3.53 g saksı<sup>-1</sup> ve 50 mg K kg<sup>-1</sup> ile 400 mg K kg<sup>-1</sup> dozlarında da % 25 artış göstererek 3.52 g saksı<sup>-1</sup> kök kuru madde verimi elde edilmiştir. Kacar (2005), yaptığı çalışmada bitkiye uygulanan potasyumun kök kuru madde miktarını artırdığını bildirmiştir ve elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir. Yapılan bir diğer çalışmada Evcı (2002), uygulanan potasyum ile beraber bitkilerde kök kuru madde oranının önemli miktarda arttığını bildirmiştir. Biberin kök gelişimi açısından meydana farklılıklar bitki çeşitleri arasındaki genotip sel farklılığın sebebi olabileceği için potasyum alımındaki farklılıkların belirlenmesi açısından önemli bir parametre olabilir. Yapılan çalışmalarda da araştırmacılar, bitkilerde besin elementi alımında kökün önemli rol oynadığı ve kök morfolojisindeki farklılıklardan dolayı potasyum etkin genotipler tüm kök sistemlerinde K-etkin olmayan genotiplere göre daha fazla kılcak kök



geliştirdiği ve bu kök morfolojisindeki farklılıklardan dolayı bitkiler tarafından daha yüksek K alınımı olabileceğini bildirmişlerdir (Marschner, 1995; Dong ve ark.,1995; Dessougi ve ark., 2002;Rengel ve Damon 2007).



Şekil 4. Sera biber denemesi kök kuru madde verileri

ÇeşitxDoz etkileşimi incelendiğinde kök kuru madde değerleri arasında kontrol dozunda Sivri Demre çeşidinin ( $1.60 \text{ g saksı}^{-1}$ ) en düşük kuru maddeye sahip olduğu görülmüştür. Buna karşın en yüksek kuru madde ağırlığına ise Dolma Punto çeşidinin  $100 \text{ mg K kg}^{-1}$  uygulamasıyla ( $4.81 \text{ g saksı}^{-1}$ ) ilk sırada yer almıştır ( Şekil 4.). Deneme sonuçlarına göre potasyum uygulaması yapılmayan koşullarda çeşitlerin ürettiği kök kuru madde miktarları incelendiğinde  $1.60 \text{ g saksı}^{-1}$  ile Sivri Demre çeşidi en düşük kök kuru madde miktarına sahipken  $3.48 \text{ g saksı}^{-1}$  Çarli safran çeşidi en yüksek kuru madde miktarına sahiptir. Bu sonuçlara göre özellikle potasyum noksan koşullarda çeşitler arasında meydana gelen bu farklılıkların bitkilerin potasyum beslenmesi açısından son derece etkili bir mekanizma olabileceği düşünülmektedir. Konu ile ilgili yapılan birçok çalışmada özellikle potasyumun bitki gelişimi açısından mutlak gerekli bir element olduğu (Marschner 1995), noksanlığında bitki verim parametrelerinin önemli oranlarda düşüş gösterdiği ve uygulanan potasyumun ürün gelişimi ile birlikte verim parametrelerinde de önemli artışlar sağladığı birçok araştırmacı (Osman ve George, 1984; Baghour ve ark., 2001 ve Flores ve ark., (2004) tarafından bildirilmiştir. Potasyum noksanlığında bitkilerin özellikle kuru ağırlıklarında ve yaprak alanlarında

azalma söz konusu olup, bunun sonucu olarak bitki gelişimi ve fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (Güzel ve ark., 2002, Harada ve Leigh, 2006).

#### 4.3. Biber Bitkilerinin Gövde ve Kök Potasyum Konsantrasyonları

Araştırma için kullanılan farklı dört biber çeşidinin, beş farklı dozda ki potasyum (0, 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamaları, gövde ve kökte % K oranları ile ilgili istatistiksel veriler ile Duncan çoklu karşılaştırmalarıyla ilgili veriler Çizelge 4. ve verilere ait grafik Şekil 5.'te verilmiştir.

Deneme sonuçlarına göre; bitkinin gövde ve kök dokularında bulunan potasyum konsantrasyonları istatistiksel olarak incelediğinde çeşitler arasında, uygulanan potasyum dozları ve ÇeşitxDoz etkileşimi arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.001) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4. Biber bitkisinin gövde potasyum konsantrasyonları

<b>K Dozları (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	
<b>ÇEŞİT</b>						<b>ORT.</b>
	%					
<b>Çarli Safran</b>	2.01d-f	2.27b-f	2.34b-f	2.35b-f	3.10a-d	<b>2.41B</b>
<b>Sivri Demre</b>	2.18c-f	2.45b-f	2.61a-f	3.61a	3.61a	<b>2.89A</b>
<b>Dolma Punto</b>	2.87a-e	3.16a-c	1.87ef	2.67a-f	3.35ab	<b>2.78AB</b>
<b>Sivri Mert</b>	1.60f	1.89ef	2.70a-f	3.07a-d	2.53a-f	<b>2.36B</b>
	<b>2.16B</b>	<b>2.44B</b>	<b>2.38B</b>	<b>2.92A</b>	<b>3.15A</b>	
<b>F Test</b>						
Çeşit	**					
Doz	***					
ÇeşitxDoz	**					

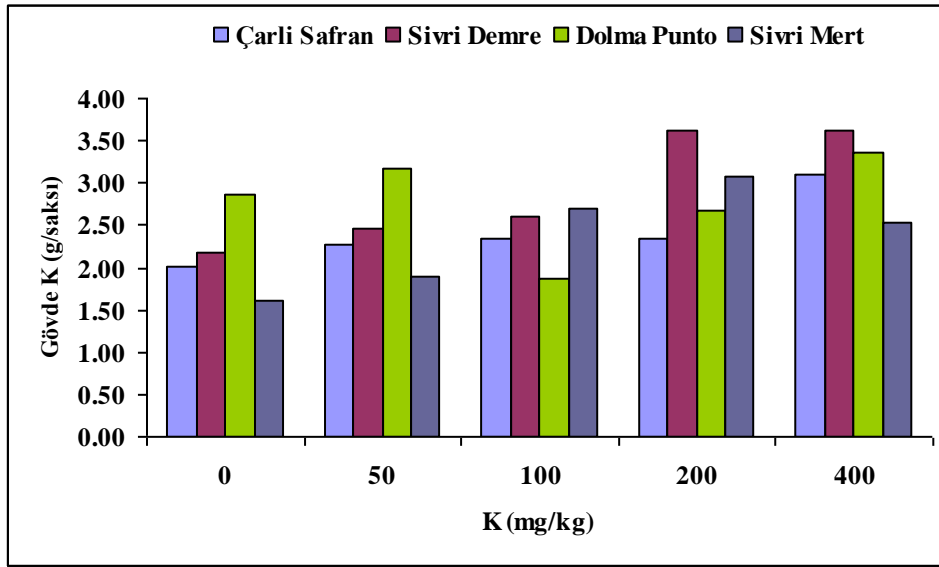
\*\*\*, \*\* istatistiksel olarak 0.001 düzeyinde, 0.01 düzeyinde önemlidir

Biber çeşitlerinin gövde aksamının potasyum konsantrasyonu incelendiğinde; çeşitler arasında gövde de en düşük potasyum konsantrasyonuna % 2.36 ile Sivri Mert ve, en yüksek konsantrasyona ise % 2.89 ile Sivri Demre çeşidinde elde edilmiştir. Diğer çeşitler incelendiğinde Çarli Safran % 2.41 ve Dolma Punto ise % 2.78 potasyum konsantrasyonuna sahiptir.

Potasyum dozlarının biber çeşitleri üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük % 2.16 ile kontrol dozunda elde edilirken potasyum uygulamalarının artırılması ile birlikte

biber bitkilerinde ki potasyum konsantrasyonlarının sırasıyla 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında %2.44, 2.38, 2.92 ve 3.15 olduğu saptanmıştır.

Doz ve Çeşit arasındaki etkileşim ise istatistiksel olarak incelendiğinde en düşük potasyum konsantrasyonu % 1.60 oranıyla kontrol dozundaki Sivri Mert çeşidine ait iken en yüksek konsantrasyon oranı ise % 3.61 ile 200 mg K kg<sup>-1</sup> ve 400 mg K kg<sup>-1</sup> dozlarında Sivri Demre çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir.



Şekil 5. Biber genotiplerinin gövde potasyum konsantrasyonu

Biber çeşitleri kök K<sup>+</sup> konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde; araştırma sonuçları incelendiğinde, istatistiksel analizler sonucunda çeşitler arasında kök dokularındaki potasyum konsantrasyonları bakımından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Biber çeşitleri arasında en düşük potasyum konsantrasyonuna % 0.72 ile Sivri Demre çeşidinde ve en yüksek değere ise % 1.91 oranıyla Çarli Safran çeşidinde elde edilmiş olup diğer ortalamalar bu değerler arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 5.).

Araştırma bulguları potasyum dozları açısından değerlendirildiğinde gövde de ki doğrusal konsantrasyon artışlarının aksine belirgin bir artış gözlenmezken potasyum uygulamalarının bir sonucu olarak bitki kök dokularında potasyum konsantrasyonunda bir miktar artışlar gözlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak p<0.001 önemli bulunmuştur. Potasyum uygulamalarında en düşük % 0.96 ile kontrol dozunda elde edilirken en

yüksek konsantrasyon % 1.14 oranıyla 400 mg K kg<sup>-1</sup> dozunda elde edilmiştir (Çizelge 5.).

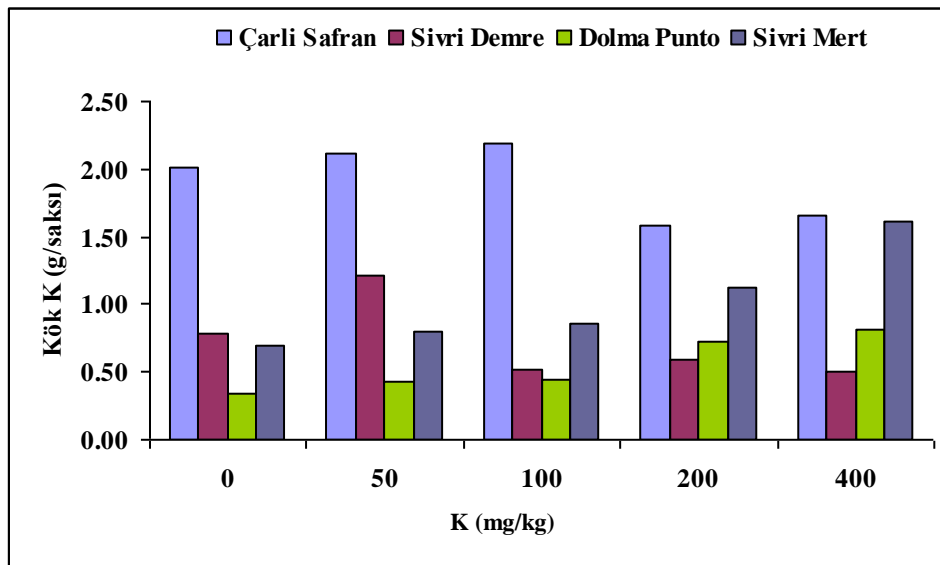
Bitkilerde kök dokularında potasyum konsantrasyonunun dalgalanmalar göstermesi mevcut potasyumun oldukça hareketli bir element olması sebebiyle gövde dokularına taşınmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 5. Biber bitkisinin kök potasyum konsantrasyonları

K Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	400	ORT.
<b>ÇEŞİT</b>						
						%
<b>Çarli Safran</b>	2.01a	2.11a	2.19a	1.58b	1.65b	<b>1.91A</b>
<b>Sivri Demre</b>	0.78de	1.21c	0.52e-h	0.59d-h	0.51f-h	<b>0.72D</b>
<b>Dolma Punto</b>	0.34h	0.43h	0.45gh	0.72d-f	0.81d	<b>0.55C</b>
<b>Sivri Mert</b>	0.70d-g	0.80d	0.86d	1.13c	1.61b	<b>1.02B</b>
	<b>0.96B</b>	<b>1.14A</b>	<b>1.01B</b>	<b>1.01B</b>	<b>1.14A</b>	
F Test						
Çeşit	***					
Doz	***					
ÇeşitxDoz	***					

\*\*\* istatistiksel olarak 0.001 düzeyinde önemlidir

Doz ve çeşit interaksiyonunun açısından durum değerlendirildiğinde ise kök dokularında kontrol dozunda % 0.34 değeriyle Dolma Punto çeşidi en düşük potasyum konsantrasyonuna sahip iken en yüksek potasyum konsantrasyonu % 2.19 oranıyla 100 mg K kg<sup>-1</sup> uygulanan dozda Çarli Safran çeşidinde elde edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 6. Biber genotiplerinin kök potasyum konsantrasyonu

Araştırma sonuçlarına göre tüm çeşitlerde artan potasyum dozu ile birlikte bitki dokularındaki potasyum konsantrasyonu da doğrusal olarak artış göstermiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda da araştırmacılar, uygulanan potasyumla birlikte kök bölgesinde potasyum konsantrasyonunun artırılması ile bitki dokularında da potasyum konsantrasyonuna doğrusal bir biçimde artış gösterdiğini belirtmektedir (Osman ve George, 1984; Hochmuth ve ark., 1988; Baghour ve ark., 2001; Flores ve ark., 2004).

Deneme sonuçları farklı bir açıdan ele alındığında potasyum uygulaması yapılmayan kontrol dozundaki potasyum konsantrasyonları incelendiğinde (Çizelge 4.4 ve 4.5), en düşük konsantrasyon gövde ve kök toplam olarak %2.30 ile Sivri mert çeşidinde, en yüksek ise Çarlı safran çeşidinde % 4.02 elde edilirken, Sivri Demre % 2.96 ve Dolma puntoda da %3.21 olarak elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre biber çeşitlerinin ürettikleri toplam bitki kuru madde miktarları (Çizelge 4.2 ve 4.3) incelendiğinde Sivri mert 17.70 g saksı<sup>-1</sup> toplam kuru madde üretmiş ve Sivri Demre çeşidi 10.86 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretmiştir. Bu bulgular değerlendirildiğinde bitkiler için potasyumun alımı ve bitki içerisinde ki kullanımı son derece önemli olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda da birçok araştırmacı tarafında potasyum etkinliğinin, potasyum kullanım etkinliğine bağlı olduğunu belirtilirken potasyum kullanım etkinliği de bitkinin her birim potasyum için ürettiği kuru madde miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Sattalmacher ve ark., (1994)'de bitkilerde besin elementi etkinliğinin topraklardan kaldırılabilen besin elementi miktarına ve bu alınan elementin bitki içerisindeki kullanımına bağlı olarak verim potansiyelini artırma gücüne dayalı olduğunu belirtilmiştir.

#### **4.4. Biber Çeşitlerinde Gövde ve Kök Tarafından Kaldırılan Potasyum Miktarları**

Araştırma için kullanılan farklı dört biber çeşidinin, beş farklı dozda potasyum (0, 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup>) uygulanmasıyla beraber biber çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarlarının gövde ortalama değerleri (mg K saksı<sup>-1</sup>) ile Duncan çoklu karşılaştırma verileri Çizelge 6.'da ve verilere ait grafik Şekil 7'de verilmiştir. Deneme sonuçları incelendiğinde çeşitler arasında istatistiksel olarak p<0.01, dozlar arasında p<0.001 ve çeşit doz interaksyonu ise p<0.01 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Biber çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları gövde kuru maddesi bakımından karşılaştırıldığında en düşük potasyum alımını 339.6 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Demre sahipken, en yüksek potasyum alımını 463.7 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde ve Sivri mert çeşidinde 412.9 mg K saksı<sup>-1</sup> ve Dolma punto çeşidinde 458.6 mg K saksı<sup>-1</sup> bitkiler tarafından kaldırılan potasyum miktarı olarak tespit edilmiştir.

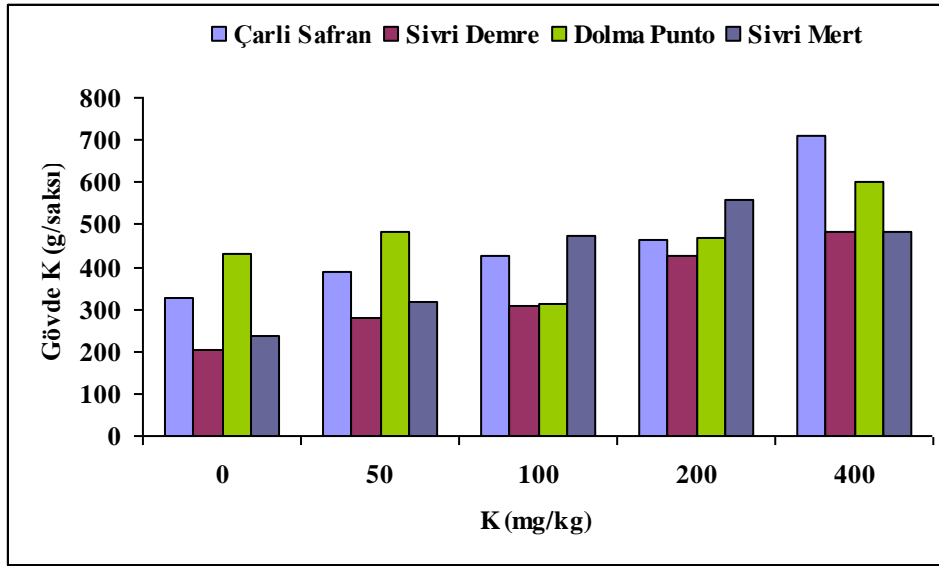
Çizelge 6. Biber genotipleri tarafından kaldırılan potasyum miktarı

K Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	400	
ÇEŞİT						ORT.
	mg K saksı <sup>-1</sup>					
<b>Çarli Safran</b>	328.3d-g	388.7c-g	427.1b-f	463.1b-e	711.4a	<b>463.7A</b>
<b>Sivri Demre</b>	201.8g	278.9e-g	309.0d-g	425.3b-f	483.1b-d	<b>339.6B</b>
<b>Dolma Punto</b>	431.7b-e	480.9b-d	310.9d-g	467.3b-e	602.0ab	<b>458.6A</b>
<b>Sivri Mert</b>	235.6fg	318.0d-g	473.3b-e	556.9a-c	480.8b-d	<b>412.9AB</b>
	<b>299.3C</b>	<b>366.6C</b>	<b>380.1C</b>	<b>478.1B</b>	<b>569.3A</b>	
F Test						
Çeşit	**					
Doz	***					
ÇeşitxDoz	**					

\*\*\*, \*\* istatistiksel olarak 0.001 düzeyinde, 0.01 düzeyinde önemlidir

Potasyum dozları açısından deneme sonuçları incelendiğinde ise kontrol dozunda en düşük 299.3 mg K saksı<sup>-1</sup> ile en düşük ve 569.3 mg K saksı<sup>-1</sup> ile 400 mg kg<sup>-1</sup> dozunda bitki tarafından kaldırılan potasyum olduğu bulunmuştur. Bitkilerde potasyum uygulamasına bağlı olarak kontrole göre % 90'lık önemli bir artış sağlanmıştır.

Çeşit ve potasyum dozlarının gövde kuru madde bakımından etkileşimi incelendiğinde Sivri Demre çeşidinin 201.8 g K saksı<sup>-1</sup> ile kontrol dozunda en düşük, 400 g K saksı<sup>-1</sup> uygulanan potasyum dozunda Çarli Safran çeşidi de en yüksek değer olan 711.4 mg K saksı<sup>-1</sup> potasyum kaldırmış, diğer çeşit ve dozlarda kaldırılan potasyum miktarları bu değerler arasında dağılım göstermiştir.



Şekil 7. Biber çeşitlerinin gövde tarafından kaldırdığı K miktarı

Biber çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları kök kuru maddesi bakımından değerlendirildiğinde en düşük kaldırılan potasyum ortalama olarak 18.05 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Demre, en yüksek ise 72.77 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 7.).Çeşitler arasında kaldırılan potasyum bakımından incelendiğinde istatistiksel olarak (p<0.01) önemli farklılıklar vardır.

Çizelge 7. Potasyum uygulamalarına karşı biber genotiplerinin kök potasyum alımları

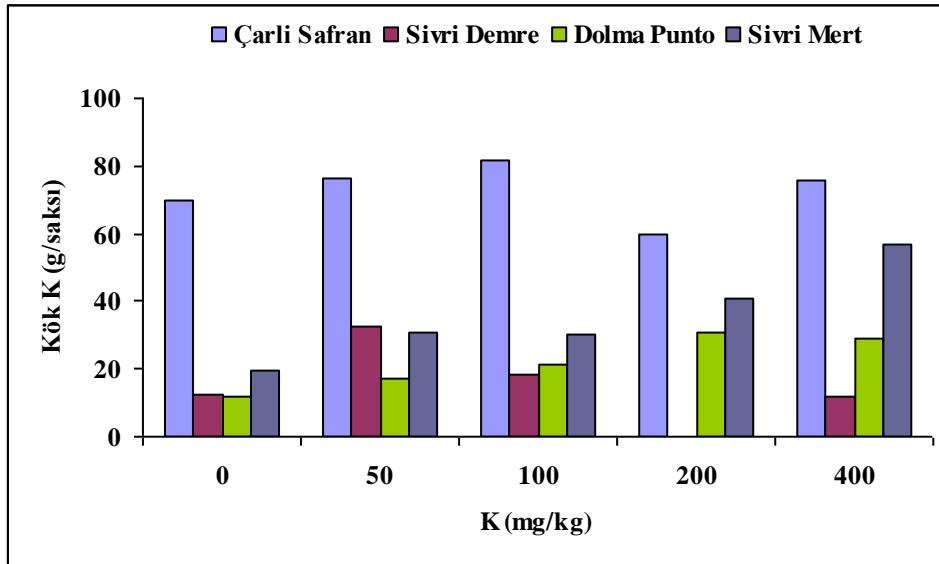
K Dozları(mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	400	
ÇEŞİT	mg K saksı <sup>-1</sup>					ORT.
Çarli Safran	69.94ab	76.60a	81.87a	59.93b	75.52a	<b>72.77A</b>
Sivri Demre	12.51g	32.63cd	18.26d-g	14.88fg	11.96g	<b>18.05C</b>
Dolma Punto	11.65g	17.01e-g	21.05d-g	30.50c-e	28.70c-f	<b>21.78C</b>
Sivri Mert	19.37d-g	30.53c-e	30.07c-e	40.57c	57.06b	<b>35.52B</b>
	<b>28.37C</b>	<b>39.19AB</b>	<b>37.81AB</b>	<b>36.47B</b>	<b>43.31A</b>	
<b>F Test</b>						
Çeşit	**					
Doz	***					
ÇeşitxDoz	**					

\*\*\*, \*\* istatistiksel olarak 0.001 düzeyinde, 0.01düzeyinde önemlidir

Potasyum dozlarının bitkiler tarafından kaldırılan potasyuma etkileri incelendiğinde kök tarafından kaldırılan potasyum kontrol dozunda en düşük 28.37 mg K saksı<sup>-1</sup>, buna karşın 400 mg kg<sup>-1</sup> potasyum uygulaması sonucu % 50 oranında artış

sağlanarak 43.31 mg K saksı<sup>-1</sup> ile en yüksek bulunmuştur. Bitkilere uygulanan potasyumun bir sonucu olarak dozun artırılması ile birlikte bitkiler tarafından kaldırılan potasyum miktarı da doğrusal olarak artış göstermiştir.

Çeşit ve potasyum dozlarının interaksyonu incelendiğinde incelendiğinde Dolma Punto çeşidinin 11.65 mg K saksı<sup>-1</sup> miktarıyla kontrol dozunda en düşük ve 100 mg K saksı<sup>-1</sup> uygulanan potasyum dozunda 81.87 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde en yüksek potasyum bitkiler tarafından kaldırılmış olup diğer değerler bu değerlerin arasında dağılım göstermiştir. (Çizelge 7).



Şekil 8. Biber çeşitlerinin kök tarafından kaldırılan K miktarları

#### 4.5. Biber Çeşitleri Tarafından Kaldırılan Toplam Potasyum Miktarı

Araştırma sonuçlarına göre biber çeşitlerin gövde ve kök tarafından toplam kaldırdığı potasyum miktarları incelendiğinde çeşitler arasında  $p < 0.01$ , potasyum dozları  $p < 0.001$  ve çeşitxdoz interaksyonu  $p < 0.01$  düzeyinde önemli istatistiksel farklar tespit edilmiştir.

Çeşitler açısından durum değerlendirildiğinde biber çeşitlerinde en düşük kaldırılan potasyum 357.6 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Demre çeşidinde, en yüksek ise 536.5 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde elde etmiş ve (Çizelge 8). Bu çeşitleri 448.4 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Mert ve 480.3 ile Dolma Punto takip etmiştir. Çeşitler arasında potasyum alım ve kullanımları arasında farklılıklar olduğu görülmüştür.

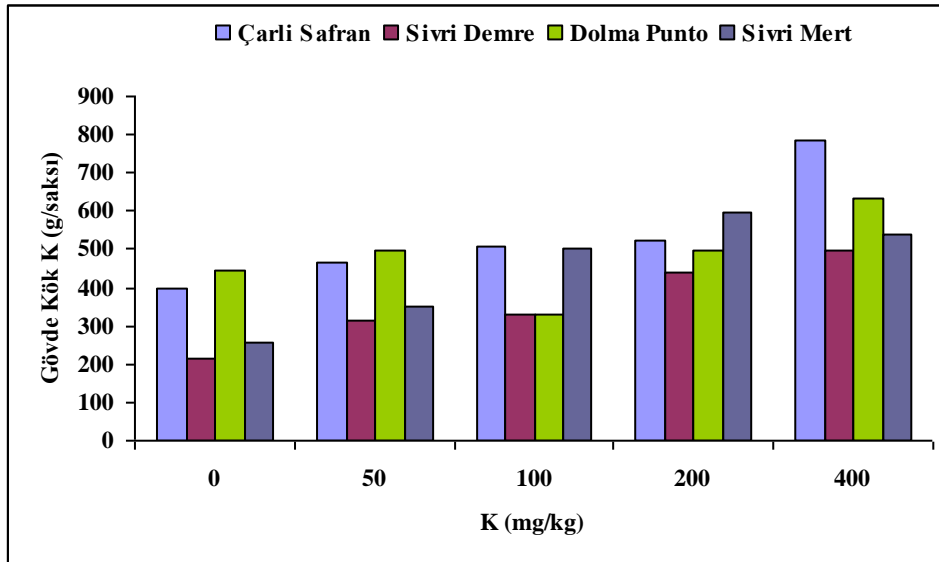


Çizelge 8. Biber genotipleri tarafından toplam kaldırılan potasyum miktarı

K Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )	0	50	100	200	400	
ÇEŞİT						ORT.
	<b>mg saksı<sup>-1</sup></b>					
<b>Çarli Safran</b>	398.4c-g	465.2b-e	509.1b-d	523.0b-d	786.8a	<b>536.5A</b>
<b>Sivri Demre</b>	214.3g	311.5e-g	327.2d-g	440.1b-f	495.0b-e	<b>357.6C</b>
<b>Dolma Punto</b>	443.3b-f	497.9b-e	331.9d-g	497.9b-e	630.6ab	<b>480.3AB</b>
<b>Sivri Mert</b>	254.9fg	348.5c-g	503.4b-e	597.4b	537.8bc	<b>448.4B</b>
	<b>327.7D</b>	<b>405.8CD</b>	<b>417.9C</b>	<b>514.6B</b>	<b>612.5A</b>	
<b>F Test</b>						
Çeşit	**					
Doz	***					
ÇeşitxDoz	**					

\*\*\*, \*\* istatistiksel olarak 0.001 düzeyinde, 0.01 düzeyinde önemlidir

Biber çeşitleri tarafından kaldırılan potasyum miktarı üzerine potasyum dozlarının etkisi incelendiğinde, bitkiler tarafından kontrol dozunda en düşük 327.7 mg K saksı<sup>-1</sup> ve 400 mg kg<sup>-1</sup> potasyum dozunda, kontrole göre % 90'lık önemli bir artış göstererek 612.5 mg K saksı<sup>-1</sup> potasyum kaldırılmıştır.



Şekil 9. Biber çeşitlerinin kök ve gövde tarafından kaldırılan K miktarları

Deneme sonuçları, çeşitxdoz interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise Sivri Demre çeşidi 214.3 mg K saksı<sup>-1</sup> ile kontrol dozunda en düşük ve buna karşın en yüksek kaldırılan potasyum ise Çarli Safran çeşidinde 400 mg K saksı<sup>-1</sup> uygulanan potasyum

dozunda 786.8 mg K saksı<sup>-1</sup> ile elde edilmiş olup diğer değerler bu aralıklarda dağılım göstermektedirler (Çizelge 8).

Topraklara uygulanan potasyum dozundaki artışla birlikte kaldırılan potasyum da artması, gerek bitki kuru madde miktarlarındaki artış, gerekse bitki dokularının potasyum konsantrasyonundaki artış gibi dağılım göstererek, bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak çeşitler kendi aralarında değerlendirilerek karşılaştırıldıklarında, çeşitler arasında potasyum alımları ve kuru madde üretimleri arasında önemli farklılıklar ( $p < 0.001$ ) bulunması dikkat çekicidir. Konu ile ilgili daha önce yapılan birçok çalışmada çeşitler arasında potasyum alımları ve potasyum kullanım etkinlikleri açısından değerlendirildiğinde önemli farklılıkların olması bu çeşitlerin potasyum kullanım etkinliklerinin farklı olmasından ileri gelmektedir. Birçok araştırmacı tarafından biber bitkisinin potasyum noksanlığı altında potasyum kullanım etkinliklerinin farklı olduğunu bildirmişlerdir (Ashraf ,1997; Evcı 2002).

#### **4.6. Biber Çeşitlerinin Farklı Potasyum Uygulamaları, Topraktan Kaldırdıkları Potasyum Miktarları ve Biber Çeşitlerinin Potasyum Kullanım Etkinlikleri**

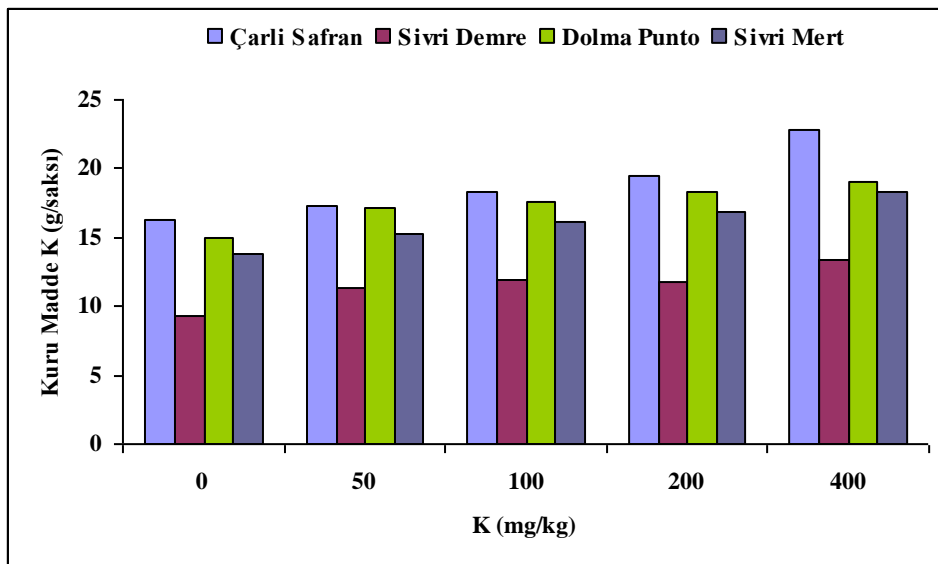
Araştırma sonuçlarına göre biber çeşitlerinin potasyum kullanım etkinlikleri incelendiğinde kontrol dozuyla karşılaştırıldığında 400 mg kg<sup>-1</sup> potasyum uygulamasında gerek bitki kuru madde miktarları gerekse bitki tarafından kaldırılan potasyum açısından değerlendirildiğinde önemli bir artış göstermektedir. Bu artıştan dolayı bitkilerin potasyuma karşı göstermiş olduğu etkinliğe göre gruplandırılarak etkinlik sınıflandırılması, 0-400 mg kg<sup>-1</sup> uygulamaları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 9. Biber genotiplerinde potasyum etkinliği

<b>K Dozları(mg saksı<sup>-1</sup>)</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>Etkinlik (%)</b>
<b>ÇEŞİT</b>						
			<b>g saksı<sup>-1</sup></b>			
<b>Çarli Safran</b>	<b>16.24</b>	17.33	18.33	19.52	<b>22.85</b>	<b>71.09</b>
<b>Sivri Demre</b>	<b>9.26</b>	11.40	11.89	11.76	<b>13.37</b>	<b>69.28</b>
<b>Dolma Punto</b>	<b>15.04</b>	17.09	17.52	18.34	<b>19.09</b>	<b>83.65</b>
<b>Sivri Mert</b>	<b>13.87</b>	15.26	16.09	16.79	<b>18.32</b>	<b>78.19</b>

Yürütülen sera çalışmasında özellikle çeşitler arasında potasyum kullanımları açısından istatistiksel olarak da önemli farklılıklar ( $p < 0.001$ ) belirlenmiştir. Çeşitler potasyum etkinliği açısından değerlendirildiğinde, Çarli Safran çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak  $16.24 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken, uygulanan potasyuma karşı tepki göstererek potasyumun  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  dozuna artırılması ile % 41 artış göstererek  $22.85 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Sivri Demre çeşidi kontrol dozunda  $9.26 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  dozunda % 45 artışla  $13.37 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiştir. Dolma Punto çeşidi ise kontrol dozunda  $15.04 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretmiş buna karşın  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  potasyum uygulamasıyla beraber kuru madde ağırlığını % 30 artırarak  $19.09 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde elde edilmiştir. Sivri mert çeşidinde kontrol dozunda  $13.87 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru maddeye ulaşılırken uygulanan  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  potasyum ile beraber % 35 artışla  $18.32 \text{ g kg}^{-1}$  kuru madde tespit edilmiştir.

Biber çeşitlerinin Damond ve ark., (2007) belirttiği düşük kuru madde veriminin yüksek kuru madde verimine oranı olarak ifade ettiği potasyum kullanım etkinliğine göre sınıflandırıldığında Dolma Punto ve Sivri Mert çeşidinin etkin ve duyarlı, Çarli Safran çeşidinin etkin ve duyarsız, Sivri Demre çeşidinin de etkin olmayan duyarlı çeşitler olduğu belirlenmiştir. Biber çeşitleri arasında potasyum kullanımları ve etkinlikleri bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir.



Şekil 10. Biber bitkisi kuru madde verimleri

Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada Nawaz, Ranjha ve Arshad (2006) düşük ve yüksek potasyum koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerinin bitki ağırlıkları kök ve

gövde ağırlıkları, besin elementi alımı ve kullanımı açısından önemli farklılıklar gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bu nedenle gübreleme programında bitkilerin duyarlılıklarının farklı olacağı dikkate alınmalıdır (Yang ve ark., 2003; Makhdum ve ark., 2007; Minjian ve ark., 2007). Potasyum alımındaki bu farklılıklarda kök morfolojisinde ki değişmeler ve kök yapısı etkili olabilir, mısır, domates, çavdar otu ve soğan ile patates denemelerinde kök yüzey alanı, kök tüylerinin toprak içerisinde uzantı göstermesi ile potasyum alımında artışlar sağladığı bilinmektedir (Jungk, 2001). Tüm ürünler düşük  $K^+$  kaynağında kök uzunluğunu artırarak kök yüzey alanını birkaç kat arttırabilirler ve bazı bitki türleri potasyumun toprakta yayılabilirliğini düşük olduğu durumlarda dahi potasyumun alımını arttırabilmektedir (Jia ve ark., 2008). Bitki türleri arasında ve hatta aynı türün genotipleri arasında  $K^+$ 'ın etkinliği ve kullanımı açısından farklılıklar olmakta ve bu farklılıklar bitkisel üretimde ve potasyum uygulaması yapılacağı zaman dikkate alınması, verim ve kalite açısından yarar sağlayacaktır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

“ Sera Koşullarında Potasyum Uygulamalarının Farklı Biber Genotiplerinin Gelişimi Üzerine Etkisi ve Bitkilerde Potasyum Etkinliğinin Belirlenmesi” adı altında yürütülen tez çalışmasında elde edilen sonuçları şu şekilde özetlemek mümkündür;

Potasyum noksanlığında, biber bitkisinin gelişiminin asgari düzeyde yavaşladığı, büyümenin geciktiği, yaprakların küçüldüğü ve bronz renk aldığı gözlenmiştir. Damarların yakınlarında nekrotik kahverengi lekeler oluştuğu ve bazen de yaprakların kıvrıldığı ve kuruduğu tespit edilmiştir.

Potasyum eksikliğinde biber çeşitleri arasında semptomların ortaya çıkış zamanı ve şiddeti birbirinden farklı olmaktadır. Deneme sonuçlarına göre, özellikle yetersiz potasyum koşullarında yetiştirilen bitkilere potasyum uygulanması ile birlikte bitkilerin kuru madde verimleri, potasyum içerikleri ve topraktan kaldırdıkları potasyum miktarında önemli oranda artış gözlenmiştir. Yetersiz potasyum koşullarında ve potasyum uygulanmayan koşullarda özellikle bitkiler kuru madde açısından gelişim göstermezken, potasyum uygulamaları ile birlikte önemli oranda artan kuru madde verimi elde edilmiştir.

Çeşitler arasında kuru madde miktarları incelendiğinde; gövde de en düşük kuru madde verimi Sivri Demre (11.54 g saksı<sup>-1</sup>) çeşidinde ve en yüksek kuru madde verimi ise Çarlı Safran (18.86 g saksı<sup>-1</sup>) çeşidinde tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasına göre K<sup>+</sup> ile sağlanan kuru madde verim artışının ortalama % 60 olduğu bulunmuştur. Çeşitler arasında bitkilerin kök kuru maddeleri incelendiğinde ise Sivri Demre çeşidi 2.53 g saksı<sup>-1</sup> ile en düşük kuru madde verimine sahipken, Dolma Punto 3.99 g saksı<sup>-1</sup> ile en yüksek kuru madde verimine sahip olduğu belirlenmiştir. Artan potasyum uygulamasıyla beraber doğrusal olarak bitki kuru madde verimi artış göstermiştir.

Dozlar arasında kuru madde miktarları ele alınacak olursa; potasyum uygulaması yapılmayan kontrol dozunda ki biber çeşitlerinde ortalama 13.87 g saksı<sup>-1</sup> en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir. Potasyum dozlarının artırılmasıyla birlikte sırasıyla 15.26, 16.09, 16.79 ve 18.32 g saksı<sup>-1</sup> olacak şekilde kuru madde miktarları artmıştır. Potasyumun 400 mg K kg<sup>-1</sup> uygulamasında kontrol dozuna göre % 32 artış sağlanarak, en yüksek kuru madde verimi (18.32 g saksı<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Potasyum dozları ile kök kuru madde değerleri arasında ise ortalama olarak kontrol dozunda 2.81 g saksı<sup>-1</sup> tespit edilmiştir. Artan şekilde uygulanan potasyum dozlarına bağlı olarak biber bitkilerinde

100 mg K kg<sup>-1</sup> potasyum uygulamasıyla % 40 oranında artış sağlanarak kuru madde verimi 3.90 g saksı<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre 200 mg K kg<sup>-1</sup> dozunda % 27'lik artışla 3.53 g saksı<sup>-1</sup> ve 50 mg K kg<sup>-1</sup> ile 400 mg K kg<sup>-1</sup> dozlarında da % 25 artış göstererek 3.52 g saksı<sup>-1</sup> kök kuru madde verimi elde edilmiştir.

Çeşit x Doz etkileşimi açısından; gövde kuru madde miktarı değerlendirildiğinde biber çeşitlerinin kuru madde miktarları 9.26 g saksı<sup>-1</sup> ile 22.85 g saksı<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Sivri Demre çeşidi kontrol uygulamasında 9.26 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretirken Çarli safran çeşidi 16.24 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretmiştir ve potasyum uygulanmayan koşullarda biber çeşitleri arasında kuru madde üretimleri bakımından farklılıklar olmasına rağmen, istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilememiştir. kök kuru madde değerleri arasında kontrol dozunda Sivri Demre çeşidinin (1.60 g saksı<sup>-1</sup>) en düşük kuru maddeye sahip olduğu görülmüştür. Buna karşın en yüksek kuru madde ağırlığına ise Dolma Punto çeşidinin 100 mg K kg<sup>-1</sup> uygulamasıyla (4.81 g saksı<sup>-1</sup>) ilk sırada yer almıştır. Deneme sonuçlarına göre potasyum uygulaması yapılmayan koşullarda çeşitlerin ürettiği kök kuru madde miktarları incelendiğinde 1.60 g saksı<sup>-1</sup> Sivri Demre çeşidi en düşük kök kuru madde miktarına sahipken 3.48 g saksı<sup>-1</sup> Çarli safran çeşidi en yüksek kuru madde miktarına sahiptir.

Deneme sonuçlarına göre; bitkinin gövde ve kök dokularında bulunan potasyum konsantrasyonlarına bakıldığında çeşitler arasında gövde konsantrasyonlarında en düşük potasyum konsantrasyonuna % 2.36 ile Sivri Mert iken en yüksek konsantrasyona ise % 2.89 ile Sivri Demre çeşidinde rastlanmıştır. Çeşitler arasında kök dokularındaki potasyum konsantrasyonları bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Biber çeşitleri arasında en düşük potasyum konsantrasyonuna % 0.72 ile Sivri Demre çeşidinde, en yüksek değere ise % 1.91 oranıyla Çarli Safran çeşidinde elde edilmiş olup diğer ortalamalar bu değerler arasında dağılım göstermiştir.

Potasyum dozları açısından değerlendirildiğinde gövde de ki K<sup>+</sup> konsantrasyonu en düşük % 2.16 ile kontrol dozunda elde edilirken potasyum uygulamalarının artırılması ile birlikte biber bitkilerinde ki potasyum konsantrasyonlarının sırasıyla 50, 100, 200 ve 400 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında %2.44, 2.38, 2.92 ve 3.15 olduğu saptanmıştır. Biber çeşitleri kök K<sup>+</sup> konsantrasyonları açısından değerlendirildiğinde ise en düşük % 0.96 ile kontrol dozunda elde edilirken en yüksek konsantrasyon % 1.14 oranıyla 400 mg K kg<sup>-1</sup> dozunda elde edilmiştir.

Doz ve Çeşit arasındaki etkileşime bakacak olursak en düşük potasyum konsantrasyonu % 1.60 oranıyla kontrol dozundaki Sivri Mert çeşidine aitken, en yüksek konsantrasyon oranı ise % 3.61 ile 200 mg K kg<sup>-1</sup> ve 400 mg K kg<sup>-1</sup> dozlarında Sivri Demre çeşidinde tespit edilirken diğer sonuçlar bu değerler arasında dağılım göstermiştir. Kök dokularında kontrol dozunda % 0.34 değeriyle Dolma Punto çeşidi en düşük potasyum konsantrasyonuna sahip iken, en yüksek potasyum konsantrasyonu % 2.19 oranıyla 100 mg K kg<sup>-1</sup> uygulanan dozda Çarli Safran çeşidinde elde edilmiştir.

Biber çeşitlerinin topraktan kaldırdıkları potasyum miktarları gövde kuru maddesi bakımından karşılaştırıldığında en düşük potasyum alımını 339.6 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Demre sahipken, en yüksek potasyum alımını 463.7 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidindedir. Topraktan kaldırılan potasyum miktarları kök kuru maddesi bakımından değerlendirildiğinde ise en düşük kaldırılan potasyum ortalama olarak 18.05 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Demre, en yüksek ise 72.77 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde elde edilmiştir.

Potasyum dozları açısından deneme sonuçları incelendiğinde ise kontrol dozunda en düşük 299.3 mg K saksı<sup>-1</sup> il en düşük ve 569.3 mg K saksı<sup>-1</sup> ile 400 mg kg<sup>-1</sup> dozunda bitki tarafından kaldırılan potasyum olduğu bulunmuştur. Bitkilerde potasyum uygulamasına bağlı olarak kontrole göre % 90'lık önemli bir artış sağlanmıştır. Kök tarafından kaldırılan potasyum, kontrol dozunda en düşük 28.37 mg K saksı<sup>-1</sup>, buna karşın 400 mg kg<sup>-1</sup> potasyum uygulaması sonucu % 50 oranında artış sağlanarak 43.31 mg K saksı<sup>-1</sup> ile en yüksek bulunmuştur. Dozun artırılması ile birlikte bitkiler tarafından kaldırılan potasyum miktarı da doğrusal olarak artış göstermiştir.

Çeşit ve potasyum dozlarının gövde kuru madde bakımından etkileşimi incelendiğinde Sivri Demre çeşidinin 201.8 g K saksı<sup>-1</sup> ile kontrol dozunda en düşük, 400 g K saksı<sup>-1</sup> uygulanan potasyum dozunda Çarli Safran çeşidi de en yüksek değer olan 711.4 mg K saksı<sup>-1</sup> potasyum kaldırmıştır. Çeşit ve potasyum dozlarının kök bölgesindeki interaksiyonu incelendiğinde Dolma Punto çeşidinin 11.65 mg K saksı<sup>-1</sup> miktarıyla kontrol dozunda en düşük ve 100 mg K saksı<sup>-1</sup> uygulanan potasyum dozunda 81.87 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde en yüksek potasyum bitkiler tarafından kaldırılmış olup diğer değerler bu değerlerin arasında dağılım göstermiştir.

Biber çeşitleri tarafından kaldırılan toplam potasyum miktarı üzerine biber çeşitlerinde en düşük kaldırılan potasyum 357.6 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Sivri Demre çeşidinde, en yüksek ise 536.5 mg K saksı<sup>-1</sup> ile Çarli Safran çeşidinde elde edilmiş olup, potasyum

dozlarının etkisi incelendiğinde, bitkiler tarafından kontrol dozunda en düşük 327.7 mg K saksı<sup>-1</sup> ve 400 mg kg<sup>-1</sup> potasyum dozunda, kontrole göre % 90'lık önemli bir artış oranıyla 612.5 mg K saksı<sup>-1</sup> potasyum kaldırılmıştır. Çeşit x Doz interaksyonu bakımından incelendiğinde ise Sivri Demre çeşidi 214.3 mg K saksı<sup>-1</sup> ile kontrol dozunda en düşük ve buna karşın en yüksek kaldırılan potasyum ise Çarlı Safran çeşidinde 400 mg K saksı<sup>-1</sup> uygulanan potasyum dozunda 786.8 mg K saksı<sup>-1</sup> ile elde edilmiş olup diğer değerler bu aralıklarda dağılım göstermektedirler.

Çeşitler potasyum etkinliği açısından değerlendirildiğinde, Çarlı Safran çeşidi kontrol dozunda ortalama olarak 16.24 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretirken, uygulanan potasyuma karşı tepki göstererek potasyumun 400 mg kg<sup>-1</sup> dozuna artırılması ile % 71 artış göstererek 22.85 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretmiştir. Sivri Demre çeşidi kontrol dozunda 9.26 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretirken 400 mg kg<sup>-1</sup> dozunda % 69 artışla 13.37 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretmiştir. Dolma Punto çeşidi kontrol dozunda 15.04 g saksı<sup>-1</sup> kuru maddeye sahipken artan potasyum dozuyla (400 mg saksı<sup>-1</sup>) beraber 19.09 g saksı<sup>-1</sup> ulaşmış ve bu artış % 84 olmuştur. Sivri mert çeşidi de kontrol dozunda 13.37 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde üretmesine karşın 400 mg saksı<sup>-1</sup> 18.32 g saksı<sup>-1</sup> ulaşmış ve % 78 oranında bir artış göstermiştir. Dolma Punto ve Sivri Mert çeşidi etkinlik derecesindeki sınıflandırmaya göre etkin ve duyarlı (IV), Çarlı Safran ve Sivri Demre çeşitleri ise etkin ve duyarsız (II) olarak sınıflandırmaya girmektedirler.

Düşük ve yüksek potasyum koşullarında yetiştirilen biber çeşitlerinin bitki ağırlıkları, besin elementi alımı ve kullanımı açısından önemli farklılıklar göstermişlerdir. Bu nedenle gübreleme programında yetiştirilecek olan bitki çeşitlerinin de toprakların adsorpsiyon güçlerinin yanı sıra genotipik farklılıklardan dolayı potasyuma karşı olan duyarlılıklarının da farklı olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Elde edilen sonuçlar neticesinde;

Bitki işlevleri, verim ve kalite üzerine gübrelemenin etkisi göz ardı edilemeyecek bir gerçektir. Toprak analiz sonuçları dikkate alınarak uygulanacak doğru gübreleme programı şüphesiz elde edilecek ürünün verim ve kalitesini artıracak, doğru ve ekonomik üretim yapılmasını sağlayacaktır.

Benzer çalışmaların tarla koşullarında da test edilmesi ve ayrıca denemelerin meyve oluşumuna kadar devam ettirilmesi ve meyvede K<sup>+</sup> birikiminin de izlenmesi yararlı olacaktır.



Potasyum noksanlığına dayanıklı biber çeşitlerinin seçimi için ıslahçılarla birlikte yapılacak denemelerde  $K^+$  noksanlığına dayanıklılıkta önemli olan genetik karakterler belirlenebilir.

Uygulanacak olan potasyumlu gübre miktarının, toprak yapısı ve bitki çeşidi göz önüne alınarak yapılması, çevre ekonomisi ve mevcut rezervlerin korunması açısından önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

- Adams, F., 1971. Soil solution. In: Carson EW, ed. The plant root and its environment. Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 441–481.
- Aktaş, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayın no:142, Ders Kitabı:4
- Almeselmani M., R. C. Pant, and Bhupinder Singh Govind Ballabh Potassium Level and Physiological Response and Fruit Quality in Hydroponically Grown Tomato 2010. International Journal of Vegetable Science, 16:85–99
- Alonso Rodriguez-Navarro and Francisco Rubio, 2006. High-affinity potassium and sodium transport systems in plants Journal of Experimental Botany, Vol. 57, No. 5, pp. 1149–1160.
- Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A., 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1514, Ders Kitabı, 467, Ankara.
- Anonim, 2004. <http://www.die.gov.tr>
- Anonim, 2004. <http://www.dtm.gov.tr>
- Anonim, 2007. <http://www.fao.org>
- Ashraf, M., Z.U. Zafar and T.M. Ansari., 1997. Accumulation of some essential nutrients by lentil (*Lens culinaris*) plants at low potassium regimes. *Arid Soil Res. Rehabil.*, 11: 95-103.
- Ashley, MK., Grant, M., Grabov, A. Plant response to potassium deficiencies: a role for potassium transport proteins. *JExpBot*2006; 57: 425–36.
- Aybak H., Biber Yetiştiriciliği Hasad Yayınları 2002.
- Baghour, M. E. Sánchez, J. M. Ruiz, and L. Romero, 2001. Metabolism and efficiency of phosphorus utilization during senescence in pepper plants: Response to nitrogenous and potassium fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 24(11): 1731-1743.
- Bouyocous, G.J., 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-437.
- Bremner, J.M., 1965. *Total nitrogen*. In. C.A. Black et al (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. Agronomy 9:1149-1178. Am. Soc .of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.

- Brohi, A. R., Aydeniz, A., Karaman, M. R., Erşahin, S., 1994. Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Ünv. Ziraat Fak. Yay.:4 s:105-106 Tokat.
- Cakmak, I., 1997. Role of Potassium in protection of higher plants against photooxidative damage. In: Proc. Regional Workshop of the International
- Cakmak, I., 2005 The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2005, 168, 521–530
- Cherel, I., 2004. Regulation of K<sup>+</sup> channel activities in plants: from physiological to molecular aspects. *Journal of Experimental Botany*, 55:396, 337-351.
- Cox A. E., B. C. Joern, S. M. Brouder, and D. Gao., 1999. Plant-Available Potassium Assessment with a Modified Sodium Tetraphenylboron Method *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:902–911
- Çağlar, K. Ö., 1958. Toprak Bilgisi. A. Ü. Yayınları No: 10, Ankara
- Damon, P., Osborne, L., Rengel, Z., 2007. Canola genotypes differ in potassium efficiency during vegetative growth. [Euphytica](#), Volume 156, pp. 387-397(11)
- Damon, P.M., 2007. Wheat genotypes differ in potassium efficiency during vegetative growth. *Euphytica*, 156: 387-397.
- Dong, H, W. Tang, Z. Li and D. Zhang., 2004. On potassium deficiency in cotton – disorder, cause and tissue diagnosis. *Agric. Consp. Sci.*, 69: 77-85.
- Eroğlu, H. ve Usta, S., 2003. Alüviyal Bir Toprakta Amonyum - Potasyum Fiksasyon ilişkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9 (1) 43-50
- Evcı, Y., 2002 Farklı Potasyum dozlarının Serada Yetiştirilen Domateste Verim ve Kaliteye Etkileri Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Isparta-2002.
- Fageria, N.K., Barbosa MP, da Costa JGC., 2001. Potassium-use efficiency in common bean genotypes. *J Plant Nutr* 24:1937–1945
- Fernando, M., Kulpa, J., Siddiqi MY, Glass ADM., 1990. Potassium dependent changes in the expression of membrane-associated proteins in barley roots. 1. Correlations with K<sup>+</sup>(<sup>86</sup>Rb<sup>+</sup>) influx and root K<sup>+</sup> concentration. *Plant Physiology* 92, 1128–1132.
- Flores P., Josefa M Navarro, Consuelo Garrido, Jose S Rubio, Vicente Martínez 2004. Influence of Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> fertilisation on nutritional quality of pepper. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Volume 84 Issue 6, pages 569–574, 30 April 2004.

- Flowers, T. J. And A. Lauchli, 1983. Sodium versus potassium: Substitution and compartmentation. P. 651-681. In: inorganic Plant Nutrition, Encycl. Plant Physiol. New Series. Vol 15B (A. Lauchli and R. L. Bielski, eds) Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Grabov, A. Plant KT/KUP/HAK Potassium Transporters: Single Family – Multiple Functions  
Annals of Botany 99: 1035–1041, 2007
- George, M.S., Lu G, Zhou W., 2002. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Field Crops Res* 77: 7–15
- Gerloff, G.C., 1977. Plant Efficiencies in The Use of N, P ve K. In *Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils*. Ed. M. J. Wright. pp. 161-174.
- Gill, M.A., M.A. Tahir, Rahmatullah and A. Yousaf, 2005. Genotypic variation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under adequate and K deficiency stress in hydroponics culture. *Pak. J. Agri. Sci.*, 42 (1-2): 22-26.
- Gierth, M. and P. Maser, 2007. Potassium transporters in plants–Involvement in K<sup>+</sup> acquisition, redistribution and homeostasis. *FEBS Letters* 581 (2007) 2348–2356
- Gonzalez-Scilia, E., 1993. *El cultivo de los agrios*. INIA, Madrid, 805.
- Grewal, J.S. and Singh, S.N., 1980. Effect of potassium nutrition on frostdamage and yield of potato plants on alluvial soils of Punjab (India). *Plant and Soil* 57: 105 – 110
- Guohua Xu ; Shmuel Wolf ; Uzi Kafkafi, 2002. Ammonium On Potassium Interaction in Sweet Pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 25(4), 719–734 (2002).
- Günay, A., 2005. *Sebze Yetiştiriciliği*. Cilt II, İzmir, Ankara, 351s.
- Güngör, H., N. Gülmezoğlu, Z. Budak, 2005. Tarımsal Üretimde Potasyumun Yeri ve Eskişehir’de Potasyum Üzerine Yapılan Çalışmalar. *Tarımda Potasyum yeri ve önemi Çalıştayı* s:109-114 3-4 Ekim, Eskişehir
- Guzel, N., Gulut, Y. K., Büyük, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayınları No:246 Ders Kitapları Yayın No: A-80 s: 654 Adana.
- Hakerlerler, H., Oktay, M., Eryüce, N., Yagmur, B., 1997. Effect of potassium sources on the chilling tolerance of some vegetable seedlings grown in hotbeds, in Johnston, A. E.: *Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization*. International Potash Institute, Basel, pp. 317–327.

- Harada, H. and R.A. Leigh., 2006. Genetic mapping of natural variation in potassium concentrations in shoots of *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany*, 57:4, 953–960.
- Hedge J.A. ve J.H. Muir, 1997. Corn Response to Phosphorus and Potassium Fertilization at Different Soil-Test Levels
- Hochmuth, G. J., K. D. Shuler., P. R. Gilreath, and R. L. Mitchel, 1988. Field testing of revised Mehlich-I predicted potassium fertilizer recommendations for mulched pepper. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.* 47: 30-35.
- Hogh-Jensen, H., Pedersen, M.B., 2003. Morphological plasticity by crop plants and their potassium use efficiency. *J Plant Nutr* 26: 969–984
- IBPGR, 1983. Genetic resources of Capsicum. IBPGR Secretariat Rome, s49
- Jester W., Taylor B., ve Reyes L., 2004. Preplant and Fertigation Potassium and Calcium Influence Bell Pepper Yield, Quality and Blossom End Rot Horticultural Science, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA Douglas Sanders, Horticultural Science, Box 7609 NCSU, Raleigh, NC 27695
- Jia Y., Xiao-e Yang, Ying Feng, and Ghulam Jilani Differential response of root morphology to potassium deficient stress among rice genotypes varying in potassium efficiency. *Zhejiang Univ Sci B.* 9(5): 427–434.
- Jungk, A., 2001. Root hairs and the acquisition of plant nutrients from soil. *J Plant Nutr Soil Sci* 164: 121–129
- Kacar, B. ve A. V. Katkat, 1988. Bitki Besleme . Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayın No: 127. Vipaş Yayınları 3. Özsan Matbaası, Bursa. s: 595.
- Kacar, B., Katkat, A. V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No. 127. Bursa
- Kacar, 2005. Potasyumun Bitkilerde İşlevleri ve Kalite Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi 50. Yıl Kampüs Dışı Etkinlikleri, Eskişehir.
- Kacar, B., Katkat, A. V., 2007. Bitki Besleme. Genişletilmiş ve Güncellenmiş 3. Baskı, sayfa: 299-340, Ankara.
- Kant, S., Kafkafi, U., 2002. Potassium and Abiotic Stresses in Plants. The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, Rehovot, Israel.

- Knudsen D., G. A. Peterson and P. F. Pratt, 1982. Lithium, Sodium and Potassium. In Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy 9. P:225-246. ASA. SSSA Publication. Madisan. WI. USA.
- Kodur, S., Tisdall, J.M., Tang, C., Walker, R.R., 2010. Accumulation of potassium in grapevine rootstocks (*Vitis*) as affected by dry matter partitioning, root traits and transpiration. Australian Journal of Grape and Wine Research, Volume 16, Number 2, pp. 273-282(10).
- Krauss, A., 2000. Potassium integral part for sustained soil fertility fertilization effect on soil and crops. IPI Workshop on Potassium and Phosphorus, Lithuania. [www.ipipotash.org/presentn/ppfesc.html#09](http://www.ipipotash.org/presentn/ppfesc.html#09).
- Lang, A., 1983. Turgor – regulated translocation. Plant Cell and Environment. 6
- Lauchli, A. and R. Pflüger, 1978. Potassium transport through plant cell membranes and metabolic role of potassium in plants. In: Potassium research- Review and Trends. Potash Inst. Bern. p: 111-163.
- Leigh RA, WynJones RG. A hypothesis relating critical potassium concentrations for growth to the distribution and functions of this ion in the plant cell. New Phytol 1984;97:1–13.
- Lopez, M.; El-Dahan, M. A. A.; Leidi, E. O., 2008. Genotypic Variation in Potassium Uptake in Dryland Cotton. Journal of Plant Nutrition, Volume 31, Number 11, pp. 1947-1962(16).
- Makhdam, M.I., H. Pervez and M. Ashraf, 2007. Dry matter accumulation and partitioning in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by potassium fertilization. *Biol. Fert. Soils*, 43(3): 295-301.
- Marschner, H., 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition. University of Hohenheim Federal Republic of Germany. Academic Press
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokyo, Toronto.
- Mengel, K., Kirkby, E. A., 1987. Principles of Plant Nutrition 4. ed. Int. Potash Inst. Bern, Switzerland
- Minjian, C., Y. Haiqiu, Y. Hongkui and J. Chunji. 2007. Difference in tolerance to potassium deficiency between two maize inbred lines. *Plant Prod. Sci.*, 10 (1): 42-46.

- Nawaz, I., Zia-ul-Hassan, A.M. Ranjha and M. Arshad, 2006. Exploiting genotypic variation among fifteen maize genotypes of Pakistan for potassium uptake and use efficiency in solution culture. *Pak. J. Bot.*, 38: 1689
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In 'Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties'. (Eds AL Page, RM Miller, DR Keeney) pp. 539-580. (Eds AL Page, RM Miller, DR Keeney) pp. 167-179. (American Society of Agronomy Inc.: Madison,WI).
- Oliveira, RH., Rosolem, CA., Trigueiro, RM., 2004. Importance of mass flow and diffusion on the potassium supply to cotton plants as affected by soil water and potassium. *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo* 28, 439–445.
- Olsen, J.K.; Lyons, P.J.; Kelly, M.M. Nitrogen Uptake and Utilization by Bell Pepper in Subtropical Australia. *J. Plant Nutr.* 1993, 16, 177–193.
- Osman, O. A., and R. A. T. George, 1984. The effect of mineral nutrition and fruit position on seed yield and quality in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Acta Horticulturae*, 143: 133-141.
- Öcal, F.H., Çelik, A., V. Katkat, 2005. Bursa Ovası Topraklarının Potasyum Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Potasyum Miktarlarının Tayininde Kullanılacak Yöntemler. *Tarımda Potasyum yeri ve önemi çalıştay* s:139-1473-4 Ekim, Eskişehir
- Öktüren, F., S. Sönmez, I. Kocabaş, 2005. Potasyumun Bitki Sağlığı Üzerine Etkileri. *Tarımda Potasyum yeri ve önemi Çalıştay* s:94-100 3-4 Ekim, Eskişehir
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 1999. *Toprak Bilimi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:73 Ders Kitapları Yayın No:A-16.
- Perrenoud, S., 1990. Potassium and Plant Health. IPI Research Topics No.3, 2nd rev.edition. Basel/Switzerland.
- Pimpini, F., 1967. Experiments with the Mineral Fertilization of Sweet Pepper. *Prog. Agric. Bologna* 13: 915-932.
- Preusser, E., Khalil, F.A. and Göring, H., 1981. Regulation of activity of the granulebond starch synthetase by monovalent cations. *Biochem. Phsiol.Pflanz.* 176: 744-752.
- Rengel, Z., Wheal MS., 1997. Kinetic parameters of Zn uptake by wheat are affected by the herbicide chlorsulfuron. *J Exp Bot* 48: 935–941

- Rengel, Z. and M. Paul Damo, 2008. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. doi:10.1111/j.1399-3054.2008.01079.
- Rengel Z., Paul M. Damon. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use *Physiologia Plantarum* Volume 133, Issue 4, pages 624–636, August 2008
- Rich, C.I., 1968. Mineralogy of soil potassium, pp. 79-108. In , Kilmer *et al.*,(Eds). *The Role of Potassium in Agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Sattelmacher, B., W.J. Horst and H.C. Becker, 1994. Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants. *Z. Pflanzenernahr Bodenkd*, 157: 215-224.-1696.
- Sen Gupta, B., A. S. Nandi and S. P. Sen, 1982. Utility of phyllosphere N<sub>2</sub> – fixing micro organisms in improvement of crop growth. I. Rice. *Plant and Soil* .68: 55-67.
- Shin, R.Schachtman DP. Hydrogen peroxide mediates plant root cell response to nutrient deprivation. *Proc Natl AcadSciUSA*2004;101:8827–32.
- Siddiqi MY, Glass ADM (1987) A model for the regulation of K<sup>+</sup> influx and tissue potassium concentrations by negative feedback effects upon plasmalemma influx. *Plant Physiol* 81: 1-7
- Spaldon, E. And Ivanic J., 1968. The role of K in The Nutrition of Red Pepper. *Pot Rev*, Subj 16, Suite 40, 1-14.
- Szczerba MW, Britto DT, Balkos KD, Kronzucker HJ. Alleviation of rapid, futile ammonium cycling at the plasma membrane by potassium reveals K<sup>+</sup> sensitive and nitrogen sensitive components of NH<sub>4</sub><sup>+</sup> transport. *J. Exp Bot* 2008; 59:303–13.
- Tandon, H. L. S. and G. S. Sekhon, 1989. Potassium research and agricultural production in India. *Potash Rev*. 1: 1-11.
- Tester, M. and M. R. Blatt, 1989. Direct measurement of K channels in thylakoid membranes by incorporation of vesicles into planar lipid bilayers. *Plant Physiol*. 91: 249 – 252.
- Trehan, S.P. and Sharma, R.C., 2002. Potassium uptake efficiency of young plants of three potato cultivars as related to root and shoot parameters. *Commun Soil Sci Plant Anal* 33: 1813–1823
- U.S. SALINITY LAB. STAFF. 1954. Methods for soil characterization. 83-147 655 p.



- Uzunoğlu, B. E., 2008. ilek eşitlerinin Besin maddesi İeriklerine Bakılarak Beslenme Dzeylerinin Belirlenmesi. Sleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, Isparta.
- Vetterlein, D., Jahn R., 2004. Gradients in soil solution composition between bulk soil and rhizosphere: in situ measurement with changing soil water content. *Plant and Soil* 258, 307–317.
- Vural, H., Eşitok, D. ve Duman, İ., 2000. Kltr Sebzeleri (SebzeYetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahe Bitkileri Blm, Bornova, İzmir, 440 s.
- Yang, X.E., J.X. Liv, W.M. Wang, H. Li, A.C. Luo, Z.Q. Ye and Y. Yang. 2003. Genotypic differences and some associated plant traits in potassium internal use efficiency of lowland rice (*Oryza sativa* L.). *Nutr. Cycling Agroecosyst.*, 67: 273-282.
- Walker DJ, Leigh RA, Miller AJ. Potassium homeostasis in vacuolate plant cells. *Proc Natl Acad Sci USA* 1996;93:10510–4
- Zhang, G., C. Jingxing and T.A. Tiore. 1999. Genotypic variation for K uptake and utilization efficiency in wheat. *Nutr. Cycling Agroecosyst.*, 54: 41-48

**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Rahman KILIÇ

Doğum Yeri : Berlin/ALMANYA

Doğum Tarihi : 19/05/1981

Medeni Hali : Bekar

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Atatürk LİSESİ ORDU 1995–1998

Önlisans:A. Ü. Çankırı MYO ( İnşaat Programı) 1999-2003

Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi, 2003-2007

İletişim Bilgileri: [rahman\\_turk@hotmail.com](mailto:rahman_turk@hotmail.com)

Tel : 0 543 723 57 87

Adres : Şirin Evler Mah. Turgut ÖZAL Bulvarı No:13/2 ORDU