T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

BAHÇESARAY (VAN) YÖRESİNDEN SAĞLANAN TOPRAK NUMUNELERİNDEN POTASYUM ÇÖZEN BAKTERİLERİN İZOLASYONU VE KARAKTERİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatun DAĞTEKİN BAYKARA
Danışman: Doç. Dr. Erdal ÖĞÜN

VAN – 2023

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

BAHÇESARAY (VAN) YÖRESİNDEN SAĞLANAN TOPRAK NUMUNELERİNDEN POTASYUM ÇÖZEN BAKTERİLERİN İZOLASYONU VE KARAKTERİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hatun DAĞTEKİN BAYKARA

VAN – 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Erdal ÖĞÜN danışmanlığında, Hatun DAĞTEKİN BAYKARA tarafından sunulan "Bahçesaray (Van) Yöresinden Sağlanan Toprak Numunelerinden Potasyum Çözen Bakterilerin İzolasyonu ve Karakterizasyonu" başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 06 /04 /2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç.Dr. Mehmet Emre EREZ İmza:

Üye: Doç. Dr. Erdal ÖĞÜN İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun …. /.... /….. tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Prof.Dr. Harun AKKUŞ
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Hatun DAĞTEKİN BAYKARA

ÖZET

BAHÇESARAY (VAN) YÖRESİNDEN SAĞLANAN TOPRAK NUMUNELERİNDEN POTASYUM ÇÖZEN BAKTERİLERİN İZOLASYONU VE KARAKTERİZASYONU

DAĞTEKİN BAYKARA, Hatun
Yüksek Lisans Tezi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Erdal ÖĞÜN
Nisan 2023, 55 sayfa

Bu araştırmada, Van Bahçesaray ilçesi tarım topraklarından alınan örneklerden potasyum çözen bakterilerin gözle gözlemlenip morfolojik, kalitatif, kantitatif, biyokimyasal özellikleri incelendi. Ayrıca, potasyum çözen bakterilerin pozitif izolatlarının 16S rDNA sekanslarına göre bakteriyel taksonomideki yerleri belirlenmeye çalışıldı.

Toplanan toprak numuneleri TSA besiyerine ekimleri yapılarak izolasyonları gerçekleştirildi. Elde edilen izolatların potasyum çözme kabiliyeti açısından taranması Alexandrov besi yeri ortamı kullanılarak yapıldı ve bu ortamda şeffaf zon oluşturan izolatlar potasyum çözme özellikleri açısından pozitif kabul edildi. Bu izolatların potasyum çözme kabiliyetleri kantitatif olarak atomik alev fotometresiyle ölçülüp değerlendirilmiştir. Ayrıca pozitif izolatların identifikasyonu, geleneksel mikrobiyolojik metodları ve 16S rDNA sekans analizine göre yapıldı ve filogenetik ağaç oluşturuldu.

S1 ve S3a bakteri türleri, fenotipik, biyokimyasal, morfofolojik özelliklerine ve 16S rDNA sekanslarına göre belirlendi. S1 ve S3a izolatları, 27F ve 1492R evrensel primerleri kullanılarak korunmuş 16S rDNA geninin PCR amplifikasyonu, gerçekleştirildi. Maksimum Likelihood algoritması kullanılarak türler arasındaki genetik uzaklık hesaplandı. Böylece filogenetik ağaç oluşturulup türlerin genetik konumları ortaya konuldu. 16S rDNA gen sekans sonucunda S1 suşunun *Pseudomonas azotoformans* türüne % 99,93 benzer olduğu ve S3a izolatının *Bacillus canaveralius* türüne % 96,88 benzer olduğu tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Alexandrov besiyeri, Potasyum çözen bakteriler, 16S Rdna

ABSTRACT

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF POTASSIUM-SOLVING BACTERIA FROM SOIL SAMPLES PROVIDED FROM BAHÇESARAY (VAN) REGION

DAĞTEKİN BAYKARA, Hatun
M. Sc. Thesis, Department of Moleculer Biology and Genetics
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Erdal ÖĞÜN
April 2023, 55 pages

In this study, the morphological, qualitative, quantitative and biochemical characteristics of potassium solubilizing bacteria were investigated by visual observation from samples taken from agricultural soils of Van Bahçesaray district. We also tried to determine the place of positive isolates of potassium solubilizing bacteria in bacterial taxonomy according to their 16S rDNA sequences.

The collected soil samples were inoculated into TSA medium and isolated. Screening of the obtained isolates for potassium dissolving ability was performed using Alexandrov broth medium, and isolates that formed a transparent zone in this medium were considered positive for potassium dissolving properties. The potassium solubility abilities of these isolates were quantitatively measured and evaluated by atomic flame photometry. In addition, the identification of positive isolates was made according to traditional microbiological methods and 16S rDNA sequence analysis, and a phylogenetic tree was formed..

S1 and S3a bacterial strains were determined according to their phenotypic, biochemical, morphological characteristics and 16S rDNA sequences. PCR amplification of the conserved 16S rDNA gene was performed using S1 and S3a isolates, 27F and 1492R universal primers. The genetic distance between species was calculated using the maximum Likelihood algorithm. Thus, a phylogenetic tree was formed and the genetic positions of the species were revealed. As a result of the 16S rDNA gene sequence, it was determined that the S1 strain was 99.93% similar to the *Pseudomonas azotoformans* species and the S3a isolate was 96.88% similar to the *Bacillus canaveralius* species.

Keywords: Alexandrov medium, 16S rDNA, Potassium dissolving bacteria

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca bana böyle bir çalışma imkânı veren, araştırma konumun belirlenmesinde beni yönlendiren ve sonuçlanması için her türlü fedakârlığı yapan kıymetli danışmanım Doç. Dr. Erdal ÖĞÜN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Benim bu aşamalara gelebilmemde her türlü fedakârlığı yapan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeden her türlü zorlukta destekçim olan çok değerli aileme ve sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

2023

Hatun DAĞTEKİN BAYKARA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vii
ÇİZELGELER LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
SİMGELER VE KISALTMALAR xiii
EKLER DİZİNİ xv
1. GİRİŞ 1
1.1 Potasyumun İşlevleri 3
1.1.1 Enzim Aktivitesine Etkisi 4
1.1.2 Fotosentez ve Gıda Oluşumuna Etkisi 4
1.1.3 Nişasta Sentezine ve Danede Nişasta Miktarına Etkisi 4
1.1.4 Su ve Bitki Besin Elementlerinin Taşınmasındaki Etkisi 5
1.1.5 Fotosentez Ürünlerinin Taşınmasında ve Depo Edilmesindeki Etkisi 5
1.1.6 Bitkilerin Protein Etkinliğine Etkisi 5
1.1.7 Turgor Düzenlemesi Üzerindeki Etkileri 6
1.2 Bitki Gelişmesi ve Kalitesi Üzerine Etkisi 6
1.2.1 Kök Gelişmesi ve Büyümesi Üzerindeki Etkileri 6
1.2.2 Bitkilerde Yatma Üzerine Etkisi 6
1.2.3 Soğuğa Karşı Etkisi 7
1.2.4 Olgunlaşmaya Etkisi 7
1.2.5 Azotun Etkinliğine Etkisi 7
1.2.6 Hastalık ve Zararlılara Etkisi 8
1.2.7 Kalite Üzerine Etkisi 8
1.3 Bakterilerin Tanımlanmasında Kullanılan Bazı Moleküler Yöntemler 8
1.3.1 PFGE (Pulsed Field Gel Electrophoresis) 9
1.3.2 PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) 9
1.3.3 16S rDNA Dizilim Analizi 10
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ 11
3. MATERYAL VE YÖNTEM 19
3.1. Materyal 19
3.1.1. Toprak Örneklerinin Toplanması 20
3.2. Yöntem 20
3.2.1. Toprak Numunelerinden Bakteri İzolasyonu 20

3.2.2 Plak Deneyi İle Potasyum Çözen Bakterilerin Belirlenmesi 21
3.2.3 İzolatların Kantitatif Potasyum Çözme Aktivitelerin Belirlenmesi 21
3.2.4 Bakteri İzolatlarının Hücre Morfolojisinin Belirlenmesi 22
3.2.5 Biyokimyasal Testler 22
3.2.5.1 Sitrat Testi 22
3.2.5.2 Metil Red Testi 22
3.2.5.3 İndol Testi 23
3.2.5.4 Karbonhidrat Oksidasyonu Testleri 23
3.2.5.5 Aminoasit Dekarboksilasyon Testi 23
3.2.5.6 Nitrat İndirgenmesi Testi 23
3.2.5.7 Üreaz Testi 24
3.2.5.8 Katalaz Testi 24
3.2.5.9 Oksidaz Testi 24
3.2.5.10 Tween 80 Hidroliz Testi 24
3.2.5.11 Nişasta Hidroliz Testi 25
3.2.5.12 Kazein Hidroliz Testi 25
3.2.5.13 Eskulin Hidroliz Testi 25
3.2.6 Genomik DNA İzolasyonu Polimeraz Zincir Reaksiyonunun Uygulanışı 25
3.2.7 Filogenetik Ağacın Oluşturulması 26
4. BULGULAR 27
4.1. Toprak Bakterlerin İzole Edilmesi ile İlgili Bulgular 27
4.3 Bakteri İzolatların Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri 28
4.4 Bakteri İzolatlarının Potasyum Çözme Kabiliyetleri İle İlgiliKantitatif Bulguları 31
4.5 Bakteri İzolatlarının Karbonhidrat Oksidasyonu İle İlgili Bulgular Aminoasit Dekarboksilasyonu ve Farklı Tuz Konsantrasyonlardaki Bulgular 32
4.6 Bakteri İzolatlarının Aminoasit Dekarboksilasyonu İle İlgili Bulgular 33
4.7 Bakteri İzolatlarının Farklı Tuz Konsantrasyonlardaki İle İlgili Bulgular 34
4.8 Bakteri İzolatlarının Farklı Fiziksel koşullarda Potasyum Çözme Kabiliyetleri 35
4.9 Potasyum Çözen İzolatlarının 16S rDNA Diziliş Analizi 38
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 41
KAYNAKLAR 45
EKLER 51

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1 Potasyum çözen pozitif izolatların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri 29
Çizelge 4.2 Bakteri izolatların potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü 32
Çizelge 4.3 Potasyum çözen pozitif izolatların karbonhidrat oksidasyon test sonuçları 33
Çizelge 4.4 Potasyum çözen pozitif izolatların minoasit dekarboksilasyonu test sonuçları 34
Çizelge 4.5 Potasyum çözen pozitif izolatların farklı tuz konsantrasyonlardaki test sonuçları..... 35
Çizelge 4.6 Bakteri izolatların farklı zaman periyotlarında potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü 36
Çizelge 4.7 Bakteri izolatların farklı sıcaklıkların potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü..... 36
Çizelge 4.8 Bakteri izolatların farklı pH aralıklarında potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü..... 37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Araştırma alanının haritası 19
Şekil 3.2 Muskovit minerali 19
Şekil 3.3 Toprak numunelerinden hazırlanmış toprak solüsyonları ve dilüsyonlar 21
Şekil 4.1 Potasyum çözen S1İzolatının saflaştırma görüntüsü 27
Şekil 4.2 Aleksandrov besiyerinde potasyum çözme kabiliyetleri bakımından pozitif S1 izolatının görüntüsü 28
Şekil 4.3 Oksidaz testi 30
Şekil 4.4 Katalaz testi 30
Şekil 4.5 Nişasta hidroliz testi 30
Şekil 4.6 Kazein hidroliz testi 30
Şekil 4.7 Eskulin testi 31
Şekil 4.8 Tween 80 hidroliz testi 31
Şekil 4.9 DNA hidroliz testi 31
Şekil 4.10 Sitrat, SİM, MR-VP, Nitrat, Jelatin hidroliz testleri 31
Şekil 4.11 Bakteri izolatların potasyum çözme aktivite grafiği 32
Şekil 4.12 S1izolatının karbonhidrat oksidasyonu 33
Şekil 4.13 S3a izolatının karbonhidrat oksidasyonu 33
Şekil 4.14 S1 izolatının aminoasit dekarboksilasyonu 34
Şekil 4.15 S3a izolatının aminoasit dekarboksilasyonu 34
Şekil 4.16 Bakteri izolatlarının farklı tuz konsantrasyonunda gelişimi 35
Şekil 4.17 Farklı zaman periyotlarında suşların potasyum çözme aktivite grafiği 36
Şekil 4.18 Farklı sıcaklık aralıklarında izolatların potasyum çözme aktivitesi grafiği ... 37
Şekil 4.19 Farklı pH aralıklarında potasyum izolatlarının aktivitesi 37
Şekil 4.20 S1 izolatının 16S rDNA gen dizilerine göre filogenetik ağaç 39
Şekil 4.21 S3a izolatının 16S rDNA gen dizilerine göre filogenetik ağaç 39

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklama**
Bç	Baz çifti
G	Gram
µ	Mikron
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre.
Mg	Miligram
Ml	Mililitre
Mm	Milimolar
M	Molar
Nt	Nükleotit
^{o}C	Santigrat
Sp.	Tür(tek)
Spp.	Türler

Kısaltmalar	**Açıklama**
DNA	Deoksiribonükleik Asit
EDTA	Etilendiamintetraasetat
KSB	Potassium Solubilizing Bacteria
FTS	Fizyolojik Tuz Çözeltisi
MCL	Maximum Compasite Likelihood
ML	Maximum Likelihood
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RNA	Ribonükleik Asit
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat

STE	Sodyum Klorür-Tris-EDTA
TE	Tris EDTA
TSA	Triptic Soy Agar
TSB	Triptic Soy Broth

EKLER DİZİNİ

Sayfa

Ek 1. Besiyerleri 51
Ek 2. Boyalar ve Çözeltiler 53

1. GİRİŞ

Dünyada gün geçtikçe artan nüfus ve hızlı sanayileşme ile beraber çevre sorunları da artmıştır. Kullanılan tarım topraklarının bir kısmı turizm ve yerleşim alanlarında biliçsiz kullanılması, heyelan ve çoraklaşma gibi olayların yaşanması ile kullanılamaz hale gelmektedir. Dünyadaki nüfus artışına paralel olarak gıda ihtiyacının karşılanamaması tarımda kullanılan uygulamaların tekrardan gözden geçirilmesi kanaatini getirmektedir (Aksoy, 2001; Zengin, 2007; Glick, 2012). Gübre ve bitkileri korumaya yönelik farklı kimyasal ürünlerin kullanımı yüksek verimliliği ilke edinen tarım sistemlerinin amacı olmuştur (Dursun vd., 2010; Özdoğan, 2020). Bununla birlikte topraktaki patojen ve zararlı olan mikroorganizmalarda artışa ve ilaçlara karşı dirençli popülasyonlar meydana getirmiştir. Ayrıca topraktan ürün alma verimliliği ve biyolojik türler olumsuz etkilenmiş, topraktaki mikroorganizma faaliyetleri azalmıştır. Bu da doğal dengenin bozulmasına ve canlılar için tehdit teşkil etmektedir (Akman ve Kara, 2001; İlter ve Altındişli, 2002; Yolcu ve Daşçı, 2008). Bu tür sorunlarla baş etmek için aşırı kimyasal kullanılmakta ve bu da kısır bir döngüye sebep olmaktadır (Verma vd., 2007).

Toprak, tarım faaliyeti yapmak için temel faktörlerden bir tanesi olup istenilen kalitede ve verimlilikte ürün elde etmek için toprak verimliliğini maksimum seviyede tutmak gerekir. Tarım topraklarının verimliliği, toprakların biyolojik aktivitesi ile çok yakından ilgilidir. Yani verimli sayılabilmesi için o toprağın bitkiler için gerekli besin maddelerini içermelidir. Bitkilerin yeteri kadar besin elementlerini alabilmeleri için kültürel yöntemlerle ekin topraklarına gübreleme uygulanmaktadır (Emrebaş, 2010; Kratekin, 2014). Gübreleme yapmanın temel nedeni; topraktaki organik madde miktarını ve mikrobiyal çeşitliliği arttırıp bitkilerin büyüme periyotların da ihtiyaç duyduğu besin bileşiminin kökten alımını kolaylaştırmaktır. Metre kare alanda maximum ürün verimi almak adına, uygulaması yapılan besin maddelerinin bitkinin gelişme süresi boyunca alabileceği biçimde olması gerekmektedir. Bu da gübreleme işleminin bilinçli bir şekilde uygulamaktan geçmektedir (Emrebaş, 2010). Kimyasal gübrenin zamansız, bilinçsizce ve orantısız oranlarda, bilime uygun olmayan metotlarla kullanımı daha çok ürün almaya yönelik olmaktadır. Sonuç olarak gübrelemenin yanlış ve bilinsizce uygulanması çok az bir miktarı bitkiler tarafından kullanılırken büyük bir bölümü ise buharlaşma, yüzeyden akma ve topraktan uzaklaşmakta ve çözünmez halde sıkı bir formda bulunmaktadır.

Topraktan ayrılan kimyasal gübre kalıntıları hava, toprak, su kaynaklarında kirliliğe neden olmaktadır. (Saber, 2001). Ayrıca uzun vadede, bilinçsizce uygulanan gübreleme toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik dinamiklerini olumsuz yönde etkilemekle birlikte çevre kirliliği oluşturmaktadır. Özellikle yüksek oranda sodyum ve potasyum içeren gübreler, toprak yapısı üzerinde olumsuz etkilere sahip olup yüksek düzeyde kullanımı toksik birikime neden olmaktadır (Aksoy ve Altındişli, 1998). Sonuç olarak her geçen gün ürün verimi düşmekte, mikrobiyal faunadaki yararlı mikroorganizma popülasyonu azalmakta ve bitki patojenlerinin baskın tür olmasına neden olmaktadır (Vessey, 2003; Er, 2009).

Tarımsal üretiminde kullanılan kimyasal gübrelerin başında azot, fosfat, potasyum içerikli olanları gelmektedir. Bu kimyasal gübreler alınması gereken ürünleri sınırlarken aynı zamanda bitki büyümesini teşvik eden en önemli makro elementlerdendir (Metha ve Nautiyal, 2001).

Potasyum, azot ve fosfattan sonra bitki gelişimine yararlı olan önemli bir besin maddesidir. Bitkiler için hayati öneme sahip olan potasyum elementi fizyolojik metabolik ve biyokimyasal gibi işlevleri yapmaktadır.

Dünyada en fazla bulunan yedinci element potasyum olmasına karşın bitkiler %1-2'si gibi çok az miktarını alabilmektedirler (Sparks ve Huang, 1985). Potasyum, değişebilir, değişmez, mineral formda ve çözünebilir biçimlerinde bulunmaktadır. Mikroorganizmalar ve bitkiler tarafından çözünebilen form direk alınabilir yapıda olmasına rağmen yıkanarak topraktan ayrılma riski bulunmaktadır. Değişebilir biçimde bulunan potasyum da bitkiler tarafından kolayca alınmaktadır. Bunlar humik yapıdaki maddelere ve kil yapısındaki minerallere elektrostatik olarak zayıf bağlanmaktadır (Barre vd., 2008). Fakat bunlar %0.1-0.2 ve %1-2 gibi düşük oranlarda toprakta olan potasyumu içermektedir (Sparks, 1987). Bitkilerin hiç yararlanamadığı veya çok az yararlandığı potasyum formu değişmez ve mineral biçimde bulunmaktadır (Pal vd., 2001). Mineral yapıda bulunan potasyum toprakta feldspat, muskovit, mika formunda başka yapılara bağlı olarak bulunmaktadır. Feldspattaki potasyum kolayca toprağa geçebilirken, mikada bulunan potasyum daha güçlü bağlarla tutunmaktadır. Kayaç şeklindeki mika ve feldspat ikincil olarak topraktan alınan potasyum kaynaklarıdır (Singh ve Goulding, 1997).

Muskovit minerali ($KAl_2(Al_2Si_3O_{10})(OH)_2$) beyaz mika olarak da bilinmektedir. İçerdiği maddelere göre gümüşi, soluk yeşil, saydam ve esmerce görülebilmektedir. Beyaz renkli feldspatların ayrışmasıyla meydana gelmektedir. Başlıca granit bileşimli magmatik kayaçlarda gnays ve şist gibi metamorfik kayaçlarda bol miktarda bulunmaktadır. Metamorfik ve magmatik kayaçlarda bulunduğundan herhangi bir kimyasal bozunmadan etkilenmemektedir.

Toprakta potasyum çözünmesini sağlayan mikroorganizmalar çözülemeyen form da bulunan potasyumu çözüp canlıların yararlanabileceği bir yapıya dönüştürmektedirler. Bu nedenle önemli bir yer teşkil etmektedirler. *Acidithiobacillus*, *Aminobacter*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Delftia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Methylobacterium*, *Klebsiella*, *Microbacterium*, *Paenibacillus*, *Myroides*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas* ve *Salmonella* cinslerinin de olduğu gibi başka türlerin de potasyum çözme kabiliyetlerinin olduğunu saptanmıştır. (Verma vd., 2017). Bu bakteriler çözünmez formda bulunan potasyumun serbest forma dönüştüren farklı asitleri (gluconic asit, 2-ketogluconic asit, oxalic asit, citric asit, tartaric asit, malic asit, lactic asit, succinic asit, propionic asit, malonic asit, glycolic asit, fumaric asit) salgıladığını bildirmişlerdir (Hu vd., 2006; Sheng ve He, 2006; Liu vd., 2012; Keshavarz Zarjani vd., 2013; Prajapati vd., 2013; Saiyad vd., 2015). Bakteriler asidolysis adında bir mekanizma sayesinde çözünmez halde bulunan potasyumu çözerek bitkiler için form haline getirmektedirler. Mikroorganizmaların salgıladığı asitlerle serbest halde H^+ direkt olarak mineral şeklindeki potasyumu çözmektedir (Sheng vd., 2008; Uroz vd., 2009; Maurya vd., 2014; Meena vd., 2015). Mikrobiyal aktivite sonucu parçalanan organik maddelerden hidrojen sülfür ve amonyak oksitlenme yaparak sülfürik ve nitrik asitler gibi güçlü asitler meydana getirmektedir. Ortaya çıkan bu asitler toprakta pH'a yükselterek potasyumun Si^{4+}, Al^{3+}, Fe^{2+} ve Ca^{2+} iyonlarıyla bir araya gelerek kompleks potasyumu serbest bırakmaktadırlar (Styriaková vd., 2003; Römheld ve Kirkby, 2010).

1.1 Potasyumun İşlevleri

Potasyumun bitkilerde ürün verimliliği ve kalitesini arttırmada önemli fonksiyon ve rolü olduğu bilinmektedir.

1.1.1 Enzim Aktivitesine Etkisi

Bitkilerde büyüme ve gelişmenin sağlanması için en az 60 enzim, potasyum tarafından aktive edilip artırıldığı görülmüştür. Bilinen o ki enzimler, kimyasal tepkimelere etkisi ile katalizör gibi davranarak farklı molekül gruplarının birleşmesini sağlamaktadırlar. Potasyumun gösterdiği niteliğe göre hücrelerde aktivasyonları yapılan enzimlere bağlı olarak kimyasal tepkimelerde artar. Örnek olarak *pirüvatkinaz* ve *fosfofrüktokinaz* gibi karbonhidrat metabolizmasında işlevi olan enzimlerin aktivasyonu için gereken miktarda K^{+}' a ihtiyaç olmaktadır (Lauchli ve Pflunger, 1978). Aynı şekilde nişastanın sentezlenmesini sağlayan *nişasta sentetaz* aktivasyonunda da potasyumun işlevi optimum düzeye kadar oldukça yüksek görülmektedir (Preusser vd., 1981). Potasyum bitkilerde besin maddelerinin taşınmasında rolü olan *ATP'a***z** enzim aktivasyonunda da önemli işlevlerinin olduğu görülmektedir (Kaçar, 2005).

1.1.2 Fotosentez ve Gıda Oluşumuna Etkisi

Karbondioksit, su ve güneşin ışık enerjisini kullanan yeşil yapraklı bitkiler karbonhidrat gibi karmaşık yapılı molekülleri oluştururken buradaki ışık reaksiyonlarında kullanılan metabolik enerjiyi sağlayan ATP'nin sentezinde de başlıca işlevleri olduğu görülmektedir (Blatt ve Tester, 1989). Yapraklardaki K^{+} miktarına bağlı hem fotosentezin hem de *ribülozdifosfat karboksilaz*ın etkinliğinde artışın olduğu saptanmıştır. Ayrıca yapraklardaki K^{+} miktarına göre fotosentezdeki kuraklık stresin etki şiddetini azaltarak bitkinin daha az zarar görmesini sağlamaktadır (Gupta vd., 1982).

1.1.3 Nişasta Sentezine ve Danede Nişasta Miktarına Etkisi

Yapraklardaki nişastanın oluşumunda görevli enzimlerin K^{+} varlığına göre etkinliğinin arttığı görülmektedir. K^{+}' 'un noksanlığında bitkilerde potasyumun kaynaklarında azalma olmaktadır. Bu durum fotosentezde azalmaya ve buna bağlı olarak nişasta için gerekli şeker molekülleri yeterince oluşturulamamaktadır. Bitki yapraklarında yeterli oranda potasyumun varlığı hem nişastanın sentezlenmesini sağlar hem de sentezlenen nişastanın depolanacak bölgelere taşınmasını sağlayarak danelerde birikmesini artırmaktadır (Kaçar, 2005).

1.1.4 Su ve Bitki Besin Elementlerinin Taşınmasındaki Etkisi

Potasyum su ve besin maddelerinin ksilem iletim boruları yardımıyla gerekli organlara taşınmasında önemli görevlere sahiptir. K^{+}'un noksanlığında fosfatların, nitratların, magnezyumun ve kalsiyumun, amino asitlerin çeşitli organlara iletimi olumsuz etkilenmektedir. K^{+} bitkilerin büyümesinde görevli enzimlerin aktivasyonunu artırarak özel enzimler ile floemde taşınmasını sağlamaktadır. Kısacası besin maddelerinin ve suyun bitkilerin farklı organlarına taşınmasında etkinliği yadsınamamaktadır (Kaçar, 2005).

1.1.5 Fotosentez Ürünlerinin Taşınmasında ve Depo Edilmesindeki Etkisi

Potasyumun fotosentezle sentezlenen ürünlerin floeme yüklenmesini artırıp çeşitli organlara taşınmasında ve depo edilmesinde önemli görevi olduğu bilinmektedir (Lang, 1983). Sentezlenen ürünlerin organlara taşınmasında ATP enerjisi kullanılmaktadır. Potasyum noksanlığında yeteri miktarda ATP oluşmayıp besin elementlerinin taşınmasında çeşitli aksaklıklar yaşanacaktır. Bunun sonucunda fotosentez istenilen düzeyde gerçekleşemeyecek ve meyve gelişiminde, danede nişasta depolanmasında gerileme olacaktır (Kaçar, 2005).

1.1.6 Bitkilerin Protein Etkinliğine Etkisi

Potasyum bitkilerde protein etkinliği üzerinde çeşitli işlevlere bağlı olmaktadır. Örnek olarak protein sentezlenen bölgelere amino asitlerin taşınması, elektrik yükün sağlanması ve enzim aktivitesi önemli işlevlerinin başında gelmektedir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre K^{+} protein sentezinin tüm aşamalarında kullanılmaktadır. K^{+} noksanlığında bitkilerin büyümesi ve gelişmelerini sağlamak sentezlenen protein ve enzimlerin genetik kodlanması mümkün değildir (Kaçar, 2005).

1.1.7 Turgor Düzenlemesi Üzerindeki Etkileri

Potasyum aktif absorpsiyon ile alınıp hücrelerde birikmektedir bu da Osmotik Potansiyel (OP) artmasına neden olup bitki hücrelerine daha fazla suyun girmesini sağlamaktadır. Potasyumun eksikliğinde bitkilerde az su alınmakta ve su noksanlığında daha fazla stres yaşamaktadır. Yapraklardan suyun buharlaşması, stomaların açılıp kapanmasında, bu gözeneklerden karbondioksit ve oksijenin bitkiye girip çıkmasında K^+ büyük öneme sahiptir. Stomaların etrafında kapatmayı sağlayan hücrelerde potasyum miktarı arttığında hücreler su alıp şişer ve stomalar açılmaktadır. Stomalarda gazların giriş çıkışları daha kolay gerçekleşmektedir. Su noksanlığı yaşayan bitkilerde potasyum kapatma hücrelerinden dışarı salınır ve suyun yitmesini engellemek için stomalar sıkıca kapatılmaktadır. Eğer ki ortamda yeterli miktarda potasyum bulunmazsa stomalar işlevlerini yerine getirememekle birlikte suyun yitirilmesi de önlenememektedir. Kısacası yeteri miktar potasyum içeren bitkiler su stresine daha fazla dayanıklı olmaktadırlar (Kaçar, 2005).

1.2 Bitki Gelişmesi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

1.2.1 Kök Gelişmesi ve Büyümesi Üzerindeki Etkileri

Bitkilerde potasyum kök gelişimini hızlandırmakta, yan köklerin ve bitkilerde dallanmayı teşvik etmektedir. Potasyumun yeterli miktarda bulunması bitki köklerinde daha fazla dallanma meydana gelmektedir. Kök uzunluğu ve kök büyüme oranı artarken kök çapı da genişlemektedir. K^+ eksikliğinde yan kök oluşumunda azalmalar ve kök gelişmesi de yüzeysel olmaktadır. Bitkilerin yeterli oranda potasyum alamaması bitkide azot miktarında artışa karbonhidratların düşük kalmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak köklerin büyümesi ve bitkinin gelişmesi olumsuz etkilenecektir (Kaçar, 2005).

1.2.2 Bitkilerde Yatma Üzerine Etkisi

Yatma tahıllarda önemli olan bir özellik olup içerdiği karbonhidrat ve bitki sapının gelişmesiyle ilgili bir durumdur. Potasyum bitkilerde karbonhidrat sentezini arttırken

bitki sapınında daha güçlü olmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda sklerenkima hücrelerinin artmasına ve hücre duvarlarının kalınlaşmasını neden olmaktadır. Çeşitli araştırmalar gösteriyor ki bitkilerde potasyum varlığı sklerenkima hücrelerinde artışa neden olup lif yapısına sahip pamuk gibi bitkilerin hücre duvarlarının daha kalın olmasını sağlamaktadır (Katkat ve Kacar, 1998).

1.2.3 Soğuğa Karşı Etkisi

Potasyumu yeteri miktarda alamayan bitkiler soğuk ve dondan daha çok etkilendikleri daha fazla zarara uğradıkları görülmüştür. Çalışmalarda farklı oranlarda potasyum uygulanan bitkilerin yapraklarında içerdikleri miktara göre dona karşı daha fazla dayanıklı olduğu görülmüştür.

1.2.4 Olgunlaşmaya Etkisi

Potasyumu yeterli alamayan bitkilerin olgunlaşmaları daha geç olduğu çeşitli çalışmalar kanıtlanmıştır. Kaçar ve Katkat, (1988) çalışmasına göre potasyum eksikliği bulunan toprağa ekilen soya fasulyesinin gelişmesi 181 gün iken, potasyum içeren toprakta yetiştirilen soya fasulyesinin gelişimi 157 günde olmuştur. Aynı şekilde potasyumun bol bulunduğu toprakta yetiştirilen üzümlerin potasyum noksanlığı bulunan topraktakinden daha hızlı geliştikleri ve meyve olgunlaşmanın da daha iyi olduğu görülmüştür. Lifli bir yapıya sahip pamuk bitkisinin potasyum varlığında lifin kalitesinin ve verimin daha yüksek olduğu ve daha kısa sürede olgunluğa eriştiği saptanmıştır (Kaçar, 2005).

1.2.5 Azotun Etkinliğine Etkisi

Araştırmalara göre potasyumun azot etkinliği üzerinde olumlu sonuçlar gösterdiği ve uygulanan potasyum miktarına göre etkinliği de arttığı görülmüştür (Anonim, 1974). Yeterli miktarda potasyum bulunmayan ortamda absorbe edilen azot aminoasitlere dönüştürelemediği için protein sentezi de istenilen düzeyde olmamaktadır.

1.2.6 Hastalık ve Zararlılara Etkisi

Bitkilerin içerdiği potasyum miktarına bağlı olarak çeşitli hastalık ve zararlıların kötü etkilerine karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Araştırmalara göre incelenmesi yapılan 1209 tür bitkinin ortalama %65 oranında hastalık ve zararlılara dayanıklı olduğunu göstermiştir. Patates bitkisinde görülen yaprak virüs hastalığı, potasyumca zengin toprakta yetiştirilen ürünlerde hiç rastlanmadığı gözlemlenmiştir (Quellas Das Santos, 1979). Başka çalışmalara göre potasyum buğdayda kara pas, çay yaprağında kırmızı pas, pamukta köşeli yaprak lekesi, çeltikte sap çürüklüğü ve bakteriyel yaprak yanıklığı hastalıklarına karşı direnç kazandığı ve hastalıkların görülme sıklığının azaldığı saptanmıştır (Tandon ve Sekhon, 1989).

1.2.7 Kalite Üzerine Etkisi

Protein sentezini sağlayan potasyum aynı zaman da yem ve gıda bitkilerinin de besin değerini yükseltip kalitenin de artırdığını göstermiştir. Özellikle meralarda yetiştirilen baklagillerin güçlü ve sağlıklı yetişmesini sağlayıp yüksek kalitede yemleri de oluşturmaktadır. Dane bitkilerinde danelerin tam ve benzer olarak erken olgunlaştırarak kaliteyi artırmaktadır. Potasyum soya fasulyesi gibi benzer tohumlarda büzülmeyi engelleyerek kaliteyi artırmaktadır. Ayrıca meyve ve sebzelerin daha canlı, daha parlak olmalarını sağlar ve kalitelerini de yükseltmektedir. Potasyum ürünlerin depolamada oluşacak ağırlık kaybının azalmasını önleyerek raf ömürlerini artırmaktadır. Potasyum içeren toprakta yetiştirilen soğanın depolamada ağırlık kaybının potasyum içermeyen toprakta yetiştirilene göre 2,5 kat daha az olduğu görülmüştür (Anonim, 1988). Potasyum uygulanan narenciyelerde meyve rengi, meyve büyüklüğü, meyve suyundaki asit/şeker oranı ile C vitamini miktarı, çözünebilir katı madde ve kaliteyi artırmaktadır (Anonim, 1988).

1.3 Bakterilerin Tanımlanmasında Kullanılan Bazı Moleküler Yöntemler

Gelişen teknoloji ile birlikte mikrobiyolojide kullanılan moleküler tanımlama yöntemlerinin gün geçtikçe yenisinin eklenmesi idenfikasyonda önemli bir yer tutup büyük avantajlar sunmaktadır. Bu yöntemlerin çeşitli avantaj ve dezavantajları olsa da

hem ülkemizde hem de dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde en fazla çalışmalarda kullanılan bazı moleküler tanımlama yöntemleri arasında PFGE (Darbeli Jel Elektrofezi), PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyon) ve 16S rDNA dizi analizi olup her geçen gün yeni teknikler geliştirilmektedir (Çakır ve Güven, 2007; Durmaz vd., 2007; Akçalı vd., 2008; Ünal ve İstanbulluoğlu, 2009).

1.3.1 PFGE (Pulsed Field Gel Electrophoresis)

Agaroz veya poliakrilamit gibi katı bir matrikse DNA'nın yerleştirilip jeldeki molekülleri statik elektrik ile yürütülmesi şeklinde olmaktadır. Burada elektrik alanında DNA molekülleri uzayarak bir hiza oluşturur ve anota doğru hareket eder. 'Sürünme' olarak adlandırılır. Jelin içeriği ve yoğunluğu, tampon, elektrik alanının voltaj farkı ve sıcaklık gibi parametreler DNA'nın jelde göç etmesini etkilemektedir. 20 kb'dan daha büyük DNA mollekülleri hareketleri benzer olduğundan aralarındaki fark görünmemektedir. Başlangıçta düşük voltaj ve düşük jel yoğunluğu ile bu sorunu çözmeye çalışmışlar fakat başarılı bir şekilde büyük DNA moleküllerini ayıramamışlar. Yapılan çalışmalardaki önerilere göre düzenli olarak elektrik alanının yönünü değiştirmek başlangıçtaki elektrik alanını ortadan kaldırmasına ve büyük yapıdaki DNA moleküllerinin gevşek bir yapıya geçmesine ve birbirinden ayrılmasını sağlayacaktır. 1982 yılından sonra farklı elektrik alanlarını üreten cihazlar geliştirilip büyük yapıdaki DNA molekülleri aynı boyutta ayırıp farklı ayrılma hızlarına göre başarılı bir şekilde ayırmaktadır (Birren ve Eric, 1993)

1.3.2 PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)

PZR, hedeflenen bir nükleik asit dizisinin ona özgül primerleri ve sıcaklığa dayanan enzimler kullanılarak binlerce kopyasını oluşturup çoğaltma işlemidir. Çalışılan DNA çok az veya kurumuş dahi olsa çoğaltma işlemi ile homojen bir hale getirildiğinden kolay bir şekilde tanımlanabilmektedir. Bu da güvenilir, özgün bir teknik olmasını sağlamaktadır (Schochetman ve Jones, 1988; Arda, 1995). PZR için temel bileşeneler şu şekilde sıralanmaktadır.

Primer: Sentezlenecek olan hedef gen dizisine uygun 4-10 arasında işaretlenmiş nükleotidden oluşan tek sarmal ve kısa DNA parçalarıdır. Primerler hedef diziye özgün oldukları için reaksiyonda bulunan herhangi başka bir diziyle reaksiyon oluşturmamaktadırlar (Persing, 1991; Wolcott, 1992; Arda, 1995).

dNTP (Deoksinükleotit-Trifosfat) : Yeni sentezlenecek DNA'nın tamamlanmasında kullanılan; dGTP, dATP, dCTP ve dTTP olarak nört hale getirilmiş molaritesi belli dörtlü dNTP setleridir

Kalıp DNA: Sentezlenmesi hedeflenen genetik materyal parçalarıdır. Eğer ki materyal olarak RNA kullanılacaksa revers transkriptaz enzimi ile cDNA çevrilerek hedef gen bölgesi çoğaltılır (Arda, 1995; Miwa vd., 1997; Rodriguez, 1997).

Polimeraz Enzimleri: Yüksek sıcaklığa dayanıklı *Thermus aquaticus* suşundan elde edilen DNA polimerazlar en fazla çalışmalarda kullanılan enzimlerdir. Primerlerin yüksek sıcaklıkta bağlanmasını özgül kılmasından ve her denatürasyon aşamasında yeni enzim ilavesi gerektirmediğinden diğer enzimlere göre daha kullanışlı olmasını sağlamaktadır (Persing, 1991; Wolcott, 1992; Arda, 1995).

1.3.3 16S rDNA Dizilim Analizi

Mikrobiyoloji deki organizmalar ve diğer canlı formlarındaki organizmaların filogenetik ilişkisi evrimsel olarak korunan bir bölgedeki genetik şifrenin kıyaslanmasıyla saptanmaktadır (Woese vd., 1985; 1987). Bakterilerde 5S, 16S ve 23S rDNA'yı kodlayan bölgeler evrimsel olarak korunduğundan filogenetik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bakterilerde 16S rDNA ortak gen olarak bulunduğundan sistematik çalışmalarında en fazla kullanılan birim olmaktadır (Bottger, 1989; Palys vd., 1997; Kolbert ve Persing, 1999; Garrity ve Holt, 2001; Tortoli, 2003; Harmsen ve Karch, 2004).

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Bitkisel ürün verimini artırılması için, toprakta çözünmez biçimde bulunan besin maddelerinin alınmasında görev alan rekabet gücü yüksek ve uygun suşların tespiti ve bitkilerin bu suşlarla aşılanması önemli yer teşkil etmektedir. Özellikle rizosferdeki mikrobiyalleri konu edinen farklı araştırmalar gösteriyor ki bakterilerin bitki tohumlarına veya toprağa aşılanması, bitki büyümesinde katkı sağladığı bildirilmiştir (Cebel, 2004; Çakmakçı vd., 2007; Kılıç vd., 2007).

Zhanga ve Konga (2014), yaptığı çalışmada yüksek ekonomik değerli tütün rizosferinden potasyum çözme aktivitesi gösteren suşları tanılamak amacıyla numuneler aldılar. Buradaki amaç hem bitkilerde potasyum alımını kolaylaştırmak hemde bilinçsizce ve aşırı derecede kullanılan kimyasal gübreyi azaltmak istemeleridir. Tütün bitkisi rizosferinden alınan örneklerle 27 suş elde etmişlerdir. Tespiti yapılan tüm suşlar Aleksandrov besi yerine ekimleri yapılarak potasyum çözme aktiviteleri ölçülmüştür. 16S rDNA sekans ile suşların *Klebsiella variicola* 17 tane, *Enterobacter cloacae* 2 tane, *Enterobacter asburiae* 2 tane ve *Enterobacter aerogenes* 6 tane, *Pantoea agglomerans, Microbacterium foliorum, Agrobacterium tumefaciens, Burkholderia cepacia, Myroides odoratimimus* ve şeklinde tanımlayıp raporlandırmışlardır.

Mursyida vd. (2015), yapılan araştırmada bakteri suşlarının potasyumu çözme kabiliyeti nokta ekim metodu ile Aleksandrov besiyerine ekim yapılarak belirlemişlerdir. Aşılama yapılan besiyerleri 7 gün süreyle oda koşullarında inkübe etmişlerdir. Gelişme gösteren suşlarda berrak zon oluşumu en fazla QC3.a.2 suşunda gözlemlemişler. Potasyum çözme aktivitesi bulunan 3 suşun gram negatif ve 16S rDNA gen sekansına göre QC3.a.1 suşunun *Burkholderia cepacia*, QC3.a.2 suşunun *Serratia marcescens* ve QC3.d.5 suşunun *Pseudomonas putida* olduğu belirlemişlerdir.

Parmar vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada sağlıklı mısır bitkilerinin rizosferinden hem kök hem de toprak numuneleri almışlar. Numuneler seri dilüsyonlar yapılarak ekim yöntemi ile izolasyonu gerçekleştirildi. İzolasyon sonrasında potasyum bakterileri ayırt etmek amacıyla mica içeren bu bakterilere spesifik olan Aleksandrov besi yerlerine aşılama yapıldı. Aşılanan besi yerleri (30 ± 1 °C) oda sıcaklığına yakın bir ortamda 3 gün süreyle inkübe edildi. Gelişme gösteren ve etrafında şeffaf bölge gözlenen suşları seçtiler. Bu çalışmalardaki bulgulara göre bulunan 25 suşun 5'inin potasyumu iyi

çözündüğünü gözlemlemişler. Suşlar içerisinde ise KSB-1 ve KSB-3 ile kodlanana bakteriler daha iyi potasyum çözme kabiliyeti olduğu görmüşlerdir. Suşlar biyokimyasal testlere (nitrat indirgeme testi, şeker kullanımı, nişasta hidrolizi, Voges-Proskauer (VP) testi, metil kırmızısı testi, üre hidrolizi, jelatin hidroliz testi, katalaz testi, kazein hidrolizi, H2S üretim testi ve gram reaksiyon) tabi tutulmuş ve Bıolog Sistemi ile tanımlanan *Bacillus licheniformis* suşu KSB-1, *Bacillus subtilis* suşu ise KSB-3 olarak tanımlamışlardır.

Prajapati vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada, endüstriyel bölgeden alınan toprak örnekleri çözünmeyen potasyum ile karıştırılarak bir hafta inkübe edilmiştir. Adaptasyondan sonra Alexandrov agar ortamına seri dilüsyonlar yapılarak 37 ^{o}C de 1 hafta inkübe edildi. Potasyumu çözen izolatlar mikroskobik ve biyokimyasal özellikler kullanılarak karakterize edildi. Bunun sonucunda 14 bakteri izolatı potasyum çözdürücü olarak izole edilmiş ve KSB1 ile KSB14 olarak adlandırılmıştır. Tüm bakteri türleri arasında KSB8 en yüksek potasyum çözünürlüğünü göstermiştir. Kolorometrik yöntemle bakıldığında potasyum kaynağından daha yüksek miktarda potasyum saldığı görülmüştür. Ayrıca 16S rDNA gen dizilimi ile KSB8'in *Enterobacter Hormaechei* olarak tanımlanmıştır.

Verma vd. (2016), tarafından Hindistan da (Adalpura, Sarnathchirgoan Varansi Mirzapur, Namipur, Rangwasa, Rau) gibi çeşitli bölge arazisinden elde edlilen toprak numuneleri seri dilüsyonlar yapılarak ekim yöntemi ile izolasyon yapılmıştır. İzolasyonu yapılan bakteri suşları Alexandrov katı besiyerine aşılanmış büyüme gösteren izolatların çevresinde şeffaf beyaz bir zon meydana getiren 14 suştan 7'sinin (MPS1C2, MPS5C1, UP53C1, MPS2C5, UPS1C1, MPS2C4, UPS2C1,) diğerlerine oranla çok daha büyük genişlikte şeffaf meydana getirdiği görülmüştür. Çeşitli formlardaki potasyumun büyüme ve çözünme büyüklüğü bölgesi üzerindeki etkinliği bulmak amacıyla katı Alexandrov besiyerine K_2SO_4, KCI ve AlK $(SO_4)_2$ eklenmiştir. Bütün suşlar KCl ve K_2SO_4 içeren ortamda potasyumu maksimum seviyede çözdüğü görülmüştür. Yapılan biyokimyasal testler (gram boyama, kapsül ve endospor boyama, katalaz testi, nişasta hidroliz testi,) sonucunda Bergey'in manuel el kitabına göre tanımlanmış ve bakteriler *Micrococcus varians* ve *Corynebacterium kutscheri* olarak tanımlamışlardır.

Bagyalakshmi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada Hindistan'ın güneyinde bulunan bir çay bitkisinin bulunduğu araziden çay rizosferinden alınan örneklerden 152

bakteri suşu potasyum çözücü bakterileri olarak tanımlamışlardır. Bulunan suşların %0,2'lik konsantrasyon da farklı potasyum kaynakları (potasyum sülfat, potasyum muriat ve montmorillonit) içeren Aleksandrov besiyerinde bakılmıştır. Bunlardan 30 suşun sıvı ve katı besiyerlerinde potasyumu iyi çözdüğü gözlemlenmiştir. Potasyum muriat içeren Alexandrov besiyerinde daha çok çözdüğü görülmüştür. Ayriyeten Valparaiden tanımlanan bakteri suşlarının diğer bölgelerdeki suşlara oranla daha fazla çözdüğü görülmüştür. Potasyum çözme kabiliyeti iyi olan 30 suş içerisinde 6 tanesinin (CKSB15, KKSB3, VKSB12, MKSB6, GKSB6, VPKSB2) çözme kabiliyetinin daha iyi olduğu tespit etmişlerdir. Suşlardan VPKSB2 ve GKSB6 *Bacillus subtilis*, VKSB12 ve CKSB15 *Pseudomonas nitroreducens*, MKSB6 ve KKSB3 *Burkholderia cepacia* şeklinde 16S rDNA sekans analizine göre tanımlama yapıldı.

Sarikhani vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada İran'ın kuzey batısındaki iki ilden buğday, mısır, arpa nadasaya bırakılan tarım topraklarından 20 ayrı rizosferden aldılar. Toprak örnekleri seri dilüsyonlardan sonra muskuvit içeren katı Aleksandrov besiyerine inküle edilmiştir. İlk taramada 138 izolatın çözdüğü gözlenlenmiş ve bunların bazılarının benzer morfolojik özellikleri olduğu görülmüş izolat sayısı 77 ye düşürülmüştür. Sonrasında ayrı ayrı biyotit ve muskovit içeren Alexandrov Broth besi yerinde K^+ salınımını kantitatif ölçümü alev fotometresi ile belirlemişlerdir. Yapılan taramalar sonucunda sayı 15 izolata kadar düşürdüler. Kantitatif ölçümü sonucunda biyotit mineralini çözme kapasiteleri muskovit minerali çözme kapasitelerinden 2-4 kat daha fazla olduğu saptandı. En iyi koşullar altında biyotit ve muskovit için sırasıyla %188 ve %127'lik bir artış elde etmişlerdir; en büyük salım kabiliyetine sahip izolatlar arasında bu oran 49 mgl^{-1} 'dir. Moleküler tanımlamada genomik DNA izolasyonu yapılmadan koloni-polimeraz zincir reaksiyonu yapılarak gerçekleştirilmiştir. PCR ürünleri dizilenmiş ve BLAST veri tabanına göre tanımlamaları yapıldı. Tüm izolatların pseudomonas cinsine ait olduğu görülmüştür. Sonrasında yapılan domates saksı deneyinde fidelerin ekileceği saksılara kum ve muskovit veya biyotit minerali eklenip bir adet de kontrol grubu oluşturularak tasarlamışlar. Tanımlanan izolatların her biri bir saksıya eklenildi. Saksı deneyinde bitki boyu, klorofil indeksi, toplam kuru madde, sürgün ve köklerdeki K^+ içeriği bakteri izolatları tarafından ne ölçüde değiştiklerine bakıldı. Saksını dneyi sonuçları bitki dokusundaki K^+ konsantrasyonunun ve içeriğinin, canlı organizmaların bulunmadığı kontrollerden önemli ölçüde daha fazla olduğunu

gösterdiler. Sonuçlar, özellikle Pseudomonas sp. Suşu S10-3 için olmak üzere, bakteri suşlarıyla muamele edilen saksıların çoğunda kontrole kıysla önemli ölçüde daha fazla biyokütle biriktiğini ve K^+ elde edildiğini ortaya koydular. Bu uygulama domates toprak üstü dokusunda K^+ konsantrasyonu ve içeriği sırasıyla %50 ve %70 'ten fazla artırdığını raporlandırmışlar..

Sun vd. (2020), tarafından yapılan çalışmada Güney Çin botanik bahçesinden üç farklı bölgeden M. micrantha bitki rizosferi toprağı alınmıştır. Bakterilerin izolasyonları feldspat içeren katı besiyerinde gerçekleştirmişler. Üç bölgeden toplam 26 izolatın potasyumu çözdüğü şeffaf halo zon oluşturduğu görüldü. Sıvı Aleksandov besiyeri kullanılarak izolatların potasyum çözme kabiliyetleri atomik alev fotometresiyle ölçüm yapılarak elde edildi. 26 suştan 18 suşun çok iyi derecede potasyum çözdüğü saptanmıştır. K^+ çözündürme kabiliyetleri 0.07 mgL^{-1} ile 1.75 mgL^{-1} arasında olup en yüksek HZ18 (1.75 mgL^{-1}) izolatında olduğu gördüler. İzolatların moleküler tanımlanması koloni-polimeraz zincir reaksiyonu yapılıp Sangon Biotech (Shanghai) Co., Ltd. tarafından sekanslanmıştır. Sekanslama sonuçları EzBioCloud veritabanı kullanılarak analiz eyaptılar. 16S rDNA'nın homolog dizileri filogenetik bir ağaç oluşturmak için komşu-birleştirme yöntemi kullandı. Burkholderia, Pseudomonas ve Burkholderia olmak üzere üç cinse ait oldukları gördüler. Son olarak saksı kültür deneyinde toprak ve toz felspattan oluşan bir karışım saksılara konulmuş en iyi çözme kapasitesine sahip üç izolat kontrol grubu hariç diğer saksılara ileve edilip M. Micrantha bitkisi dikildi. Saksı kültürü deneyinin sonuçları, potasyum çözücü bakteriler içeren M. micrantha'nın bitki biyokütlesinin ve potasyum içeriğinin, bu bakterilerin bulunmadığı kontrole göre daha yüksek olduğunu gösterdiler. Potasyum çözündürücü bakterilerle, özellikle de GZ18 ile inkübasyon, bitki fosfor içeriğini önemli ölçüde artırdığını gözlemlediler.

Jaya vd. (2021), tarafından yapılan çalışmada Endonezya'nın Leuwikopo Deneysel Bahçesi'nden muz ve biber bitkisi rizosferinden ve IPB Üniversitesi Sığır Ağılı'ndaki bir inek gübresinden alınan örneklerin her birinden 10 g tartılıp 90 ml %0.85 lik fizyolojik tuz çözeltisinde homojenize etmişler. 1 ml alınıp 9 ml fizyolojik tuz çözeltisine konmuş ve 10^{-6} ya kadar dilüe edilmiştir. Sonrasında 0,1 ml alınıp feldspat minerali içeren Aleksandrov besiyerine inoküle edilip 33-37 ^oC de 2-3 gün inkübe edilmiş etrafında şeffaf zon oluşturanlar karakterize ettirildi. Daha ileri çalışmalara için şeffaf zon oluşturan 10 izolat tekrar feldspatlı Aleksandrov besiyerinde izolasyonu yaptılar. 3

izolatın feldspat mineralini çok iyi çözdüğü gözlemlenmiş ve bu izolatlara potasyum çözünürleştirme indeksi ile ölçüm yapıldı. En yüksek MPK P (Muz bitkilerinin rizosferinden elde edilen potasyum çözündürücü bakteri izolatı): 3.07; MPK KT (Sığır gübresinden elde edilen mikrobiyal potasyum çözündürücü bakteri izolatı): 3.03; MPK C (Biber bitkilerinin rizosferinden potasyum çözündürücü bakteri izolatı): 2.63 şeklinde çözdüğü görüldü. Ayrıca üç izolatın morfolojik özellikleri incelenmiş ve tütün patojen testi uyguladılar. Üç izolat tütün bitkisine inoküle edilmiştir ve 48 saat sonra üçünün de nekroz oluşturduğu görülmüştür. Yani üç izolat da biyoinokulant olduğu gözlemlediler.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmanın materyali Van'ın Bahçesaray ilçe tarım topraklarından alınan numuneler oluşturdu.



Şekil 3.1 Araştırma alanının haritası

Çalışmalarımızda kullandığımız muskuvit mineralini mühendislik fakültesi jeoloji bölümünden sağladık.



Şekil 3.2 Muskovit minerali

3.1.1. Toprak Örneklerinin Toplanması

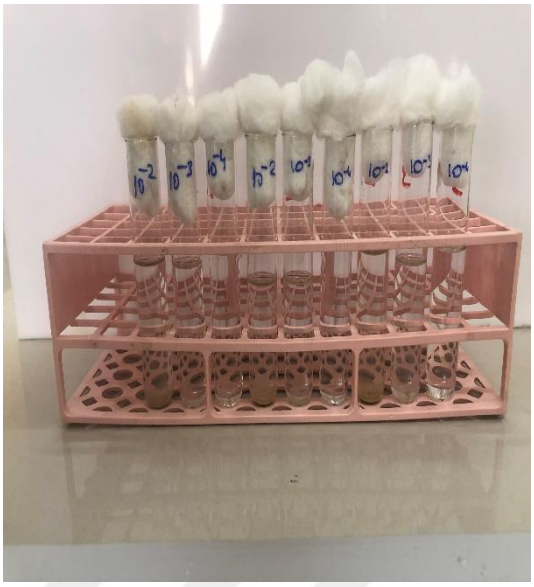
Van'ın Bahçesaray ilçesinde konumları belirlenen tarım arazilerinden yüzeyden en az 20 cm kazılıp ulaşılan toprak numuneleri steril polietilen torbalara konulmuştur. Belirlenen konumlar şu şekildedir :1. Bölge (38,092 N-42,748 E), 2. Bölge (38,098N-42,755 E) 3. Bölge (38,090N-42,746E). Laboratuvara getirilen toprak numuneleri izolasyon işlemine kadar +4 ^{0}C de tutulmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Numunelerinden Bakteri İzolasyonu

Üç araziden alınan toprak örnekleri ayrı ayrı 10 gr tartılıp her biri 100 ml fizyolojik tuz çözeltisi bulunan erlenmayerlere konulmuştur. Bu karışım 5 saat boyunca çalkalayıcıda çalkalanıp homojenize bir süspansiyon elde edildi. Daha sonra erlenlerdeki süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınarak içerisine 9 ml fizyolojik tuz çözeltisi bulunan tüplere konulmuş ve iyice karıştırılmıştır. Bu şekilde 10^{-2} dilüsyonu elde edilmiştir. Bu tüpten tekrar 1 ml alınıp, içinde 9 ml FTS bulunan tüpe aktarılıp aynı şekilde iyice karıştırılmıştır. Bu seyreltme işlemi tüm arazi bölgeleri için yapılmış ve 10^{-4} 'e kadar seri dilüsyonlar devam etmiştir. Daha sonra 10^{-4} dilüsyonlarından 100 µl alınıp içerisinde TSA bulunan petrilere bırakılmış ve drigalski çubuğu seyreltme plaka yöntemiyle besiyerine yayılmıştır. Ekim yapılan petriler 30 ºC'de 48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası morfolojik olarak renk ve şekilleri farklı olan bakteri kolonilerin her birisi saflaştırılmıştır.





Şekil 3.3 Toprak numunelerinden hazırlanmış toprak solüsyonları ve dilüsyonlar

3.2.2 Plak Deneyi İle Potasyum Çözen Bakterilerin Belirlenmesi

TSA besiyerinde gelişen, morfolojik olarak şekil ve renk bakımından birbirinden farklı olarak seçilen bakteri izolatları, içerisinde muskovit minerali bulunan Alexandrov besiyerine svap yardımı ile yoğun çizgi şeklinde ekildi. Petri plakları 30 ºC'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. Ayıraç olarak bromtimol mavisi kullanılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen biyomas etrafında gözlemlenen şeffaf zon oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirildi (Rajawat vd., 2012)

3.2.3 İzolatların Kantitatif Potasyum Çözme Aktivitelerin Belirlenmesi

İzolatların potasyum çözme aktivitelerinin belirlenmesi Sun vd. (2020), tarafından önerilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla içerisinde aynı miktar muskovit minerali bulunan 50 ml'lik erlenmayerlerdeki Alexandrov Broth besiyerlerine aşılanan bakteri izolatları farklı fiziksel koşullar oluşturulararak aktiviteleri ölçüldü. Bu bağlamda; 5'er gün arayla ölçümlerini gerçekleştirmek amacıyla zaman periyodu oluşturuldu ve 35 ^{o}C de inkübayona bırakıldı. Aynı şekilde farklı pH (5, 6, 8, 9) ve farklı sıcaklık (25, 30 ^{o}C) koşulları oluşturularak aynı miktar muskovit minerali içeren Aleksandrov besiyerine ekimleri gerçekleştirip inkübasyona bırakıldı. Sonrasında her bir erlenmayerden 10 ml

alınıp 10000 rpm de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatantan alınıp merkez laboratuvarında atomik alev spektrofotometresinde ölçüm yapıldı.

3.2.4 Bakteri İzolatlarının Hücre Morfolojisinin Belirlenmesi

İzole edilen potasyum çözen bakteriler, hücre morfolojisi binoküler mikroskobu ile belirlendi. Hücre morfolojisi belirlenmesi için gram boyama tekniği kullanıldı (Mac Faddin, 2000). Bu nedenle; lamın yüzeyi alevden geçirilip üzerine bir damla fizyolojik tuzlu su bırakıldı. Daha sonra bakteri kültüründen alevden geçirilen öze yardımıyla alınan bakteri kolonisi, fizyolojik tuzlu suyun içerisinde homojenize edildi. Preparat boya sehpasının üzerine konularak, üzerine kristal viyole boyası damlatıldı. 3 dk bekledikten sonra fazla boya dökülerek üzerine lügol ilave edildi. 1 dk sonra %95'lik etil alkolden geçirildi. Dekolorizasyon işleminin tamamlanması için, saf sudan geçirildi. Ardından preparatın üzerine safranin boyası damlatıldı. 30 saniye sonra saf su ile yıkanarak, preparat kurutma kâğıdı ile kurutuldu. Üzerine immersiyon yağı damlatılarak, 100'lük objektifte incelendi. Kristal viyole boyasının rengini alanlar Gram pozitif, safranin boyasının rengini alanlar Gram negatif olarak değerlendirildi (Benson, 2002).

3.2.5 Biyokimyasal Testler

3.2.5.1 Sitrat Testi

Analizi yapılacak bakteri kolonisinden platin iğne yardımıyla alınıp deney tüpleri içerisinde bulunan Simon’s Sitrat Agar’a aşılandı. Aşılama yapılan tüpler, 30 ºC’de 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonucunda, orjinal rengi yeşil olan besiyerleri renklerinin koyu mavi renge dönüşmesi pozitif sonuç olarak değerlendirildi. Besiyeri, renginde herhangi bir değişikliğin olmaması negatif sonuç olarak değerlendirildi. (Benson, 2002).

3.2.5.2 Metil Red Testi

Testi yapılacak bakteri kolonisinden öze kullanılarak MR-VP besiyerine aşılama yapıldı. Tüpler 30 ºC’de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra, tüplerin

üzerine 0.5 mL metil kırmızısı ilave edilip iyice karıştırıldı. Kalıcı kırmızı renk görülen tüpler pozitif sonuç, rengin sarıya dönmesi ise negatif sonuç olarak değerlendirildi (York vd., 2007).

3.2.5.3 İndol Testi

İncelenecek olan bakteri kolonisi platin öze kullanılarak SIM besiyerine aşılandı. Tüpler 30 ºC'de 48 saat inkübe yapıldı. İnkübasyondan sonrasında tüplere 0.5 mL Kovaks ayıracı eklendi. Tüplerin yüzeyinde oluşan kalıcı kırmızı halka indol oluşumunu pozitif olarak kabul edildi (York vd., 2007).

3.2.5.4 Karbonhidrat Oksidasyonu Testleri

Bakteri kolonisinden öze kullanılarak içerisinde %1 oranında incelenecek şeker bulunan, fenol red broth tüplerine aşılama yapıldı. Tüpler 30 ºC'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra başlangıçta rengi kırmızı olan besiyerinin sarıya dönmesi pozitif sonuç olarak değerlendirildi (Benson, 2002).

3.2.5.5 Aminoasit Dekarboksilasyon Testi

Testi yapılacak bakteri kolonisinden öze kullanılarak içerisinde %1 oranında incelenecek amino asit bulunan, fenol red broth tüplerine aşılama yapıldı. Tüpler 30 ºC'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra başlangıçta rengi sarı olan besiyerinin kırmızı renge dönmesi, pozitif sonuç olarak değerlendirildi (Benson, 2002).

3.2.5.6 Nitrat İndirgenmesi Testi

Durham tüpleri içerisinde %1 oranında KNO_3 nutrient broth tüplerine nalizi yapılacak kolonilerden aşılama yapıldı. Tüpler, 30 ºC'de 48 saat nkübasyona bırakıldı. İnkübe edildikten sonra tüplere %1'lik sülfanilik asit ve %0.6'lık alfa-naftol amin ayraçların her birinden 1 ml ilave edildi. Tüplerde kalıcı kırmızı rengin meydana gelmesi,

nitrat indirgenmesi yönünden pozitif sonuç olarak değerlendirildi (Çotuk ve Küçüker, 1992; Mac Faddin, 2000).

3.2.5.7 Üreaz Testi

Test edilecek bakteri kolonisinde öze kullanılarak, tüpte bulunan Üre Broth besiyerine aşılama yapıldı. Tüpler, 30 ºC'de 24-48 saat inkübe edildi. Sarı renkli olan besiyerlerinin pembeye dönmesi üreaz testi bakımından pozitif sonuç olarak değerlendirildi (Çotuk ve Küçüker, 1992; Mac Faddin, 2000).

3.2.5.8 Katalaz Testi

Petri kabına alınan bakteri kolonisinin üzerine 100 µL %3'lük hidrojen peroksit (H_2O_2) damlatıldı. Köpük oluşturan koloniler pozitif katalaz reaksiyonu, köpüğün oluşmaması ise negatif katalaz reaksiyonu olarak değerlendirildi (Çotuk ve Küçüker, 1992; Mac Faddin, 2000).

3.2.5.9 Oksidaz Testi

İçerisinde para-aminodimetilanilin monohidroklorid'in %1'lik eriyiği bulunan çözelti petri kabına yerleştirilen filtre kâğıdına emdirildi. Katı besiyerinden alınan bakteri kolonisi platin iğne ile bir miktar alınıp ayıraç içeren filtre kağıdına konuldu. 5-10 saniye içinde kırmızı-pembe bir renk oluşması oksidaz pozitif olarak değerlendirildi (Çotuk ve Küçüker, 1992; MacFaddin, 2000).

3.2.5.10 Tween 80 Hidroliz Testi

İçerik olarak %3 oranında Tween 80 kullanılan agarlı besiyerine kolıniden öze ile çizgi ekim yöntemiyle aşılama yapıldı. Sonrasında petriler, 30 ºC'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonucunda, petrilerin yüzeyini kapatacak şekilde %0.001'lik Rhodamin B ilave edildi. Kolonilerin etrafında oluşan sarı zonlar lipaz aktivitesi için pozitif sonuç olarak değerlendirildi (Karnetova vd., 1984).

3.2.5.11 Nişasta Hidroliz Testi

Besiyerinde %1 oranında çözünür nişasta bulunan petrilere koloniler öze kullanılarak yoğun bir çizgi şeklinde aşılama yapıldı. Petriler, 30 °C'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında besiyerinin üzerini kaplayacak şekilde lügol çözeltisi eklendi. Nişastanın hidrolize olduğu bölgelerde koloni etrafındaki şeffaf bölgeler pozitif nişasta sindirimi, mor bölgeler ise negatif nişasta sindirimi olarak değerlendirildi (Aygan vd., 2008).

3.2.5.12 Kazein Hidroliz Testi

İçerik olarak %1 oranında yağsız süt tozu bulunan agarlı besiyerinde, koloniler svap kullanılarak yoğun bir leke biçiminde aşılandı. Petriler, 30 ºC'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında besiyerinde koloni etrafında oluşan şeffaf zon proteaz varlığı bakımından pozitif olarak değerlendirildi (Çotuk ve Küçüker, 1992; MacFaddin, 2000).

3.2.5.13 Eskulin Hidroliz Testi

İçerik olarak eskulin buyyon bulunduran agarlı besiyerine, koloniler öze kullanılarak yoğun bir biçimde aşılandı. Petriler, 30 ºC'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonucunda gelişim gösteren koloni etrafında siyahlanma oluşumu eskulin hidroliz testinin pozitif olarak değerlendirildi. Herhangi bir değişikliğin olmaması negatif olarak değerlendirildi. (Çotuk ve Küçüker, 1992; MacFaddin, 2000).

3.2.6 Genomik DNA İzolasyonu Polimeraz Zincir Reaksiyonunun Uygulanışı

Örneklerimizin moleküler tanımlanması; izolasyon, PCR ve dizileme işlemi BMLabosis firmasına hizmet alımı kapsamında yaptırılmıştır.

Bakteri izolatlarından DNA izolasyonu EurX GeneMATRIX Bacterial & Yeast DNA izolasyon kiti kullanılarak elde edilmiştir. İzolasyondan sonra elde edilen DNA'ların miktar ve saflığını kontrol etmek için Thermo Scientific Nanodrop 2000 (USA) cihazında

spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır. 16S rDNA bölgesi uygun üniversal primerler kullanılarak, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılmıştır. Bu amaçla; bakteria domaini için spesifik 27F 5' AGAGTTTGATCMTGGCTCAG 3' ve 1492R 5'TACGGYTACCTTGTTACGACTT3' evrensel primerleri kullanılmıştır. PCR işlemi tamamlandıktan sonra, PCR ürünü agaroz jel elektroforezi yardımıyla jelde yürütülerek DNA'nın saflığı kontrol edilmiştir (Nikiforov ve Howles, 2001).

3.2.7 Filogenetik Ağacın Oluşturulması

16S rDNA bölgesi dizileme işleminden sonra gelen ab1 dosyaları alınarak MEGAX 7 programı ile her izolat için kromatogramlar tek tek incelenerek zayıf nitelikli baz dizileri (belirsiz yani 'N' kodlu birkaç baz) genellikle sekans başları ve sonlarındaki bölgelerinde kesilip uzaklaştırılıp contiqler oluşturuldu. Tüm izolatların 16S rDNA nükleotid baz dizileri filogenetik dendogramların oluşturulması için kullanıldı. NCBI'da blast yapılarak her suşa yakın türlerin Access kodları alındı. Hem veri tabanındaki yakın türlerle hem de kendi aralarında analiz edildi. Mega7 programı ile bu dizilemesi yapılan izolatlar ve Gen Banktaki izolatların fasta formatları şeklinde programa çağrıldı. Daha sonra Clustal *W* yapılarak korunmuş bölgeler kıyaslandı. Bu işlemin ardından Mega7 programındaki bu dosya fasta şeklinde kaydedildi. Bu işlemden sonra Mega 7 paket programı ile Maksimum Olabilirlik algoritması seçilerek iki izolattan birine Hasegawa-Kishino-Yano ve ikincisine Kimura 2- parameter uzaklık matrisi ile filogenik ağaçlar oluşturuldu.

4. BULGULAR

4.1. Toprak Bakterlerin İzole Edilmesi ile İlgili Bulgular

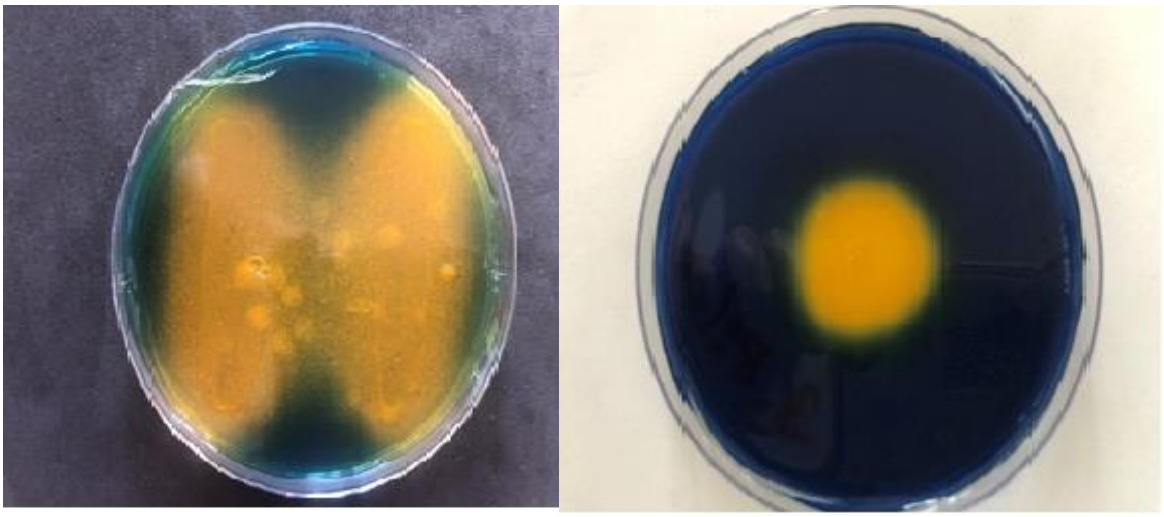
Bahçesaray tarım arazi topraklarından sağlanan numunelerden TSA besiyerine yapılan ekimler sonucunda morfolojik olarak renk ve şekil bakımından dört farklı izolat elde edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Potasyum Çözen S1 İzolatının saflaştırma görüntüsü

4.2 İzolatların Potasyum Çözme Kabiliyetleri Bakımından Taranması ile İlgili Bulgular

Muskovit minerali içeren Aleksandrov besiyerine aşılanan morfolojik olarak farklı izolatlardan dört tanesinin potasyum çözme kabiliyetleri açısından pozitif olduğu gözlemlendi (Şekil 4.2). Elde edilen saf kültürler %10 luk saf gliserol solüsyonunda -20 ^{o}C de muhafaza edildi.



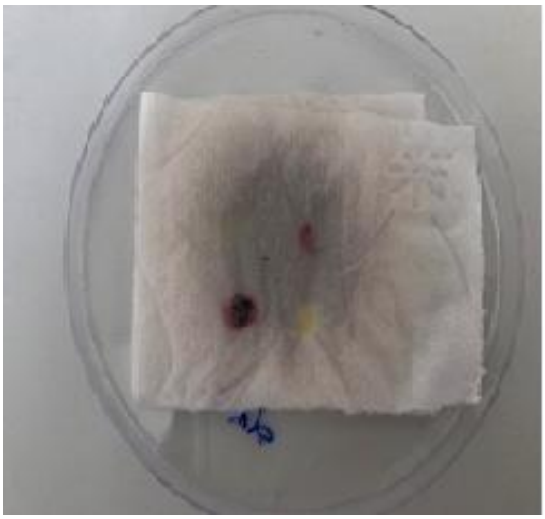
Şekil 4.2 Aleksandrov besiyerinde potasyum çözme kabiliyetleri bakımından pozitif S1 izolatının görüntüsü

4.3 Bakteri İzolatların Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri

Bahçesaray üç tarım arazisinden izole edilen bakteri izolatlarından 4 tanesinin potasyum çözme kabiliyeti pozitif değerlendirip çalışmaya bunlarla devam edildi. Bu izolatlar S1 (1. bölge izolatı), S2 (2. bölge izolatı), S3a (3. bölge 1. izolatı) ve S3b (3. bölge 2. izolatı) şeklinde etiketlendi. Gram boyama da S1 çomak gram negatif, S2, S3a, S3b gram pozitif bacillus morfolojilere sahip olduğu belirlendi. Ayrıca tüm izolatlar sitrat ve katalaz analizi bakımından pozitif sonuç gösterirken (Şekil 4.4), oksidaz analizinde S1, S3a pozitif (Şekil 4.3), S2, S3b negatif olarak gözlemlendi. Ek olarak, nitrat testi bakımından tüm izolatlar negatif iken (Şekil 4.10), metil kırmızısı analizinde sadece S3b pozitif reaksiyon gösterdi (Şekil 4.10). SIM ortamında S1, S3a, S3b izolatları hareketsiz iken, S2 hareketlilik gösterdi (Şekil 4.10). Hidrojen sülfit ve indol analizlerinde tüm izolatlar negatif olarak gözlemlendi. Hidroliz testlerinden, nişasta hidroliz (Şekil 4.5), ve dna hidroliz testleri tüm izolatlar için negatif değerlendirilirken (Şekil 4.9), jelatin hidrolizi testi tüm izolatlar için pozitifti (Şekil 4.10). Eskulin hidrolizi S2 ve S3b için pozitif (Şekil 4.7), S1 ve S3a için negatif; kazein hidrolizi ise bunun tersi olarak S1ve S3a pozitifken (Şekil 4.6), S2 ve S3b negatif olarak görüldü. Son olarak üre hidroliz testinde sadece S3a pozitif iken, tween 80 hidrolizinde S3a veS3b izolatları pozitiflik gösterdi (Şekil 4.8)(Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. Potasyum çözen pozitif izolatların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri

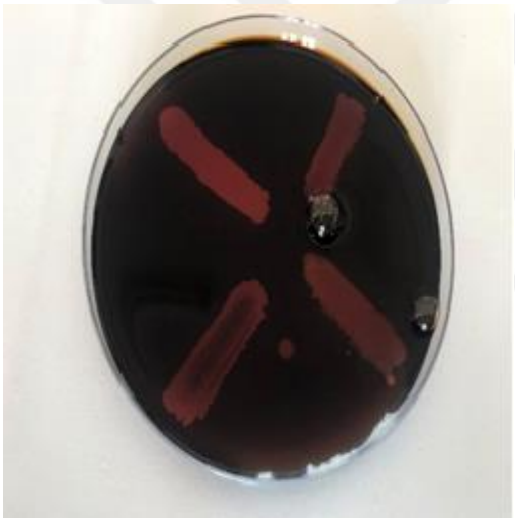
Özellikler	**S1**	**S2**	**S3a**	**S3b**
Hücre morfolojisi	Çomak	Basil	Basil	Basil
Gram boyama	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif
MR-VP	-	-	-	+
Nitrat	-	-	-	-
Sitrat	+	+	+	+
Oksidaz	+	-	+	-
Katalaz	+	+	+	+
Hareket	Hareketsiz	Hareketli	Hareketsiz	Hareketsiz
Hidrojen sülfit	-	-	-	-
İndol	-	-	-	-
HidrolizTestleri				
Eskulin hidrolizi	-	+	-	+
Kazein hidrolizi	+	-	+	-
Jelatin hidrolizi	+	+	+	+
Nişasta hidrolizi	-	-	-	-
Üre hidrolizi	-	-	+	-
Tween 80 hidrolizi	-	-	+	+
Dna hidrolizi	-	-	-	-



Şekil 4.3 Oksidaz testi



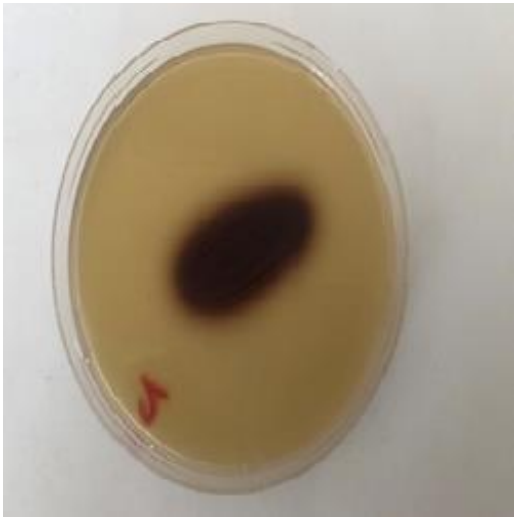
Şekil 4.4 Katalaz testi



Şekil 4.5 Nişasta hidrolizi testi



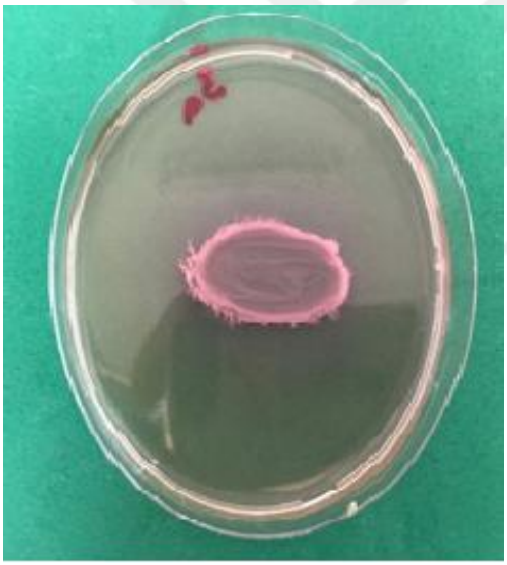
Şekil 4.6 Kazein hidrolizi testi



Şekil 4.7 Eskulin testi



Şekil 4.8 Tween 80 hidroliz testi



Şekil 4.9 DNA hidrolizi testi



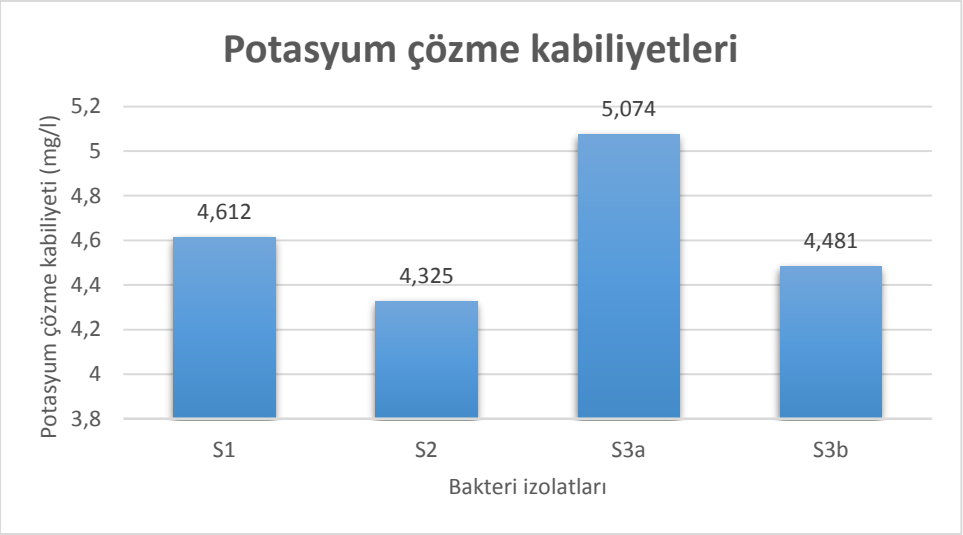
Şekil 4.10 Sitrat, SİM, MR-VP, Nitrat Jelatin hidroliz testleri

4.4 Bakteri İzolatlarının Potasyum Çözme Kabiliyetleri İle İlgiliKantitatif Bulguları

Alev atomik absorbsiyon spektrometresiyle yapılan kantitatif ölçme sonucunda tüm izolatların da potasyum çözme kabiliyetlerinin olduğu görülmüştür. Bu izolatlardan S1 (4,612 mg/l), S2 (4,325 mg/l), S3a (5,074 mg/l) ve S3b (4,481 mg/l) şeklinde aktivite gösterdiği ölçülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Bakteri izolatların potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif değerleri

Bakteri İzolatları	Potasyum Çözme Kabiliyeti (mg/l)
S1	4.612
S2	4.325
S3a	5.074
S3b	4.481



Şekil 4.11 Bakteri izolatların potasyum çözme aktivite grafiği

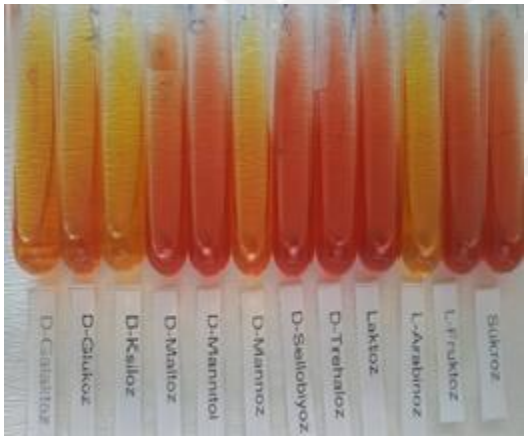
Bulgulardan elde edilen verilere göre S1 (4,612 mg/) ve S3a (5,074 mg/l) potasyum çözme kabiliyetleri daha fazla olduğu görülmüş bu iki izolatla çalışmaya devam edilmiştir.

4.5 Bakteri İzolatlarının Karbonhidrat Oksidasyonu İle İlgili Bulgular Aminoasit Dekarboksilasyonu ve Farklı Tuz Konsantrasyonlardaki Bulgular

Karbonhidrat oksidasyonu açısından S1 izolatı, galaktoz, glukoz, ksiloz, mannoz, arabinoz şekerlerini okside ederken, maltoz mannitol, sellobiyoz, trehaloz, laktoz, fruktoz ve sükroz şekerlerini okside edemediği gözlemlendi. S3a izolatı ise ksiloz, laktoz ve arabinoz şekerlerini okside ederken, galaktoz, glukoz, maltoz, mannitol mannoz, sellobiyoz, trehaloz fruktoz ve sükroz okside edemediği görüldü (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Potasyum çözen izolatların karbonhidrat oksidasyon test sonuçları

	S1	S3a
Karbonhidrat		
D-Galaktoz	+	-
D-Glukoz	+	-
D-Ksiloz	+	+
D-Maltoz	-	-
D-Mannitol	-	-
D- Sellobiyoz	-	-
D-Mannoz	+	-
D-Trehaloz	-	-
L-Arabinoz	+	+
Laktoz	-	+
L-Fruktoz	-	-
Sükroz	-	-



Şekil 4.12 S1 izolatının karbonhidrat oksidasyonu



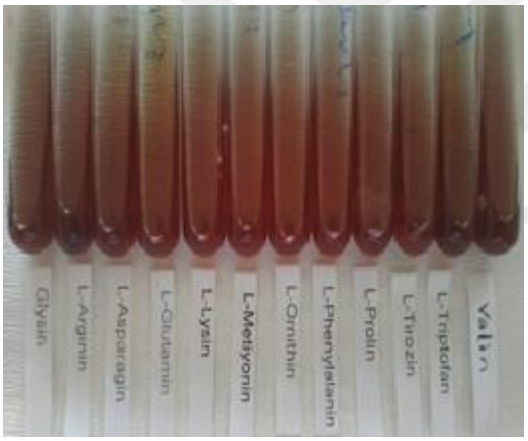
Şekil 4.13 S3a izolatının karbonhidrat oksidasyonu

4.6 Bakteri İzolatlarının Aminoasit Dekarboksilasyonu İle İlgili Bulgular

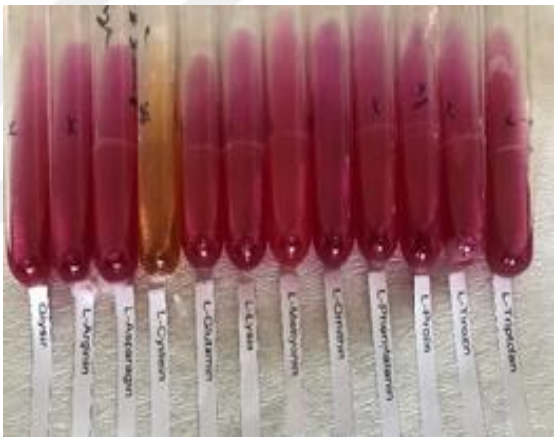
Aminoasit dekarboksilasyon açısından S1 izolatı tüm amino asitleri dekarboksilasyona uğratırken, S3a izolatı ise glisin, arjinin asparajin, glutamin, lisin, metiyonin, ornitin, fenilalanin, prolin, triozin, ve triptofan amino asitlerini dekarboksilasyona uğratırken, sistein amino asitini dekarboksilasyona uğratamadığı görüldü (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Potasyum çözen izolatların aminoasit dekarboksilasyonu test sonuçları

Amino Asit	**S1**	**S3a**
Glisin	+	+
L-Arjinin	+	+
L-Asparajin	+	+
L-Sistein		-
L-Glutamin	+	+
L-Lizin	+	+
L-Ornitin	+	+
L- Metiyonin	+	+
L-Fenilalanin	+	+
L-Prolin	+	+
L-Trozin	+	+
L-Triptofan	+	+



Şekil 4.14 S1 izolatının aminoasit dekarboksilasyonu



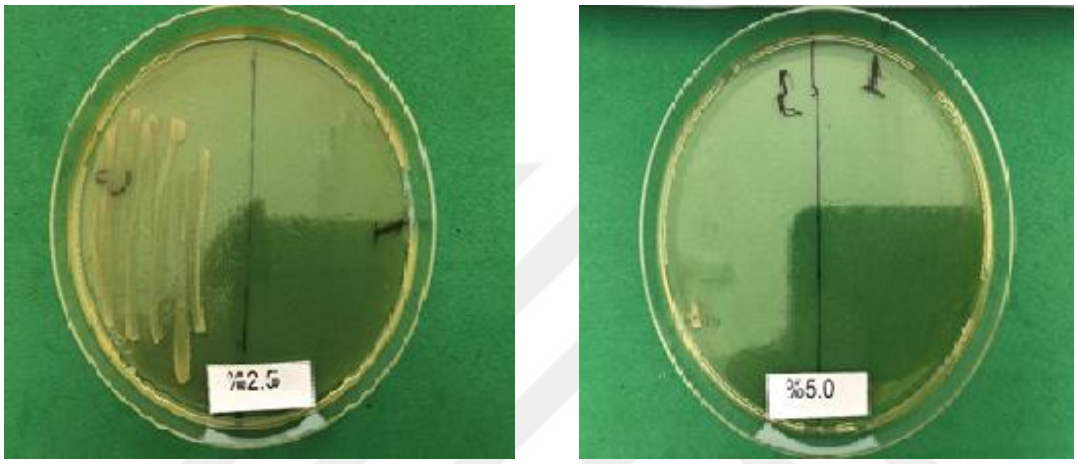
Şekil 4.15 S3a izolatının aminoasit dekarboksilasyonu

4.7 Bakteri İzolatlarının Farklı Tuz Konsantrasyonlardaki İle İlgili Bulgular

Tuz konsantrasyonu %2.5 -%5, %7.5, %10, %15 ve %20 olan besiyerlerinde S1 izolatı tüm konsantrasyonlarda negatif iken, S3a izolatı ise sadece %2.5 konsantrasyonunda gelişme gösterdi (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Potasyum çözen izolatların farklı tuz konsantrasyonundaki test sonuçları

Tuz Toleransı	**S1**	**S3a**
%2.5	-	+
%5	-	-
%7..5	-	-
%10	-	-
%15	-	-
%20	-	-



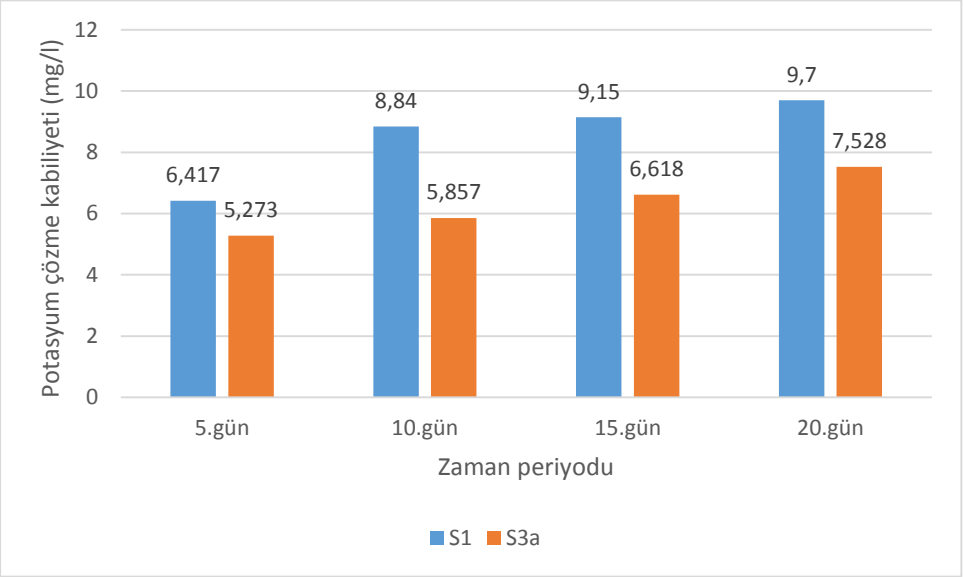
Şekil 4.16 Bakteri izolatlarının farklı tuz konsantrasyonunda gelişimi

4.8 Bakteri İzolatlarının Farklı Fiziksel koşullarda Potasyum Çözme Kabiliyetleri

Farklı zaman periyodu, farklı sıcaklık koşulları, farklı pH aralıklarının, inkübasyonun potasyum çözen bakterilerin kabiliyetleri üzerine etkileri ile ilgili bulgular alev atomik absorbsiyon fotometresiyle kantitatif ölçüm sonucunda elde edildi. S1 izolatı en fazla 20. günde potasyum çözdüğü (9.70 mg/l), 25 ºC de potasyum çözme (6.906 mg/l) kabiliyetinin daha iyi olduğu ve pH 8 de (8.185 mg/l) maksimum aktivite gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8). S3a izolatı ise en fazla 20. günde potasyum çözdüğü (7.528 mg/l), 25 ºC de potasyum çözme (9.414 mg/l) kabiliyetinin daha iyi olduğu ve pH 6 de (9.109 mg/l) maksimum aktivite gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8).

Çizelge 4.6 Bakteri izolatların farklı zaman periyotlarında potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü

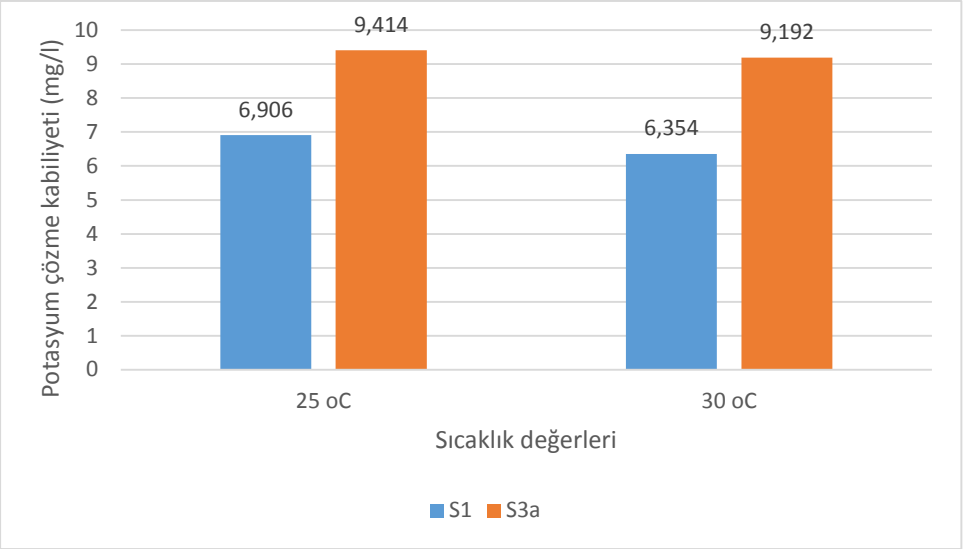
	Zaman Periyodu	Potasyum Çözme Kabiliyeti (mg/l)
S1 İzolatı	5. gün	6.417
	10. gün	8.840
	15. gün	9.15
	20. gün	9.70
S3a İzolatı	5. gün	5.273
	10. gün	5.857
	15. gün	6.618
	20. gün	7.528



Şekil 4.17 Farklı zaman periyotlarında izolatların potasyum çözme aktivite grafiği

Çizelge 4. 7 Bakteri izolatların farklı sıcaklıklarda potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü

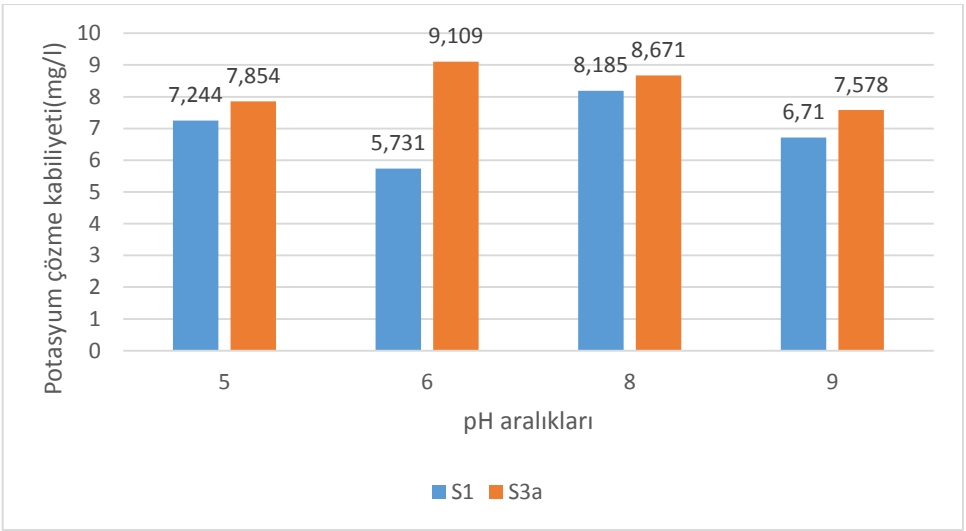
	Farklı Sıcaklık	Potasyum Çözme Kabiliyeti (mg/l)
S1 İzolatı	25 °C	6.906
	30 °C	6.354
S3a İzolatı	25 °C	9.414
	30 °C	9.192



Şekil 4.18 Farklı sıcaklık aralıklarında izolatların potasyum çözme aktivite grafiği

Çizelge 4.8 Bakteri izolatların farklı pH aralıklarında potasyum çözme kabiliyetlerinin kantitatif ölçümü

	pH Aralıkları	**Potasyum Çözme Kabiliyeti (mg/l)**
S1 İzolatı	5	7.244
	6	5.731
	8	8.185
	9	6.710
S3a İzolatı	5	7.854
	6	9.109
	8	8.671
	9	7.578



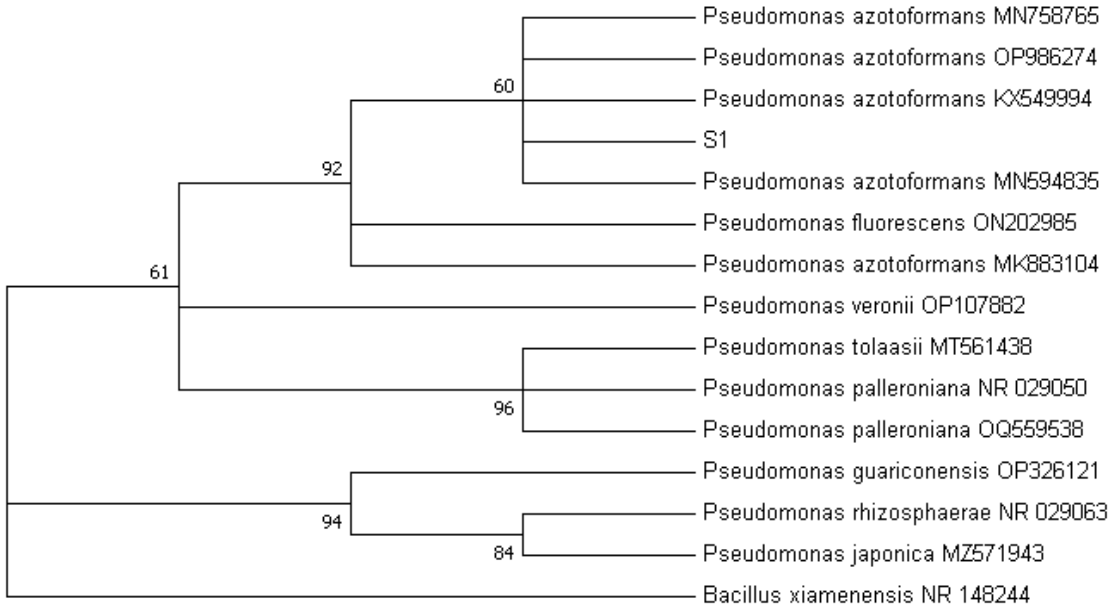
Şekil 4.19 Farklı pH aralıklarında izolatların potasyum çözme aktivite grafiği

4.9 Potasyum Çözen İzolatlarının 16S rDNA Diziliş Analizi

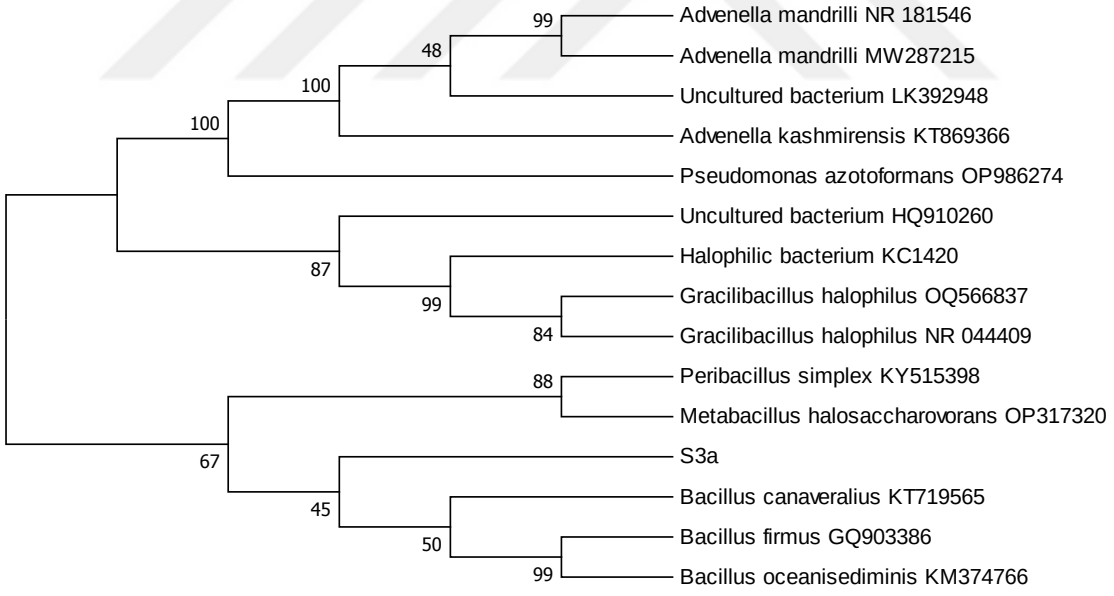
S1 ve S3a izolatlarının ilgili cins tip türlerinin dizilemeye bağlı filogenetik dendrogramları Maximum Likelihood algoritması kullanılarak oluşturulmuştur. Benzerlik araştırması, 16S rDNA gen sekansları ile taksonomik sınıflandırma için BLAST programı (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/) kullanılarak Gen Bankasındaki veritabanı ile karşılaştırılmıştır. Maximum Likelihood algoritması için filogenetik uzaklık matriksi MegaX 7 programı yardımıyla bulunup S1 için HKY (Hasegawa-Kishino-Yano), S3a için ise K2 (Kimura 2- parameter) metodu kullanılarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Filogenetik analizi yapmak için yapılan filogenetik ağacın bootstrap analizi 1000 tekrarlı olarak MEGAX 7 programında gerçekleştirilmiştir (Kumar vd., 2016). Evrimsel olarak korunan nükleotid baz dizisindeki polimorfizim oranları yardımıyla türler arasındaki yakınlık-uzaklık analizlerinin yapılabilmek için bootstrap değeri hesaplanmıştır. Şekil 4.20 de 16S rDNA dizi verileri kullanılarak gerçekleştirilen ML analizinde oluşturulan filogenetik ağaçta dış grup tamamen farklı bir dal oluşturarak ayrılmıştır.

S1 izolatını filogenetik dendrogramında *Bacillus xiamenensis* suşu dış grup olarak seçildi. *Pseudomonas* grubunu temsil eden çalışılan izolat ve ilgili tip türlerinin 16S rDNA nükleotit dizileme analizleri sonucu Maximum Likelihood algoritma yöntemiyle oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.20'da verilmiştir. Oluşturulan filogenetik ağaçta *Azotoformans* cinsileri ve S1 izolatı kendi aralarında güçlü bir homoloji ile sıralanmıştır. S1 izolatı, Gen Bankası'nda kayıtlı *Pseudomonas azotoformans* türleri ile sıkı bir şekilde kümelenme oluşturmuştur.

S3a izolatını filogenetik dendrogramında *Pseudomonas azotoformans* suşu dış grup olarak seçildi. S3a izolatının 16S rDNA nükleotit dizileme analizleri sonucu Maximum Likelihood algoritma yöntemiyle oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.21'da verilmiştir. Oluşturulan filogenetik ağaçta *Bacillus* cinsileri ve S3a izolatı kendi aralarında güçlü bir homoloji ile sıralanmıştır. S3a izolatı, Gen Bankası'nda kayıtlı *Bacillus* türleri ile sıkı bir şekilde kümelenme oluşturmuştur.



Şekil 4.20 Maksimum Likelihood (ML) metoduna göre S1 izolatı için 16S rRNA gen dizilerine dayanan filogenetik ağaç



Şekil 4.21 Maksimum Likelihood (ML) metoduna göre S3a izolatı için 16S rRNA gen dizilerine dayanan filogenetik ağaç

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada 2021 Ekim ayında Van Bahçesaray tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinden izolasyonu yapılan mikroorganizmaların biyokimyasal özellikleri, morfolojik yapıları, potasyum çözme aktiviteleri ve 16S rDNA sekans analizine göre tanımlaması yapılmıştır. İzole edilen iki tür izolata fenotipik özelliklerine ve farklı biyokimyasal testler yapılarak, 16S rDNA sekanslar ile karakterizasyon yapıldı. Sonuç olarak elde edilen 16S rDNA gen nükleotidi belirlenip analizi yapılan izolatların filogenetik ağaçlar oluşturuldu.

Günümüzde dengesiz, bilinçsizce kullanılan kimyasal gübreler ve tarım ilaçları tarımsal üretimin önemli problemlerinden birisi olarak görülmektedir. Ülkemizde, kimyasal gübre ithalatı çok fazla yapılmaktadır. Bu gübrelerin hem pahalı olması, hemde gün geçtikçe doğal gübre rezervlerinin azaltması, orantısız kimyasal içerikli gübre kullanılması; toprak, hava, su ve çevre kirliliğine neden olması ve çözünmez formda bulunan besin maddellerini alınamaması sebepleriyle günümüz çalışmaları sürdürülebilir gübreler olarak bilinen mikroorganizmalar üzerinde durmaktadır. Tarım üretimi esas olarak toprağın içerdiği mikrobiyal aktivite ile ilgilidir. Toprakta kullanıma uygun olmayan formda bulunan ve başka maddelere bağlı haldeki besin elementlerini mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir forma dönüştürmeleri bitkilerin gelişmesinde önem arz etmektedir. Bu yararlı toprak mikroorganizmaları, dolaylı veya doğrudan yolaklarla bitkilerin gelişmelerine katkıda bulunmaktadırlar. Patojenik mikroorganizmaların büyümesini engellemek, bitkisel hormonların salımını arttırmak ve bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alımını arttırmak, en önemli mekanizmaları olarak bilinmektedir. Bu anlamda bizim de çalıştığımız ve daha önce de bu alanda yapılan çalışmalar potasyum çözen bakterilerin tanımlanması, izolasyonu ve farklı özelliklerinin keşfedilmesi önemli bir yer teşkil etmektedir.

İzolatların potasyum çözme kabiliyetleri Aleksandrov besiyerinde test edilmiş ve 4 bakteri türünün pozitif sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Mikroorganizmalar üzerinde yapılan kalitatif çalışmaları ile potasyumu çözme kabiliyetlerinin belirlenmesi Aleksandrov besiyerinin kullanılması önerilmektedir (Parmar vd., 2016; Sen vd., 2016; Fatharani ve Rahayu, 2018). Araştırmacıların yaptığı çalışmalarda *Azotobacter chroococcum, Acidothiobacillus ferrooxidans, Bacillus mucilaginosus, Enterobacter*

hormaechei, Bacillus circulans Bacillus edaphicus, , Bacillus licheniformis, Bacillus subtilis Paenibacillus glucanolyticus, türlerinin ve *Pseudomonas, Rhizobium, Burkholderia* türlenin bakterilerin potasyum çözme aktivitelerinde etkili mikroorganizmalar olduğu raporlandırılmıştır (Singh vd., 2010; Basak ve Biswas, 2012; Rajawat vd., 2012; Parmar ve Sindhu, 2013; Parmar vd., 2016). Çalışmamızdaki verilere göre izolatların potasyumu çözme kabiliyetlerine dair verilerin farklı araştırmacılar tarafından bulunan bulgular ile benzer olduğu gözlemlenmektedir. Çözünmez formda bulunan potasyumu serbest bırakılmasında potasyum çözücü bakterilerin farklı asitler salgıladıkları bilinmektedir. Bashir vd. (2017), yapılan çalışmada izole edilen bakteri suşlarından *Pseudomonas* cinslerinin glukonik, formik laktik, malik ve suksinik asit; *Enterobacter* cinslerinin glukonik asit ve malik asit, *Serratia marcescens*'in laktik asit ve sitrik asit; *Chryseobacterium* cinsleri ise sitrik asit ürettikleri bulunmuştur. Bu çalışmada pozitif olan izolatlarında farklı organik asitler salgılayarak besiyeri içerisinde bulunan muskuvit mineralini çözdüğü plakalarda şeffaf bir zon oluşumu ile gözlemlenmiştir.

Bu tez çalışmasında; Potasyum çözdüğü kalitatif olarak belirlenen *Pseudomonas azotoformans* S1 izolatının Gram negatif fakültatif anaerob çomak hücre morfolojisine sahip olup floresans pigment üretme özelliğine sahip olduğu belirlendi. Nitrat indirgemesi ve hidrojen sülfit testi yönünden negatif, sitrat ve oksidaz testleri açısından pozitif olduğu belirlendi. Jelatini hidrolize ederken nişastayı hidrolize etmediği belirlendi. İlave olarak glikoz ve ksilozdan asit oluşturma özelliği yönünden pozitif özellik gösterirken sükroz şekeri açısından negatif olduğu belirlendi. Palleroni (2005), tarafından tanımlanan *Pseudomonas azotoformans*'ın tip straini ile morfolojik be biyokimyasal özellikleri açısından karşılaştırıldığında sadece nitrat redüksiyon testi ve sükroz oksidasyonu testi yönünden farklılık gösterdiği belirlendi. Bakteri strainlerinin bazı biyokimyasal özellikleri bakımından farklılık arz edebileceği bakteriyologlar tarafından bilinmektedir.

Yine bu tez çalışmasında; *Bacillus canaveralius* S3a izolatının aerobik, endospora sahip, Gram pozitif basil hücre morfolojisine sahip olduğu belirlendi. Bu izolatın sitrat negatif, hidrojen sülfit negatif ve eskulin hidrolizi yönünden negatif ancak jelatin hidrolizi açısından pozitif olduğu belirlendi. Ayrıca ksiloz, laktoz ve sükroz oksidasyonu yönünden pozitif özellik gösterirken, sellobioz şekerinin oksidasyonu açısından negatif özelliğe sahip olduğu belirlendi. İlave olarak bu izolatın %2,5 tuz toleransına sahip olduğu belirlendi. *Bacillus canaveralius*'un tip straini ile kıyaslandığında; nitrat

indirgenmesi, eskulin ve jelatin hidrololizi ve sellobioz, laktoz, sükroz şekerlerinin oksidasyonu ve tuz töleransı açısından faklılık gösterdiği belirlendi (Newcombe vd., 2009). Bakteri izolatlarını fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasında farklılıkların bakteriyologlar tarafından olağan olduğu bilinmekle birlikte burada moleküler karakterizasyonun bakteri taksonomisindeki önemi ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamız da Bahçesaray ilçe topraklarından izolasyonu yapılan potasyum çözen bakterilerin kantitatif ölçümü Alexandrov broth besiyerinde farklı fiziksel koşullar oluşturularak alev spektrofotometre ile ölçülmüştür. Elde edilen bulgulara göre S1 ve S3a nın 5-20 gün arasındaki zaman aralıklarında potasyum çözme aktivitesinin sürekli arttığı görülmüştür. Her iki izolatta 20. günde optimum aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Farklı pH şartlarında S1 izolatı pH 8 de optimum aktivite, pH 6 da minimum aktivite gösterirken S3a izolatı pH 6 da optimum aktivite, pH 9 da minimum aktivite gösterdiği görülmüştür. Her iki izolatın da 25 ^{o}C de optimum potasyum çözdüğü ölçülmüştür.

Parmar vd. (2016), yaptıkları çalışmada sağlıklı mısır bitki rizosferinden elde ettikleri izolatların, muskovit minerali içeren Alexandrov broht besiyerinde farklı zaman aralıklarında (7. gün,15. gün, 20.gün) kantitatif ölçümleri 1,89 ile 46,52 μg/ml aralığında K salınımı gerçekleşmiştir. İnkübasyon süresi arttıkça salınan potasyum miktarınında arttığı görülmüştür. Elde ettiğimiz izolatlarında artan inkübasyon süresine göre salınan K potasyum miktarı artması bakımından bu çalışma ile paralellik göstermiştir

Zhanga ve Kong, (2014) yaptığı çalışmada tütün bitkisi rizosferinden elde ettikleri *Burkholderia cepacia* GL13 izolatının 0,59 mgL^{-1} potasyum çözdüğü, QC3a2 izolatının 1.1 mgL^{-1} potasyum çözdüğünü ölçmüşlerdir.

Bakteri izolatları biyokimyasal testler, koloni morfolojileri ve 16S rDNA tanımlamaları yapılıp taksonomideki yerleri belirlenmiştir. Bakterilerin filogenetik analizlerini belirlemede en çok kullanılan yöntem 16S rDNA gen dizileme olan moleküler tanımlamadır (Busse vd., 1996). Bu bölgenin korunaklı olması, türler özgü heterojen bölgelerin bulunması, tüm bakterilerde ortak gen olarak bulunması, bakterilerin tür tanımlanmasında araştırmacılara olanak sunmuştur (Vandamme vd., 1996). 16S rDNA gen bölgesi çok geç evrimleşmesinden dolayı korunan bir bölge olma niteliği taşımaktadır. Bakterilerin filogenetik ilişkilerini cins, tür olarak belirlemek için kullanılmaktadır. 16S rRNA gen bölgesi sekans dizilerinin veri tabanlarında arşivlenmesi moleküler çalışmalar için son derece önem arz etmektedir. Yaptığımız araştırma

çalışmasında, S1 ve S3a izolatlarının 16S rDNA gen dizisine spesifik olan 27F ve 1492R primerler kullanılarak PCR da çoğaltılmıştır. Ab1 formatındaki sekams sonuçları MEGAX7 programında kromotogramlarına göre nükleotitlerin kontrolleri yapılıp başta ve sonda bulunan sekansı düzgün yapılamayan nükleotitler kesilip atılmıştır. NCBI da blast yapılıp çıkan en yakın türler ile hizalamaları yapılmıştır. Sonrasında maksimum olabilirlik algoritmasına göre filogenetik ağaç oluşturulmuştur. S1 izolatın Pseudomonas azotoformans KX549994 suşu ile %99.93 oranında benzerlik gösterip homoloji oluşturmuştur. S3a izolatı ise Bacillus canaveralius KT719565 suşu ile %96,88 oranında homoloji oluşturmuştur. Archana vd. (2008), yaptıkları çalışmada tanımladıkları Bacillus ve Pseudomonas cinslerinin Alexandrov agar besiyerinde mikayı çözerek şeffaf zon oluşturduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızın da diğer yapılan çalışmalarla uyumlu olduğunu göstermektedir.

Yaptığımız çalışma sonucunda S1 ve S3a suşlarının hem kalitatif hem kantitatif olarak potasyumu çözdüğü ve 16 S rDNA gen analizine göre tanımlanması yapılmıştır. Sonuç olarak tarım arazilerinde kimyasal gübrelerin rastgele ve aşırı kullanılmasıyla meydana gelen çevre, toprak ve yer altı kaynaklarının kirliğini önlemek; bu tür bakterilerin biyogübre olarak kullanılmasıyla önüne geçilecektir. Bu şekilde çok pahalı olan kimyasal gübrelerin kullanımı azalacak ülke ekonomisine katkı sağlanıp doğal dengenin sürekliliği sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Akçalı, A., Levent, B., Akbaş, E., Esen, B. (2008). Türkiye'nin Bazı İllerinde İzole Edilen *Shigella Sonnei* Suşlarının Antimikrobiyal Direnç ve "Pulsed Field" Jel Elektroforezi Yöntemleri İle Tiplendirilmesi. *Mikrobiyol. Bül,* 42: 563-572.

Akman, Z., Kara, B. (2001)**.** Ekolojik Tarımda Birlikte Ekim (İntercropping)'in Rolü. **Türkiye İkinci Ekolojik Tarım Sempozyumu**, 375-383s. Antalya.

Aksoy, U. (2001). Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. **Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu**, Antalya, 69-77.

Aksoy, U., Altındişli, A. (1998). Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım***. Ekolojik Tarım Organizasyon Derneği (ETO).*** 125s. İzmir.

Anonim. (1974.) German Potash for World Agriculture. Kali und Salz AG. Bunteveg 2. Hannover, Germany. p: 96.

Anonim, (1988). Better Crops International. *Potassium for Agriculture 4* (2): 3–38.

Arda, M. (1995). Biyoteknoloji (Bazı Temel İlkeler), *Kükem Derneği Bilimsel Yayınları*, Ankara.

Aygan, A. (2008). *Haloalkalofil Bacillus sp. İzolasyonu, Amilaz, Selülaz ve Ksilanaz Enzimlerinin Üretimi, Karakterizasyonu ve Biyoteknolojik Uygulamalarda Kullanılabilirliği* (doktora tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Bagyalakshmi, B., Ponmurugan, P., Balamurugan, A.(2017). Potassium Solubilization, Plant Growth Promoting Substances by Potassium Solubilizing Bacteria (KSB) From Southern Indian Tea plantation soil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology,* 12, 116-124.

Barre, P., Montagnier, C., Chenu, C., Abbadie, L., Velde, B. (2008). Clay Minerals as a Soil Potassium Reservoir: Observation and Quantification Through X-ray Diffraction. *Plant Soil*., 302, 213–220.

Basak, B.B., Biswas, D.R.. (2012). Influence of Potassium Solubilizing Microorganism *(Bacillus mucilaginous*) and Waste Mica on Potassium Uptake Dynamics by Sudan Grass (*Sorghum vulgare* Pers) Grown under Two Alfisols. *Plant Soil*, 317 (1-2), 235-255.

Bashir Z., Zargar M.Y., Husain, M., Mohiddin, F.A., Kousar, S., Zahra, S.B., Ahmad, A., Rathore, J.P. (2017). Potassium Solubilizing Microorganisms: Mechanism and Diversity. *International Journal Pure and Applied Bioscience*, 5 (5), 653.

Benson, J. K. (2002). Microbiological Application: Laboratory Manual in General Microbiology. *8th Edition*: 471-478

Birren, B., Eric, L. (1993). Pulsed Field Gel Electrophoresis: A Practical Guide, Academic Press Inc. San Diego, California.

Bottger, E. C. (1989). Rapid Determination of Bacterial Ribosomal RNA Sequences by Direct Sequencing of Enzymatically Amplified DNA. *FEMS Microbiol. Let.,* 65: 171–176.

Busse, H.J., Denner, E.B.M., Lubitz, W., (1996). Classification and İdentification of Bacteria:Current Approaches to an Old Problem. Overview of Methods Used in Bacterial Systematics. *Journal of Biotechnology*, 47(1): 3-38.

Cebel. (2004). Mikrobiyal Gübreler. ***Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi,*** Tarım-Sanayi-Çevre, 845-852, Tokat.

Çakır, P., Güven, K. (2007). *Gıda ve insan kaynaklı Staphylococcus aureus strainlerinin karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir,Türkiye.

Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Erdoğan, Ü. (2007). The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Barley Seedling Growth, Nutrient Uptake, some Soil Properties, and Bacterial Counts. *Turkısh Journal Of Agrıculture And Forestry***,** 31(3), 189-199.

Çotuk, A., Küçüker, M. (1992). ***Biyologlar için Mikrobiyoloji Laboratuvar Klavuzu, Nobel Tıp Kitabevleri,*** İstanbul

Durmaz, R., Otlu, B., Çalışkan, A., Gürsoy, N. (2007). *Acinetobacter baumannii, Escherichia coli* ve *Klebsiella* Türlerinin Moleküler Tiplendirilmesinde Kullanılabilecek Kısa Süreli "Pulsed Field Gel" Elektroforez (PFGE) Protokolü. *ANKEM Derg.*, 21(2): 113-117.

Dursun, A., Ekinci, M., Dönmez, M.F., Eminağaoğlu, H. (2010). Rhizobakteri Uygulamalarının Kornişon Hıyar (*Cucumis sativus* L.)'da Bitki Gelişimi ve Verime Etkisi, ***VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu***, Van, 435-439.

Emrebaş, N. (2010*). Topraksız Ortamda Roka ve Tere Yetiştiriciliğinde Mikrobiyal Gübre (Trichoderma harzianum, Kuen 1585) Uygulamasının Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri.* Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

Er, C. (2009). Organik Tarım Bakımından Türkiye'nin Potansiyeli, Bugünkü Durumu ve Geleceği. *İstanbul Ticaret Odası yayınları*, 3-4.

Fatharani, R., Rahayu, Y.S. (2018). Isolation and Characterization of Potassium-Solubilizing Bacteria from Paddy Rhizosphere (*Oryza sativa* L.). *Journal of Physics*, 1108.

Garrity, G. M., Holt, J. G. (2001). The Road Map to the Manual. *In* G. M. Garrity (ed), ***Bergey's manual of systematic bacteriology*** (pp. 119-166) Springer-Verlag, New York, N.Y.

Glick, B. (2012). *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Appli-Cations. Scientifica* 2012:1–15. Available at: *http://dx.doi.org/10.*

Harmsen, D., Karch, H. (2004). 16S rDNA for Diagnosing Pathogens: a Living Tree. *Am. Soc. Microbiol. New.* 70: 19–24.

Hu, X., Chen, J., Guo, J. (2006). Two Phosphate-Andpotassium-Solubilizing Bacteria İsolated from Tianmu Mountain, Zhejiang, China. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(9), 983-990.

İlter, E., Altındişli, A. (2002). Ekolojik Tarımda İlke ve Kavramlar. **Organik (Ekolojik) Tarım Eğitimi Ders Notları**. ETO, İzmir, 263.

Jaya, D. K., Hasibuan, S. Y. K., Bria, D. (2021). Isolation and Characterization of Potassium-Solubilizing Bacteria from Two Different Rhizospheres and a Cow Manure in IPB University. *Jurnal Biologi Tropis.* 21 (2): 236 – 242

Kaçar, B. (2005). Potasyumun Bitkilerde İşlevleri ve Kalite Üzerine Etkileri. ***Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı,*** Eskişehir, 20-30

Kacar, B. ve Katkat, A. V. (1988). Bitki Besleme . Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayın No: 127. *Vipaş Yayınları 3. Özsan Matbaası*, Bursa. s: 595.

Karnetova, J., Mateju, J., Rezanka, T., Prochazka, P., Nohyenk, M., Rokos, T. (1984). Estimation of Lipase Activity by the Diffusion Plate Method. *Folia Microbiology.* 29: 346-347.

Keshavarz Zarjani, J., Aliasgharzad, N., Oustan, S., Emadi, M., Ahmadi, A. (2013). Isolation and Characterization of Potassium Solubilizing Bacteria in Some Iranian Soils. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 59(12), 1713-1723.

Kılıç, E., Bababgil, G.E., Yazıcı, H., Çağlar, Ö., Turan, M., Dönmez, F.M., Yıldırım, Z., Bayraktutan, M. (2007). Organik ve Mineral Gübre Uygulamalarının Fasulye

Bitkisinin (*Phaseolus vulgaris* L.) Verimi ve Toprakların Gübre Elementi İçeriği Üzerine Olan Etkilerti. ***Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi,*** Erzurum, 625-628.

Kolbert, CP., Persing, D. H. (1999). Ribosomal DNA Sequencing as a Tool for İdentification of Bacterial Pathogens. *Curr. Opin. Microbiol.,* 2: 299–305

Kumar, A. (2016). Phosphate Solubilizing Bacteria in Agriculture Biotechnology: Diversity, Mechanism and Their Role in Plant Growth and Crop Yield. *Int. J. Adv. Res., 4* (4),116–124.

Lang, A. (1983). Turgor – Regulated Translocation. *Plant Cell and Environment.* 6: 683-689.

Lauchli, A., Pflüger, R. (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.

Liu, D., Lian, B., Dong, H. (2012). Isolation of *Paenibacillus* sp. and Assessment of its Potential for Enhancing Mineral Weathering. *Geomicrobiology Journal,* 29(5), 413-421.

Maurya, B.R., Meena, V.S., Meena, O.P. (2014). Influence of Inceptisol and Alfisol's Potassium Solubilizing Bacteria (KSB) İsolates on Release of K from Waste mica. *Vegetos*. 27(1), 181-187.

MacFaddin, J. F. (2000). *Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria.* 3rd edition. Williams amp; Wilkins

Meena, V.S., Maurya, B.R., Bahadur, I. (2015). Potassium Solubilization by Bacterial Strain in Waste Mica. *Bangladesh Journal of Botany*. *43*(2), 235-237.

Mehta, S., Nautiyel, C.S. (2001). An Efficient Method for Qualitative Screening of Phosphate-Solubulizing Bacteria. *Current Microbiology*, 43(1), 51-56.

Miwa, N., Nishina, T., Kubo, S., Honda, H. (1997). Most Probable Number Method Combined With Nested PCR for Detection and Enumeration of Enterotoxigenic *Clostridium perfringens* İntestinal Contents of Cattle, pig an chicken. *J. Vet. Med. Sci*, 59: 557-560.

Mursyida, E., Mubarik, R.N., Tjahjoleksono, A. (2015). Selection and Identification of Phosphate-Potassium Solubilizing Bacteria from the Area Around the Limestone Mining in Cirebon Quarry. *Research Journal of Microbiology*, *10* (6), 270-279.

Newcombe, D., Dekas, A., Mayilraj, S., & Venkateswaran, K. (2009). Bacillus canaveralius sp. nov., an alkali-tolerant bacterium isolated from a spacecraft assembly facility. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, *59*(8), 2015-2019.

Nikiforov, Y. E., Howles, P. N. (2001). Polymerase Chain Reaction. In Morphology Methods**.** *Humana Press*, 181-207.

Pal, D.K., Srivastava, P., Durge, S.L., Bhattacharyya, T. (2001). Role of weathering offine-grained micas in potassium management of Indian soils. *Appl Clay Sci.* 20,39–52.

Palleroni, N.J. (2005). Genus I. Pseudomonas. In: Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T. (Eds.), ***Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*** (, pp. 323–379). Part B: The Proteobacteria. Springer, New York.

Palys, T., Nakamura, L. K., Cohan, F. M. (1997). Discovery and Classification of Ecological Diversity in the Bacterial World: the Role of DNA Sequence Data. *Int. J. Sys. Bacteriol.* 47: 1145–1156

Parmar, P., Sindhu, S.S. (2013). Potassium Solubilization by Rhizosphere Bacteria: Influence of Nutritional and Environmental Conditions. *Journal of Microbiology Research*, 3(1), 25-3.

Parmar, K.B., Mehta, B.P., Kunt, M.D. (2016). Isolation, Characterization and Identification of Potassium Solubilizing Bacteria From Rhizosphere Soil of Maıze (*Zea mays*). *International Journal of Science, Environment and Technology. 5* (5), 3030-3037.

Persing, H. D. (1991). Polymerase Chain Reaction: Trenches to Benches. *J. Clin. Microbiol.*, 29: 1281-1285.

Prajapati, K.B., Modi, H.A. (2012). İsolation and Characterererization of Potassıum Solubilizing Bacteria from Ceramik İndusttry Soil. *CIBTech Journal of Microbiology*. 1(1-2): 2319-3867

Prajapati, K., Sharma, M.C., Modi, H.A. (2013). Growth Promoting Effect of Potassium Solubilizing Microorganisms on Okra (Abelmoscus Esculantus). *Journal of Agricultural Sciences.* 1, 181-188.

Preusser, E., Khalil, F.A., Göring, H. (1981). Regulation of Activity of the Granulebond Starch Synthetase by Monovalent Cations. *Biochem. Phsiol. Pflanz*. 176: 744-752.

Quellas Dos Santos, J. (1979). Das Kalium und der Virus der Blattrollkraheit derkartoffel Staude. *Intern. Kali - Briete , Fachg.* 23 (59): 1-4.

Rajawat, M.V.S., Singh, S., Singh, G., Saxena, A.K. (2012). Isolation and Characterization of K-Solubilizing Bacteria İsolated from Different Rhizospheric Soil. *Proceeding of 53rd Annual Conference of Association of Microbiologists of India***,** India, 124.

Rodriguez, J. M. (1997). Detection of Pathogens by Using the Polymerase Chain Reaction. *Vet. J.,* 153: 287-302.

Römheld, V., Kirkby, E.A. (2010). Research on Potassiumin Agriculture: Needs and Prospects**.** *Plant Soil*. 335(1-2), 155-180.

Saiyad, S.A., Jhala, Y.K., Vyas, R.V. (2015). Comparative Efficiency of Five Potash And Phosphate Solubilizing Bacteria And Their Key Enzymes Useful For Enhancing and Improvement of Soil Fertility. *International Journal of Scientific and Research Publication***,** 5(2), 1-6.

Sarikhani, M. R., Oustan, S., ebrahimi, M., Aliasgharzad, N. (2018). Isolation and İdentification of Potassium-releasing Bacteria in Soil and Assessment of Their Ability to Release Potassium for Plants. *European Journal of Soil Science.* 69, 1078–1086

Schochetman, G., Jones, K.W. (1988). Polimerase Chain Reaction. *J. Infect. Dis.* 158: 1154-1157

Sen Gupta, B., Nandi, A.S., Sen, S.P. (l982). Utility of Phyllosphere N2 – fFixing Micro Organisms in İmprovement of Crop Growth. I. Rice. *Plant and Soil.* 68: 55-67.

Sen, A., Padhan, D., Poi, S.C. (2016). Isolation and Characterization of Mineral Potassium Solubilizing Bacteria From Rhizosphere Soils. *Journal of Applied and Natural Science*. 8(2), 705-710.

Singh, B., Goulding, K.W.T. (1997). Changes with Time in the Potassium Content and Phyllosilicates in the Soil of the Broad Balk Continuous Wheat Experiment at Rothamsted. *Eur J Soil Sci.* 48, 651–659.

Singh, G., Biswas, D.R., Marwah, T.S. (2010). Mobilization of Potassium From Waste Mica By Plantgrowth Promoting Rhizobacteria and its Assimilation by Maize (*Zea mays*) and Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Nutrition*. 33(8), 1236-1251.

Sheng, X.F., He, L.Y. (2006). Solubilization of Potassium- Bearing Minerals by a Wild-Type Strain of *Bacillus edaphicus* and its Mutants and Increased Potassium Uptake by Wheat**.** *Canadian Journal of Microbiology*. 52(1), 66-72.

Sheng, X.F., Zhao, F., He, L.Y., Qiu, G., Chen, L. (2008). Isolation and Characterization of Silicate Mineral-Solubilizing *Bacillus globisporus* Q12 from the Surfaces of Weathered Feldspar, *Canadian Journal of Microbiology.* 54(12), 1064-1068.

Sparks, D.L., Huang, P.M. (1985). Physical Chemistryof Soil Potassium. *Potassium in agriculture*. 201-276.

Sparks, D.L. (1987). Potassium Dynamics in Soils. *Advances in Soil Science.* 6, 1-63.

Styriakova, I., Styriak, I., Galko, D., Hradil, P., Bezdicka, P. (2003). The Release of İron-Bearing Minerals and Dissolution of Feldspars by Heterotrophic Bacteria of *Bacillus* species. *Ceram. Silik*. 47(1), 20-26.

Sun, F., Ou, O., Wang, N., Guo, Z., Ou, Y., Li, N., Peng, C. (2020). Isolation and İdentification of Potassium-solubilizing Bacteria from Mikania Micrantha Rhizospheric Soil and their Effect on M. Micrantha Plants. *Global Ecology and Conservation.* 23: 2351-9894

Tandon, H. L. S., Sekhon, G.S. (1989). Potassium research and agricultural production in India. *Potash Rev.* 1: 1-11.

Tester, M., Blatt, M.R. (1989). Direct Measurement of K Channels in Tylakoid Membrans by İncorporation of Vesicles into Planar Lipid Bilayers. *Plant Physiol.* 91: 249 – 252.

Tortoli, E. (2003). Impact of Genotypic Studies on Mycobacterial Taxonomy: the New Mycobacteria of the 1990s. *Clin. Microbiol. Rev.*, 16: 319–354.

Uroz, S., Calvaruso, C., Turpault, M.P., Frey-Klett, P. (2009). Mineral Weathering by Bacteria*:* Ecology,Actors and Mechanisms. *Trends Microbiol*. 17(8), 378-387.

Ünal, N., İstanbulluoğlu, E. (2009). İnsan ve sığır kökenli *Staphylococcus aureus* izolatlarının fenotipik ve genotipik özelliklerinin araştırılması. *Ankara Üiversitesi. Veterinerlik. Fakültesi Dergisi*, 56: 119-126.

Wolcott, J. M. (1992). Advances in nucleic acid-based detection methods. *Clin. Microbiol. Rev.*, 5: 370-386.

Vandamme, P., Pot, B., Gillis, M., de Vos, P., Kersters, K., Swings, J., (1996). Polyphasic Taxonomy, a Consensus Approach to Bacterial Systematics. *Microbiological Reviews*, 60(2): 407-438

Verma, M., Brar, S.K., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., Valero, J.R. (2007). Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: *Panoply of Biological Control. Biochemical Engineering Journal*. 37(1), 1-20.

Verma A., Patidar Y., Vaishampayan Y. (2016). Isolation and Purification of Potassium Solubilizing Bacteria from Different Regions of India and its Effect on Crop's Yield**.** *Indian Journal of Microbiology Research.* 3(4), 483-488.

Verma, P., Yadav, A. N., Khannam, K.S., Saxena, A. K., Suman, A. (2017). Potassium-Solubilizing Microbes: 7 Diversity, Distribution, and Role in Plant Growth Promotion. *Springer Nature Singapore Pte Ltd. D.G. Panpatte et al. (eds.)*. Microorganisms for Green Revolution.

Vessey, J.K. (2003). Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Bio Fertilizers. *Plant and Soil*. 255(2), 571-586.

Yolcu, H., Daşcı, M. (2008). Ülkemizde Organik Yem Bitkileri Üretiminin Mevcut Durumu**.** *Hasad Hayvancılık Dergisi*. 24, 40-46.

York, M. K., Traylor, M. M., Hardy, J., Henry, M. (2007). Biochemical Tests for the İdentification of Aerobic Bacteria. MR-VP (Methyl Red–Voges-Proskauer) Tests. In: Garcia LS (editor in chief). ***Clinical Microbiology Procedures Handbook*** *(*pp. 3.17.33.1-3.17.33.4). Washington

York, M. K., Traylor, M. M., Hardy, J., Henry, M. (2007). Biochemical Tests for the İdentification of Aerobic Bacteria. Indole test. In: Garcia LS (editor in chief). ***Clinical Microbiology Procedures Handbook*** *(*pp. 3.17.12.1-3.17.12). Washington

Zengin, M. (2007). Organik Tarım. *Hasad Yayıncılık*. s 136.

Zhanga C., Konga F. (2014). Isolation and İdentification of Potassium-Solubilizing Bacteria from Tobacco Rhizospheric Soil and their Effect on Tobacco Plants. *Applied Soil Ecology*. 82, 18–25.

EKLER

Ek 1. Besiyerleri

Ek 1.1 Alkalofilik Agar

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Yeast Ekstrakt	0.5 g
Pepton	0.5 g
$MgSO_4$	0.02 g
K_2HPO_4	0.1 g
$NaCO_3$	1.0 g
Agar	1.5 g

Ek 1.2 Nişasta Agar

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Alkalofil Agar	1.5 g
Nişasta	1.0 g
Distile su	100 mL

Ek 1.3. Nitrat Broth

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
KNO_3	1.0 g
Alkalofil Broth	100 mL

Ek 1.4. Tween 80Agar

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Alkalofil Agar	2.0 g
Tween 80	3.0 mL
Distile su	100 mL

Ek 1.5 Karbonhidrat Fermentasyon Ortamı

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Fenol Red	0.03 g
Alkalofil Broth	100 mL

Ek 1.6 Dinitrosalisilik Asit Ayıracı

Kullanılan Maddeler/Miktarlar
1 g DNS = 20 mL
1.6 g NaOH =15 mL
40 g K-P-Natartarat = 100 mL

Ek 1.7 Alexandrov Agar

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Magnezyum sülfat	0.05 g
Kalsiyum karbonat	0.01 g
Dextroz(Glokuz)	0.5 g
Demir Klorid	0.0005 g
Kalsiyum fosfat	0,2 g
Potasyum alimunyum silikat (muskuvit minerali)	0,2 g
Agar	2 g
Distile su	100 ml

Ek 2. Çözelti ve Boyalar

Ek. 2.1 Alfa-Naftol Çözeltisi

Alfa-Naftol Çözeltisi; Alfa-Naftolün etanolde çözülmesi ile hazırlandı. Bu çözelti nitrat indirgenmesi testinde kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.2 Sülfanilik Asit Çözeltisi

Nitrat indirgenmesi testinde kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.3 Kristal Viyole Boyası

Kristal Viyole boyası havanda dövüldü. Üzerine 10ml %96'lık Fenol kristali ve distile su ilave edildi. 24 saat bekletidi ve filtre kağıdından geçirilerek Gram Boyama yönteminde kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.4 Safranin Boyası

Safranin etil alkolde çözüldü, distile su ilave edilip iyice karıştırılarak hazırlandı. Bu çözelti gram boyama yönteminde kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.5 Lügol Çözeltisi

Gram boyama yönteminde ve amilaz testinde kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.6 % 5'lik Malaşit Yeşili Boyası

Malaşit yeşili distile su içerisinde çözüldü. Malaşit yeşili boyası endospor boyamada kullanılmıştır (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.7 Oksidaz Ayıracı

%1'lik Tetrametil-Parafanilendiamindihidroklorid çözeltisi oksidaz ayıracı olarak kullanılır (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.8 %3'lük H2O2 Çözeltisi

%3'lük H2O2 Çözeltisi katalaz testi için kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.9 Karbon Kaynakları

D-fruktoz, D- Glukoz, D-Galaktoz, D-Mannitol, Maltoz, Sukroz, Trehaloloz ve D-ksilozun %10'luk stok eriyikleri kullanıldı (Çotuk ve Küçüker, 1992).

Ek. 2.10 Rhodamin B Boyası

Rhodamin B(%0.001'lik) boyası lipaz testinin belirlenmesinde kullanıldı.

Ek. 2.11 Kongo Kırmızısı Boyası

Kongo kırmızısı boyası (%1'lik), selülaz testinin belirlenmesinde kullanıldı.

Ek. 2.12 Bromtimol Mavisi

100 mg bromotimol mavisi 3,2 mL 0,05 N NaOH ve 5 mL % 95 lik etil alkolde ısıtılarak çözülür. Çözünme tamamlandıktan sonra 50 mL % 95 lik etil alkol katılır. 250 mL lik ölçülü balona aktarılır ve su ile çizgisine tamamlanır

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	:	Hatun DAĞTEKİN BAYKARA

Eğitim Bilgileri

Lisans	:	Cumhuriyet Üniversitesi
Üniversite	:	Cumhuriyet Üniversitesi
Fakülte	:	Fen Fakültesi
Bölüm	:	Moleküler Biyoloji ve Genetik
Mezuniyet Yılı	:	2016
Yüksek Lisans	:	
Üniversite	:	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Enstitü	:	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	:	Moleküler Biyoloji ve Genetik
Mezuniyet Yılı	:	2023

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 10.04.2023

Tez Başlığı / Konusu: **Bahçesaray (VAN) Yöresinden Sağlanan Toprak Numunelerinden Potasyum Çözen Bakterilerin İzolasyonu ve Karakterizasyonu**

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam **46** sayfalık kısmına ilişkin, **10.04.2023** tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından **Turnitin** intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **% 10** dur.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
-Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

10.04.2023

Adı Soyadı: Hatun DAĞTEKİN BAYKARA

Öğrenci No: 19910001360

Anabilim Dalı: Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

Programı: .....

Statüsü: Y. Lisans X Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Üyesi Erdal ÖĞÜN

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)