

**FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAZI MİKROFUNGUSLARIN
MAZIDAĞI FOSFATI EKLENMİŞ ORTAMDA MISIR
(*Zea mays* L.) ve NOHUT (*Cicer arietinum* L.)
BİTKİLERİNİN BÜYÜME ve GELİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Mustafa ÖZDEMİR

Doktora Tezi

Biyoloji Anabilim Dalı

Genel Biyoloji Bilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Nuri AYDOĞAN

2014

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAZI MİKROFUNGUSLARIN MAZIDAĞI
FOSFATI EKLENMİŞ ORTAMDA MISIR (*Zea mays* L.) ve NOHUT
(*Cicer arietinum* L.) BİTKİLERİNİN BÜYÜME VE GELİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa ÖZDEMİR

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Genel Biyoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2014

Her hakkı saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAZI MİKROFUNGUSLARIN MAZIDAĞI FOSFATI
EKLENMİŞ ORTAMDA MISIR (*Zea mays* L.) ve NOHUT (*Cicer arietinum* L.)
BİTKİLERİNİN BÜYÜME ve GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Nuri AYDOĞAN danışmanlığında, Mustafa ÖZDEMİR tarafından hazırlanan bu çalışma 04/09/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı – Genel Biyoloji Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak ~~oybirliği/oy~~ ~~çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR

İmza

Üye : Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN

İmza

Üye : Doç. Dr. Mesut TAŞKIN

İmza

Üye : Doç. Dr. Hasan TÜRKEZ

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Nuri AYDOĞAN

İmza

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 26/02/2015 tarih ve 08/350 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Doktora Tezi

FOSFAT ÇÖZÜCÜ BAZI MİKROFUNGUSLARIN MAZIDAĞI FOSFATI EKLENMİŞ ORTAMDA MISIR (*Zea mays* L.) ve NOHUT (*Cicer arietinum* L.) BİTKİLERİNİN BÜYÜME ve GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa ÖZDEMİR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. M. Nuri AYDOĞAN

Bu çalışmada, Mardin Mazıdağı ve yakın çevresinde farklı özellikteki habitatlardan başta yabancı nohut ve mısır olmak üzere çeşitli bitkilerin rizosfer toprakları ve kök bölgelerinden 147 adet mikrofungus izolasyonu yapıldı. İzolasyon prosedürlerinden sonra, izolatların trikalsiyum fosfatı (TCP) çözebilme yetenekleri, kalitatif ve kantitatif olarak belirlendi. İzolatlardan 32'sinin inorganik fosfatı çözebildiği, özellikle 5 izolatın daha yüksek çözme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Klasik methodlara ve DNA sekans analizine göre, beş izolattan üçü (PSF47, PSF71 ve PSF77) *Penicillium canescens*, diğer iki izolat (PSF46 ve PSF72) ise sırasıyla *P. glabrum* ve *Mucor hiemalis* olarak teşhis edildi. Bu izolatların her biri için 2×10^6 /ml yoğunlukta spor süspansiyonları hazırlandıktan sonra, mısır (*Zea mays* L.) ve nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkilerin yüzey sterilizasyonu yapılmış tohumları bu süspansiyonlar ile aşılansmıştır. İnokule edilen tohumlar steril kum ihtiva eden saksılara ekilmiş ve saksılar Hogland çözeltisi ile sulanmıştır. 21 günlük büyüme periyodunun sonunda bitkiler hasat edildi ve bazı büyüme - gelişme parametreleri (kök-gövde uzunlukları, yaş ve kuru ağırlık, protein ve şeker miktarı, klorofil miktarları vb.) ölçülmüştür. Sonuçlar kontrol gruplarıyla karşılaştırıldı. Sonuç olarak, tohumların mikrofunguslarla aşılansmasının büyüme parametrelerini %10-90 artırdığı tespit edilmiştir. Mısır ve nohut için en etkili izolatların sırasıyla PSF 77 ve PSF 72 olduğu belirlenmiştir.

2014, 90 sayfa

Anahtar kelimeler: Mazıdağı Fosfat Kayası, Fosfat çözücü mikrofunguslar, Biyogübre

ABSTRACT

PH. D. THESIS

EFFECT OF SOME PHOSPHATE SOLUBILIZING MICROFUNGI ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF (*ZEAMAYS* L.) AND CHICKPEA (*CICERARIETINUM* L.) PLANTS IN THE IN THE PRESENCE OF MAZIDAGI ROCK PHOSPHATE

Mustafa ÖZDEMİR

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
General Biology Department

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mehmet Nuri AYDOĞAN

In this study, 147 microfungi were isolated from the rhizospheres soils and root of wild plants (mainly chickpea and maize) collected from different habitats of Mazi Mountain, Mardin Turkey and its surroundings. After the isolation procedures their phosphate solubilizing potentials were determined both qualitatively and quantitatively. It was found that 32 of the isolates was able to solubilize the inorganic phosphate, and specially five of them have higher potential. Three of these five isolates (PSF47,- 71 and -77) were identified as *Penicillium canescens* and the other two isolates (PSF46 and-72) were identified as *P. glabrum* and *Mucor hiemalis*, respectively, according to classical methods and DNA sequence analysis. After 2.10^6 /mL spore for each isolate suspension were prepared, the surface sterilized seeds of chickpea (*Cicer arietinum*L.) and maize (*Zea mays* L.) plants were inoculated with these spor suspensions. Seeds were sown into the pots containing sterile sand, and the pots were irrigated with modified Hoagland solution. At the end of 21-days growth period, the plants were harvested and some growth parameters (root and shoot lengths, fresh and dry weights, protein, total sugar and chlorophyll) were measured. Results were compared with those of the control group. As a result, it was found that inoculation of seed with microfungi increased the values of growth parameters in the range of 10-90%. The most effective isolate for maize and chickpea were found to be PSF77 and PSF72, respectively.

2014, 90 pages

Keywords: Mazidagi Rock Phosphate, Phosphate solubilizing fungi, Biofertilize

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyerek bana destek olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Nuri AYDOĞAN'a, Sayın Prof. Dr. Ömer Faruk ALGUR'a ve Sayın Doç. Dr. Mesut TAŞKIN'a, Ayrıca hiçbir karşılık beklemeden bilgi, öneri ve tecrübeleriyle çalışmalarına katkıda bulunan ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Biyoloji Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ökkeş ATICI'ya, Bölüm Başkan Yardımcısı Sayın Doç. Dr. Serkan ERDAL'a, Bölüm Başkan Yardımcısı Sayın Doç. Dr. Turgay ŞİŞMAN'a, ETÜ Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölüm Başkan Yardımcısı Sayın Yrd. Doç. Dr. Serkan ÖRTÜCÜ'ye, candan teşekkür ederim.

Bana dualarını esirgemeyen ve beni ailenin bir parçası gibi gören Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Nuri AYDOĞAN ve eşi Zernişan AYDOĞAN'a, Kimyager Sayın Enver Fehim KOÇPINAR'a, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü elemanlarına, Mardin-Mazıdağı kaya fosfat toprağı ve bitkilerinin temininde bana yardımcı olan Eczacı Ali SEYHAN ve Sıddık ERGÜL'e, Erzurum'da ikamet ettiğim Esatpaşa ve Kardelen Erkek öğrenci yurdu müdürlerine ve personellerine candan teşekkür ederim.

Bugüne kadar olan öğrenim hayatım boyunca bana maddi ve manevi her türlü desteğı veren aileme sayğı ve minnet borçluyum. Eşim, oğlum ve kızlarıma destekleri ve sabırları için sonsuz minnettarlıklarımı sunarım.

Mustafa ÖZDEMİR

Eylül, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	36
3.1. Materyal.....	36
3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve cihazlar	36
3.1.2. Kök ve rizosfer toprağı örneklerinin alınması.....	37
3.1.3. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve besiyerlerinin hazırlanışı.....	38
3.1.3.a. PDA besiyeri.....	38
3.1.3.c. NBRIP-BPB(Brom fenol mavisi ilaveli National Botanical Research Institute's phosphate growth medium) besiyeri	39
3.1.3.d. Arnon ve Hogland besi çözeltisi	39
3.1.3.e. 0,05 M KH ₂ PO ₄ (pH: 6,5) (Protein tayini için) tamponu	41
3.1.3.f. Coomassie reaktifi (protein tayini için)	41
3.1.4. Tohumların temini.....	41
3.2. Yöntem	41
3.2.1. Mikroorganizmaların (Mikrofungusların) izolasyonu ve saflaştırılması	41
3.2.2. İnorganik fosfatın (Tri Kalsiyum Fosfat) mikrobiyal yolla çözünürlüğünde etkili olan mikroorganizmaların kalitatif olarak belirlenmesi.....	42
3.2.3. Sıvı kültür ortamında mikrobiyal yolla çözünen fosfat miktarının ölçümü	43
3.2.3.a. Fosfat analizi için gerekli çözeltilerin hazırlanması	43
3.2.3.b. Çözünmüş fosfatın ölçülmesi	44
3.2.4. İnorganik fosfatın (Tri Kalsiyum Fosfat) mikrobiyal yolla çözünmesinde etkili olan mikroorganizmaların kantitatif olarak belirlenmesi.....	45

3.2.5. Tohumların yüzey sterilizasyonu	45
3.2.6. Mısır ve nohut tohumlarının çimlendirilmesi.....	46
3.2.7. Test mikrofunguslarının inokülasyonu.....	46
3.2.8. Saksı denemelerinde kullanılan kumun ve saksıların sterilizasyonu	46
3.2.9. Saksı denemelerinde kullanılan düzeneğin hazırlanması	47
3.2.10. Bitkilerin büyütülmesi	47
3.2.11. Mısır ve nohut bitkilerinin morfolojik parametreleri	49
3.2.12. Bitki yaprak dokusunda çözünebilir protein miktarının tayini.....	50
3.2.13. Toplam karbonhidrat miktarının tayini	51
3.2.14. Fotosentetik pigment miktarlarının tayini	51
3.2.15. Fungusların klasik yöntemlerle tayinleri	52
3.2.16. İstatistiksel analiz	53
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	54
4.1. Sıvı Kültür Ortamında Mikrobiyal Yolla Çözünen Fosfat Miktarının Ölçüm Sonuçları.....	54
4.2. İzolatların Klasik Yöntemlerle Cins Düzeyinde Tanısı Amacıyla Gerçekleştirilen Çalışma Sonuçları	54
4.3. İzolatların Moleküler Yolla Tanı Sonuçları	55
4.4. Mısır Bitkisi Ortalama Kök ve Gövde Boyu Uzunluğu Sonuçları.....	59
4.5. Mısır Bitkisinin Kök, Gövde ve Yaprak Kuru Ağırlık Oranı (%).....	61
4.6. Mısır Bitkisinde Toplam Karbonhidrat Miktarı (mg.g ⁻¹) ve Çözülebilir Protein Miktarı (mg.g ⁻¹)	63
4.7. Mısır Bitkisinde Klorofil a, b ve Toplam Klorofil Miktarı (mg/g)	65
4.8. Nohut Bitkisinin Kök, Gövde Uzunluğu ve Yaprak Sayısı.....	67
4.9. Nohut Bitkisinin Kök, Gövde ve Yaprak Kuru Ağırlık Oranı (%)	69
4.10. Nohut Bitkisinde Toplam Karbonhidrat Miktarı ve Çözülebilir Protein Miktarı (mg/g)	72
4.11. Nohut Bitkisinde Klorofil a, b ve Toplam Klorofil Miktarı (mg/g)	74
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	77
5.1. Fosfat Çözücü Mikrofungusların Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Bu Yöntemlerin Uygulanması Sonucu Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi	79

5.2. Ortalama Kök ve Gövde Uzunluğu Üzerine Mikrofungusların Etkileri	80
5.3. Ortalama Kök, Gövde ve Yaprak Kuru Ağırlıkları Üzerine Mikrofungusların Etkileri.....	81
5.4. Mikrofungusların Bitki Yaprak Dokusundan Elde Edilen Toplam Karbonhidrat Miktarı ve Çözünebilir Protein Miktarı Üzerine Etkileri.....	82
5.5. Fotosentetik Pigment İçeriğine Mikrofungusların Etkileri	82
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	91

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

g	Gram
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
mg	Miligram
ml	Mililitre
%	Yüzde

Kısaltmalar

BPB	Brom fenol mavisi
ÇPM	Çözülebilir protein miktarı
GBU	Gövde boyu uzunluğu
GKAO	Gövde kuru ağırlık oranı
KBU	Kök boyu uzunluğu
KKAO	Kök kuru ağırlık oranı
MFK	Mardin Mazıdağı fosfat kayası
PSF	Fosfat çözücü fungus
TKHM	Toplam karbohidrat miktarı
TCP	Tri kalsiyum fosfat
TMO	Toprak Mahsülleri Ofisi
YKAO	Yaprak kuru ağırlık oranı
YS	Yaprak sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Mardin ili maden haritası (MTA)	10
Şekil 3.1. Mardin-Mazıdağı bölgesinden toplanan bitki ve toprak örnekleri	37
Şekil 3.2. NBRIB- BPB besiyerine inokülümü yapılan izolatların besiyeri renginde oluşturduğu değişimler	43
Şekil 3.3. Eşit miktarda çimlendirilmiş mısır(a) ve nohut(b) tohumları.....	46
Şekil 3.4. Mısır bitkisinde verimi en çok artıran izolatımız	48
Şekil 3.5. Nohut bitkisinde verimi en çok artıran izolatımız	48
Şekil 3.6. Aşılı ve aşısız uygulamaların yapıldığı saksılarda büyütülen mısır ve nohut bitkilerinin toplu haldeki görüntüleri.....	49
Şekil 3.7. Protein miktarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan standart grafik	51
Şekil 3.8. <i>Mucor hiemalis</i> 'in petri (koloni formu) ve mikroskop (spor yapıları) görüntüsü	53
Şekil 3.9. <i>Penicillium canescens</i> 'in petri (koloni formu) ve mikroskop (spor yapıları) görüntüsü.....	53
Şekil 4.1.Mısır bitkisinde kök ve gövde boyu uzunlukları(cm).....	60
Şekil 4.2. Mısır bitkisinin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlık oranı (%)	62
Şekil 4.3. Mısır bitkisinde toplam karbonhidrat miktarıve çözülebilir protein miktarı ..	64
Şekil 4.4. Mısır bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı (mg/g).....	66
Şekil 4.5. Nohut bitkisinde kök, gövde boyu uzunlukları ile yaprak sayısı.....	68
Şekil 4.6. Nohut bitkisinin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlık oranı (%).....	71
Şekil 4.7. Nohut bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı.....	73
Şekil 4.8. Nohut bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı (mg/g)	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Fosfat Kayası Standartları (Aydoğan 2004)	8
Çizelge 4.1. Sıvı kültür ortamında mikrobiyal yolla çözünen fosfat miktarı ve pH ölçüm sonuçları	54
Çizelge 4.2. Mısır bitkisinde kök ve gövde boyu bulgularının istatistiksel sonuçları	61
Çizelge 4.3. Mısır bitkisinde kuru ağırlık bulgularının istatistiki analizi	63
Çizelge 4.4. Mısır bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)	65
Çizelge 4.5. Mısır bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)	67
Çizelge 4.6. Nohut bitkisinde kök, gövde boyu ve yaprak sayısı bulgularının istatistiksel sonuçları (cm)	69
Çizelge 4.7. Nohut bitkisinde kuru ağırlık bulgularının istatistiki analizi	72
Çizelge 4.8. Nohut bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)	74
Çizelge 4.9. Nohut bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)	76

1. GİRİŞ

Bütün canlıların en önemli ve temel ihtiyaçlarından birisi beslenmedir. Yaşayan her canlı gibi insanda yeryüzünde ilk varoluşundan itibaren hayati fonksiyonlarını devam ettirebilmek için, beslenmeye ihtiyaç duymuştur. İlk insanlar bu ihtiyaçlarını bitkisel kaynaklardan; çevrelerindeki yabancı otları, meyveleri, sebzeleri, yumru kökleri vb. tüketerek ve hayvansal olarak da avlanma yoluyla karşılamışlardır. Zamanla çevrelerindeki bitkilerin hangilerinden hoşlandıklarını ve zarar görmediklerini öğrenmişler ve bitkileri seçerek yemeğe başlamışlardır. Ayrıca zaman içerisinde bitkilerin mevsimlere göre olgunlaşma dönemlerini belirlemişlerdir. Doğal kaynakların fazlalığı ve nüfusun da az olması nedeniyle bu durum, çok uzun bir süre böylece devam etmiştir. Bu süreç içerisinde insanlar sürekli olarak göç ederek gıda kaynaklarının bulunduğu alanlara gitmişlerdir. Fakat gıda kaynaklarına ulaşmada zorlanmaya ve mevsimsel gelişimi takip edememe noktasına geldiklerinde, gıda kaynaklarının peşinden koşmaktansa bu kaynakları kendi bulundukları yörelerde yetiştirmeye başlamışlardır. Bitkisel üretim süreci zaman içerisinde kazanılan bilgi ve deneyimler sayesinde gelişmiş, tek yıllık bitkilerin yanı sıra çok yıllık bitki yetiştiriciliğine geçilmiştir. Tarımın gelişmesi ilk kentleşme olgusunu oluşturmuş ve küçük tarım pazarları başlangıçta belirli günlerde belirli yerlerde kurulmaya başlanmıştır. Yılın belirli zamanlarında ürün fazlalarını pazara getiren çiftçilerin bu ürünlerini kendilerinin sahip olmadığı ürünler ile değiştirerek takas yöntemi ile ticarete başladıkları görülmektedir. Çiftçilerin pazara sürdükleri ürünler, miktar ve kalite olarak sürekli artış göstermeye başlayınca; çeşit geliştirme, aşılama ve bakım önem kazanmıştır. Bu dönemden sonra tarımda yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi ve bu amaçla basit aletler le beraber ilk defa hayvan gübresinin de tarımsal amaçlı kullanılmaya başlandığı görülür (Yolcu 2010).

Tarımda gübre kullanılması birkaç bin yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Çin İmparatoru Huan M.Ö. 3000 yıllarında, sarayın etrafındaki hayvan dışkılarını Sarı Nehrin suları ile uzaklaştırarak tarım topraklarına yönlendirmiştir. Bu uygulama sonrası bitki gelişiminde

görülen artış ile bu dönemde gübre ve suyun önemi kavranılmaya başlanmıştır (Demirbaş 2012).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfus hızla artmakta ve artan nüfusa oranla da tarımsal üretime olan talep hızla yükselmektedir. Dolayısıyla yaşamak için ihtiyaç duyduğumuz başta gıda amaçlı olmak üzere her türlü bitkisel ürünün elde edilebilmesi hususunda tarım kesimi, bütün zamanlarda bu özelliği ile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemli bir çalışma alanı olmaya devam etmektedir. Ülkemizde tarımın gelişmesi ve halkımızın hayat standardının yükselmesi büyük ölçüde topraklarımızın verim gücünün artırılması ile ilgilidir. Topraklarımızdan daha fazla ve nitelikli ürün alınabilmesi için üzerinde durulması gereken en önemli girdi de gübrelemedir (Erdal 1994; Yurdakul 2009).

Gübrelerin verimlilik artışındaki payı, üretim koşullarına göre değişse de, %50 civarında olduğu ifade edilmektedir. Bu özelliği nedeniyle devlet tarafından önemli bir kaynak ayrılarak bu girdi desteklenmekte ve çağımızda yoğun enerji ve teknoloji girdili tarım uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde ticari gübre kullanımı son 30 yılda önemli oranda artış göstermiştir. Bu miktarın %60,6'sı azot gübrelemesi şeklinde olmuş ve bunun %56,6'sı tahıl tarımında kullanılmıştır. Ülkemizde ticari gübre tüketimi, tarımda ileri ülkelerle kıyaslandığında yüksek olmamakla birlikte yanlış gübre kullanımı söz konusudur (Çığ 2010).

Türkiye'de ilk gübre üretimi, 1939 yılında Karabük Demir Çelik Fabrikalarında taş kömürünün koklaşması sırasında elde edilen gazlar içindeki amonyak gazının sülfürik asit ile birleştirilmesiyle elde edilen Amonyum Sülfat(%21 N) ile gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de bugün toplam 7 üretici kuruluş bulunmaktadır. Toplam 5.596.900 ton gübre üretim kapasitesi mevcuttur (Goral 2013).

Tarımsal üretimin esas amacı hızla artan dünya nüfusu için verimli, kaliteli ve güvenilir ürünler üretmektir. Üretilen ürünün fazla ve kaliteli olabilmesi için, toprakta bulunan bitki besin elementlerinin miktarları kadar, bu besin elementlerinin bitkiler tarafından

alınabilirliği ve bunlar arasında belirli bir dengenin olması da önemlidir. Bitki besin elementleri toprakta dengeli olarak bulunmadığı zaman bunların bitkiler tarafından alınımı esnasında birbirleri üzerine çeşitli olumsuz etkileri ortaya çıkmakta ve bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ülkemiz tarım topraklarında eksikliği en fazla olan bitki besin elementleri sırasıyla azot ve fosfordur. Azot büyük ölçüde amino grup asitlerin, proteinlerin, klorofilin ve çeşitli vitaminlerin sentezi için gereklidir ve karbondan sonra bitki dokularında en çok bulunan ikinci elementtir. Kuru madde esasına göre azotun bitki dokularındaki oranı %1-1,5 arasında değişmektedir (Kadıoğlu 2011).

Günümüzde üretimi yapılan bitkilerin azot ihtiyaçlarını karşılamak için 580 değişik türden kimyasal gübre çeşidi piyasada ticari amaçla mevcut olup, bunların üretim maliyetlerinin ise 10.000 milyon Amerika dolarını aştığı bilinmektedir (Önalın 2012).

Azotun temel kaynağı atmosfer olup bitkiler bu formdan doğrudan faydalanamazlar. Atmosferdeki azotun bitkiler tarafından kullanılabilir hale gelebilmesi için endüstriyel olarak işlenmesi veya biyolojik yolla fikse edilmesi gerekir. Karasal ekosistemde bitkiler tarafından alınan azotun çok büyük bir kısmı biyolojik yolla fikse edilen azottur (Kadıoğlu 2011).

Azottan sonra bitkiler için ikinci derecede önemli makro element fosfordur. 1669 yılında Alman madde bilimcisi Hennig Brand tarafından tesadüfen keşfedilen fosforun (wikiepedia 2014) atom numarası ve ağırlığı sırasıyla 15 ve 30,97'dir ve periyodik tablonun 5A grubunda yer almaktadır. Oksijene olan ilgisinin çok yüksek olması nedeniyle litofil bir elementtir. C, H, N, O gibi canlı bünyelerinde önemli bir yapı elementidir. Doğada serbest halde bulunmaz; fosforik asidin tuzu ve esterleri halinde bulunur (Ayar 2009).

Fosfor, biyolojik büyüme ve gelişme için en önemli makro elementlerden birisidir. Bütün canlılarda hücre zarlarının temel yapı elemanı olan fosfolipidlerin önemli bir bileşeni olan fosfor, aynı zamanda hücredeki en önemli makromoleküller olan DNA ve

RNA'nın da temel yapı elemanlarından birisidir. Ayrıca canlıların kullandıkları enerji çeşidi olan ATP molekülünde de yüksek enerjili fosfat grupları bulunur. Hayatın devamı için temel fizyolojik olaylar olan fotosentez ve solunum reaksiyonlarında önemli rol oynayan NAD ve FAD koenzimlerinde de fosfor, önemli bir yapı taşıdır (Aydoğan 2004; Aydoğan vd 2013).

Toprakta fosfor eksikliğinin giderilmesinde fosfor çözücü mikroorganizmaların kullanımı, sürdürülebilir tarım ve çevreye dost tarım sisteminde bitkinin fosfor alımına önemli derecede etki etmektedir. Bitki gelişmesini teşvik eden bakterilerin (plant growth promoting rhizobacteria; PGPR) bitki gelişmesi üzerine etki mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte, bu bakterilerin oksin, sitokinin, giberellin ve etilen gibi bitkisel hormonları üretebildiği, asimbiyotik olarak azot fiksasyonu ettiği, bitki enzim aktivitesini artırdığı, mineral fosfatı ve demiri çözebildiği ve organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği; tuz stresinin bitki gelişmesi ve beslenmesi üzerine olan olumsuz etkilerini azalttığı; vitamin üretimi, siderofor, antibiyotik, enzim ve fungusit bileşikler sentezleyerek veya rekabet gibi mekanizmalarla patojenlere karşı antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle özellikle son 15 yıldır kullanılan temel gübre parametrelerinden özellikle fosfor etkinliğinin artırılması için farklı yaklaşımlar ortaya konmuştur. Bu yaklaşımlardan birisi kök rizosfer bölgesinde etkin olan bazı yararlı mikroorganizmaların biyolojik gübre olarak kullanımıdır (Chen *et al.* 2005; Güneş vd 2013)

Yukarıda da belirtildiği gibi, toprakta serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden bu mikroorganizmalara, BGTB= PGPR (Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler) adı verilmektedir. Bu bakteriler daha çok *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir (Saharan and Nehra 2011; Rodríguez and Fraga 1999). Ayrıca bazı *Aspergillus* ve *Penicillium* funguslarının biyolojik gübre olarak kullanımı üzerine yoğun araştırmalar yapılmakta ve olumlu sonuçlar alınmaktadır. Bazı denemelerde biyolojik gübreleme

sonucu kontrole göre; buğday'da %259, mısır'da %112, arpa'da %234, balkabağın'da %112 ve domates'te %119 kuru madde artışı elde edilmiştir (Çakmakçı 2005a). Ayrıca Çin'de yapılan bazı çalışmalar sonucunda bu bakterilerin; çeltik'te %16.2, buğday'da %11, mısır'da %12.5, patates'te %22.5, pamuk'ta%10.4, şekerpancarı'nda %16.9, karpuz'da %15.5, kök sebzeleri'nde%20'likverim artışları sağladığı belirlenmiştir (Altın ve Bora 2005).

Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz ve Batı Asya ülkelerinde bitkisel üretimi sınırlandıran temel beslenme sorunlarının başında topraklardaki fosforun bitkilere yarayışlılığının düşüklüğü gösterilmektedir. Türkiye topraklarının pH, kireç ve organik madde yönünden sahip olduğu özellikler topraklarımızda fosfor yarayışlılığını ciddi şekilde sınırlayacak şekildedir. Türkiye topraklarının %58'inde fosforun yetersiz düzeyde bulunduğu bilinmektedir (Elkatmış 2013; Kaynar 2014).

Toprakta çözünmüş olarak bulunan fosfat konsantrasyonu genellikle çok düşük olup 1 ppm veya daha azdır. Fosfatın birkaç şekli bitki kök hücreleri tarafından alınmakla beraber, en çok absorbe edilebilenler HPO_4^{-2} veya $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$ formlarıdır(Aydoğan 2004; Walpola and Yoon 2012).

Toprağın pH'sı ve kireç içeriği fosforun bitkiler tarafından alınabilirliğini etkileyen faktörlerdir. Topraktaki fosforun bitkiler tarafından en iyi alınabildiği pH sınırları 6,5-7,5 değerleri arasındır. Toprak pH'sının 6,5'in altında olduğu durumlarda fosfor, topraktaki etkin halde bulunan Fe, Al ve Mn gibi katyonlar ile çökelti meydana getirmek suretiyle fikse olur ve bitki tarafından alınamaz. Toprak pH'sının 7,5'in üzerinde olduğu durumlarda ise fosforlu gübrelerdeki mono kalsiyum fosfat tri kalsiyum fosfata dönüşerek erimez veya çok güç erir formda fikse olur. Ayrıca kireçli alkali topraklarda genel olarak serbest halde bulunan CaCO_3 ile fosforun teması sonucu fosfor CaCO_3 'ün yüzeyine çökerek fikse olur ve bitkiler tarafından alınamaz forma dönüşür (Altın ve Bora 2005; Panda *et al.* 2013).

Fosfat çözücü organizmalar her yerde bulunur ve sayıları topraktan toprağa değişiklik gösterir. Topraklarda doğal populasyonun %1-50'sini fosfat çözücü bakteri, %0,1-0,5'ini ise fosfat çözücü funguslar oluşturur. Genel olarak fosfat çözücü bakterilerin sayısı funguslardan kat kat daha fazladır(Khan *et al.* 2009; Isfahani and Besharati 2012). Funguslar tarım topraklarında doğal olarak bulunmakta, P beslenmesini artırmakta, organik asit üretebilmekte ve mineral fosfatların çözünürlüğünü artırabilmektedirler. *Aspergillus niger* fungusunun sitrik asit ürettiği ve fosfat çözebildiği belirlenmiştir. Fosfat çözücü *Penicilum radicum* fungusunun bitki gelişmesini teşvik ettiği, buğday verimini artırdığı, P alımını artırdığı ve CaHPO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ve kolloidal alüminyum fosfatı çözdüğü, çözünürlüğün temel mekanizmasının pH düşüşünden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Mikroorganizmalar fosfat çözebilme yetisine ilave olarak bitki gelişmesini teşvik edici maddelerin üretimi yoluyla Fe, Zn gibi elementlerin de alınmasını artırmaktadır (Çakmakçı 2005b).

Topraktaki mikroorganizmalarla bitkiler arasında simbiyotik yaşamlar bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de “mikoriza”dır. Mikoriza terimi ilk olarak 1885'te orman patoloğu A.B.Frank tarafından ağaç kökleri ve mantarlar arasında bir birlik olarak tanımlanmıştır. Bitki türlerinin yaklaşık %95'inin mikoriza ile birlik oluşturduğu düşünülürse mikorizanın birçok bitki için önemi anlaşılabilir. Toprak mikro florasındaki mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki en yaygın simbiyotik yaşam şekillerinden biri olan mikorizal yaşam, dünya üzerindeki hemen hemen bütün kara bitkilerinde görülmektedir. Dikotiledonların %83'ü, monokotiledonların %79'u ve Gymnospermilerin hepsi bu simbiyotik yaşam şekline sahiptirler. Günümüzde pek çok araştırma bitkilerle mikorizalar arasındaki bu ortak yaşamın varlığını ortaya koymuştur. Mikoriza hifleri toprağın derinliklerine uzanarak, hareketsiz elementlerin absorpsiyonunu artırmaktadır. Bu etki, hiflerin topraktaki yüzey alanlarını artırmaları ile gerçekleşir. Fungal hifler, köklerin içine ulaşamadığı küçük toprak partiküllerine uzanabilirler. Mikoriza aşılı toprak, bitkisel ıslah çalışmalarının başarı şansını arttırmaktadır. Mikoriza, bitkinin yararlanamayacağı çözünürlüğü az veya yetersiz durumdaki besin elementlerini, özellikle fosforu absorbe etmekte, dolayısıyla P alınmasına yardımcı olarak bitkiye kazandırmaktadır. Konukçu bitkinin, toprak

fungusları ve nematodlara karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Daha iyi beslenen mikorizalı bitki, zayıf gelişen mikorizasız bitkiye nazaran obligat patojenlere karşı daha dayanıklı olabilmektedir (Palta vd 2010; Biçici 2011; Bilgili 2012; Palta vd 2012; Sharma and Yadav 2013).

Fosforun doğadaki en büyük rezervi, yer kabuğundaki fosfatlı kayaçlardır. Yeterli saflık ve miktarda fosfor minerali içeren kayaçlara “fosfat” ya da “fosfat kayası=kaya fosfatı” denilmektedir. 20. yüzyılın başından beri fosfatlı kayaçlar gübre olarak kullanılmak amacı ile değerlendirilmektedir (Kayhan 2007; Ayar 2009)

Dünya üretimi yılda 160 milyon tona ulaşmış olan fosfatın büyük bir kısmı deniz aşırı mesafelerde taşınmakta ve bu konuda petrol, kömür ve demirden sonra gelmektedir (Kayhan 2007).

Fosfat cevherleri için tenörler genellikle P_2O_5 (Fosfor pentoksit) olarak verilir ve 3 gruba ayrılır (Kayhan 2007; Sınırkaya 2008; Naktiyok 2008).

1. Düşük Tenörlü Cevherler; P_2O_5 miktarı: %12-16
2. Orta Tenörlü Cevherler; P_2O_5 miktarı: %17-25
3. Yüksek Tenörlü Cevherler; P_2O_5 miktarı: %26-34

Fosfat kayası terimi çok genel bir terimdir, daha çok ticari amaç için kullanılır ve kesin bir kimyasal kompozisyonu yoktur. Değişik fosfat mineralleri ve gang minerallerinin bir karışımıdır. Ticari işlemlerde baz olarak " P_2O_5 " yüzdesi kabul edilmiştir. P_2O_5 oranının yüksek olmasından başka aranan özellikler şunlardır: Fosfat cevherinde bir miktar klor ve flor bulunmaktadır. Bunlarda flor %4,5 ve klor ise %0,06'dan fazla olmamalıdır. CO_2 miktarı %12-15, FeO ve Al_2O_3 'lerin toplam miktarı %1,5'i aşmamalıdır. Bunlardan başka nem oranlarının %4'ü geçmemesi istenir. Dünyada fosfat üretimi ABD, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Bağımsız Devlet Topluluğu (BDT) ile Okyanus adalarında yoğunlaşmıştır. ABD, BDT ve Fas dünya fosfatının %77'sine sahiptirler. Fas

tek başına dünya ihracatının üçte birini gerçekleştirmektedir (Kayhan 2007; Sınırkaya 2008; Naktiyok 2008).

Bilinen fosfat rezervleri dünya nüfusuna daha birkaç nesil yetecek durumdadır. Düşük tenörlü fosfatların zenginleştirilmesi için uygun teknolojilerin geliştirilmesi durumunda rezerv konusunda dünyada hiçbir problem olmayacağı görülmektedir(Aydoğan 2004).

Fosfat kayasının kalitesini belirlemek üzere, dünyanın değişik yerlerinde {BPL (Bone Phosphate of Lime) = Kirecin kemik fosfatı, TPL (Triphosphate of Lime) = Kirecin trifosfatı ve P_2O_5 (Phosphorus Pentaoxide) = Fosfat pentaoksit} terimlerden biri kullanılmaktadır (Aydoğan2004; Kayhan 2007; Sınırkaya 2008; Naktiyok 2008).

Ülkemizde P_2O_5 ölçü olarak kullanılmaktadır. Ticari işlemlerde P_2O_5 yüzdesi temel kabul edilmiştir. Ancak fosfat kaliteleri BPL şeklinde de ifade edilmektedir. Fosfat kayası standartları (BPL ve P_2O_5 olarak) Çizelge 1.1.'de görülmektedir(Aydoğan2004)

Çizelge 1.1. Fosfat Kayası Standartları (Aydoğan 2004)

%BPL	% P_2O_5
73-75	33.4 - 34.3
70-72	32.0- 33.0
68-70	31.1 -32.0
66-68	30.2-31.1
64-66	29.3 -30.2
64	29.3

(BPL: 0.4577 P_2O_5 ; P_2O_5 : 2.185 BPL)

Dünya fosfat kayası üretiminin %80-85'i gübre sanayinde, %10'u kimya sanayinde, %5-10'u diğer amaçlar için kullanılmaktadır. Fosfat kayasının çok sınırlı bir kısmı öğütülerek direk toprağa verilmektedir. Gübre sanayinde kullanılan fosfat kayasının %60'ı süper fosfat üretiminde, %20'si %16-20 P_2O_5 içeren normal veya %46 P_2O_5

içeren triple süper fosfatlı gübre üretiminde, %10'u fosforik asit üretiminde, %10 kadarı da kompoze gübre üretiminde kullanılmaktadır (Aydoğan 2004; Kayhan 2007; Sınırkaya 2008; Nakliyok 2008).

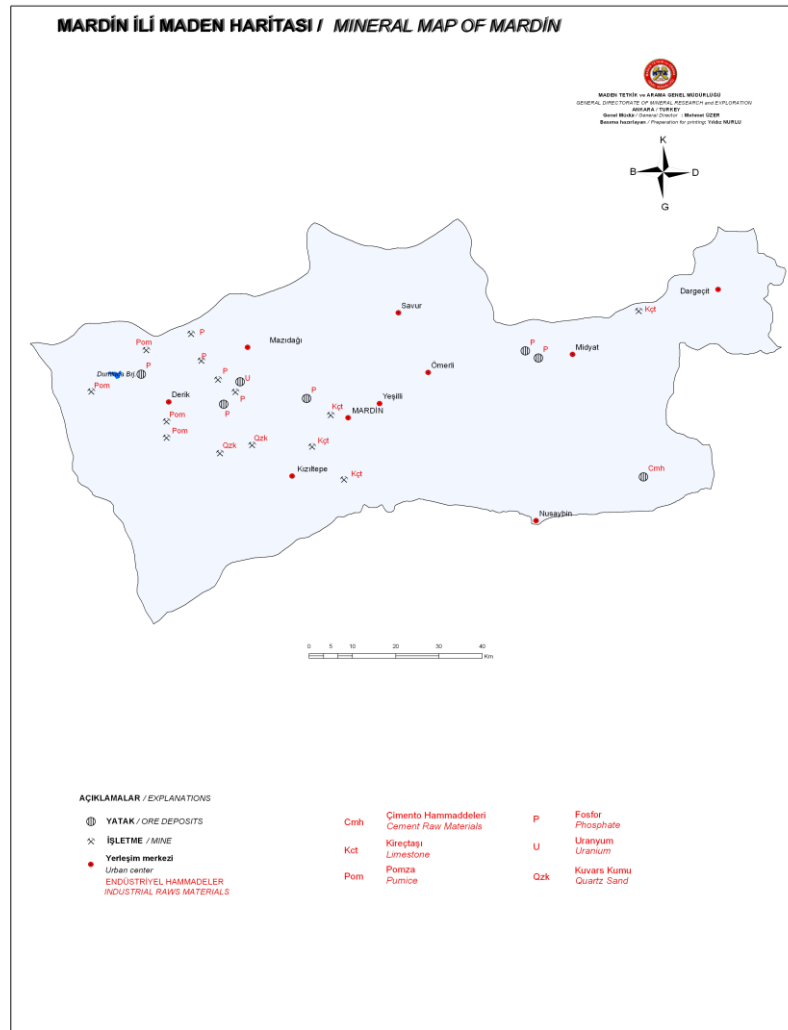
Ülkemizde fosfat kayasına olan ilgi 1960'lı yıllara dayanır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en önemli fosfat kaynağı durumundadır. Ülkemizde bulunan fosfat rezervlerinin yaklaşık olarak %98'lik kısmı bu bölgede bulunmaktadır ve başlıca 3 bölgede toplanmıştır.

1. Mardin - Mazıdağı Alt Bölgesi
2. Bingöl - Bitlis Alt Bölgesi
3. Aşağı Fırat Alt Bölgesi

Türkiye'nin günümüzde bilinen önemli fosfat cevheri yatakları Mardin, Gaziantep, Antakya, Bingöl-Muş ve Bitlis illeri sınırları içerisinde yer almaktadır. Bunların dışında birçok yerde halen ekonomik olmayan fosfat kaynakları bulunmaktadır (Aydoğan 2004; Kayhan 2007; Sınırkaya 2008; Nakliyok 2008).

Türkiye'nin toplam fosfat rezervi 479 milyon ton olup, bunun 242 milyon tonu görünür rezerv kategorisinde yer almaktadır. Bu rezervlerin değerlendirilmesi amacıyla, Eti Maden, Mardin-Mazıdağı bölgesinde bulunan Batı Kasrık yatağında işletme faaliyetinde bulunurken, Türkiye Demir-Çelik işletmeleri de Bingöl-Bitlis bölgesinde yer alan Avnik demir-fosfat yatağında işletme faaliyetinde bulunmuştur. Dolayısıyla Mazıdağı Fosfat yatakları belirli bir süre işletilmiş ancak maliyetlerin yüksekliği ve tesiste üretilen konsantreyi kullanacak gübre fabrikalarının bölgeye uzak olması gibi nedenlerle üretim faaliyetleri 1994 yılında durdurulmuştur (Aydoğan 2004). Yaklaşık 300 milyon dolar değerinde bulunan ve 60 kilometrelik bir alana kurulan dünyanın ikinci büyük fosfat fabrikası olan Etibank Fosfat Fabrikası, 18 yıl kapalı vaziyette bulunur iken, 2011 yılında Etibakır ve Park ortaklığı olan TMC Enerji Yatırımları Sanayi ve Ticaret A.Ş tarafından tekrar işletilmeye başlanmıştır (Edis2011).

Yaklaşık olarak 80 km uzunluk ve 30 km genişlikte bir sahayı kaplayan fosfat havzasında ve bu havzanın yakın çevresinde yarım milyona yaklaşan bir nüfus yaşamaktadır. Mazıdağı fosfat havzası batıda Karacadağ volkanının bazaltları doğuda Diyarbakır-Mardin asfaltı, kuzeyde Diyarbakır-Cizre çukurluğu, güneyde Mardin eşiği ile genel olarak sınırlanır. Bu sınırlar içinde bulunan fosfat yataklarının büyük bir kısmı Derik antiklinalinin kuzey kanadında, küçük bir kısmı da antiklinal ekseninin güneyinde yer alır. Havzanın içinde ve yakın çevresinde Diyarbakır, Mardin illeri bu illere bağlı Mazıdağı, Çınar, Derik, Kızıltepe ilçeleri ve bu ilçelere bağlı köyler bulunur (Şekil 1.1.) (Naktiyok 2008).



Şekil 1.1. Mardin ili maden haritası (MTA)

Nüfusunun oldukça büyük bölümü tarımla uğraşan Türkiye, coğrafik konumu nedeniyle, dünyada tarla tarımı yapmaya en uygun iklim ve toprak koşullarına sahip olan bir ülkedir. Bazı tropikal bitkiler dışında hemen her kültür bitkisinin yetişmesine uygun bir ekolojisi vardır. Çünkü üzerinde üç iklimin (Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan) ve dört mevsimin (İlkbahar, Yaz, Sonbahar ve Kış) yaşandığı geniş ve verimli arazilere sahiptir. Birçok tarla bitkisinin genetik kökeni ve yayılma alanı olan Anadolu bitki ıslahı için de çok önemli gen kaynağıdır. Üstelik dünyada tarımın doğduğu ve geliştiği topraklar üzerinde en az 10 bin yıllık köklü bir ziraat geleneğine ve kültürüne sahiptir (Özalkan 2007; Baydar 2012).

İçerdikleri 350.000'den fazla tür ve diğer canlı gruplarından farklı olarak üstlendikleri hayati roller nedeniyle bitkiler yeryüzündeki yaşamın anahtarlarıdır. Yaşadıkları ortamdan aldıkları hammaddeleri (azot, fosfor, potasyum, kalsiyum gibi besin elementleri ve karbondioksit) kullanarak kendileri ve diğer canlıların yaşamları için gerekli olan besinleri sentezlerler. Bu sentez olayında karbondioksiti kullanarak, ekosistemin oksijen ve karbondioksit dengesinin korunması ve buna bağlı olarak yeryüzündeki sıcaklık kontrolünün sağlanmasında da vazifelidirler. Bitkiler besin ve enerji sağlama dışında, başta ilaç sanayi olmak üzere; kimya, besin, kozmetik, mobilyacılıkta, tekstilde, zirai mücadele sektörlerinde süs bitkisi olarak peyzaj düzenlemelerinde de kullanılırlar. Ekonomik açıdan çok önemli bazı kimyasallar (sekonder metabolitler) yine onlardan elde edilmektedirler. Bitkilerin yaşam için önemleri sadece bunlarla sınırlı olmayıp birçok canlıya barınma ortamı sağlamakta, toprağa organik madde kazandırmakta, sel, erozyon, çığ ve toprak kayması gibi doğal afetlerin önlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Mutlu 2009; Erdal 2010).

İnsanoğlunun kültüre aldığı en eski tarla bitkilerinden biri olan mısır (*Zea mays* L.), dünyada yaygın olarak yetiştirilen Poaceae (Gramineae) familyasından önemli bir tahıl bitkisidir (Özcan 2009; Esim 2011).

Monokotillerden, bir yıllık, dayanıklı tahıl ve kültür bitkisi olan mısırın radikuladan gelişen ana kök ve çok sayıdaki yan köklerden oluşan iyi gelişmiş, kalın ve bol saçaklı, ağsı yapıda bir kök sistemi vardır (Esim 2011).

Mısır bitkisinin ana vatanı hakkında çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Ancak birçok kaynakta bu bitkinin anayurdunun Amerika kıtası olduğu belirtilmektedir. Mısırın dünyaya yayılması ise bu kıtanın keşfinden sonra olmuştur (Şahin 2001; Yakıt ve Tuna 2006; Uçak vd 2010).

A.B.D'nin New Mexico eyaletinde yapılan arkeolojik kazılarda, kayalardan oluşmuş barınaklarda ve mağaralarda bulunan mısır taneleri ve mısır koçanı parçalarının yaklaşık 5000 yıllık oldukları tespit edilmiştir. Yabani mısır bugüne kadar bulunamadığı için, mısırın orijini ve tarihine ilişkin kesin bir bilgi elde edilememiş, bu konuda çeşitli teoriler üretilmiş ve hepsi de günümüzde hala tartışılmaktadır. Ancak, yapılan tüm arkeolojik kazılardan elde edilen bulgular, mısır bitkisinin 8.000 ile 10.000 yıllık bir geçmişi olduğunu göstermektedir.

Bugün, Antarktika haricinde, dünyanın her yerinde mısır yetişebilmektedir. Dünya üzerinde, 58°kuzey ve 40° güney enlemleri arasında kalan alanlarda, deniz seviyesinden başlayarak 4000 m'ye kadar yetiştirilebilmektedir (Babaoğlu 2005).

Ülkemize ise ilk olarak 1600 yılında getirildiği belirtilmektedir (Şahin 2001; Uçak vd 2010). Dünya'da yetiştirilen mısır çeşitleri başlıca 7 grupta incelenir. Bunlar; at dişi, sert, cin, şeker, kavuzlu, unlu ve mumlu mısırdır (Şahin 2001; MEB 2009). Bunlardan en çok yetiştirilenler at dişi mısır ve sert mısırdır. Cin mısır ve şeker mısır çeşitleri ise genellikle çerezlik olarak değerlendirilir. Diğerlerinin fazla ekonomik bir değeri yoktur.

Türkiye'de ekonomik olarak tarımı yapılan mısır çeşitleri at dişi mısır, sert mısır, cin mısır ve şeker mısırdır (Şahin 2001; Baydar 2012).

Mısırın çok sayıda kullanım alanı olup, bitkisinin her parçası ayrı bir ekonomik değere sahiptir. Günümüzde mısırın doğrudan veya dolaylı olarak üretimine katıldığı 4.000 civarında farklı ürün mevcuttur. Mısırın başlıca kullanım alanları: taze olarak tüketim (haşlama ve közleme), konserve, mısır unu, nişasta, cips, çerez, daneleri ve yeşil aksamı hayvan yemi olarak, yağ, tatlandırıcı, şekerleme, çiklet, çikolata ürünleri, bebek mamaları, salata sosları, alkol, yüksek früktozlu mısır şurubu, diş macunu, etanol (benzine katkı maddesi olarak) üretiminde ve otomotiv sanayi, temizlik malzemeleri, tekstil ve kozmetik sanayi olarak sayılabilir (Özcan 2009). Ayrıca mısırdan mayalanma yoluyla bira, antibiyotik (penisilin, basitrasin, neomisin gibi), B2 ve B12 vitaminleri, enzimler (alfa-amilaz, gluko-amilaz, glukoz isomeraz gibi) üretilir (Baydar 2012).

Mısır tanesinde yaklaşık %70 karbonhidrat, %10 protein, %5 yağ, %2 şeker ve %2 kül bulunur (Şahin 2001; Baydar 2012)

Türkiye’de üretilen tane mısırın %75’i yem olarak ve %20’si endüstriyel hammadde olarak tüketilir (Baydar 2012). Tahmini olarak dünya mısır üretiminin %60’ı hayvan yemi, %20’si insan gıdası (doğrudan tüketim), %10’u işlenmiş gıda ve %10’u diğer tüketimler ile tohumluk olarak kullanılmaktadır (Babaoğlu 2005; Özcan 2009). Mısır her 100 kg dane ürünü için topraktan yaklaşık olarak 2,5 kg azot, 1 kg fosfor ve 1,5 kg potasyum kaldırmaktadır (MEB 2009).

Dünya’da Durum: 2013/14 döneminde 1.790 milyon ton olan hububat üretimi %10 artış göstererek 1.973 milyon ton seviyesine yükselmiştir. Hububat üretimindeki 183 milyon tonluk artışın 98 milyon tonu mısırdan (%11 artış), 54 milyon tonu buğdaydan (%8 artış), 15 milyon tonu arpadan (%12 artış), geri kalan 16 milyon tonu diğer hububat ürünlerinden kaynaklanmaktadır.

2014 dönemi mısır üretim tahmini, Arjantin ve Brezilya gibi güney yarım küre ülkelerindeki düşüşe rağmen ABD basta olmak üzere AB, Çin, Ukrayna ve Rusya gibi kuzey yarım küre ülkelerinde güçlü artışlara bağlı olarak geçen yıla göre %11 oranında yükseliş göstererek 965 milyon tonluk rekor seviyede açıklanmıştır.

Ülkemiz yüzölçümünün %30'u (23,8 milyon hektar) tarım yapılabilir özelliktedir. Tarım alanlarımızın nadas alanları hariç %65,5'i (15,6 milyon hektar) tarla ziraatına ayrılmıştır. Bu alanın da yaklaşık %74'ünde (11,5 milyon hektar) hububat ekilmektedir. Hububat ekim alanı içerisinde %67,2'lik pay ile ilk sırada buğday, %23,7'lik payla ikinci sırada arpa ve %5,7'lik payla mısır üçüncü sırada yer almaktadır. Bu ürünleri sırasıyla çavdar, çeltik, yulaf ve tritikale izlemektedir. Daha çok Çukurova, Amik Ovası ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen mısır, özellikle pamuk olmak üzere buğday ve yağlı tohumlara münavebeli ekilen bir üründür. Bu nedenle üreticiler alternatif ürün fiyatları ve bu ürünlere verilen desteklere bakarak ikame ürünler veya mısır arasında tercih yapabilmektedirler. Bu da zaman zaman mısır üretiminde dalgalanmalara yol açabilmektedir. TMO tarafından uygulamaya konulan politikalar, prim uygulaması ve diğer destekler, sertifikalı tohumluk kullanımı, üretimde mekanizasyonun artması gibi sebeplerle (mekanizasyon, gübre, tohumluk vb.) 2002 yılında 2,1 milyon ton mısır üretimi %181 oranında artışla 2013 yılında 5,9 milyon tona ulaşmıştır (TMO 2014).

Nohut (*Cicer arietinum* L.), Leguminosae (baklagiller) familyasında, Papilionidae (kelebek çiçekliler) alt familyasına bağlı Cicer genusunda yer alır (Karaköy 2008; Mart 2010). Nohut binlerce yıldan bu yana tarımı yapılan ender bitkilerden biridir. Anavatanı olarak Türkiye'nin Güneydoğu Bölgesi gösterilmektedir. Pek çok kaynağa göre, bu bölgede yaklaşık 7000-7500 yıl önce nohut yetiştirilmekteydi. Bugün artık Türkiye de dâhil dünyanın pek çok ülkesinde nohut tarımı yapılmaktadır (Erdoğan 2002; Babaoğlu 2003; MEB 2012).

Nohut, ekvator kuşağından kuzeyde 50-52. paralel (Rusya) ve güneyde 35-36. paralele (Avustralya) kadar uzanan bölgelerde, deniz seviyesinden 5000-5500 m'ye kadar olan yüksekliklerde yetiştirilebilen, kökleri 2 m'ye kadar inebilen, 0,2 m'den 1m'ye kadar boylanabilen, yaprakları 3-10 çift arasında yaprakçıklardan oluşmuş eğrelti otu gibi birleşik yapraklı veya tek bir yapraktan oluşmuş basit yapraklı olabilen, değişik renklerde çiçeğe sahip, baklalarında 1-2 adet tane oluşturan, taneleri değişik renklere sahip, sap, dal ve yaprakları tüylerle kaplı, 60-100 gün arasında bir sürede vejetasyon

dönemini tamamlayabilen, dallanabilen, otsu çalı görünümlü, kurağa dayanıklı, , tek yıllık, yazlık bir baklagil bitkisidir (Babaoğlu 2003; MEB 2012).

İnsan beslenmesinde baklagiller protein bakımından zengin olmaları nedeniyle önemli bir yer tutarlar. Beslenmede hayvansal proteinler, bitkisel proteinlerden daha uygundur. Ancak birçok baklagiller, protein ve aminoasit kapsamları yönünden hayvansal proteinlerle boy ölçüşebilirler. Son yıllarda protein açığının yemeklik tane baklagiller ile kapatılabileceği görülmüştür. Yemeklik tane baklagillerin ekim nöbetine alınması ile baklagillerin kazık kökleri sayesinde toprağın derinlemesine kullanımını sağlayarak, toprak verimliliğini de arttırmaktadır. Ayrıca baklagil köklerinin toprak katlarını iyileştirici özelliği vardır. Çünkü köklerindeki nodoziteri ile havanın azotunu toprağa fiks ederek toprağı azot bakımından zenginleştirmektedir (Babaoğlu 2003; Mart 2010; MEB 2012). Bu nedenle yüksek dozda bir azot uygulamasına gerek yoktur. Ancak özellikle erken ekilişlerde 2-3 kg saf N/da gübre uygulaması tane tutma oranını artırır. Fosforlu gübre uygulaması da verimde artışa neden olmaktadır. Bütün baklagillerde olduğu gibi 2-3 kg saf N/da ve 5-6kg/da saf P₂O₅ gübre uygulaması nohut için de uygun olmaktadır. Nohut bitkisinin ana kökleri kalın, birinci derece yan kökler çok yaygındır. İkinci derece yan kökler değişik yüzeylerde oluşur. Yan kökler kazık kökün toprak yüzeyine yakın olan kısımlarında daha fazla bulunur ve oldukça yatay gelişme gösterirler. Kökün gelişmesi tanelerin olgunlaşmasına dek sürer. Bu nedenle nohut, topraktaki besin maddelerinden çok iyi yararlanır. Nohut genel olarak yağışlar sonucu toprakta birikmiş su ile yetiştiğinden kuraklığa dayanıklılık istenilen özelliklerindendir. Nohudun suya en çok ihtiyaç duyduğu dönem bakla bağlama dönemidir. Tüm yemeklik tane baklagillerde olduğu gibi nohudun kazık kökü ve yan kökleri üzerinde karşılıklı bir çift böbreğe benzeyen kök yumruları bulunur. Nohutla ortak yaşayarak azot tespiti yapan bakteri türü *Rhizobium ciceri* olarak belirtilmektedir. Özellikle kışlık ekilen nohut bitkileri toplam N gereksinimlerinin %80'ini biyolojik azot fiksasyonu ile karşılamaktadır (Mart 2010).

Dünyada tarımı yapılan nohut çeşitleri, tane iriliğine, şekline ve rengine göre 2 ana grup altında toplanmışlardır. Bunlar, “Desi” tipi ve “Kabuli” tipi nohut çeşitleridir (Babaoğlu

2003; Baydar 2012). Türkiye'de kültürü yapılan nohut çeşitleri ise tane iriliği ve rengine göre;

1. Koçbaşı nohut (*Cicer arietinum arieticeps*): Taneleri iri ve açık sarı renklidir.
2. Bezelyemsi nohut (*Cicer arietinum pisiforme*): Yuvarlak nohutta denilen bu grubun taneleri orta irilikte ve sarı renklidir.
3. Kuşbaşı nohut (*Cicer arietinum intermedium*): Leblebilik nohutta denilen bu grubun taneleri orta irilikte ve kırmızımsı-sarı renktedir. Tane kabuğu kalınca ve az kırışiktır. Bu nedenle kabuğu taneden ayırmak kolaydır (MEB 2012; Baydar 2012).

Nohut ekim alanlarının yarısı geçit bölgeleri ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yoğunlaşırken, Doğu Anadolu Bölgesi, ülke ekim alanlarının yaklaşık %4'üne sahiptir. Doğu Anadolu bölgesinde de nohut ekiliş ve üretiminin artması beklenmektedir. Son yıllarda yüksek verimli ve bölgeye iyi adapte olan Aziziye 94 çeşidinin ıslah edilmesi, nohut ekim alanlarını arttırabilir ve bölgede geleneksel buğday-nadas sisteminde yaklaşık 1,4 milyon hektar olan nadas alanlarının yerini doldurabilir (Kılavuz 2006).

Yemeklik tane baklagiller grubunda yer alan nohut, Türk mutfakının vazgeçilmez tüketim ürünlerinden biridir. Yemeklik olarak tüketildiği gibi leblebi şeklinde çerezlik olarak da tüketilmektedir. İçermiş olduğu besin içerikleri şu şekildedir; B vitamin içerikleri Thiamin (B1 vitamini); 0.46 mg/100 g, Riboflavin (B2 vitamini); 0.16 mg/100 g ve Niasin (B3 vitamini); 1.7 mg/100 g , protein içeriği ortalama %19, proteinin sindirilebilirlik oranı %76-90, methionin amino asit oranı %80-90, lysine amino asit içeriği %67 ,nişasta içeriği %35-53 ,arasında değişmektedir. Nohut gibi yemeklik tane baklagillerin genellikle yağ oranları düşüktür ve kolesterol içermezler. Bu bakımdan sağlık açısından faydalıdır. Günlük diyetle almamız gereken birçok vitamin (A, B, E ve mineral kalsiyum ve demir) bakımından zengindir(Sönmez 2012; Sezen 2012).

Taze meyveleri C vitaminince zengin, kuru taneleri ise fakirdir. Ayrıca yemeklik tane baklagiller insan beslenmesinde olduğu gibi, hayvan beslenmesinde de önemli bir kaynaktır. Her öğünde bir avuç yemeklik baklagil tüketmek vücudun ihtiyacı olan lifleri

karşılamak açısından faydalıdır. Üstelik bu yiyecekler tok tuttıkları gibi fazla da kalori içermemektedirler. Kendi hacimlerinin 5 katı su çekebilen baklagil kökenli gıdalar midede tokluk hissine neden olduğu gibi, sindirim sırasında tüm toksinleri ve atık maddeleri temizlemektedir. Baklagiller vücudumuzun günlük potasyum ihtiyacını da karşılamaktadır. Pişirme işlemi baklagillerin bünyesindeki nişastalı maddelerin hazmını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca ısınma sırasında liflerin besin değerlerini arttırmaktadır. Özellikle daha çok enerjiye ihtiyaç duyduğumuz soğuk sonbahar ve kış günlerinde baklagil ve tahıl ürünlerinden bolca tüketilmektedir (Sönmez 2012).

Ülkemizde 1980’li yıllarda uygulanan nadas alanlarının daraltılması projesi araştırmalarında özellikle nohut ve mercimek buğdaygillerle münavebeye girebilecek ve kârlı olabilecek bitkilerden iki tanesi olarak bulunmuşlardır. Sonuçta bu proje kapsamında daraltılan nadas alanlarının %65-70’lik kısmını nohut ve mercimek kaplamıştır. Bu iki ürünün üretiminde hızlı bir artış görülmüştür. Nohut, yemeklik tane baklagiller içinde yüksek sıcaklığa ve kurağa mercimekten sonra en fazla dayanmaktadır ve fakir topraklarda yetişebilen bir bitki olması nedeniyle kışlık tahıl-nadas ekim nöbetinin uygulandığı kurak bölgelerimizde ekim nöbetine girerek birim alan verimini arttırmada ve nadas alanlarımızı daraltmada önemli bir yere sahiptir. Köklerindeki Rhizobium bakterileriyle havanın serbest azotundan faydalanabilmesi, kökleri yardımıyla toprağın derinliklerindeki nem ve besin elementlerinden yararlanması, yetiştiriciliğinin kolay olması ve gelişme döneminin kısıtlılığı; tarımsal açıdan önemini arttırmaktadır. Bakteriler havadaki serbest azotu tespit ederek üzerinde yaşadığı bitkiye vermekte, buna karşılık bitkiden karbonhidratlı maddeleri almaktadırlar. Yalnız bu yolla dünyanın yıllık azot kazancının 14 milyon tonun üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Nohut bitkisi ekim zamanı ve çevre koşullarına bağlı olarak azot ihtiyacının %42-70’ini simbiyotik yolla sağlayabilmektedir (Kağan 2012).

Akdeniz, Hint ve Ortadoğu mutfaklarının en gözde bakliyat türlerinden olan nohut, yüksek oranda lif, kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko ve demir içermektedir. Vücudun bağışıklık sistemini güçlendirerek hastalıklara yakalanma riskini azaltması, içerdiği fosfor sebebiyle diş ve kemiklerin yapısına katkıda bulunarak kemik erimesini

engellemesi, anne sütünü arttırması, idrar söktürücü olması ve kolesterolü düzenlemesi bilinen faydaları arasında yer almaktadır. Ayrıca adet düzensizliklerine, grip ve soğuk algınlığına, bağırsak parazitlerine, cilt problemlerine iyi geldiği, cinsel gücü arttırdığı da bilinmektedir (Özkaynak 2014).

Nohut proteinleri okul öncesi çağı çocukları için gerekli birçok esansiyel aminoasidi içermekle birlikte yetişkinler için gerekli bütün esansiyel aminoasitleri içermektedir. Bütün nohut tanesi, ortalama olarak; %17 protein, %70 toplam karbonhidrat, %5,3 yağ, %3,9 lif'ten oluşur. Toplam nişasta oranı %42-45 civarındadır ve nohut nişastası yaklaşık %28,6-34,3 civarında amiloz içermektedir(Ulukut 2010).

Geçmişten günümüze önemli bir tarım ülkesi olan Türkiye’de tarımsal alanda gerek üniversitelerde, gerekse tarımsal araştırma enstitüleri ve özel sektöre ait birimlerde çok çeşitli ve önemli araştırmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Ancak yukarıda anlatılmaya çalışılan alanda henüz yeterli ve sonuçları itibariyle önemli sayılabilecek, bir başka tanımlamayla uygulamaya sokulmuş araştırmalar yok denecek seviyededir. Bu kapsamda özellikle ülkemizin yegane ham fosfor cevherinin rezervi olarak bilinen Mardin Mazıdağı Fosfat Kayasının (MFK) mikrobiyal yolla organik tarımda fosfat gübresi olarak değerlendirilmesi düşünülmüş ve bu amaçla; Mardin Mazıdağı fosfat kayasını etkili bir şekilde parçalayarak, bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürebilen bazı mikrofungus türlerinin izolasyonu ve saflaştırılması yapılarak, mısır ve nohut bitkisine aşılanmış ve bitkilerin büyüme parametreleri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllarda tarımsal araştırmalar kapsamında bitki büyüme ve gelişmesini teşvik edici ve çevre dostu birçok alternatif uygulamaların yapıldığı görülmektedir. Bunlar arasında özellikle azot bağlayıcı ve fosfat çözücü mikroorganizmaların kullanıldığı çalışmalar artış göstermiştir. Aşağıda, inorganik fosfat ve kaya fosfatını parçalayan mikroorganizmaların biyogübre olarak kullanılabilmesine ilişkin bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Kılıç (2014) araştırmasında 5 ticari mikoriza preparatı (MP) ile aşıladığı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeliklerini sera şartlarında 2 ay süreyle gelişmeye bırakmış ve MP uygulamalarının vejetatif gelişme üzerine olan etkileri; sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök çapı, sürgün ve kök yaş ağırlığı, sürgün ve kök kuru ağırlığı, kök sayısı, kök gelişme düzeyi, köklerde mikorizal enfeksiyon oranları, kök bölgesinde mikoriza spor sayımı, yapraklarda ağırlık, alan ve besin elementi içerikleri bakımından değerlendirmiştir. MP uygulamaları; kök sisteminin gelişimi üzerinde olumlu etki yaptığı gibi, yaprakların P, K, Zn, Ca, Fe ve Mg içeriğinde de olumlu yönde etkili olmuştur.

Parlakova (2014) araştırmasında lale (*Tulipa gesneriana* L.) türüne ait ülkemizde park ve bahçelerde yaygın olarak kullanılan 4 çeşit lale soğanlarını kullanmış ve soğanları 4 farklı bakteri grubu; A (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92), B (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+ *Bacillus megaterium* TV-91C+ *Bacillus subtilis* TV-17C), C (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+ *Bacillus megaterium* TV-3D+ *Paenibacillus polymyxa* TV-12E) ve D (*Pantoea agglomerans* RK-79+*Pantoea agglomerans* RK-92+ *Bacillus megaterium* TV-6D+ *Pseudomonas putida* TV-42A) formülasyonları ile aşılamıştır. Denemeye alınan tüm çeşitlerin, yavru soğan elde etme özellikleri bakımından, Erzurum koşullarında yapılan yetiştiriciliğe uygun olduğu saptanmış ve bakteri formülasyon uygulamalarıyla lale bitkisinin soğan sayısı ve kalitesinin artırılabilceği sonucuna varmıştır. Ortalama en fazla yavru soğan sayısı, formülasyon C uygulamasında elde

edilmiştir. Ayrıca bakteri uygulamalarının toprak, lale soğanı ve yaprak içeriğindeki makro-mikro besin elementi miktarına çok önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Uzun (2014), çalışmasında bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin (PGPR), mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin fosforlu gübre kullanım etkinliği üzerine etkilerini tarla ve sera denemeleriyle araştırmıştır. Çalışmalar 3 tekerrürlü olarak TSP (%44 P₂O₅) ve Fosfat Kayası (FK) (%29,30 P₂O₅) gübreleri için ayrı ayrı yürütülmüştür. Çalışmada birinci faktörü bakteri uygulamaları (kontrol, *Bacillus pumilus* C26 ve *Bacillus megatarium* M3) ve ikinci faktörü beş farklı fosfor dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da) oluşturmuştur. Hasat zamanında toprak ve bitki örnekleme yapılmış, toprak örneklerinde ardışık fosfor analizleri, bitki örneklerinde ise verim ve verim parametreleri ile sap, gövde ve yapraklarda fosfor ve azot analizleri yapılmış, bulunan değerler ile etkinlik parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; PGPR'lerin mısır bitkisinde bitki boyu, gövde çapı, tanede fosfor ve azot miktarı, yaprak azot miktarı ve sap azot miktarına istatistiksel olarak herhangi bir etkisi olmazken, bitki kuru ağırlığı, tane verimi, yaprak fosfor içeriği ve sap fosfor içeriğinde istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Sürdürülebilir ve organik tarım sistemlerinde, verimi artırmak amacıyla uygulanacak inorganik ve organik kaynaklı gübrelerden daha etkin fayda sağlayabilmek için, gübre yönetiminde özellikle PGPR bakterilerinin kullanılmasının çok yararlı olacağı vurgulanmıştır.

Aydoğan vd (2013), NBRIP-BPB sıvı besi yeri metoduyla trikalsiyum fosfat (TCP) çözünürlüğünde etkili olan 24 bakteri ve 6 mikrofungus türü izole etmişlerdir. Trikalsiyum Fosfat (TCP) çözdüğü belirlenen ve teşhisleri yapılan 24 bakteri türü arasında en etkili izolatın *Bacillus megaterium* olduğu, mikrofunguslarda ise 6 izolatarasında en etkilisinin *Gliocladium roseum* olduğunu belirlemişler ve bu izolatların daha sonraki çalışmalarda çeşitli bitkilere uygulanarak bitki büyüme ve gelişmesinde etkili olup olmadıklarının belirleneceğini rapor etmişlerdir.

Güneş vd (2013) çalışmalarında, iki farklı kaynaktan (Mardin –Mazıdağı ve Bitlis) sağlanan fosfat kayasının çözünürlüğü üzerine; *Azospirillum brasilense* SP-245,

Bacillus subtilis OSU-142, *Bacillus megaterium* M3, *Raoultella terrigena*, *Burkholderia cepacia* BA-7 gibi fosfor çözücü bakterilerin etkilerini araştırmışlardır. *B. subtilis* OSU-142, *B. cepacia* BA-7 ile *B. megaterium* M3 bakteri uygulamalarının, kontrol ve diğer bakteri uygulamalarına göre daha etkin sonuç verdiği belirtilmiştir. Bu bakterilerin söz konusu kaya fosfatlarını çözmek için yüksek miktarda okzalik asit, tartarik asit, laktik asit ve sitrik asit gibi organik asitleri salgıladıkları, ayrıca fosfat kayasının çözünürlüğünde bakteriler tarafından üretilen alkalın fosfataz enzim aktivitesinin etkili olduğu ve çözelti ortamına geçen çözünebilir fosfor miktarının, kontrole göre 5 kat ve Ca içeriğinin ise 4 kat arttığını ifade etmişlerdir.

Delen vd (2013) araştırmalarında tohumla ve toprağa olmak üzere, iki farklı bakteri (*Rhizobium meliloti*) aşılama yöntemi uygulamış ve aşılama yöntem ve dozlarının çemende verim etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla yapmış oldukları denemelerinde tohumla aşılama yönteminin daha olumlu etki yaptığı görülmüş ve tohumla aşılama dozları arttıkça elde edilen değerler de artmış, ancak genel olarak 2 kg/100 kg ile 3 kg/100 kg dozu arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Güneş (2013) araştırmasında, tam şansa bağlı deneme desenine göre 8*3*3 faktöriyel, 1 bitki (buğday), kontrol, 8 mikroorganizma (*Bacillus megaterium* M3, *Bacillus subtilis* Osu-142, *Bacillus pumilus* C26, *Paenibacillus polymxa*, *Azospirillum brasilense* Sp-245, *Burkholderia cepaica* BA-7, *Burkholderia cepaica* F+ AMP, *Raoultella terrigena*) 3 fosfor dozu (0, 100, 200 kg P₂O₅/ha) kullanmış ve deneme 3 tekrarlamalı olarak toplam 81 saksıda yürütülmüştür. 90 günlük gelişme periyodu sonunda toprak ve bitki örnekleme yapılmıştır. Asit ve alkalın fosfataz, üreaz ve dehidrogenaz gibi bazı toprak enzimleri ile bitki kökünden salgılanan amino asit, organik asit ve hormon miktarları, makro ve mikro bitki besin elementleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, topraktaki fosforun yayılabilirliği üzerine buğday bitkisinin toprak üstü ve kök aksamı tarafından salgılanan amino asit, organik asit, hormon, bitki enzimleri ve toprak enzimlerinin önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir. Genel olarak giberallik asit ve salisilik asit hormonlarının, okzalik asit, malik asit, tartarik asit, laktik

asit gibi organik asitlerin, CAT, POD, SOD enzim aktiviteleri ile asit fosfataz ve alkalik fosfataz enzimlerinin topraktaki fosfor yararlanılabilirliği ile pozitif ilişki gösterdiği ve fosfor miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Buna karşılık salgılanan amino asitlerin fosfor yararlanılabilirliği ile negatif ilişki gösterdiği ve fosfor yararlanılabilirliğini azalttığı belirlenmiştir. Aridisol toprak grubunda, bitkiye yararlı ve az yararlı fosfor miktarı ile bitkideki fosfor miktarının artırılması için *P. polymyxa*+100 kg P₂O₅/ha uygulanmasının daha iyi sonuç verdiği, *P. polymyxa* uygulandığında, gübre kullanım etkinliği ile topraktaki elverişli fosfor dilimleri ve buna bağlı olarak buğday bitkisinin kuru madde miktarının önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. Sürdürülebilir ve organik tarım sistemlerinde, verimi artırmak amacıyla uygulanacak organik kaynaklı gübrelerden daha etkin fayda sağlayabilmek için, gübre yönetiminde özellikle *P. polymyxa* gibi PGPR bakterilerinin kullanılması gerektiği belirlenmiştir.

Kutlu (2013) araştırmasında asidik çay, asma ve ahududu bitkilerinin rizosfer topraklarından izole ettikleri ve biyolojik gübre olarak kullanılabilecek azot fikseri, fosfat çözücü ve farklı karbon kaynağı kullanım özelliğine sahip 5 farklı türe (*Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas putida* ve *Pseudomonas fluorescens*) ait ve her türden 7 adet olmak üzere 35 izolatın İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.), gelişme, verim, klorofil, makro ve mikro element içeriği, yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisini test etmiştir. İki yıllık uygulama ortalamalarına göre, İzmir kekiğinde bitki boyunun 35,3- 48,5 cm, taç genişliğinin 34,29-48,30 cm, SPAD değerinin 36,56-47,19, taze herba veriminin 41,88-74,64 g/bitki, drog herba veriminin 11,52-15,52 g/bitki, drog yaprak veriminin 6,53-12,18 g/bitki ve uçucu yağ oranının ise %1,85-2,78 arasında değiştiği belirlenmiştir. İlk yıl karbon kullanım oranı arttıkça bitki boyu, taç genişliği, yaş herba, drog herba ve drog yaprak verimi artmıştır. Ayrıca PGPR aşılması ile yaprak makro ve mikro element içeriği (N, P, K, Ca, Mg, Mn ve Zn) artmış ve uçucu yağ ana bileşenleri değişmiştir. Bu bakterilerden yüksek etkinlik gösterenler kekik bitkisinin gelişimini, verim ve uçucu yağ oranını, denemede kullanılan mineral gübrelemeye eşit veya daha fazla oranda artırmıştır. İzmir kekiğinde verim ve kalite kriterleri bakımından, en etkin azot fikseri ve fosfat çözücü bakteriler *P. fluorescens* (8/2, 58/3, 9/7, 53/6 ve 51/2), *B.*

subtilis (52/1, 6/3 ve R 3/3), *B. megaterium* (21/3, K5E ve 35/6), *P. polymyxa* (R2/2) ve *P. putida* (55/2, 3/10 ve 53/5) olarak belirlenmiş ve bu izolatların tarımda biyogübre olarak kullanılabilecekleri görülmüştür.

Kara (2013) çalışmasında biyokontrol özellikleri belirlenmiş ve moleküler olarak tanımlanmış 11 *Trichoderma* suşunun biyogübre potansiyellerini belirlemek için indolasetik asit (IAA) ve fosfat çözme kapasitelerini incelemiştir. Biyokontrol ve biyogübre özelliklerine bakılarak *Trichoderma citrinoviride* EGE-K-128 suşu, üretim optimizasyonu yapılacak suş olarak seçilmiştir

Özbağ (2013) çalışmasında, tescilli 12 nohut çeşidinin (Çakır, Işık-05, Canıtez-87, Hisar, Yaşa-05, Azkan, Küsmen-99, Gökçe, Damla-89, Diyar-95, Aziziye-94 ve İzmir-92) simbiyotik performanslarını ve bitki besin elementi alımlarının belirlenmesi amacıyla; serada içerisine tarla toprağı konulmuş saksılarda, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak denemelerini yürütmüştür. Deneme sonuçlarına göre *Mesorhizobium ciceri* aşılması; nodül sayısı, nodül yaş ağırlığı, nodül kuru ağırlığı, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, klorofil miktarı, azot oranı ve toplam azot miktarını çeşitlerin ortalaması olarak, aşısız kontrole kıyasla sırasıyla %787, %352, %357, %6, %15.3, %12.0, %6.9, %22.7, %21.0, %4.2, %7.9 ve %22.6 oranında artırmıştır. Bakteri aşılması ayrıca S, P, Mg, K, Ca, Cu, Fe, Mn ve Zn alımını çeşitlerin ortalaması olarak sırasıyla %14.4, %1.9, %13.8, %6.2, %17.4, %4.5, %16.5, %10.9 ve %9.4 oranında olmak üzere aşısız uygulamaya kıyasla önemli seviyede artırmıştır. Ancak, çeşitlerin nodülasyon, bitki gelişimi, azot fiksasyonu ve besin elementi alımı bakımından aşılama gösterdikleri tepkilerin birbirinden önemli seviyede farklı olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin bağladıkları azot miktarı ve bitki besin elementi içerikleri dikkate alındığında, Azkan, Aziziye-94, Küsmen-99, Diyar-95 ve Hisar'ın aşılama en fazla tepki gösteren çeşitler olduğu saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar, *Mesorhizobium ciceri* bakterisiyle uyumlu nohut çeşitlerinin belirlenerek aşılama kullanılmasıyla nodülasyon, azot fiksasyonu, bitki kuru madde üretimi, makro ve mikro besin elementi alımında önemli artışların sağlanabileceğini göstermiştir.

Özyılmaz ve Benlioğlu (2012)çeşitli kültür bitkilerinin rizosferinden izole ettikleri organik veya inorganik fosfatı çözebilme potansiyeline sahip 5 bakteri izolatının (6k8- *Pseudomonasputida*, 6ba6- *Pseudomonas fluorescens*, F5-*Burkholderia cepacia*, E21- *Pseudomonas sp.*, C5-*Bacillus megaterium*) Pamuk *Verticillium Solgunluğu*'na ve bitki gelişimine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarında tohum bakterizasyonu uygulanmış Carmen çeşidi pamuk bitkilerinde F5 ve 6ba6 izolatları fosfor alınımını önemli derecede artırmış, sırasıyla %47,9 ve %23,1 oranında bitki kuru ağırlığında artış sağlanmıştır. Gövde enjeksiyon yöntemi ile inokule edilen pamuk bitkilerinde, E21 ve F5 ile tohum bakterizasyonu *Verticillium dahliae*'nin yaprak dökmeyen ırkına karşı sırasıyla %68,4 ve %38,9 oranında etkili olurken, yaprak dökken ırka karşı hiç bir izolat etkili bulunmamıştır. Toprakta iki farklı *V. dahliae* ırkına ait mikrosklerotların (10 ms/g toprak) varlığı durumunda, E21 ve 6ba6 izolatları ile tohum bakterizasyonu, yaprak dökmeyen ırka karşı sırasıyla %69 ve %66, yaprak dökken ırka karşı da sırasıyla %51,4 ve %54 oranında önemli düzeyde etkili bulunmuştur.

Demirbaş (2012) Fertigasyonda farklı gübre uygulama zamanlarının (her sulamada gübre, her iki sulamada bir gübre, her üç sulamada bir gübre) ve mikoriza uygulamalarının domates ve biber bitkilerinin verimine ve besin elementleri içeriğine olan etkisini araştırmıştır. Denemede test bitkileri olarak domates ve biber, mikoriza türü olarak da *Glomus caledonium* kullanmıştır. Araştırma bulgularına göre, hem domates hem de biber bitkilerinde fosfor uygulanmayan, mikoriza aşılması yapılan, her sulamada bir gübre ve her iki sulamada bir gübre uygulamaları verimi en fazla artıran uygulamalar olmuştur. Domates ve biber bitkilerinin P içeriklerini ise her sulamada gübre uygulaması en fazla artıran uygulama olmuştur. Ayrıca mikoriza aşılması yapılan bitkilerin veriminin ve besin elementleri içeriklerinin mikoriza aşılması yapılmayan bitkilere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Kağan (2012) çalışmasında, farklı nohut çeşitleri (Işık-05, Yaşa-05, Azkan ve Hisar) kullanarak, azotlu gübre uygulamasının ve nodozite bakterisiyle (*Rhizobium ciceri*) aşılamanın verim ve verim öğelerine etkilerini araştırmış ve denemede 4 farklı uygulama (Kontrol, Bakteri, Bakteri+N ve N), kullanmıştır. Araştırmada ele alınan

özelliklere ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre, çıkışa kadar geçen gün sayısı, çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, bitki boyu, ilk meyve yüksekliği, hasat olgunluğuna kadar geçen gün sayısı, bitkide biyolojik verim, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitkide tane verimi, birim alan biyolojik verimi, hasat indeksi ve 100 tane ağırlığı özelliklerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar belirlemiştir. Nohut çeşitleri arasında Işık-05 ve Yaşa-05 çeşitlerinin daha yüksek verime sahip olduğunu belirtmiştir.

Sezen (2012) çalışmasında; *Cellulomonas turbata* (AS-1), *Bacillus megaterium* (AS-2), *Pseudomonas putida* (AS-3), *Bacillus cereus* (AS-4), *Neisseria mucosa* (AS-5), *Enterobacter cloacae* (AS-6), *Bacillus megaterium* (AS-8), *Bacillus mycoides* (AS-9), *Enterobacter cloacae* (AS-10), *Vibrio furnissii* (AS-11), *Bacillus cereus* (AS-12), *Bacillus cereus* (AS-13), *Bacillus cereus* (AS-14), *Bacillus megaterium* (AS-15), *Bacillus megaterium* (AS-16) ve AS-7 (MIS sistemi ile teşhis edilememiş) bakteri izolatlarını nohut bitkisi tohumlarına aşılayıp steril kum içeren saksılarda sera şartlarında büyüterek elde ettiği sonuçlar itibarı ile bitkilerin kök ve gövde boyları, yaprak kuru ağırlıkları ve protein içeriklerinin önemli düzeyde ($p<0,05$) etkilendiğini bildirmiştir. Kök boyu, gövde boyu, yaprak kuru ağırlığı ve yaprak protein içeriği üzerinde en etkili ırkların sırasıyla AS-8; AS-10; AS-2 ve AS-13 kodlu bakterilerin olduğunu tesbit etmiştir.

Sönmez (2012) araştırmasında; 5 fosfat çözücü bakteri (N2; *Bacillus megaterium* M-3, TV-6I: *Cellulosimicrobium cellulans*, TV-34A: *Hafnia alvei*, TV-69E: *Acetobacter pasteurianus* ve TV-83F: *Bacillus cereus*) ve organik gübre (0, 1 ve 2 ton/da) uygulamalarının, tarla koşullarında nohut bitkisinin verim ve besin elementi içeriğine etkilerini incelemiştir. Çalışmasında; bitki boyu, bitkide birinci dal, ikinci dal, bakla sayısı, baklada tane sayısı, taneverimi ve biyolojik verim ile sap ve tanedeki makro ve mikro besin elementi değişimlerini belirlemiştir. Çalışma sonunda bakteri uygulamaları ile özellikle birim alanda tane verimi ve biyolojik verimde önemli artışlar elde etmiştir. Bakterilerin organik gübre uygulanmayan koşullarda besin elementi içeriklerinde bakır hariç önemli artışlar sağladığı belirlenmiş ve bakteri ve organik gübrenin birlikte

uygulanması durumunda verimde daha fazla artışlar elde edilmiştir. En yüksek tane verimi, birinci ve ikinci yılda 2 ton/da + N₂ (*Bacillus megaterium* M-3) organizmasında sırasıyla 102 kg/da ve 179,3 kg/da olarak elde edilmiştir.

Gomashe *et al.* (2012) *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger* ile yapmış oldukları çalışmalarında bu iki türün fosfat çözebilmeye yeteneklerinin olduğunu ve aynı zamanda kaya fosfatı toprağının biyolojik özelliklerini artırabileceğimizi, fosfat çözme yeteneklerine ilave olarakta organizmaların aynı zamanda vitaminler, amino asitler ve hormonlar gibi belirli metabolitlerin üretimi ile mikoriza kök kolonizasyonunu arttırdığını ve bitki büyüme ve gelişimi için bu türlerin denenmesini tavsiye etmişlerdir.

Hefnawy *et al.* (2012) *Aspergillus niger* ve *Aspergillus fumigatus* mikrofungus türlerinin, Tri Kalsiyum Fosfat ve kaya fosfatını (Mısır da bulunan Safaga ve Elkosir den temin edilmiş) çözdüklerini bildirmişlerdir.

Walpola and Yoon (2012) yapmış oldukları derlemede çeşitli bakteri suşları (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium* ve *Enterobacter*) ve mantar suşları (*Aspergillus* ve *Penicillium*)'nın güçlü fosfat çözücü mikroorganizmalar olarak kabul edildiğini, aynı zamanda asitleştirme, şelasyon, değişim reaksiyonları ve organik asit üretim ile çözünmeyen fosfat bileşiklerini çözdüklerini bildirmişlerdir.

Hermosa *et al.* (2012) yapmış olduğu derlemede son yıllarda yapılan araştırmaların; *Trichoderma* suşlarının direk olarak bitki kökleriyle etkileşime girerek bitki büyüme potansiyelini artırdığını, abiotik streslere karşı direnç sağladığını ve bitkiyi hastalıklara karşı koruduğunu ifade etmişlerdir.

Patil *et al.* (2012) mısır bitkisi ile yapmış oldukları çalışmalarında; bitkinin gövde uzunluğu, bitki başına düşen yaprak sayısı, kuru madde ağırlığı, koçan uzunluğu, 1000 tane ağırlığı ve tane verimliliğini araştırmışlardır. Bu amaç için *Penicillium bilaii* ve *Penicillium spp.* mikrofunguslarını inokülüm materyali olarak kullanmışlardır ve bu

türler ile aşılانmış bitkilerde, kontrole göre%20-23'lük bir artış olduğunu belirlemişlerdir.

Çöğender (2011) Tri Kalsiyum Fosfat ilaveli ortamda yetiştirdiği nohut bitkisi ile yapmış olduğu saksı çalışmasında; *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter cloacae*, *Pantoea sp.*, ve *Sphingomonas paucimobilis* bakteri türleri ile aşılانmış nohut tohumlarının, kontrol grubuna göre farklı parametreler (Yaş ve kuru ağırlık, kök-gövde uzunlukları, protein ve şeker miktarı, mineral tayini) bakımından ortalama %30-70 daha iyi büyüme ve gelişme gösterdiğini tesbit etmiştir. Büyüme ve gelişme üzerine en etkili izolatın *Pseudomonas aeruginosa* olduğu, bunu sırasıyla *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter cloacae*, *Pantoea sp.*, ve *Sphingomonas paucimobilis* türlerinin takip ettiğı belirlenmiştir.

Sibi (2011)'de yapmış olduğu deney de fosfat çözücü mikroorganizmaları kullanarak yerli kullanılabilir düşük fosfat içerikli kaya fosfatını kompostla karıştırarak zenginleştirmiş olduğu fosfat kompost karışımını domates bitkisine uygulayarak pahalı gübre yerine kullanılmasını hedeflemiştir. Bu çalışmasında *Aspergillus awamori* ve *Trichoderma viride* türlerini kullanmıştır. Çalışmasını Phosphocompost + *A. awamori*(T₁), Phosphocompost + *T. viride*(T₂), ve Phosphocompost + *A. awamori*+ *T. viride*(T₃) şeklinde hazırlamıştır. Denemelerin sonucunda *Aspergillus awamori* ve *Trichoderma viride* türleri; domates bitkisinin kök, gövde uzunluğu ile kök ve gövde kuru ağırlığında kontrole göre önemli derecede artış sağlamışlardır. Bu çalışmada *A. awamori*+ *T. viride* kombinasyonunda ise en fazla artış sağlanmıştır.

Malviya *et al.* (2011) Tri Kalsiyum Fosfat (TCP) ilaveli toprak ortamında *Aspergillus niger*, *Penicillium notatum* ve *Aspergillus niger*+*Penicillium notatum* kombinasyonu ile aşılانmış yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) ile yapmış oldukları deneyde aşılamanın bitki kuru ağırlığında, bitki boy uzunluğunda, tohum ağırlığında, N, P, yağ ve protein miktarlarında önemli artışlara neden olduğunu, en fazla artışın ise toprak +TCP+ *Aspergillus niger*+*Penicillium notatum* kombinasyonu ile sağlandığı ve bunu sırasıyla

toprak +TCP+ *Aspergillus niger* ve toprak +TCP+ *Penicillium notatum* uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir.

Castagno *et al.* (2011) *Lotus tenuis* bitkisine aşıl原因 *Pantoea eucalypti* (M91), *Pseudomonas fluorescens* (M25) ve *Erwinia rhapontici* (M52) bakterilerinin, bitkilerin boy uzunluğu ve kuru ağırlık değerlerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Nethra (2011) Annigeri-1 Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidi ile yapmış olduğu çalışmasında deney düzeneğini şu şekilde hazırlamıştır: P₀ (Kontrol 0 kg P₂O₅/ha), P₁ (25 kg P₂O₅/ha), P₂ (50 kg P₂O₅/ha), PSF₀ (Asilama yok), PSF₁ (*Pencillium billai*):6ml/kg, PSF₂ (*Pencillium billai*) :6ml/kg, PSF₃(PSF1+PSF2):3ml/kg ve PSF₄ (UAS, Dharwad tarafından fosfat çözdüğü tespit edilmiş suş) :1gr/kg ile bu suşları nohut tohumuna aşıl原因mıştır. Çalışmaları sonucunda bitki boyu, yandal sayısı, toplam kuru madde ağırlığı venodül sayısı gibi morfolojik karakterler üzerine mikrofungusların önemli derecede artışlara neden olduğu en fazla artışın ise PSF2 ve P2 li ortamda sağlandığını görmüşlerdir. Bakla sayısı, 100 tane ağırlığı, tohum ağırlığı, saman verimi gibi verim parametreleri üzerine ise tüm mikrofungusların pozitif bir artış gösterdiği, enfazla artışın PSF2 (%12 lik artış) uygulamasında olduğu ve bunu sırasıyla PSF3 ve PSF4 uygulamalarının izlediği görülmüştür. Bitki besin konsantrasyonunda (azot, fosfor ve potasyum) kontrole göre %100 lük artış meydana geldiği ancak PSF2 ve P1 ortamı ile PSF22 p2 ortamında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

Yadav *et al.* (2011a) bitki büyümesini teşvik eden *Aspergillus niger*BHUAS01 suşunu nohut bitkisinin rizosferinden elde etmiş ve Pikovskaya broth ortamında farklı karbon (glikoz, sukroz, gliserol ve mannitol) ortamlarında Tri Kalsiyum fosfat çözünürlüğünü test etmişlerdir.Karbon kaynakları arasında, *Aspergillus niger* enfazla glikoz (512 µg mL⁻¹) lu ortamda en az ise sukrozlu (348 µg mL⁻¹) ortamda TCP çözmüştür.

Yadav *et al.* (2011b) *Aspergillus niger* suşuBHUAS01, *Penicillium citrinum*BHUPC01 suşuve*Trichoderma harzianum* mikrofunguslarını fosfat çözme potansiyeli ve bitki büyüme hormonu (IAA) üretimi bakımından test etmişler ve en fazla miktarda fosfat

çözen suşun; $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve 6 günlük inkübasyon sonrasında *Aspergillus niger* ($328\ \mu\text{g mL}^{-1}$) olduğunu ve bunu sırasıyla *P. Citrinum* ($301\ \mu\text{g mL}^{-1}$) ve *T. harzianum* ($287\ \mu\text{g mL}^{-1}$) türlerinin izlediğini göstermişlerdir. Indole Acetic Acid (IAA) üretiminde ise en fazla *A.niger* ($85\ \mu\text{g mL}^{-1}$) olmuş ve bunu sırasıyla *T. harzianum* ($68\ \mu\text{g mL}^{-1}$) ve *P. citrinum* ($52\ \mu\text{g mL}^{-1}$) takip etmiştir. Laboratuvar şartlarında bu türler tek başlarına ve kombinasyonları ile nohut bitkisinde kök uzunluğunda, gövde uzunluğunda ve kök kuru ağırlığında ve gövde kuru ağırlığında artışa neden olmuştur. En fazla artışı ise *T.harzianum*+*A. niger* kombinasyonu sağlamıştır. Aynı zamanda *T.harzianum*+*A. niger* kombinasyonunu, nohut bitkisi üretimi için biyogübre ve etkili bir biokontrol ajanı olabilir şeklinde ifade etmişlerdir.

Nzanza *et al.* (2011) *Trichoderma harzianum* ve Arbüsküler Mikoriza (AMF) uygulamalarının domates fidelerinde büyüme ve gelişmeyi artırdığını bildirmektedirler.

Babu and Reddy (2010) Uçucu kül ilaveli ortamda yetiştirdiği Bambu (*Dendrocalamus strictus*) bitkisi ile yapmış olduğu çalışmada Arbüsküler Mikoriza (AMF), *Aspergillus tubingensis* ve (AMF+ *A. Tubingensis*) kombinasyonunu kullanarak bitkinin büyüme parametrelerini incelemişler ve bu funguslar, tek başlarına ve kombinasyon (AMF+*A. Tubingensis*) olarak kullanıldıklarında kontrole göre daha fazla artış sağlamışlar, en fazla artışı ise birlikte aşılama sağlamıştır. Aynı zamanda çift aşılama sürgün dokusunda P (%150), K (67%), Ca (%106), ve Mg (%180) minerallerinde bir artışın olduğunu bildirmişlerdir.

Jayaraman and Ilyas (2010) Hindistan'da bulunan en büyük çeltik toprak rizosferinden izole ettikleri *Aspergillus niger* (AN) , *Aspergillus fumigatus* (AF) ve *Penicillium sp.*(PE) türlerinin fosfat çözdüklerini belirlemiş ve bunların daha fazla miktarda fosfat çözmelerini sağlamak için UV(uv), sodyum azid(sa) ve etil metan sülfonat (ems) etkisiyle mutajent ırkları elde edilerek fosfat çözme yetenekleri karşılaştırılmıştır. Buna göre Mutant ANuv60, yabancı türler ile karşılaştırıldığında fosfat çözünmesinde %127 daha yüksek verimlilik göstermiştir. Benzer şekilde, sodyum azid muamelesiyle mutant olan (ANsa120)'nın fosfat çözme kapasitesi %133 daha yüksek olmuş ve EMS mutant

(ANems120) yabani suşundan %135 daha yüksek verimlilik elde edilmiştir. Yabani türler arasındaki fosfat çözünürlüğü ise *Aspergillus niger*>*Penicillium Sp*>*Aspergillus fumigatus* olarak gözlenmiştir. Sonuç olarak mantar suşlarında fiziksel ve kimyasal mutajenik maddelerin mantar suşlarında fosfat çözündürme etkinliğini artırdığı sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir.

Urja and Meenu (2010)*Aspergillus sp.* (SR₂, S₁₁, N₃, N₄ ve S₁₇), *Penicillium sp.* (S₁₂B) ve *Fusarium sp.* (S₂17) ile aşılanmış nohut bitkisi ile yapmış oldukları %2 NaCl konsantrasyonlu toprak ortamında şu sonuçlara ulaşmışlardır: Tüm mikrofungusların gövde uzunluğu, yaprak sayısı, yan kök sayısı, kuru ağırlık ve toplam klorofil miktarında kontrole göre önemli bir artış gerçekleşmiş, en fazla artışı ise *Penicillium sp.* (S₁₂B) türü sağlamıştır. (bitki boyu artışı (%36.36), yaprak sayısı (42.80%) ve yan kök sayısı (%25.38) oranlarında artmıştır.

Tallapragada and Seshachala (2010) Farklı konsantrasyonlarda (2,5; 5 ve 7,5 g L⁻¹) kullandıkları Trikalسيوم Fosfat (TCP), potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) ve kaya fosfatı(RP) ortamlarında fosfat çözücü olarak *Aspergillus flavus str. 1*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus flavus.str. 2*, *Aspergillus fumigatus* ve *Aspergillus niger* izolatlarını PVK ortamında inokule ederek oluşan zonu ölçerek fosfat çözünürlüğünü incelemişlerdir. Buna göre: TCP2.5, TCP5.0, TCP7.5; KHP2.5, KHP5.0, KHP7.5 ; RP2.5, RP5.0 ve RP7.5 ortamlarında en iyi fosfat çözme durumları sırası ile: (*A. flavus.str. 2* ve *A. niger*), (*A. niger*), (*A. clavatus*); (*A. flavus str. 1* ve *A. niger*), (*A. niger*), (*A. flavus str. 1* ve *A. niger*); (*A. flavus str. 1* ve *A. fumigatus*), (*A. fumigatus*), (*A. flavus str. 1* ve *A. fumigatus*) şeklinde gerçekleşmiştir. Sonuç olarak TCP ve KH₂PO₄ çözünürlüğü için en iyi sonucu *A. nigerin*, RP için ise en iyi sonucu *A.f umigatus* türlerinin sağladığı belirlenmiştir.

Güvercin (2009) farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılama ve demir uygulamalarının nodülasyon ve verime etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada, I. ürün olarak Çukurova koşullarında en fazla ekimi yapılan NC-7, Halisbey, Arıoğlu 2003 ve Osmaniye 2005 çeşitlerini kullanmıştır. Denemede üç farklı demir dozu (Fe0, Fe1: 5

kgFe/da (Fe₂SO₄), Fe₂: 10 kgFe/da (Fe₂SO₄)) ve 2 farklı *Rhizobium* bakteri aşılama suşu uygulaması (B0: aşılama yapılmamış; B1: 380 nolu *Rhizobium leguminosarum* suşu) yapılmıştır. Birinci ürün olarak ekilen yerfıstığı bitkisinin çiçeklenme döneminde kök, kök üstü, nodül örnekleme; hasat döneminde ise kök, köküstü ve dane örnekleme yapılmıştır. Sonuçlar gerek 1. yıl gerekse 2. yıl bitkilerde nodül oluşumu olmadığını göstermiştir. Dolayısıyla nodülasyon, biyomas ve çeşitli aksamaların N içeriklerinde bakteri aşılama suşuna bağlı herhangi bir etki de görülmemiştir. Demir uygulamasına bağlı olarak ise incelenen parametrelerde çiçeklenme ve hasat dönemine ve denemede kullanılan yerfıstığı çeşitlerine bağlı olarak farklı etkiler görülmüştür. İncelenen parametreler açısından kullanılan çeşitlere göre değişen farklılıklar belirlenmiştir. Meyve verimi açısından Halisbey çeşidi 1. yıl en yüksek verim değeri gösterirken (694 kg/da) bunu Osmaniye 2005 (686 kg/da) ve Arıoğlu 2003 (644 kg/da) izlemiş, 2. yıl ise her üç çeşit de 700-721 kg/da arasında verim değeri göstermiş, buna karşılık NC7'den 1. yıl 457 kg/da, 2. yıl 458 kg/da verim alındığını belirtmiştir.

Coşkan vd (2009)İki farklı soya tohumunu (Sa88 ve Asgrow) ve iki farklı *Rhizobium* suşunu (110, 1809)kullanarak yapmış oldukları çalışmada, verim değerleri yönünden Sa88 tohum çeşidinden genelde daha yüksek verim elde edildiğini, bakteri aşılama suşu yönünden dane azot içeriği değerleri incelendiğinde 110 nolu suşun diğerlerine oranla daha etkili olduğu, Mineral gübre ve 1809 nolu suş ile aşılanmanın ikinci derece etkili olduğu, tüm uygulamaların verimi kontrole oranla artırdığını bildirmişlerdir.

Saber *et al.* (2009) çalışmalarında *A. niger* ve *Penicillium* ile aşılanmış Mung Bean bitkisininRP ve Kalsiyum Süperfosfat (CSP)'lı ortamlarda gövde boyu, tohum verimi, P kaldırma ve nodül gelişimini anlamlı bir şekilde artırdığını belirlemişlerdir.

El-Azouni (2008)Tri Kalsiyum Fosfat (TCP) ilaveli ortamda yetiştirdiği soya (*Glycine max*L.) bitkisi ile yapmış olduğu saksı çalışmasında; *Aspergillus niger*, *Penicillium italicum* ve *Aspergillus niger*+*Penicillium italicum* kombinasyonu ile aşılanmış bitki boyunda, kontrole (aşılanmamış tohumlar) göre bitkinin kuru ağırlığında, protein, yağ, azot ve fosfat miktarında önemli derecede (%100 lere yakın ve bazı parametrelerde

ise%100 den daha fazla) artışlara neden olmuştur artış sağlanmıştır. En fazla artışı *Aspergillus niger* + *Penicillium italicum* kombinasyonu sağlamıştır.

Gutiérrez-Miceli *et al.* (2008) Orkide (*Guarianthe skinnerii*) fideleri ile yapmış olduğu saksı çalışmalarında *Trichoderma harzianum* ile aşılanmış ve aşılanmamış fidelerde; fidelerin hayatta kalma ve büyümeleri araştırmışlardır. Araştırma sonucunda *Trichoderma harzianum* ile aşılanmış fidelerin hayatta kalma oranının %79 oranında arttığı, aynı zamanda aşılanmış bitkilerin boy uzunluğunun kontrol bitkilerine göre 3,6 kat, yaprak sayısının 2,5 kat ve sürgün miktarının ise, 1,4 kat arttığını bildirmişlerdir.

Şahin (2008) 20 farklı nohut genotipi ile yapmış olduğu deneyde bakteri aşılanmış ve aşılanmamış tohumları farklı azot dozları uyguladığı koşullarda yetiştirmiş ve saksılara amonyum nitrat formunda 0, 60 ve 120 mg N kg⁻¹ dozlarında azotlu gübre uygulamış ve bitkilerin normal gelişim sağlamaları için 80 mg P kg⁻¹ H₃PO₃ formunda fosforlu gübre uygulamıştır. Nohut bitkilerinin hasadından sonra saksılardaki topraklar inkubasyon işlemine tabii tutulmuş inkubasyondan sonra toprakların toplam N ve yarıyışlı P içeriği belirlenmiş ve aynı saksılara MS-714 (SA 500) mısır çeşidi ekilmiş yaklaşık 7 hafta sonra bitkiler hasat edilerek kuru madde miktarları belirlenmiştir. Analize hazır hale getirilen nohut ve mısır bitkilerinin kuru madde verimleri, bitki N ve P konsantrasyonları, sömürülen N ve P miktarları belirlenmiş ve araştırma sonuçlarına göre farklı nohut genotiplerinin bitki kuru madde miktarları, N konsantrasyonları ve sömürülen N miktarları genotiplere ve azot dozlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Meksika, Konya Tipi ve Aziziye-94 genotiplerinin azot kullanım etkinlikleri aşılama yapılan ve yapılmayan koşullarda diğer genotiplerden yüksek çıkmıştır. İnkubasyondan sonra toprakların toplam N ve yarıyışlı P içeriklerinde uygulamalar sonucunda önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Mısır bitkisinin kuru madde verimi ve N alımı N dozlarının artışıyla artmış ancak bakteri aşılmasının kuru madde verimi üzerine önemli etkisi olmadığını ifade etmiştir.

Sandeep *et al.* (2008) Soya (*Glycinemax*L) bitkisi ile yapmış oldukları saksı denemelerinde *Aspergillus niger*, *Penicillium vermiculosum*, *Bacillus Sp* ve

Pseudomonasstutzeri ile aşılانmış tohumlardan, RP (Kaya fosfatı) ve süper fosfat (SP)'lı ortamlarda gelişen bitkilerde bitki verimi, besin alınımı, mevcut P içeriği, saman ağırlığı ve tohum ağırlığının arttığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda araştırmacılar tohumlara söz konusu fosfat çözücü bakterilerin aşılانması halinde RP'ın süper fosfat yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Mittal *et al.* (2008)Nohut bitkisi ile yapmış oldukları saksı denemelerinde 2 *Aspergillus awamori* suşu ve 4 *Penicillium citrinum* suşu kullanmışlardır. Bu suşların tümünün bitki büyüme hormonu (IAA) ürettiklerini; nohut bitkisinin büyümesine ise en fazla etkiyi iki *A. awamori* suşunun sağladığını, bu iki suş kontrolle karşılaştırıldığında; gövde uzunluğunda %7-12, tohum sayısında yaklaşık 3 kat, tohum ağırlığında ise 2 kat artış meydana geldiğini, dört *P. citrinum* suşunun ise kontrolle karşılaştırıldığında gövde uzunluğunda %7, tohum sayısında %2 ve tohum ağırlığında %87 artış sağladığını bildirmişlerdir.

Richa *et al.*(2007)kaya fosfatı eklenmiş toprak ortamında tohumları *Aspergillus tubingensis* ve *Aspergillus niger* ile aşılانmış mısır bitkilerinin, kontrol (toprak ve toprak+kaya fosfatı) ile karşılaştırıldığında her ikisinde gövde uzunluğu, kök ve gövde kuru ağırlığı ile gövde fosfat içeriğinde önemli bir artışa neden olduklarını ve aynı zamanda deneme sonrası ölçülen toprak pH'sının, toprağın başlangıç pH'sına göre daha düşük (asidik)olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar, *A. tubingensis* ve *A. niger* mikrufungus türlerinin alkali topraklarda mükemmel fosfat çözücü mikroorganizmalar olarak kullanılabileceğini önermektedirler.

Kılavuz (2006)çalışmasında; yetiştirme ortamına artan dozlarda tuz ve fosfor uygulaması ile nohut bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine mikorizalı ve mikorizasız koşulların etkilerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Bitki yetiştirme ortamı olarak toprak+kum+pomza karışımı kullanılmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamına tuz (NaCl) olarak 3 dozda (0, 1000 ve 2000 mg NaCl/kg), fosfor da Triple Süper Fosfat formunda 3 dozda (0, 100 ve 200 mg P₂O₅/kg) olarak uygulanmıştır. Deneme sonunda nohut bitkisinin bitki boyu, yaş ağırlık, yan dal sayısı ile azot, fosfor ve potasyum

içerikleri belirlenmiş ve araştırma sonuçlarına göre bitki boyu, yaş ağırlık ve yan dal sayısı fosfor dozunun artması ile artmıştır. Benzer şekilde aşılı saksılardaki bitkilerin bitki boyu, yaş ağırlık ve yan dal sayısı aşısız saksılardan elde edilen bitkilere göre daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Artan fosfor dozları ve aşılama ile bitkinin azot ve fosfor içeriği artmıştır. En yüksek azot içeriği %0.962 ve en yüksek fosfor içeriği 1673 ppm olarak fosforun 200 mg/kg P_2O_5 dozunda elde edilmiştir. Artan tuz uygulamaları ile bitki yan dal sayısı, bitki boyu ve yaş ağırlık miktarları azalırken; azot, fosfor ve potasyum içeriği kontrole göre artmıştır. Aşılama sonucunda bitkinin azot ve fosfor içeriğinde kontrole göre bir artış olduğu belirlenmiştir.

Sönmez (2006) araştırmasında mikorizalı (Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza) ve mikorizasız toprak ortamındaki koşullarda, artan dozlarda Zn ve Cd uygulamalarının, domates bitkisinin fide gelişimi ve N, P, K içeriğine etkisinin belirlenmesi için yaptığı denemede bitki yetiştirme ortamına; $(CH_3COO)_2Cd \cdot 2H_2O$ formunda 3 doz Cd (0, 10 ve 20 mg) ve $ZnSO_4 \cdot 7(H_2O)$ formunda 3 doz Zn (0, 100 ve 200 mg) uygulamıştır. Araştırma sonucunda domates bitkisinin; sürgün yaş ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı, sürgün boyu, kök boğazı çapı, yaprak sayısı ile N, P ve K içerikleri incelenmiş ve mikoriza uygulaması ile fide gelişim kriterlerinde %1 düzeyinde artış sağlandığını bildirmiştir. Aynı zamanda Cd ve Zn'un artan dozlarının domates bitkisinin gelişimini olumsuz etkilediği, fidelerde önemli kayıplara yol açtığı saptamış ve denemeye konu olan Cd ve Zn'un artan dozlarında Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza (VAM) aşılamaının, bitkinin besin maddelerinden daha fazla yararlanması ve fide gelişim kriterlerini artırması dolayısıyla faydalı bir uygulama olduğunu belirtmiştir.

Erdoğan (2002) değişik *Rhizobium* ırklarıyla (CP-31, CP-36 ve CP-39) aşılansmış 3 nohut çeşidinin (İzmir-92, Aydın-92 ve Menemen-92) nodülasyonu, farklı fenolojik dönemlerindeki azot ve/veya protein birikimi, tane verimi ve tane verimlerine etki eden bitkisel özellikleri araştırmak amacıyla yapmış olduğu deneylerde aşılansmadan yetiştirilen İzmir-92 çeşidinin 326,3 kg/da olan tane veriminin, CP-36 *Rhizobium* ırkıyla aşılansığında %9,1'lik artışla 356,1 kg/da'a çıktığını; Menemen-92 çeşidinin aşılansmadan elde edilen 304,3 kg/da olan tane veriminin ise, CP-31 *Rhizobium* ırkıyla

aşılandığında %11,7'lik artışla 340,0 kg/da'a çıktığını, CP-36 *Rhizobium* ırkıyla aşılandığında %9,9'luk artışla 334,4 kg/da'a çıktığını bildirmiştir.

Vessey and Heisinger (2001)bezelye (*Pisum sativum* L.) bitkisi ile yapmış olduğu çalışmada *Penicillium bilaii* ile aşılanmış tohumlardan yetişen bitkinin kök uzunluğunun %48, Kök kuru ağırlığının %13, gövde P konsantrasyonunun %13 ve spesifik kök uzunluğunun ise %21 oranında arttığını göstermiştir.

Reddy *et al.* (2001)Değişik kaya fosfatları (Foskar (FRP, %40 mg P₂O₅), Jordan (JRP, %33,3 mg P₂O₅), Israel (IRP, %32,9 mg P₂O₅), Morocco (MRP, %33,2 mg P₂O₅) ve bir Hint kaya fosfatı Rajasthan (RRP, %34,1 mg P₂O₅) üzerine yapmış oldukları denemeleri neticesinde 3 *Aspergillus tubingensis* izolatı ve 2 *Aspergillus niger* izolatını yukarıda bulunan farklı kaya fosfatları üzerinde deneyerek şu sonuçlara ulaşmışlardır: Tüm *Aspergillus* izolatları tüm doğal kaya fosfatlarını çözdüğü, *A. tubingensis* (AT1) diğer izolatlarla karşılaştırıldığında test edilen kaya fosfatını en fazla oranda çözdüğü gösterilmiştir.

Altomare *et al.* (1999) *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22 (T-22) suşunun az veya hiç çözünmeyen mineralleri çözebilme yeteneğini ilk rapor edenlerin kendileri olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda bu aktiviteleri sayesinde bitki büyümesi ve biokontrol kapasitelerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Akdağ ve Şehirali (1995)Nohut bitkisi ile yapmış olduğu bakteri aşılamaı uygulamasında bitkide bakla ve tane sayılarını, bitkide tane ve biyolojik verimi önemli düzeyde olumlu etkilediğini bildirmiştir.

Asea *et al.* (1988) *Penicillium bilaii* ve *Penicillium cf. fuscum* mikrofunguslarının sıvı kültürde kaya fosfatını çözdüğünü ifade etmişlerdir. Ayrıca buğday (*Triticum aestivum* L. cv.) ile yapmış oldukları sera denemelerinde kuru madde ağırlığında %16 ve toplam fosfat alımında ise %14 oranında artış sağlandığını bildirmişlerdir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve cihazlar

Buzdolabı:	Arçelik, TÜRKİYE, 8190NF
Çalkalamalı İnkübatör:	Zhicheng, CHINA, ZHWY-200B
Derin Dondurucu:	Nuaire, U.S.A
Derin dondurucu (-80°C):	Harris, İngiltere
Derin dondurucu (-30°C):	Arçelik
Hassas Terazı:	Mettler Toledo, CHINA, AL204
İnkübatör:	Binder, GERMANY, BD53
Manyetik Karıştırıcı:	Nüve, TÜRKİYE, MK-418, SN 05-1083
Mini Karıştırıcı:	IKA, U.S.A., M51, SN 03017581
Otoklav:	Hirayama, JAPAN, HVE 50, SN 030787253
Saf Su Cihazı:	GFL, GERMANY, 2004
Steril Kabin:	Esco, SINGAPORE, AC2-4E1
Spektrofotometre:	Shimadzu, JAPAN, RC 232C
pH Metre:	Hanna, PORTUGAL, HI 9321, SN 396202
Vortex:	IKA, U.S.A, MS2
Mikroskop:	Boeco BM-180, Germany
Masa santrifüjü:	Hettich EBA 21
Soğutmalı santrifüj:	Hettich Micro 22 R
Otomatik pipetler:	Nichipet EX ve Socorex
Çeşitli cam malzemeler (Beher, erlen, balonjoje, mezür, huni, baget, pipet, petri kabı vb.)	çalışmamızda kullanılmıştır.

3.1.2. Kök ve rizosfer toprağı örneklerinin alınması

Çalışma başlangıcında farklı bitkilere ait kök ve rizosfer bölgesi toprak örnekleri Mardin-Mazıdağı bölgesinden toplanmıştır. Toplanan kök ve rizosfer toprağı örnekleri laboratuvar ortamına temiz saklama poşetleri içerisinde getirilmiştir. Mazıdağı kaya fosfatı, mısır ve nohut bitkileri için fosfat kaynağı olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Mardin-Mazıdağı bölgesinden toplanan bitki ve toprak örnekleri

3.1.3. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve besiyerlerinin hazırlanışı

3.1.3.a. PDA besiyeri

PDA litreye 39 g olacak şekilde tartılıp agar çözününceye kadar ısıtılmış ve 121°C’de 15 dakika 1,5 atm. basıncında otoklavlanarak hazırlanmıştır.

3.1.3.b. NBRIP (National Botanical Research Institute’s phosphate growth medium) besiyeri

İnorganik fosfatın (Tri Kalsiyum Fosfat) hangi izolat tarafından çözündürüldüğünü tespit etmek amacıyla kullanılmıştır (Mehta and Nautiyal 2000).

İçerik	1000 ml için
Glikoz	10 g
Ca ₃ (PO ₄) ₂ (Tri Kalsiyum Fosfat)	5 g
MgCl ₂ . 6H ₂ O (Magnezyum Klorür)	5 g
MgSO ₄ . 7H ₂ O (Magnezyum Sülfat)	0.25 g
KCl (Potasyum Klorür)	0.2 g
(NH ₄) ₂ SO ₄ (Amonyum Sülfat)	0.1 g

Bu çözeltinin hazırlanışında yukarıdaki elementler kaynama sıcaklığına getirilmiş olan 1000 ml distile su içerisine katılarak manyetik karıştırıcı vasıtasıyla iyice çözülmüştür. Ca₃(PO₄)₂ çözünmez formda olduğundan distile su içinde çözünmeyecektir. Hazırlanan çözelti 121°C’de 30 dakika otoklavlanarak steril edildikten sonra uygun ısıya kadar soğutulup oda sıcaklığında steril ortamlarda muhafaza edilmiştir.

Araştırmada kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup MERCK firmasından sağlanmıştır.

3.1.3.c. NBRIP-BPB(Brom fenol mavisi ilaveli National Botanical Research Institute's phosphate growth medium) besiyeri

Mikrobiyal yolla çözünen inorganik fosfat miktarının kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu besiyerinde meydana gelen renk değişimleri, izolatin inorganik fosfatı hangi ölçüde çözdüğünü belirlemiştir(Mehta and Nautiyal 2000).

İçerik	1000 ml için
Glikoz	10 g
Ca₃(PO₄)₂ (Tri Kalsiyum Fosfat)	5 g
MgCl₂. 6H₂O (Magnezyum Klorür)	5 g
MgSO₄. 7H₂O (Magnezyum Sülfat)	0.25 g
KCl (Potasyum Klorür)	0.2 g
(NH₄)₂SO₄ (Amonyum Sülfat)	0.1 g
BPB (Brom fenol mavisi)	0.025 g

Bu çözeltilinin hazırlanışında yukarıdaki elementler kaynama sıcaklığına getirilmiş olan 1000 ml distile su içerisine katılarak manyetik karıştırıcı vasıtasıyla iyice çözülür. Ca₃(PO₄)₂ çözünmez formda olduğundan distile su içinde çözünmeyecektir. Çözelti pH'sı 7'ye ayarlanıp 121°C'de 30 dakika otoklavlanarak steril edildikten sonra uygun ısıya kadar soğutulup oda sıcaklığında steril ortamda muhafaza edilmiştir.

3.1.3.d. Arnon ve Hogland besi çözeltisi

1.02 g KNO₃, 0.492 g Ca(NO₃)₂.4H₂O, 0.23 g NH₄H₂PO₄, 0.49 g MgSO₄.7H₂O, 2.86 mg H₃BO₃, 1.81 mg MnCl₂.4H₂O, 0.08 mg CuSO₄.5H₂O, 0.22 mg ZnSO₄.7H₂O, 0.6 mg FeSO₄, 0.6 mg tartarik asit saf su içerisinde çözülerek hacmi 1 litreye tamamlanmıştır (Arnon and Stout 1939). (Not: mikroelement kısmı 1000 kat olarak hazırlanıp, hazırlanan çözeltiden 1 ml alınıp makro element kısmına eklenmiştir.)

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besleyici elementlerin hazır olarak verilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan Modifiye Hoagland (1.02 g KNO_3 , 0.492 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1.411 g Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK)*, 0.49 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 2.86 mg H_3BO_3 , 1.81 mg $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0.08 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.22 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.6 mg FeSO_4 , 0.6 mg tartarik asit çözeltisine çalışma gereği fosfat kaynağı yerine ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) kullanılmıştır.

MFK miktarının tespitinde moleköl ağırlığı göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Hesaplama şekli: (N:14, H:1, P:30, O:16)

$$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = 1 \cdot 14 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 30 + 4 \cdot 16 = 114 \text{ g/mol ise}$$

114g/mol de 30g P var ise

0,23 g/mol de X(kaç g vardır.)

$X=0,0605$ g P vardır. Aynı şekilde MFK (P_2O_5)’da bulunan kaya fosfatındaki P miktarı hesaplanır.

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 2 \cdot 30 + 5 \cdot 16 = 140 \text{ g/mol ohal de;}$$

140g/mol de 60g P var ise

X (kaç gramın da) 0,0605g P bulunur.

$$X=0,1411 \text{ g}$$

Mardin Mazıdağı fosfat cevheri düşük tenörlü (%10)

100g 10g P₂O₅ varsa

Xg 0,1411 (P₂O₅)

X=1,411 g/L MFK alınıp modifiye Hoagland hazırlanır.

3.1.3.e. 0,05 M KH₂PO₄ (pH: 6,5) (Protein tayini için) tamponu

1,7 g KH₂PO₄ 200 ml saf suda çözülmüş, 1 N NaOH kullanılarak pH 6,5'e ayarlandıktan sonra hacim saf su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır.

3.1.3.f. Coomassie reaktifi (protein tayini için)

10 mg Coomassie Blue G-250, 5 ml etanolde çözülmüş, üzerine 10 ml %85'lik fosforik asit ilave edilerek hacim saf suyla 100 ml'ye tamamlanmıştır.

3.1.4. Tohumların temini

Biri monokotil diğeri dikotil bitki olan mısır (*Zea mays*) ve nohut (*Cicer arietinum* L.) bitki tohumları Erzurum Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Mikroorganizmaların (Mikrofungusların) izolasyonu ve saflaştırılması

Daha önceden farklı bitkilerin rizosfer bölgesinden alınan toprak örnekleri iyice karıştırılıp homojenize edildikten sonra her birinden, %0,9'luk steril fizyolojik tuzlu su (FTS) ile 10⁻¹-10⁻⁶'lık seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Bitki kökleri de çeşme suyu ile iyice yıkandıktan sonra steril FTS ile havanda ezilerek homojenize edilmiş ve seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Bu örneklerin her birinden, daha önce hazırlanan petrilere,

izgi ekim yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petriler 30°C’de 4-5 gün süreyle inkübasyona bırakılmış ve İnkübasyon sonunda gelişen mikrofunguslar, belirgin morfolojik karakterlerine göre, ayrı ayrı PDA içeren petri plaklarına transfer edilmek suretiyle saflaştırılmıştır. Bu saf kültürlerin her birisine ayrı bir kod numarası verilmiştir. Her bir kültürün aynı kod numarasıyla stok kültürleri (Eppendorf tüpleri ve Yatık agarda) hazırlanarak –22°C ve +4°C’de buzdolabında koruma altına alınmıştır.

3.2.2. İnorganik fosfatın (Tri Kalsiyum Fosfat) mikrobiyal yolla çözünürlüğünde etkili olan mikroorganizmaların kalitatif olarak belirlenmesi

PDA besiyerin de gelişen saf mikrofungus kültürlerinin her birinden, içerisinde pH’sı otoklav öncesi 7’ye ayarlı 10 ml **NBRIP-BPB (Brom fenol mavisi ilaveli National Botanical Research Institute's phosphate growth medium)** [Glikoz, 10. 0 g/L; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, 5 g/L; $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5 g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.25 g/L; KCl, 0,2 g/L; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,1 g/L; BPB, 0.025 g/L] bulunan tüplere inokülasyon yapılarak, çalkalayıcıda, 30 °C’de ve 180 rpm’de 4 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra, kontrol grubu tüplerin (inokülüm yapılmamış tüpler) orijinal mavi renklerinde herhangi bir açılma olmadığı halde, inokülüm yapılan tüplerin bazılarında farklı derecelerde bir renk açılımı meydana gelmiş ve inorganik fosfat ortamında reyemeyenlerde ise kontrol grubunda olduğu gibi herhangi bir renk değişimi olmamıştır. En fazla renk açılımı meydana getiren mikrofunguslar seçilerek diğer deney aşamalarına devam edilmiştir (Aydoğan, 2004; Mehta and Nautiyal 2000) (şekil 3.2).



Şekil 3.2. NBRIB- BPB besiyerine inokülümü yapılan izolatların besiyeri renginde oluşturduğu değişiklikler

3.2.3. Sıvı kültür ortamında mikrobiyal yolla çözünen fosfat miktarının ölçümü

Ortamdaki çözünmüş fosfatın tayini "Vanadomolido Fosforik Asit" yöntemi ile belirlenmiştir (Jackson 1973).

Seyreltik bir ortofosfat çözeltisinde amonyum molibdat, asit şartlarda heteropoly asit biçiminden, molibdofosforik asit haline dönüşür. Vanadyumun varlığında, sarı vanadomolibdo fosforik asit oluşur. Sarı rengin şiddeti fosfat konsantrasyonu ile orantılıdır. İstenilen ölçüm duyarlılığına bağlı olarak spektrofotometrede 400–490 nm arasında bir dalga boyu seçilerek tayin yapılmaktadır.

3.2.3.a. Fosfat analizi için gerekli çözeltilerin hazırlanması

Amonyum molibdat çözeltisi: 25 g Amonyum molibdat $[(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, 300 ml saf su içerisinde çözülmüştür.

Amonyum metavanadat çözeltisi: 25 g Amonyum metavanadat ($\text{NH}_4 \text{VO}_3$) 300 ml saf su içinde ısıtılarak çözdürülmüş ve soğutulduktan sonra üzerine 330 ml derişik HCl ilave edilmiştir.

Vanadat–Molibdat çözeltisi: Amonyum molibdat çözeltisi, 1 L'lik cam balonda oda sıcaklığına kadar soğutulmuş olan amonyum metavanat çözeltisine ilave edilmiş ve iki çözelti iyice karıştırıldıktan sonra saf su ile çözeltinin hacmi 1 L'ye tamamlanarak seyreltilmiştir.

Standart fosfat çözeltisi: Standart grafik oluşturmak için 219,5 mg susuz KH_2PO_4 , saf su içerisinde çözdürülmüş ve hacim 1 L'ye seyreltilmiştir. (Hazırlanan bu stok fosfat çözeltisinin 1 ml'si 50 mikrogram $\text{PO}_4^{-3} \text{P}$ 'ye eşittir.)

3.2.3.b. Çözünmüş fosfatın ölçülmesi

Stok fosfat çözeltisinden 100 ml'lik cam balonlar içerisinde bir seri (10mg/L, 20mg/L, 30mg/L, 40mg/L, 50mg/L) çözelti hazırlanmıştır. Her bir örnekten 35 ml alınarak 50 ml'lik bir balon jojeye konulmuş ve üzerlerine 10 ml vanadat molibdat reaktifi ilave edilerek saf su ile işaret çizgisine kadar seyreltilmiştir. Aynı işlemler, 35 ml saf su ile kör numune hazırlamak için de tekrarlanmış ve 10 dk bekletilmiştir. Bu arada çözeltideki fosfat miktarına bağlı olarak standart örneklerin renklerinde açık sarıdan koyu sarıya doğru bir renk değişimi meydana gelmiştir. Kör numune ve seri dilüsyonların her birisinden spektrofotometrenin kuvvetlerine konulan örneklerin 470 nm dalga boylarında absorbansları okunmuş ve elde edilen değerlerle standart grafik (Kalibrasyon eğrisi) oluşturulmuştur. Mikrofungusların sıvı kültürlerinden 50 ml'lik sıvı örnekler alınmış, bulanık veya renkli olan örnekler aktif karbonla 5 dk. kadar karıştırılarak berraklaştırılmıştır. Daha sonra Wattman kâğıdı ile filtre edilen örneklerin her birisinden 35 ml alınarak fosfat içeriklerini belirlemek için yukarıda standart çözeltiler için açıklanan işlem uygulanmıştır. Reaktif ilave edildikten sonra numunenin fosfat içeriğine göre oluşan sarı rengin şiddetine bağlı olarak; (1/3, 1/5, 1/7 ve 1/9) oranlarında gerekli seyreltmeler yapılarak absorbansları okunmuştur. Absorbans

değerleri elde edildikten sonra, daha önce oluşturulan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak, içerisindeki çözünmüş fosfat miktarı bilinmeyen örneklerin seyreltme faktörleri de dikkate alınarak hesaplanmıştır.

3.2.4. İnorganik fosfatın (Tri Kalsiyum Fosfat) mikrobiyal yolla çözünmesinde etkili olan mikroorganizmaların kantitatif olarak belirlenmesi

NBRIP-BPB besi yerinde, kalitatif olarak inorganik fosfat çözmede etkin oldukları belirlenen mikrofungus türlerinin her biri ayrı ayrı kantitatif olarak da test edilmiştir. Bu amaçla; içerisinde pH'sı otoklav öncesi 7'ye ayarlı 250 ml hacimli ve 100 ml NBRIP içeren erlenlere, genel besi yerinde gelişen saf mikrofungus kültürlerinin her birinden birer öze dolusu inokülasyon yapılarak, kontrole beraber (mikroorganizma eklenmemiş besi yeri) çalkalayıcıda, 30°C'de ve 180 rpm'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. 5 günlük inkübasyondan sonra sıvı kültürlerin her birisinden 35 - 40 ml örnek alınarak 5000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant içerisindeki çözünmüş fosfat miktarını belirlemek için 3.2.4.b'de açıklanan yöntemle kantitatif analizler yapılmıştır (Nautiyal 1999; Mehta and Nautiyal 2000).

İzolatların inorganik fosfat kaynağını kullanma ve çözebilme kapasitelerini test etmek için NBRIP besiyeri içeriğinde 5 g/ l $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ kullanılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü yürütülmüş ve sonuçların aritmetik ortalamaları alınmıştır.

3.2.5. Tohumların yüzey sterilizasyonu

Tohumlar ekilmeden önce %96'lık alkol ile kısa süre hızlıca yıkanmış ve %5'lik sodyum hipoklorit içerisinde 5 dk yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur (Genişel 2010; Erdal 2010; Genişel ve Dumlupınar 2013).

3.2.6. Mısır ve nohut tohumlarının çimlendirilmesi

Sterilize edilmiş tohumlar oda şartlarında saf su içerisinde yaklaşık 5 saat şişmeye bırakılan tohumlar, steril kurutma kağıtları ile kaplanmış ve steril su ile nemlendirilmiş kaplarda 3 gün süre ile çimlendirilmek üzere karanlık ve steril bir ortamda bekletilmiştir (Zengin ve Munzuroğlu 2006).

3.2.7. Test mikrofunguslarının inokülasyonu

Şekil 3,3'te gösterildiği gibi eşit miktarda çimlenmiş tohumlar; mikrofungus spor süspansiyonu (2×10^6) içeren beherlere atılarak arabic gum eşliğinde sporların tohum yüzeyi ve radikulasına bulaşması sağlanmıştır (El-Azouni 2008; Saber *et al.* 2009; Yadav *et al.* 2011b).



Şekil 3.3. Eşit miktarda çimlendirilmiş mısır(a) ve nohut(b) tohumları

3.2.8. Saksı denemelerinde kullanılan kumun ve saksıların sterilizasyonu

Bitkilerin büyümesi için kullanılan kum, suyu berraklaşmaya kadar musluk suyuyla yıkanmış, yıkanmış olan kum hazırlanan 1M HCl (Hidroklorik asit) çözeltisi içerisinde bir gün süre ile bekletilmiştir. Böylece kumun sahip olduğu düşük miktardaki besleyiciler müdahale sonucu uzaklaştırılmıştır. Daha sonra saf su ile iyice yıkanıp, otoklavda 121°C'de 2 saat süreyle steril edilmiştir. Steril edilen kum deneme öncesi

çeşme suyu ile yıkandıktan sonra seyreltik %1'lik HCl çözeltisinden geçirildikten sonra üç defa saf sudan geçirilmiş ve bir kez de %95'lik alkole ile steril edilmiş saksılara konmuştur(Çöğender 2011; Sezen 2012;)

3.2.9. Saksı denemelerinde kullanılan düzeneğin hazırlanması

Pozitif Kontrol: Hoagland'ın tüm içeriklerinin olduğu ortam+Mikrofungus sporlarıyla **aşılanmamış** tohumlar

Mazıdağı Fosfatı: Hoagland'ın tüm içeriklerinin olduğu ancak standart fosfat kaynağı ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) yerine Mazıdağı kaya fosfatının kullanıldığı ortam+Mikrofungus sporlarıyla **aşılanmamış** tohumlar

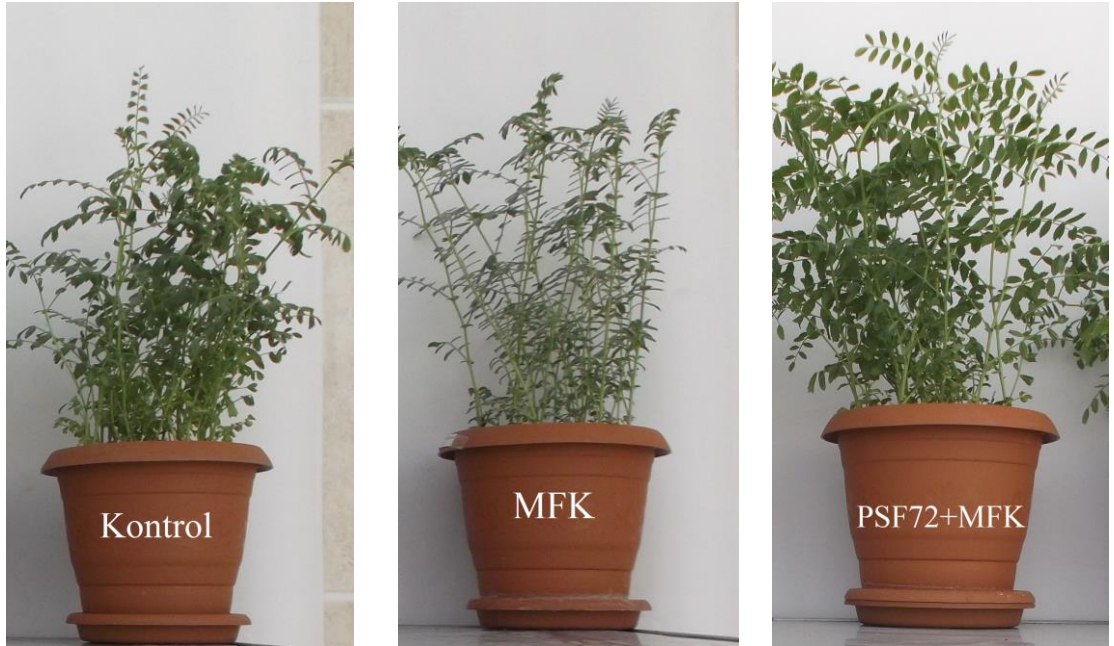
PSF(46, 47, 71, 72, 77) + Mazıdağı Fosfatı: Hoagland'ın tüm içeriklerinin olduğu fosfat kaynağı ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) yerine Mardin Mazıdağı kaya fosfatının kullanıldığı ortam + Mikrofungus sporlarıyla **aşılanmış** tohumlar

3.2.10. Bitkilerin büyütülmesi

Mikrofunguslarla aşılanmış tohumlar her biri önceden steril edilmiş saksılara 8'er adet ekim yapılmış ve saksılar hasat zamanına kadar günlük eşit miktarda saf su ve haftada bir kez de Hoagland besi çözeltisiyle sulanmıştır. Bitki verimini en fazla artıran izolatlarımıza ait görüntüler Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6'da verilmiştir. Bitkiler serada 21 gün büyütüldükten sonra hasat edilerek büyüme ve gelişmeleri, morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin ölçümü ile belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Mısır bitkisinde verimi en çok artıran izolatımız



Şekil 3.5. Nohut bitkisinde verimi en çok artıran izolatımız



Şekil 3.6. Aşılı ve aşısız uygulamaların yapıldığı saksılarda büyütülen mısır ve nohut bitkilerinin toplu haldeki görüntüleri

3.2.11. Mısır ve nohut bitkilerinin morfolojik parametreleri

Denemeye alınan mısır ve nohut bitkilerinin büyüme ve gelişme parametreleri olarak; kök, gövde uzunluğu, yaprak sayısı, kök, gövde ve yaprak kuru ağırlık ölçümlerine bakılmıştır (Koç 2008; Tuna 2011; Özbağ 2013).

Kök uzunluğu (cm): Bitkinin kök boğazından başlanarak en uç kısmına kadar olan kısım cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir.

Gövde uzunluğu (cm): Bitkinin kök boğazından tepe büyüme noktasına kadar olan kısım cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir.

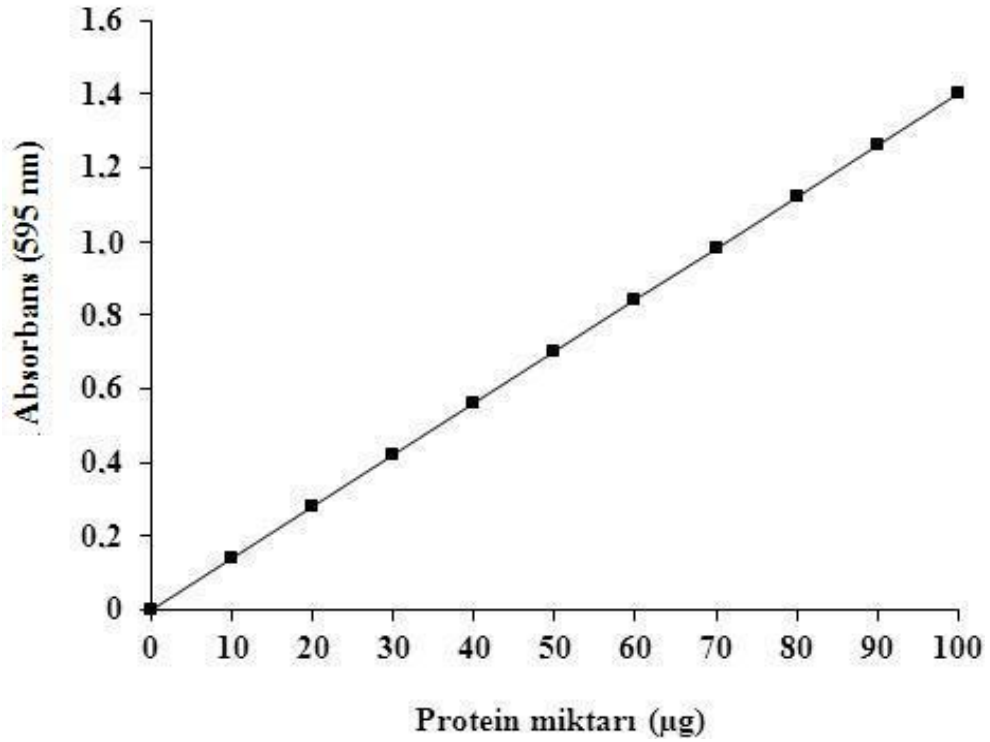
Kök kuru ağırlığı (g): Kök yaş ağırlığı tespit edilen fideler Etüvde kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir.

Gövde kuru ağırlığı (g): Gövde yaş ağırlığı tespit edilen fideler Etüvde kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir.

Yaprak kuru ağırlığı (g): Yaprak yaş ağırlığı tespit edilen fideler Etüvde kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak tespit edilmiştir.

3.2.12. Bitki yaprak dokusunda çözünebilir protein miktarının tayini

Bitkilerin yapraklarından alınan 0,5g'lık örnekler kullanılarak Bradford (1976) metoduna göre protein tayini yapıldı. Sonuçlar “mg protein/g taze doku cinsinden hesap edildi. Her bir muameleye ait bitkilerin, küçük parçalara ayrılmış organlarından (yaprak) 0.5g alınarak 10 misli hacimdeki 0.05 M fosfat tamponunda (pH:6,5) havanda ezilerek homojenizasyon yapılır. Homojenat dört katlı tülbentten süzülür ve süzüntü santrifüj tüplerine alınıp, 15.000 rpm'de 20 dk. boyunca santrifüj edilir. Protein tayini için tüplerin üst kısmındaki sıvı faz (süpernatant) kullanılır. Protein miktarı spektrofotometrik yolla tayin edilir. Metot için gerekli standart grafik şu şekilde hazırlanır; 1ml'sinde 1 mg protein içeren standart sığır albumin çözeltisinden 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 µg protein içeren hacimler tüplere aktarılıp, saf su ile bütün tüplerin hacimleri 0.2ml'ye tamamlanır. Bu tüplere 3'er ml de Coomassie reaktifi ilave edilip vorteks ile karıştırılır. Kör numune olarak 0,2 ml aynı tampondan ve 3 ml Coomassie reaktifinden oluşan karışım kullanılır. Yapılan spektrofotometrik ölçümler sonucunda, 595 nm'deki absorbans değerlerine karşılık gelen protein değerlerinden yararlanarak standart grafik elde edilmiştir (Şekil 3.7). Standart grafik hazırlama çalışmasında olduğu gibi, bitki organlarından elde edilen özütlerden 0,2 ml alınıp, 3 ml Coomassie reaktifiyle karıştırılır ve 595 nm'de absorbansları ölçülerek, standart grafikten yararlanılıp, 0,2 ml özütteki protein miktarları belirlenir. Daha sonra, gerekli hesaplamalar yapılarak protein miktarları mg protein/g⁻¹ doku olarak tayin edilir.



Şekil 3.7. Protein miktarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan standart grafik

3.2.13. Toplam karbonhidrat miktarının tayini

Fenol-Sülfürik asit yöntemi ile yapıldı (DuBoiset *al.* 1956).

3.2.14. Fotosentetik pigment miktarlarının tayini

Bitkinin yapraklarında yapılan klorofil ekstraksiyonu ve tayininde Witham ve ark. (1971) tarafından verilen yöntem uygulandı.

Klorofil Pigment Ekstraksiyonu: Klorofil miktarı tayin yöntemi için 0,1 g yaprak alınır ve 10 ml %80 etanol içerisinde ezilerek ekstre edilir, ekstrat Whatman No: 1 kağıdından süzülerek son hacim 10 ml'ye tamamlanır ve spektrofotometrede okunur.

Klorofil Miktar Tayini: Belirtilen yönteme uygun olarak hazırlanan her grup bitki yaprak  rne lerine ait ekstraktların, spektrofotometrede 645 nm ve 663 nm dalga boylarındaki (Klorofil pigmentinin maksimum absorpsiyon değerleri) absorbans değerleri ölçülür. Klorofil ekstraktının iki farklı dalga boyuna yapılan optik yoğunluk (D)  l  mlerinden elde edilen değerlerin aşağıda verilen eşitliklerde yerlerine konmasıyla, bitki yaprak dokusunun 0,1 g'mında bulunan klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları mg olarak hesaplanır.

$$\text{mg klorofil a / g doku} = [12,7 (D663) - 2,69 (D645)] (V / 1000 W)$$

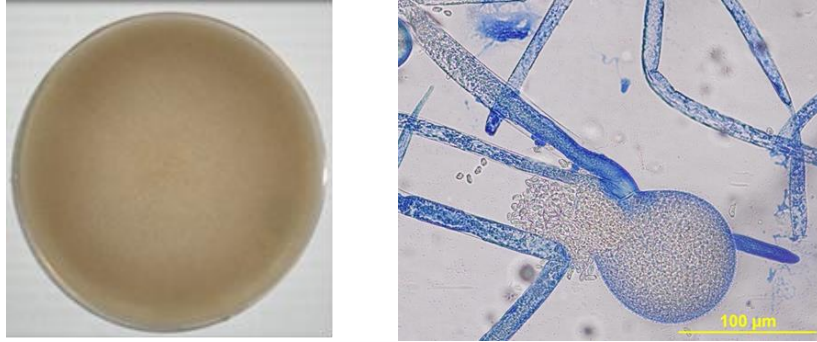
$$\text{mg klorofil b / g doku} = [22,9(D645) - 4,68 (D663)] (V / 1000 W)$$

$$\text{mg toplam klorofil / g doku} = [20,2(D645) + 8,02 (D663)] (V / 1000 W)$$

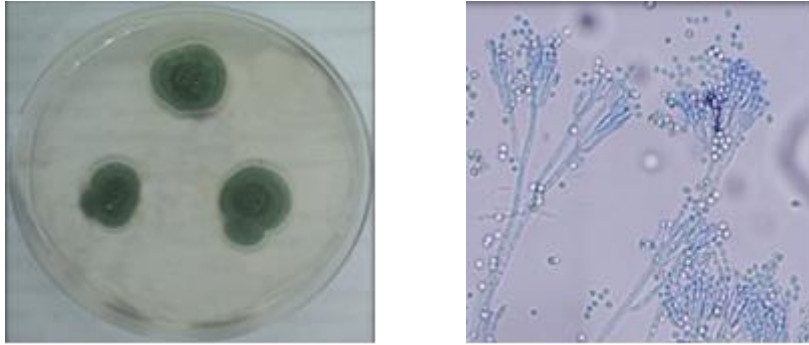
Eşitliklerde: D, klorofil ekstraktının belirtilen dalga boylarındaki optik yo unlu unu (absorbans değerini); V, %80'lik etanol son hacmini (10 ml); W, ekstre edilen dokunun g olarak ya  a ırlı ını (0,1 g) göstermektedir (Geni el 2010;Geni el ve Dumlupınar 2013)

3.2.15. Fungusların klasik yöntemlerle tayinleri

Fungusların tayini, tek spor izolasyonu yapıldıktan sonra, saf koloniler halinde geliştirilen izolatların koloni morfolojileri ve mikroskopik özellikleri incelenerek Haseneko lu (1991)'e göre yapıldı. Her bir izolatdan hazırlanan preparatlar, 200-400-1000 b y ltmeli mikroskop altında incelendi. Mikroskopik te hisler için preparatların hazırlanmasında ‘‘selüloz bant yöntemi’’ kullanıldı. Preparat hazırlanırken temiz bir lam üzerine bir damla laktofenol pamuk mavisini konulduktan sonra, selüloz bantt n koparılan uygun uzunlukta bir parçanın orta kısmı kolonilerin genç olan bir kısmına hafifçe bastırılarak, inceleme ortamının üzerine gelecek şekilde lam üzerine gergin bir şekilde yapıştırılması ile mikroskop altında incelenecek hale getirildi (Haseneko lu 1991;  rt c  2012)  ekil 3.1 ve  ekil 3.2.



Şekil 3.8. *Mucor hiemalis*'in petri (koloni formu) ve mikroskop (spor yapıları) görüntüsü



Şekil 3.9. *Penicillium canescens*'in petri (koloni formu) ve mikroskop (spor yapıları) görüntüsü

3.2.16. İstatistiksel analiz

Tez içerisinde sunulan sonuçlar, 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar SPSS 17.0 paket programı kullanılarak Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. İstatistik sonuçları $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Sıvı Kültür Ortamında Mikrobiyal Yolla Çözünen Fosfat Miktarının Ölçüm Sonuçları.

Trikalsiyum fosfat içeren besiyerlerindeki, izolatların çözebildikleri inorganik fosfat miktarları ve pH ölçüm sonuçları Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

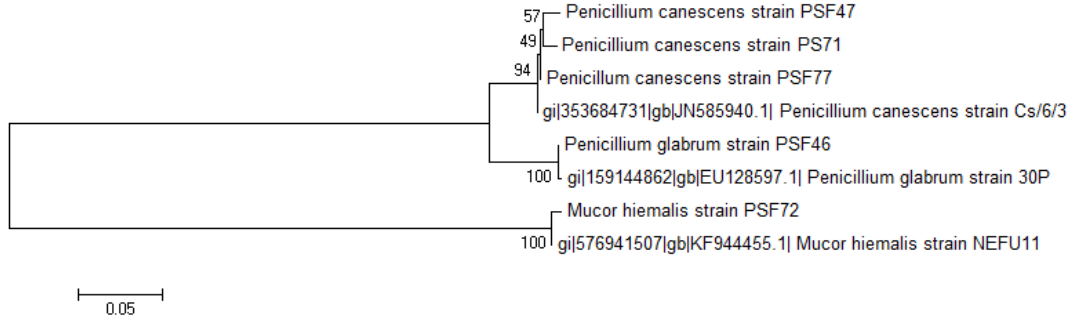
Çizelge 4.1. Sıvı kültür ortamında mikrobiyal yolla çözünen fosfat miktarı ve pH ölçüm sonuçları

Küf Kodları	pH Değerleri	Çözünen Fosfat Miktarı (mg/L)
Kontrol	7,09	17,64
PSF3	6,41	13,98
PSF8	6,07	49,29
PSF9	5,17	87,72
PSF10	6,61	49,11
PSF11	5,95	74,80
PSF12	5,09	79,42
PSF13	6,17	58,25
PSF21	5,94	74,74
PSF46	4,38	88,83
PSF47	4,30	88,65
PSF70	4,10	86,41
PSF71	4,19	89,72
PSF72	5,94	77,22
PSF76	4,20	85,65
PSF77	5,26	86,66

4.2. İzolatların Klasik Yöntemlerle Cins Düzeyinde Tanısı Amacıyla Gerçekleştirilen Çalışma Sonuçları

Klasik yöntemler sonucu elde ettiğimiz bilgiler ışığında 4 izolatımızın (PSF46, PSF47, PSF71 ve PSF77) *Penicillium* spp. olduğu 1 izolatımızın (PSF72) ise *Mucor* sp. olduğu anlaşılmıştır.

4.3. İzolatların Moleküler Yolla Tanı Sonuçları



>*Penicillium glabrum* strain PSF46

TGAAGGCTCTGGGTCCACCTCCCACCCGTGTTTATTCGTACCTTCGTTGCTT
CGGTGCGCCCGCCTCACGGCCGCCGGGGGGCTTCTGCCCCGGGTCCGCGC
GCACCGGAGACACTATTGAACTCTGTCTGAAGATTGCAGTCTGAGCATAAA
CTAAATAAGTTAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGA
AGAACGCAGCGAAATGCGATAACTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
ATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGGCATGCCT
GTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCACGGCTTGTGTGTTGGGCTCCGTCC
CCCCGGGGACGGGTCCGAAAGGCAGCGGCGGCACCGAGTCCGGTCCCTCGAG
CGTATGGGGCTTTGTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGCCGGCGCCAGCCGACA
ACCAATCATCCTTTTTTCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATAACCGCTG
AACTTAAGCATATCATAAAGCGGAGG

>*Penicillium canescens* strain PSF47

GGGGGCTCTGAGCGGAGGATCTGATTCACCTCCCACCCGTGTTTATTGTACC
TTGTTGCTTCGGCGGGCCAGCCTCACGGCCGCAGGGGGGCATCCGCCCCCG
GGCCCGCGCCCGCCGAAGACACCTTGAACCTCTGTATGAAAATTGCAGTCTG
AGTCTAAATATAAATTATTTAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCGG
CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATT
CAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGG

GGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCCCGGCTTGTGTGTTGG
 GTCTCGTCCCCCTTCCCGGGGGGACGGGGCCCGAAAGGCAGCGGCGGCACCG
 CGTCCGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGCC
 GCGCTTGCCGATCAACCAAACTTTTTTCCAGGTTGACCTCGGATCAAGTA
 GGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAA

>*Penicillium canescens* strain PS71

GGGACTACGAGCGGATTCTCTGATTACCTCCCACCCGACGTTTATCGTACC
 TTCGTTTCGCTTCGGCGGGCCCGCCTCACGGCCGCCGGGGGGCATCCGCCCCC
 GGGCCCGCGCCCGCCGAAGACACCTTGAACCTCTGTATGAAAATTGCAGTCT
 GAGTCTAAATATAAATTATTTAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCG
 GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAAT
 TCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGG
 GGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCCCGGCTTGTGTGTTG
 GGTCTCGTCCCCCTTCCCGGGGGGACGGGGCCCGAAAGGCAGCGGCGGCACC
 GCGTCCGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGC
 CGGCGCTTGCCGATCAACCAAACTTTTTTCCAGGTTGACCTCGGATCAGGT
 AGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAAAGCGGA

>*Mucor hiemalis* strain PSF72

AGACTTATAGTTAGATGGCCTTTGCTAGTTTTCTAGCGAATGGTTCATTCTTT
 TTTACTGTGAACTGTTTTAATTTTTTCAGCGTCTGAGGAATGTCTTTTAGCCAT
 AGGGATAGGCTACTAGAATGTTAACCGAGCTGAAAGTCAGGCTTAGGCCTG
 GTATCCTATTAATTATTTACCAAAAGAATTCAGTATTATAATTGTAACATAA
 GCGTAAAAAACTTATAAAACAACCTTTTAACAACGGATCTCTTGGTTCTCGCA
 TCGATGAAGAACGTAGCAAAGTGCGATAACTAGTGTGAATTGCATATTCAG
 TGAATCATCGAGTCTTTGAACGCAACTTGCGCTCAATGGTATTCCATTGAGC
 ACGCCTGTTTCAGTATCAAAAACACCCCACATTCATAATTTTGTGTGAATG
 GAAATGAGAGTTTCGGCTTTATTGCTGAATTCTTTAAAATTATTAGGCCTGA
 ACTATTGTTCTTTCTGCCTGAACATTTTTTTAATATAAAGGAATGCTCTAGTA
 AAAAGACTATCTCTGGGGCCTCCCAAATAAATCATTCTTAAATTTGATCTGA
 AATCAGGCGGGATTACCCGCTGAACTTAAGCATATAT

>*Penicillium canescens* strain PSF77

GAAAATACGAGCGAGATTCTCTGATTACCTCCCACCCGTGTTTATTGTACC
 TTGTTGCTTCGGCGGGCCCGCCTCACGGCCGCCGGGGGGCATCTGCCCCCGG
 GCCCGCGCCCGCCGAAGACACCTTGAACCTCTGTATGAAAATTGCAGTCTGA
 GTCTAAATATAAATTATTTAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCCGGC
 ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTC
 AGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGG
 GCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCCCGGCTTGTGTGTTGGG
 TCTCGTCCCCCTTCCCGGGGGGACGGGCCCGAAAGGCAGCGGCGGCACCGC
 GTCCGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGCCG
 GCGCTTGCCGATCAACCAAACTTTTTTCCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAG
 GGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGG

>gi|159144862|gb|EU128597.1| *Penicillium glabrum* strain 30P

CTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTATGAGTGAGGGCCCTCTGGG
 TCCAACCTCCCACCCGTGT
 TTATTGTACCTTGTTGCTTCGGTGCGCCCGCCTCACGGCCGCCGGGGGGCTT
 CTGCCCCCGGGTCCGCGC
 GCACCGGAGACACTATTGAACCTCTGTCTGAAGATTGCAGTCTGAGCATAAA
 CTAAATAAGTTAAAACCTT
 CAACAACGGATCTCTTGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCG
 ATAATAATGTGAATTGCA
 GAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTC
 CGGGGGGCATGCCTGTCC
 GAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCACGGCTTGTGTGTTGGGCTCCGTCCCCC
 GGGGACGGGTCCGAAAGG
 CAGCGGCGGCACCGAGTCCGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTCACCCGC
 TCTGTAGGCCCGGCCGGCG
 CCAGCCGACAACCAATCATCCTTTTTTTCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGG
 ATACCCGCTGAACTTAAG

CATATCATTAAAGCGGAGGAA

>gi|576941507|gb|KF944455.1| *Mucor hiemalis* strain NEFU11

TCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTAAATAATTTAGATGGCCTTTGCT
 AGTTTTCTAGCGAATGGT
 TCATTCTTTTTTACTGTGAACTGTTTTAATTTTTTCAGCGTCTGAGGAATGTCT
 TTTAGCCATAGGGATAG
 GCTACTAGAATGTTAACCGAGCTGAAAGTCAGGCTTAGGCCTGGTATCCTAT
 TAATTATTTACCAAAGA
 ATTCAGTATTATAATTGTAACATAAGCGTAAAAAACTTATAAAACAACTTTT
 AACAACGGATCTCTTGGT
 TCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCAAAGTGCGATAACTAGTGTGAATTGCA
 TATTCAGTGAATCATCGAG
 TCTTTGAACGCAACTTGCGCTCAATGGTATTCCATTGAGCACGCCTGTTTCA
 GTATCAAAAACACCCAC
 ATTCATAATTTTGTGTGAATGGAAATGAGAGTTTCGGCTTTATTGCTGAAT
 TCTTTAAAATTATTAGGC
 CTGAACTATTGTTCTTTCTGCCTGAACATTTTTTTAATATAAAGGAATGCTCT
 AGTAAAAAGACTATCTC
 TGGGGCCTCCCAAATAAATCATTCTTAAATTTGATCTGAAATCAGGCGGGAT
 TACCCGCTGAACTTAAGC
 ATATCAATAAGCGGAGGA

>gi|353684731|gb|JN585940.1| *Penicillium canescens* strain Cs/6/3

GCTCGGAGCGGATCTCTGATTCACCTCCCACCCGTGTTTATTGTACCTTGTTG
 CTTTCGGCGGGCCCGCCT
 CACGGCCGCGGGGGGCATCTGCCCCCGGGCCCGCGCCCGCCGAAGACACC
 TTGAACTCTGTATGAAAAT
 TGCAGTCTGAGTCTAAATATAAATTATTTAAACTTTCAACAACGGATCTCT
 TGGTTCCGGCATCGATGA

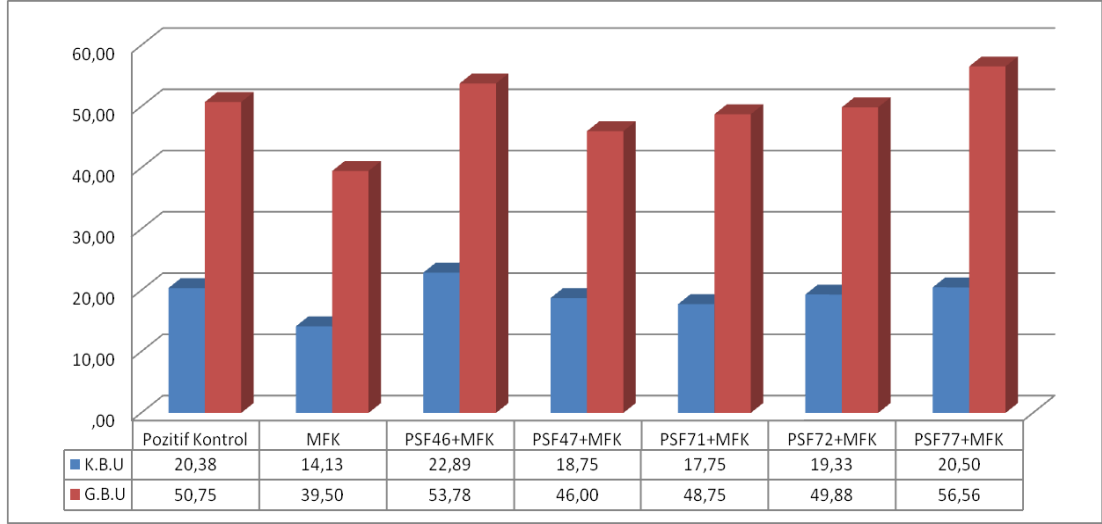
AGAACGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
 ATCGAGTCTTTGAACGCAC
 ATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGC
 CCTCAAGCCCGGCTTGTG
 TGTGTTGGGTCTCGTCCCCCTTCCCGGGGGGACGGGCCCCGAAAGGCAGCGGCG
 GCACCGCGTCCGGTCCTCG
 AGCGTATGGGGCTTTGTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGCCGGCGCTTGCCGAT
 CAACCAAACTTTTTTCC
 AGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAAT
 AAGCGGAGGAA

4.4. Mısır Bitkisi Ortalama Kök ve Gövde Boyu Uzunluğu Sonuçları

Mısır bitkisinde, farklı izolatlar ile aşılamanın kök boyu üzerindeki etkileri Şekil 4.1.'de verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçlara bakıldığında, kök boyu üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF46 (22,89) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF77 (20,50), PSF72 (19,33), PSF47 (18,75) ve PSF71 (17,75) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (20,38) kök boy uzunluğunda en fazla artışı sağlaması beklenirken izolatımız olan PSF46 (22,89) kök uzunluğu ile ciddi bir şekilde kök uzunluğunu artırmıştır. PSF77 (20,50) izolatımızda pozitif kontrolle aynı şekilde artış sağlamıştır.

Mısır bitkisinde, farklı izolatlar ile aşılamanın gövde boyu üzerindeki etkileri Şekil 4.1'de verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçlara bakılacak olursa, gövde boyu üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (56,56) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF46 (53,78), PSF72 (49,88), PSF71 (48,75) ve PSF47 (46) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (50,75) gövde boy uzunluğunda en fazla artışı sağlaması beklenirken izolatımız olan PSF77 (56,56) ve PSF46 (53,78) gövde uzunluğunu önemli bir şekilde artırmıştır. PSF72 (49,88) ve

PSF71 (48,75) izolatlarımız pozitif kontrolle aynı şekilde artış sağlamışlardır.



Şekil 4.1. Mısır bitkisinde kök ve gövde boyu uzunlukları(cm)

[K.B.U (Kök Boyu Uzunluğu), G.B.U (Gövde Boyu Uzunluğu), MFK (Mardin Mazıdağı Fosfatkayası)]

Kök boyu ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri ise Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlarımızın kök boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hatta PSF46 izolatımız pozitif kontrolden daha anlamlı bulunmuş ve PSF77’de pozitif kontrolle istatistik olarak aynı değerde bulunmuştur.

Gövde boyu ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri ise Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlarımızın gövde boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hatta PSF77 ve PSF46 izolatlarımız pozitif kontrolden daha anlamlı bulunmuştur, aynı zamanda PSF72 ve PSF71 pozitif kontrolle istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.2.Mısır bitkisinde kök ve gövde boyu bulgularının istatistiksel sonuçları

Saksı Grup Adı	Kök Boyu Uzunluğu (cm)	Gövde Boyu Uzunluğu (cm)
Pozitif Kontrol	20,38±0,925 ^{ab}	50,75±0,901 ^{bc}
MFK	14,13±1,432 ^c	39,50±1,955 ^d
PSF46+ MFK	22,89±0,992 ^a	53,78±1,640 ^{ab}
PSF47+ MFK	18,75±0,648 ^b	46,00±3,076 ^c
PSF71+ MFK	17,75±1,250 ^b	48,75±1,567 ^{bc}
PSF72+ MFK	19,33±0,527 ^b	49,88±1,445 ^{bc}
PSF77+ MFK	20,50±0,655 ^{ab}	56,56±1,248 ^a

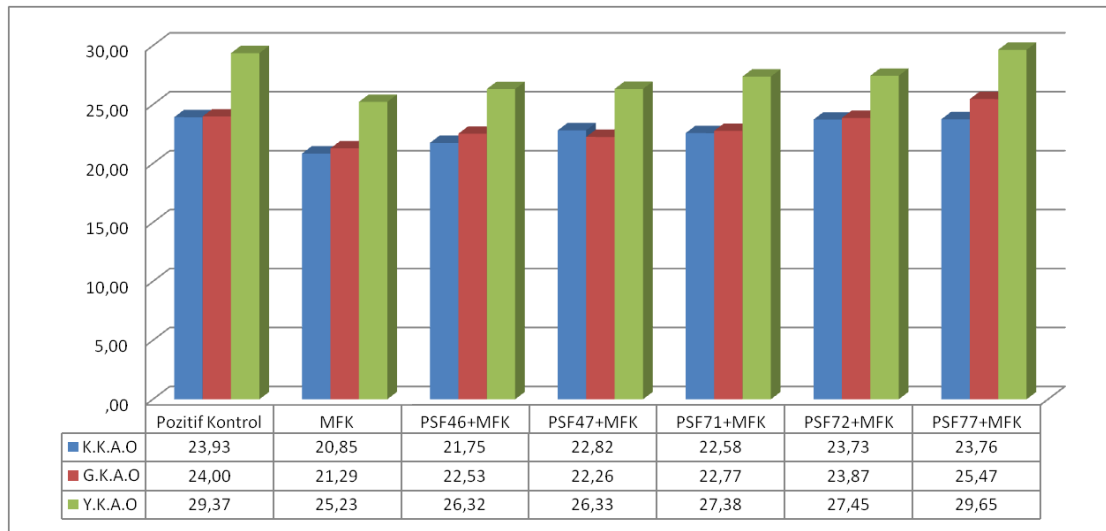
Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$)

4.5. Mısır Bitkisinin Kök, Gövde ve Yaprak Kuru Ağırlık Oranı (%)

Mısır bitkisinde farklı izolatlardan oluşan aşılamanın kök kuru ağırlık oranı üzerindeki etkileri Şekil 4.2’de verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçları gözden geçirildiğinde, kök kuru ağırlık oranı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (23,76) ve PSF72 (23,73), izolatlardan sağlamıştır, bu izolatlardan sırasıyla PSF47 (22,82), PSF71 (22,58) ve PSF46 (21,75) izolatlardan izlemiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (23,93) kök kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken PSF77 (23,76) ve PSF72 (23,73) izolatlardan pozitif kontrolle aynı şekilde artış sağlamışlardır.

Mısır bitkisinde farklı izolatlardan oluşan aşılamanın gövde kuru ağırlık oranı üzerindeki etkileri Şekil 4.2’de verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçlara bakıldığında, gövde kuru ağırlık oranı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (25,47) izolatan sağlamıştır, bu izolatan sırasıyla PSF72 (23,87), PSF71 (22,77), PSF46 (22,53) ve PSF47 (22,26) izolatlardan izlemiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (24) gövde kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken PSF77 (25,47) gövde kuru ağırlığını daha fazla artırmıştır. PSF72 (23,73) izolatan ise pozitif kontrolle aynı şekilde artış sağlamıştır.

Mısır bitkisinde farklı izolatlardan ile aşılanmanın yaprak kuru ağırlık oranı üzerindeki etkileri Şekil 4.2’de verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçlara bakılacak olursa, yaprak kuru ağırlık oranı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (29,65) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF72 (27,45), PSF71 (27,38), PSF47 (26,33) ve PSF46 (26,32) izolatlardan izlemiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (29,37) yaprak kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken PSF77 (29,65) yaprak kuru ağırlığını pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.



Şekil 4.2. Mısır bitkisinin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlık oranı (%)

[K.K.A.O (Kök Kuru Ağırlık Oranı), G.K.A.O (Gövde Kuru Ağırlık Oranı), Y.K.A.O (Yaprak Kuru Ağırlık Oranı), MFK (Mardin Mazıdağı Fosfatkayası)]

Kök kuru ağırlık oranı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlardan kök kuru ağırlık artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (23,93) kök kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken PSF77 (23,76) ve PSF72 (23,73) izolatlardan kök kuru ağırlığını pozitif kontrolle istatistik olarak bir fark bulunmamıştır.

Gövde kuru ağırlık oranı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlardan

gövde kuru ağırlık artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (24) gövde kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken PSF77 (25,47) izolatomuz gövde kuru ağırlığını daha fazla artırmıştır. PSF72 (23,87) izolatu ise pozitif kontrolle istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Yaprak kuru ağırlık oranı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatomuzun yaprak kuru ağırlık artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (29,37) yaprak kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken izolatomuz PSF77 (29,65) ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.3. Mısır bitkisinde kuru ağırlık bulgularının istatistiki analizi

Saksı Grup Adı	Kök Kuru Ağırlık Oranı (%)	Gövde Kuru Ağırlık Oranı (%)	Yaprak Kuru Ağırlık Oranı (%)
Pozitif Kontrol	23,93±0,150 ^a	24,00±0,115 ^b	29,37±0,162 ^a
MFK	20,85±0,091 ^d	21,29±0,117 ^d	25,23±0,126 ^d
PSF46+ MFK	21,75±0,156 ^c	22,53±0,164 ^c	26,32±0,145 ^c
PSF47+ MFK	22,82±0,152 ^b	22,26±0,308 ^c	26,33±0,127 ^c
PSF71+ MFK	22,58±0,246 ^b	22,77±0,144 ^c	27,38±0,137 ^b
PSF72+ MFK	23,73±0,176 ^a	23,87±0,154 ^b	27,45±0,133 ^b
PSF77+ MFK	23,76±0,116 ^a	25,47±0,171 ^a	29,65±0,067 ^a

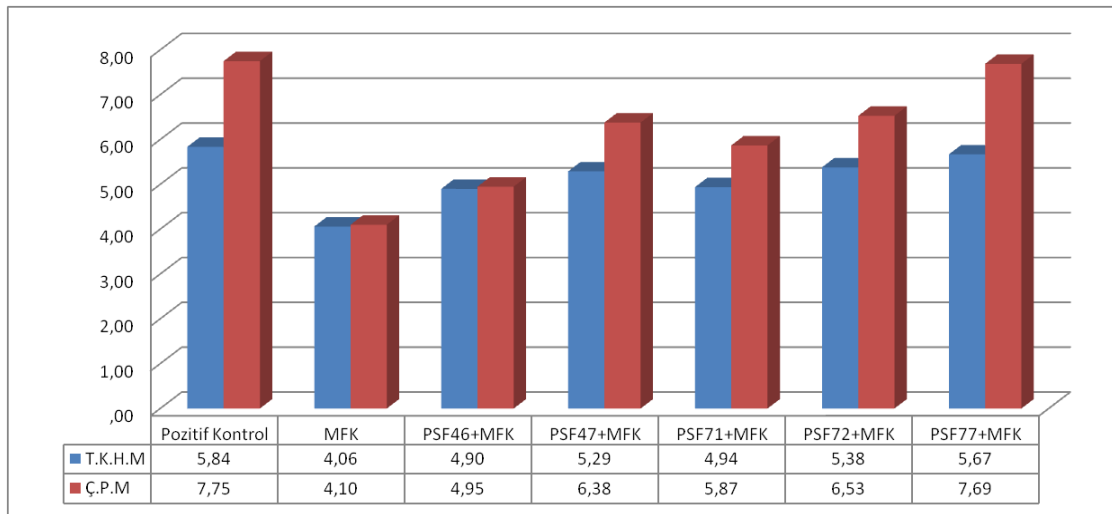
Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$).

4.6. Mısır Bitkisinde Toplam Karbonhidrat Miktarı (mg.g^{-1}) ve Çözülebilir Protein Miktarı (mg.g^{-1})

Mısır bitkisinde farklı izolatlara ile aşılanmanın toplam karbonhidrat miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.3'te verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçlar gözden geçirildiğinde, toplam karbonhidrat miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77

(5,67) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF72 (5,38), PSF47 (5,29), PSF71 (4,94) ve PSF46 (4,90) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (5,84) toplam karbonhidrat miktarını en fazla artırması beklenirken PSF77 (5,67) izolatumız pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.

Mısır bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın çözülebilir protein miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.3'te verilmiştir. Hoglandın içeriği modifiye edilmiş ve fosfat kaynağı olarak Mardin Mazıdağı Fosfatkayası (MFK) eklenmiş ortamlardaki sonuçlara bakılacak olursa, çözülebilir protein miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (7,69) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF72 (6,53), PSF47 (6,38), PSF71 (5,87) ve PSF46 (4,95) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (7,75) çözülebilir protein miktarını en fazla artırması beklenirken PSF77 (7,69) izolatumız pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.



Şekil 4.3. Mısır bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı (mg/g) [T.K.H.M (Toplam Karbonhidrat Miktarı), Ç.P.M (Çözülebilir Protein Miktarı), MFK (Mardin Mazıdağı Fosfatkayası)]

Toplam karbonhidrat miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın toplam karbonhidrat miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (5,84) toplam

karbonhidrat miktarını en fazla artırması beklenirken izolatumuz PSF77 (5,67) ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çözülebilir protein miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın çözülebilir protein miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (7,75) çözülebilir protein miktarını en fazla artırması beklenirken izolatumuz PSF77 (7,69) ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. Mısır bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)

Saksı Grup Adı	Toplam Karbonhidrat Miktarı	Çözülebilir Protein Miktarı
Pozitif Kontrol	5,84±0,083^a	7,75±0,030^a
MFK	4,06±0,022 ^d	4,10±0,029 ^e
PSF46+ MFK	4,90±0,050 ^c	4,95±0,098 ^d
PSF47+ MFK	5,29±0,068 ^b	6,38±0,122 ^b
PSF71+ MFK	4,94±0,013 ^c	5,87±0,050 ^c
PSF72+ MFK	5,38±0,117 ^b	6,53±0,098 ^b
PSF77+ MFK	5,67±0,106^a	7,69±0,017^a

Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$).

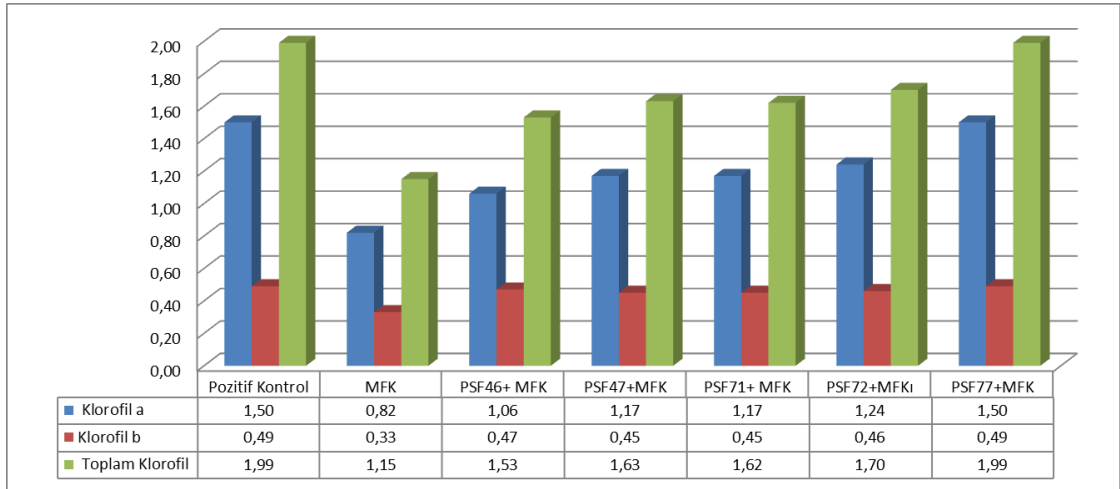
4.7. Mısır Bitkisinde Klorofil a, b ve Toplam Klorofil Miktarı (mg/g)

Mısır bitkisinde farklı izolatlar ile aşılanmanın klorofil a miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.4'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, klorofil a miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (1,50) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF72 (1,24), PSF47 (1,17), PSF71 (1,17) ve PSF46 (1,06) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (1,50) klorofil a miktarını en fazla artırması beklenirken PSF77 (1,50) izolatumuz pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.

Mısır bitkisinde farklı izolatlar ile aşılanmanın klorofil b miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.4'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, klorofil b miktarı üzerinde maksimum

olumlu etkiyi PSF77 (0,49) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF46 (0,47), PSF72 (0,46), PSF47 (0,45) ve PSF71 (0,45) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (0,49) klorofil b miktarını en fazla artırması beklenirken PSF77 (0,49) izolatımız pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.

Mısır bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın toplam klorofil miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.4'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, toplam klorofil miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF77 (1,99) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF72 (1,70), PSF47 (1,63), PSF71 (1,62) ve PSF46 (1,53) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (1,99) toplam klorofil miktarını en fazla artırması beklenirken PSF77 (1,99) izolatımız pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.



Şekil 4.4. Mısır bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı (mg/g)

Klorofil a miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın klorofil a miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (1,50) klorofil a miktarını en fazla artırması beklenirken izolatımız PSF77 (1,50) ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Klorofil b miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın klorofil b miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (0,49) klorofil b miktarını en fazla artırması beklenirken izolatımız PSF77 (0,49) ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Toplam klorofil miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın toplam klorofil miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (1,99) toplam klorofil miktarını en fazla artırması beklenirken izolatımız PSF77 (1,99) ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.5. Mısır bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)

Saksı Grup Adı	Klorofil a	Klorofil b	Toplam Klorofil
Pozitif Kontrol	1,50±0,004^a	0,49±0,001^a	1,99±0,004 ^a
MFK	0,82±0,012 ^e	0,33±0,001 ^c	1,15±0,012 ^e
PSF46+ MFK	1,06±0,014 ^d	0,47±0,006 ^b	1,53±0,010 ^d
PSF47+ MFK	1,17±0,009 ^c	0,45±0,009 ^b	1,63±0,018 ^c
PSF71+ MFK	1,17±0,012 ^c	0,45±0,007 ^b	1,62±0,017 ^c
PSF72+ MFK	1,24±0,012 ^b	0,46±0,004 ^b	1,70±0,016 ^b
PSF77+ MFK	1,50±0,004 ^a	0,49±0,003^a	1,99±0,004 ^a

Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$).

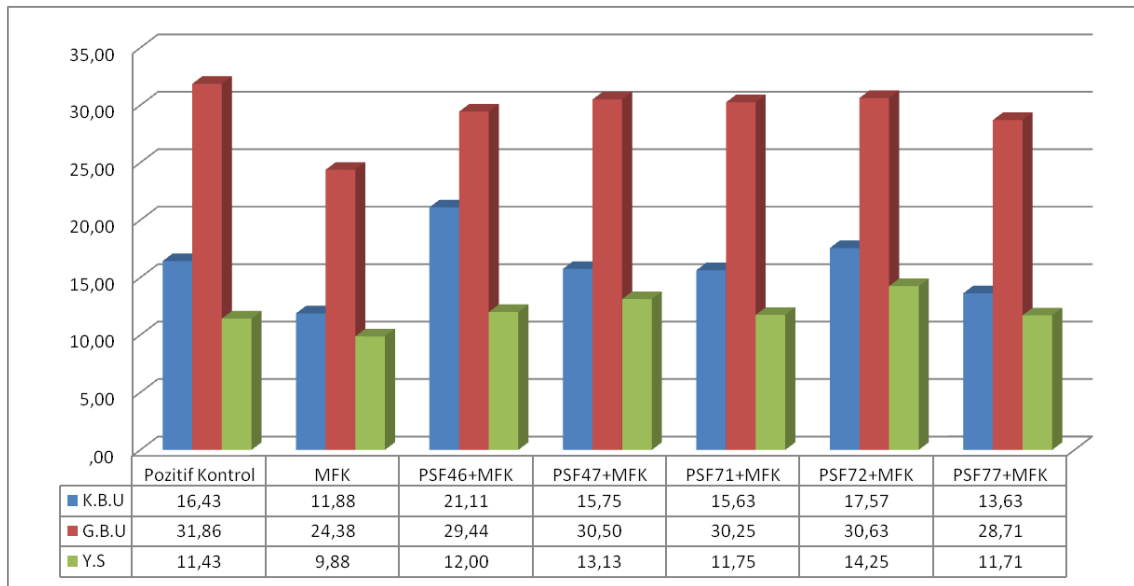
4.8. Nohut Bitkisinin Kök, Gövde Uzunluğu ve Yaprak Sayısı

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın kök boyu üzerindeki etkileri Şekil 4.5.'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, kök boyu üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF46 (21,11) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF72 (17,57), PSF47 (15,75), PSF71 (15,63) ve PSF77 (13,63) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden

pozitif kontrolün (16,43) kök boy uzunluğunda en fazla artışı sağlaması beklenirken izolatomuz olan PSF46 (21,11) kök uzunluğunu önemli bir şekilde artırmıştır. PSF47 (15,75), PSF71 (15,63) ve PSF72 (17,57) izolatomuz da pozitif kontrolle aynı şekilde artışı sağlamıştır.

Nohut bitkisinde farklı izolatomuz ile aşılanmanın gövde boyu üzerindeki etkileri Şekil 4.5'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, gövde boyu üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (30,63) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF47 (30,50), PSF71 (30,25), PSF46 (29,44) ve PSF77 (28,71) izolatomuz izlemiştir. PSF47, PSF71 ve PSF72 izolatomuz pozitif kontrole (31,86) yakın bir şekilde artış sağlamışlardır.

Nohut bitkisinde farklı izolatomuz ile aşılanmanın yaprak sayısı üzerindeki etkileri Şekil 4.5'te verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, yaprak sayısı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (14,25) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF47 (13,13), PSF46 (12), PSF71 (11,75) ve PSF77 (11,71) izolatomuz izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (11,43) yaprak sayısında en fazla artışı sağlaması beklenirken, tüm izolatomuz pozitif kontrolden daha fazla bir artış sağlamışlardır.



Şekil 4.5. Nohut bitkisinde kök, gövde boyu uzunlukları ile yaprak sayısı [K.B.U (Kök Boyu Uzunluğu), G.B.U (Gövde Boyu Uzunluğu), Y.S (Yaprak Sayısı) MFK (Mardin Mazıdağı Fosfatkayası)]

Kök boyu ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri ise Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın kök boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli artışlar sağladıkları belirlenmiştir.. İzolatlarımızdan PSF46 pozitif kontrolden daha anlamlı bulunmuş ve PSF47, PSF71 ve PSF72 pozitif kontrolle istatistik olarak aynı değerde bulunmuştur.

Gövde boyu ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın gövde boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli artışlar sağladıkları belirlenmiştir. PSF47, PSF71 ve PSF72 istatistik olarak pozitif kontrolle çok yakın bulunmuştur.

Yaprak sayısı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın yaprak sayısı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Aynı zamanda tüm izolatlarımız, pozitif kontrolle karşılaştırıldığında yaprak sayısını istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli artışlar sağladıkları belirlenmiştir

Çizelge 4.6. Nohut bitkisinde kök, gövde boyu ve yaprak sayısı bulgularının istatistiksel sonuçları (cm)

Saksı Grup Adı	Kök Boyu Uzunluğu (cm)	Gövde Boyu Uzunluğu (cm)	Yaprak Sayısı
Pozitif Kontrol	16,43±0,649 ^b	31,86±0,705^a	11,43±0,997 ^{bc}
MFK	11,88±0,350 ^c	24,38±0,565 ^c	9,88±0,611 ^c
PSF46+ MFK	21,11±0,716^a	29,44±0,475 ^b	12,00±0,782 ^{abc}
PSF47+ MFK	15,75±0,453 ^b	30,50±0,906 ^{ab}	13,13±0,743 ^{ab}
PSF71+ MFK	15,63±0,324 ^b	30,25±0,559 ^{ab}	11,75±1,031 ^{abc}
PSF72+ MFK	17,57±0,481 ^b	30,63±1,017 ^{ab}	14,25±1,082^a
PSF77+ MFK	13,63±1,164 ^c	28,71±0,747 ^b	11,71±0,606 ^{abc}

Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$).

4.9. Nohut Bitkisinin Kök, Gövde ve Yaprak Kuru Ağırlık Oranı (%)

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın kök kuru ağırlık oranı üzerindeki etkileri

Şekil 4.6'da verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, kök kuru ağırlık oranı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (23,34) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF46 (22,96), PSF77 (22,68), PSF71 (22,35) ve PSF47 (22,08) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (22,39) kök kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken PSF72 (23,34), PSF46 (22,96) ve PSF77 (22,68) izolatlarımız pozitif kontrolden daha fazla bir artış sağlamışlardır.

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılanmanın gövde kuru ağırlık oranı üzerindeki etkileri Şekil 4.6'da verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, gövde kuru ağırlık oranı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (27,67) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF46 (27,28), PSF47 (27,17), PSF71 (27,11) ve PSF77 (26,87) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (24,72) gövde kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızın tümü pozitif kontrolden daha fazla bir artış sağlamıştır.

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılanmanın yaprak kuru ağırlık oranı üzerindeki etkileri Şekil 4.6'da verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, yaprak kuru ağırlık oranı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (33,26) izolatu sağlamıştır, bu izolatu sırasıyla PSF46 (32,79), PSF71 (32,05), PSF77 (31,29) ve PSF47 (30,95) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (26,40) yaprak kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızın tümü pozitif kontrolden daha fazla bir artış sağlamıştır.



Şekil 4.6. Nohut bitkisinin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlık oranı (%)

[K.K.A.O (Kök Kuru Ağırlık Oranı), G.K.A.O (Gövde Kuru Ağırlık Oranı), Y.K.A.O (Yaprak Kuru Ağırlık Oranı), MFK (Mardin Mazıdağı Fosfatkayası)]

Kök kuru ağırlık oranı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlarımızın kök kuru ağırlık artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) artışlar sağladığı belirlenmiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün kök kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızdan PSF46, PSF72 ve PSF77 pozitif kontrolden istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) bir artış sağladıkları belirlenmiştir.

Gövde kuru ağırlık oranı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlarımızın gövde kuru ağırlık artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) artışlar sağladığı belirlenmiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün gövde kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızın tamamı pozitif kontrolden istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) bir artış sağladıkları belirlenmiştir.

Yaprak kuru ağırlık oranı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlarımızın yaprak kuru ağırlık artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) artışlar

sağladığı belirlenmiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün yaprak kuru ağırlık oranını en fazla artırması beklenirken izolatlarımızın tamamı pozitif kontrolden, istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) bir artış sağladıkları belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Nohut bitkisinde kuru ağırlık bulgularının istatistiki analizi

Saksı Grup Adı	Kök Kuru Ağırlık Oranı (%)	Gövde Kuru Ağırlık Oranı (%)	Yaprak Kuru Ağırlık Oranı (%)
Pozitif Kontrol	22,39±0,025 ^{cd}	24,72±0,221 ^c	26,40±0,190 ^d
MFK	18,74±0,053 ^e	21,95±0,190 ^d	23,40±0,091 ^e
PSF46+ MFK	22,96±0,118 ^b	27,28±0,172 ^{ab}	32,79±0,168 ^a
PSF47+ MFK	22,08±0,151 ^d	27,17±0,190 ^{ab}	30,95±0,232 ^c
PSF71+ MFK	22,35±0,090 ^d	27,11±0,219 ^{ab}	32,05±0,154 ^b
PSF72+ MFK	23,34±0,097^a	27,67±0,122^a	33,26±0,203^a
PSF77+ MFK	22,68±0,127 ^{bc}	26,87±0,176 ^b	31,29±0,218 ^c

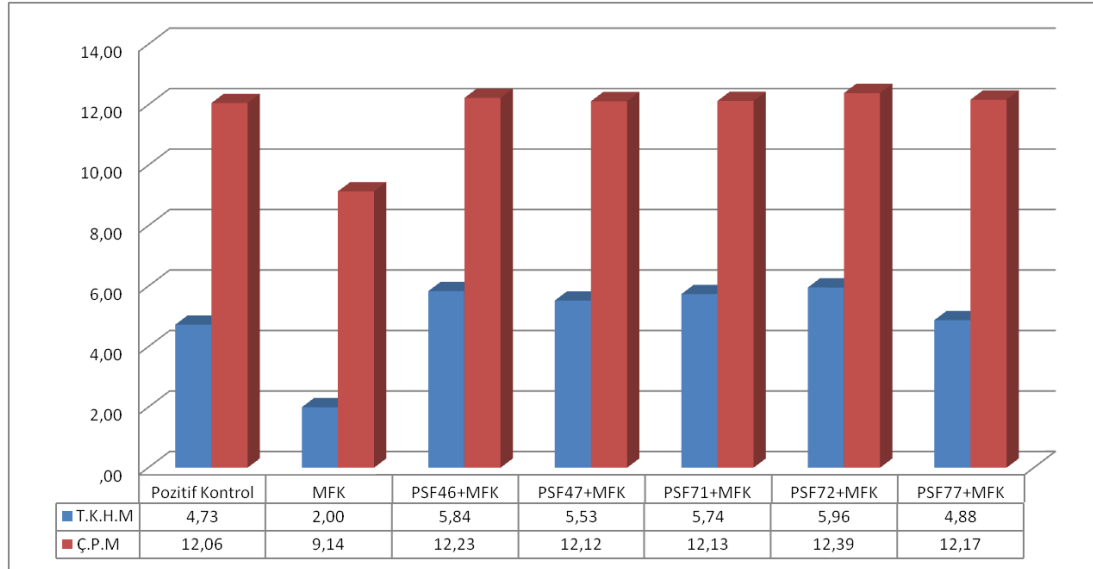
Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$).

4.10. Nohut Bitkisinde Toplam Karbonhidrat Miktarı ve Çözünabilir Protein Miktarı (mg/g)

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın toplam karbonhidrat miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.7.'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, toplam karbonhidrat miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (5,96) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF46 (5,84), PSF71 (5,74), PSF47 (5,53) ve PSF77 (4,88) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (4,73) toplam karbonhidrat miktarını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızdan PSF46, PSF47, PF71 ve PSF72 toplam karbonhidrat miktarını daha fazla artırmışlardır. PSF77 izolatımız ise pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın çözünabilir protein miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.7.'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, çözünabilir protein miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (12,39) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF46 (12,23), PSF77 (12,17), PSF71 (12,13) ve PSF47 (12,12) izolatları izlemiştir.

Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (12,06) çözülebilir protein miktarını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızın tamamı, çözülebilir protein miktarını daha fazla artırmışlardır.



Şekil 4.7. Nohut bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı (mg/g)[T.K.H.M (Toplam Karbonhidrat Miktarı), Ç.P.M (Çözülebilir Protein Miktarı), MFK (Mardin Mazıdağı Fosfatı)]

Toplam karbonhidrat miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın toplam karbonhidrat miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p < 0,05$) artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün toplam karbonhidrat miktarını en fazla artırması beklenirken izolatlarımızdan PSF46, PSF47, PSF71 ve PSF72 pozitif kontrolden istatistik olarak önemli bir artışa neden oldukları görülmüştür. PSF77 izolatımız ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çözülebilir protein miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın çözülebilir protein miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p < 0,05$) artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün

çözülebilir protein miktarını en fazla artırması beklenirken izolatlarımızın tümü pozitif kontrolden, istatistik olarak önemli bir artışa neden oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.8. Nohut bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)

Saksı Grup Adı	Toplam Karbonhidrat Miktarı(mg.g ⁻¹)	Çözülebilir Protein Miktarı(mg.g ⁻¹)
Pozitif Kontrol	4,73±0,142 ^b	12,06±0,041 ^d
MFK	2,00±0,102 ^c	9,14±0,008 ^e
PSF46+ MFK	5,84±0,144 ^a	12,23±0,024 ^b
PSF47+ MFK	5,53±0,143 ^a	12,12±0,011 ^{cd}
PSF71+ MFK	5,74±0,144 ^a	12,13±0,010 ^{cd}
PSF72+ MFK	5,96±0,174^a	12,39±0,024^a
PSF77+ MFK	4,88±0,139 ^b	12,17±0,024 ^{bc}

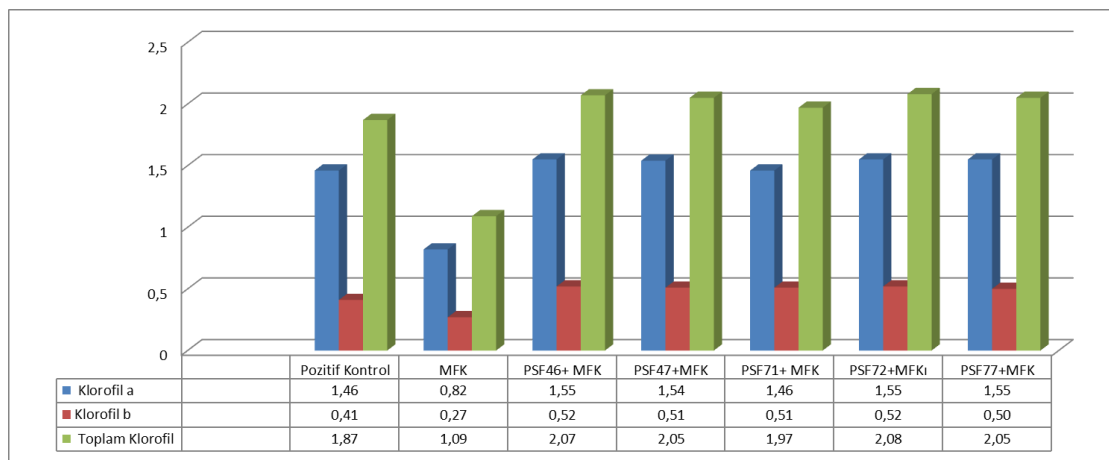
Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir (p<0,05)

4.11. Nohut Bitkisinde Klorofil a, b ve Toplam Klorofil Miktarı (mg/g)

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın klorofil a miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.8’de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, klorofil a miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (1,55) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF46 (1,55), PSF77 (1,55), PSF47 (1,54) ve PSF71 (1,46) izolatları izlemiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (1,46) klorofil a miktarını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızdan PSF46, PSF47, PSF72 ve PSF77 klorofil a miktarını daha fazla artırmışlardır. PSF71 izolatımız ise pozitif kontrolle aynı oranda artış sağlamıştır.

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılamanın klorofil b miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.8’de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, klorofil b miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (0,52) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF46 (0,52), PSF47 (0,51), PSF71 (0,51) ve PSF77 (0,50) izolatları izlemiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (0,41) klorofil b miktarını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızın tümü klorofil b miktarını pozitif kontrolden daha fazla miktarda artırmışlardır.

Nohut bitkisinde farklı izolatlar ile aşılanmanın toplam klorofil miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.8.'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden, toplam klorofil miktarı üzerinde maksimum olumlu etkiyi PSF72 (2,08) izolatı sağlamıştır, bu izolatı sırasıyla PSF46 (2,07), PSF47 (2,05), PSF77 (2,05) ve PSF71 (1,97) izolatları izlemiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün (1,87) toplam klorofil miktarını en fazla artırması beklenirken, izolatlarımızın tümü toplam klorofil miktarını pozitif kontrolden daha fazla miktarda artırmışlardır.



Şekil 4.8. Nohut bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı (mg/g)

Klorofil a miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın klorofil a miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p < 0,05$) artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün klorofil a miktarını en fazla artırması beklenirken PSF46, PSF47, PSF72 ve PSF77 pozitif kontrolden, istatistik olarak önemli bir artışa neden oldukları görülmüştür. PSF71 ile pozitif kontrol arasında istatistik olarak herhangi bir fark bulunmamıştır.

Klorofil b miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın klorofil b miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p < 0,05$) artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Hogland'ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün klorofil b

miktarını en fazla artırması beklenirken izolatlarımızın tümü pozitif kontrolden, istatistik olarak önemli bir artışa neden oldukları görülmüştür.

Toplam klorofil miktarı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK’lı ortamdaki tüm izolatlarımızın toplam klorofil miktarı artışına katkıları istatistiki bakımdan önemli ($p<0,05$) artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Hogland’ın tüm içeriklerini ihtiva eden pozitif kontrolün toplam klorofil miktarını en fazla artırması beklenirken izolatlarımızın tümü pozitif kontrolden, istatistik olarak önemli bir artışa neden oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.9. Nohut bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı bulgularının istatistiki analizleri(mg/g)

Saksı Grup Adı	Klorofil a	Klorofil b	Toplam Klorofil
Pozitif Kontrol	1,46±0,007 ^b	0,41±0,003 ^b	1,87±0,010 ^c
MFK	0,82±0,011 ^c	0,27±0,007 ^c	1,09±0,013 ^d
PSF46+ MFK	1,55±0,016 ^a	0,52±0,012 ^a	2,07±0,011 ^a
PSF47+ MFK	1,54±0,009 ^a	0,51±0,004 ^a	2,05±0,008 ^a
PSF71+ MFK	1,46±0,007 ^b	0,51±0,012 ^a	1,97±0,016 ^b
PSF72+ MFK	1,55±0,012^a	0,52±0,004^a	2,08±0,015^a
PSF77+ MFK	1,55±0,014 ^a	0,50±0,005 ^a	2,05±0,009 ^a

Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî bakımdan önemsizdir ($p<0,05$).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüzde mikroorganizmaların bitki büyüme hormonlarını sentezleme, bitkilerde etilen seviyesini düşürme, bitkileri patojen organizmalara karşı koruma, siderofor üretme, havanın serbest azotunu fikse etme, toprakta biriken zararlı kimyasalları parçalama gibi özellikleri tarımsal çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gyaneshwar *et al.* 2002; Ahemad and Kibret 2014). Günümüzde mikroorganizmaların toprakta çözünmez formda bulunan organik yada inorganik fosforu çözünebilir hale getirme özelliğinden de faydalanılmaktadır. Fosfor, bitki gelişimi için ihtiyaç duyulan en önemli elementlerden birisidir. Bununla birlikte çoğu toprak fosfor bakımından fakir durumdadır. Bu yüzden tarımsal çalışmalarda, toprağın fosfor bakımından zenginleşmesi için dışardan toprağa fosfor gübreleri verilmektedir. Dışardan verilen fosforun bir kısmı bitkiler tarafından alınırken, çoğunluğu ise Ca, Fe ve Al' a bağlanarak toprakta çözünmez forma dönüşmektedir (Walpola and Yoon, 2012). Ca ile birleşmiş formu alkali topraklarda, Fe ve Al ile birleşmiş formu ise asidik topraklarda ortaya çıkmaktadır. Fosforun bitkiler tarafından kullanılabilen formunu ise $H_2PO_4^{-1}$ and HPO_4^{-2} oluşturmaktadır (Kumar and Narula, 1999).

Literatürlerde toprağa aşıl原因an bakterilerin ve küflerin topraktaki çözünmüş fosfor içeriğini artırarak bitkilerde fosfor alımını artırdığı ve dolayısıyla bitki gelişimine olumlu yönde katkı yaptığı belirtilmektedir (Johri *et al.* 1999). Fosforun çözünebilir hale getirilmesinde ise mikroorganizmaların ürettiği organik asitler, sideroforlar, mineral asitler, protonlar, karbondioksit ve hidrojen sülfür etkili olmaktadır (Ivanova *et al.* 2006; Song *et al.* 2008). Yapılan çalışmalarda; *Rhizobium*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Chryseobacterium*, *Gordonia*, *Phyllobacterium* ve *Delftia* gibi bir çok bakteri cinsinin fosfat çözme yeteneğine sahip olduğu rapor edilmiştir (Rodríguez and Fraga 1999; Walpola and Yoon 2012). Çalışmalarda ayrıca *Aspergillus* ve *Penicillium* cinsleri başta olmak üzere bir çok küf türünün de fosfat çözme yeteneğine sahip olduğu gösterilmiştir (ALAM *et al.* 2002; Noor *et al.* 2013). Diğer taraftan *Yarrowia lipolytica*, *Schizosaccharomyces pombe* ve *Pichia fermentas* gibi mayalarında fosfat

çözebileceği belirtilmiştir (Velazquez and Rodruguez-Barrueco 2007).

Literatürlerde kimyasal gübrelere alternatif olarak kaya fosfatının fosfor kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir. Bu doğrultuda da fosfat çözücü mikroorganizmlarla birlikte kaya fosfatının tarımsal çalışmalarda kullanılabileceğini gösteren çalışmalara literatürde yer verilmektedir (Reddy *et al.* 2002; Gupta *et al.* 2007; Hamdali *et al.* 2008).

Ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en önemli fosfat kaynağı durumundadır. Ülkemizde bulunan fosfat rezervlerinin yaklaşık olarak %98'lik kısmı bu bölgede bulunmaktadır. Özellikle Mardin Mazı Dağı bölgesi fosfat kayası bakımından son derece zengindir (Aydoğan 2004). Mevcut çalışmada da, Mardin Mazı Dağı bölgesinden alınan fosfat kayaları fosfor kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu kayaçlardaki fosforun çözünebilir hale getirilmesinde ise fosfat çözücü küflerden faydalanılmıştır. Diğer bir ifadeyle, Mardin Mazıdağı fosfat kayasını etkili bir şekilde parçalayarak, bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürebilen bazı mikrofungus türlerinin izolasyonu ve saflaştırılması yapılarak mısır ve nohut bitkisine aşılanmış ve bitkilerin büyüme parametreleri araştırılmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi, bitki büyüme ve gelişmesini artıran mikroorganizmalarda en çok aranan özelliklerden biri de onların fosfat çözücü özelliğe sahip olmasıdır. Çünkü bitkilerin büyümesini sınırlayan elementlerden biri de çözünmüş fosforlu bileşiklerdir ve ne yazık ki tarım arazilerinin toprakları bu bileşikler bakımından fakirdir. Diğer taraftan, toprakta birçok fosfat çözücü mikroorganizma bulunsun da, bunların sayıları yeterli değildir ve rekabet güçleri zayıftır. Dolayısıyla, bitkilerin uygun ve rekabet gücü yüksek fosfat çözücü mikroorganizmalarla inoküle edilmesi, verimde önemli artışlar sağlayacaktır. Araştırmamızda, fosfat çözücü özelliklerinin olduğu izolatlarımızın biyogübre materyali olarak kullanılabilmek potansiyelleri araştırılmıştır. Nitekim, daha önceki araştırmalarda da mikrofungusların bitki büyüme ve gelişmesini artırdığı gösterilmiştir.

5.1. Fosfat Çözücü Mikrofungusların Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Bu Yöntemlerin Uygulanması Sonucu Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi

Toprakta bulunan ve suda çözünmeyen inorganik fosfat bileşiklerinin mikrobiyal yolla çözünmesinde, mikroorganizmalarca üretilen organik asitlerin ve okso asit şelatlarının etkili olduğu belirtilmektedir (Aydoğan 2004; Çöğender 2011; Sezen 2012). Buna göre, brom-fenol içeren TCP'li besi ortamında üreyebilen mikroorganizmalar, TCP'yi çözerek metabolizmaları için kullanırken, salgıladıkları organik asitlerle ortam pH'sını da düşürmektedirler. Brom- fenollü ortamın katı kültürü hazırlandığında, fosfatı parçalayan mikroorganizmaların kolonileri etrafında asiditenin artması, aynı zamanda brom-fenolün rengini de açtığı için kolonilerin etrafında açık bir zon oluşmaktadır. Açık zonun çapı ile, mikroorganizmaların organik asit üretimi ve dolayısıyla inorganik fosfatı çözücü özellikleri birbiriyle doğru orantılıdır. Kısaca PVK (Pikovskaya) denilen bu besi yerinin kullanımı ile, inorganik fosfat çözücü özelliğe sahip olan mikroorganizmalar izole edilebilmektedir. Ancak, PVK ortamında açık zon oluşturmadığı halde, fosfat çözebilen mikroorganizmaların da varlığı belirlendiğinden, alternatif bir yöntem olarak NBRIP- BPB sıvı besi yerlerinin kullanımı ve spektrofotometrik ölçümler geliştirilmiştir. Bu yöntemin daha hızlı bir tarama sağladığı ve daha güvenilir olduğu önerildiğinden (Aydoğan 2004; Çöğender 2011), araştırmamızda da bu yöntemin kullanımı tercih edilmiştir.

NBRIP-BPB'nin kullanıldığı araştırma sonuçlarımız incelendiğinde (Şekil 3.2 ve Çizelge 4.1), fosfat kaynağı olarak TCP içeren ortamlarda etkili olan izolatların, sıvı besiyeri renginde oluşturdukları renk değişiminin çıplak gözle de izlenebildiği görülmektedir (Şekil 3.2). Bu bulgular, birbirlerini destekler niteliktedir. Ayrıca izolat sayısının çok yüksek tutulduğu araştırmalarda, kalitatif ölçüm sonuçlarına bakılarak, daha az sayıda kantitatif ölçüm yapılabilmesine imkan vermesi bakımından, bu yöntemin kullanımı önerilebilir.

Diğer taraftan, mevcut çalışmada izolasyon kaynağı olarak Mazı Dağı Kaya fosfatının kullanılmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede de, bu fosfat kayaçları üzerinde iyi gelişim

gösteren diğer bir ifadeyle kayaç ortamlarına adapte olan mikrofungusların izolasyonuna çalışılmıştır. İzole edilen küfler alt kültüre alınarak saflaştırılmıştır. Bu izolatlar (15 izolat) daha sonra sıvı kültürde kaya fosfatını çözme yetenekleri açısından karşılaştırılmıştır. Tarama deneyleri sonucunda 5 izolatın diğerlerine göre daha yüksek fosfat çözme yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada bu 5 mikrofungusun çözdüğü ortalama monofosfat niceliği 58,138 mg/l düzeyindedir. Bu ise kaynaklarda verilen inorganik fosfat çözünmesi ortalama değerinden (6 mg/l), 9 kat daha yüksektir (Çögönder 2011). Beş izolattan üçü (PSF47, PSF71 ve PSF77) *Penicillium canescens* olarak teşhis edilmiştir. Diğer iki izolattan PSF46 *Penicillium glabrum*, PSF72 ise *Mucor hiemalis* olarak teşhis edilmiştir.

Takip eden deneylerde beş izolatın fosfat kayası ile birlikte biyogübre olarak kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır. Diğer taraftan, literatürlerde, tarımsal çalışmalarda özellikle bitki gelişimi üzerine mikroorganizmaların pozitif etkileri araştırılırken test bitkisi olarak mısır veya nohutun sıklıkla kullanıldığı belirtilmektedir (Wani *et al.* 2007; Marques *et al.* 2010). Bu yüzden, mevcut çalışmada test bitkisi olarakta mısır ve nohut seçilmiştir.

5.2. Ortalama Kök ve Gövde Uzunluğu Üzerine Mikrofungusların Etkileri

İzolatlar ile aşılamanın mısır ve nohut bitkisinin kök boyu üzerindeki etkilerini gösteren Şekil 4.1 ve Şekil 4.5 ile Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.6. incelendiğinde; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın kök boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Mısır ve nohut bitkilerinde en yüksek artışı sağlayan PSF46 izolatı ile aşılama kök boyu parametresinde mısırdaki %62'lik nohutta ise %77'lik bir artış sağladığı görülmüştür.

Şekil 4.1. ve Şekil 4.5 ile Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.6'dan, anlaşılabacağı üzere MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın gövde boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde gövde uzunluğunda en yüksek artışı sağlayan PSF77 (%43), nohutta ise PSF72(%26) artış sağladığı görülmüştür.

Yaprak sayısı ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiki analizleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Bu veriler ışığında; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın yaprak sayısı artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli artışlar sağladıkları belirlenmiştir. Yaprak sayısında en yüksek artışı PSF72 (%44) sağlamıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde izolatlar ile aşılama, mısır bitkisinin kök ve gövde boyu üzerinde önemli düzeyde etkili bulunmuştur. Bu beklenen bir durumdur. Çünkü topraktaki azot ve fosfor eksikliği veya fazlalığının bitki kök ve gövde boyu üzerinde etkili olduğunu gösteren çalışmalar vardır. Fosfor eksikliğinin zayıf sap ve gövde oluşumuna sebep olduğu ifade edilmektedir. Araştırmamızda inokulant olarak kullanılan izolatların kök ve gövde boyunda meydana getirdikleri artışların, yukarıda açıklanılmaya çalışılan mekanizmaların bir veya bir kaçına bağlı olduğu söylenebilir.

5.3. Ortalama Kök, Gövde ve Yaprak Kuru Ağırlıkları Üzerine Mikrofungusların Etkileri

İzolatlar ile aşılamanın mısır ve nohut bitkisinin kök gövde ve yaprak kuru ağırlık oranları üzerindeki etkilerini gösteren Şekil 4.2. ve Şekil 4.6 ile Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.7. incelendiğinde; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın kök boyu artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde kök kuru ağırlığında en yüksek artışı PSF47 (%9,4), gövde de PSF77 (%20), yaprak kuru ağırlığında ise tekrar PSF77 (%18) oranlarında artış sağlamışlardır. Nohutta PSF72 kökte %25, gövde de %26 ve yaprakta %42 artış sağlamıştır.

Birçok araştırmada genellikle bir büyüme kriteri olarak “yaprak alanı” ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Bitkinin asimilasyon faaliyetinin en yoğun gerçekleştiği bu organın büyüklüğünün kriteri olarak değerlendirilmesi beklenen bir durumdur. Ancak çeşitli araştırmalarda organların büyüklüğünden çok, kuru ağırlığı kullanıldığından bu araştırmada da kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığı bir kriter olarak kullanılmıştır.

Bitkinin çeşitli bölgelerinde; biyomas verimi ile tane verimi üzerinde yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde; tane verimi ile biyomas verimi arasında pozitif bir kolerasyonun varlığı dikkat çekmektedir. Dolayısıyla, araştırmamızda gerek kök ve gövde boy uzamasına yol açan, gerekse kök, gövde ve yaprakta kuru ağırlık (biyomas) artışını sağlayan inokülanlarımızın, tane verimi üzerinde de olumlu sonuç verebileceği düşünülmüş ve bu izolatlarımızla tarla denemelerinin uygun olacağı değerlendirilmiştir.

5.4.Mikrofungusların Bitki Yaprak Dokusundan Elde Edilen Toplam Karbonhidrat Miktarı ve Çözünebilir Protein Miktarı Üzerine Etkileri

Bitki beslenmesinin, bitkinin dokularındaki protein oranı üzerinde etkili olacağı şüphesizdir. Üstelik, inokulantlar ile toprakta artması sağlanan azot ve fosfor gibi elementler, protein metabolizmasında çok önemli rollere sahiptirler. Bu bilgiler ışığında, İzolatlar ile aşılanan mısır ve nohut bitkisinin toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı oranları üzerindeki etkilerini gösteren Şekil 4.3. ve Şekil 4.7 ile Çizelge 4.4. ve Çizelge 4.8. incelendiğinde; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı oranları üzerindeki artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde toplam karbonhidrat miktarı ve çözülebilir protein miktarı oranları üzerindeki en yüksek artışı PSF77 %40; %88; Nohutta ise PSF72 %198; %36 artış sağlamışlardır.

5.5. Fotosentetik Pigment İçeriğine Mikrofungusların Etkileri

İzolatlar ile aşılanan mısır ve nohut bitkisinin klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı üzerindeki etkilerini gösteren Şekil 4.4 ve Şekil 4.8 ile Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.9 incelendiğinde; MFK'lı ortamdaki tüm izolatlarımızın klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı üzerindeki artışına katkıları istatistiki bakımdan ($p<0,05$) önemli bulunmuştur. Mısır bitkisinde klorofil a, b ve toplam klorofil miktarı üzerindeki en yüksek artışı PSF77 (%82; %48 ve %72), Nohutta ise PSF72 (%90; %95 ve %91) en yüksek artışı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Ahemad, M., and Kibret, M., 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University – Science*, 26, 1–20.
- Akdağ, C., ve Şehirali, S., 1995. Bakteri (*Rhizobium* spp.) aşılama, azot dozları ve ekim sıklığının nohut (*Cicer arietinum* L.)' un verim ve verim unsurlarına etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (1995), 122 – 134 .
- Alam, S., Khalil, S., Ayub, N., and Rashid, M., 2002. In Vitro Solubilization Of Inorganic Phosphate by Phosphate Solubilizing Microorganisms (PSM) From Maize Rhizosphere. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 4.
- Altın, N., ve Bora, N., 2005. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu, J. of Aari*, 15 (2), 87 – 103.
- Altomare, C., Norvell, W.A., Björkman, T., and Harman, G.E., 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(7), 2926-2933.
- Arnon, D.L., Stout, P.R., 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiol.*, (14), 371-375.
- Asea, P. E. A., Kucey, R. M. N. and Stewart, J. W. B., 1988, Inorganic phosphate solubilization by two *Penicillium* species in solution culture and soil. *Soil Biol. Biochem.*, 20(4): 459-464.
- Ayar, E., 2009. Bentonit kili kullanılarak su ortamından fosforun adsorbsiyon ile giderimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Aydoğan, M. N., Algur, Ö. F., Özdemir, M., 2013. Isolation and characterisation of some bacteria and microfungus solving tricalcium phosphate. *Adyütayam*, 1 (1), 11-20.
- Aydoğan, M.N., 2004. Mazıdağı fosfat kayasını çözen bakterilerin izolasyonu ve çözünme üzerine farklı fiziksel - kimyasal parametrelerin etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Babaoğlu, M., 2003. Nohut ve tarımı (*Cicer arietinum* L.). Trakya tarımsal araştırma enstitüsü müdürlüğü, 7, Edirne.
- Babaoğlu, M., 2005. Mısır ve tarımı (*Zea mays* L.). Trakya tarımsal araştırma enstitüsü müdürlüğü, 14, Edirne.
- Babu, A.G., and Reddy S., 2010. Dual inoculation of arbuscular mycorrhizal and phosphate solubilizing fungi contributes in sustainable maintenance of plant health in fly ash ponds. *Water Air Soil Pollut*, 10(1007), 11270-010-0679-3.
- Baydar, H., 2012. Tarla Bitkileri (Genel). Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi, 323 s, Isparta.
- Biçici, M., 2011. Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını arttırmada mikoriza'nın rolü. *Türk. biyo. мүc. Derg.*, 2 (2), 139-174.
- Bilgili, A., 2012. Mikoriza, bitki- besin maddesi- patojen etkileşimi. Doktora Semineri, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding. *Biochem.*, 72, 248-254.
- Castagno, L.N., Estrella, M.J., Sannazzaro, A.I., Grassano, A.E., and Ruiz, O.A., 2011. Phosphate-solubilization mechanism and in vitro plant growth promotion activity mediated by *Pantoea ecalypti* isolated from *Lotus tenuis* rhizosphere in the Salado River Basin (Argentina). *Journal of Applied Microbiology*, ISSN 1364-5072 (10.1111/j.1365-2672).
- Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen, F.T., Lai, W.-A., and Young, C.C., 2005. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34 (2006), 33-41.
- Coşkan, A., İşler, E., Küçükyumuk, Z., ve Erdal, İ., 2009. Isparta koşullarında soyada bakteri aşılmasının nodülasyona ve dane verimine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 17-27.
- Çakmakçı, R., 2005a. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniv. Zir.Fak.Derg.* 36 (1), 97-107.
- Çakmakçı, R., 2005b. Bitki gelişiminde fosfat çözücü bakterilerin önemi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35), 93-108.
- Çığ, F., 2010. Mikrobiyolojik ve inorganik gübrelemenin bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili karakterlere etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çöğender, M.E., 2011. İnorganik fosfat çözücü bazı bakterilerin nohut bitkisinin (*Cicer arietinum* L.) büyüme ve gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Delen, Y., Gürbüz, B., Uyanık, M., ve Palalı, S., 2013. Farklı bakteri aşılama yöntem ve dozlarının çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)'in verim ve bazı morfolojik özellikleri üzerine etkileri. X. Tarla bitkileri kongresi, Konya.
- Demirbaş, A., 2012. Fertigasyon ve mikoriza uygulamalarının domates ve biber bitkilerinin verimine ve besin elementleri alımına etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- DuBois, M., Gilles, K., Hamilton, J., Rebers, P., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
- Edis, Ş., 2011. Mazıdağı Fosfat Tesisleri 28 milyon dolara TMC Enerji Yatırımları'nın. Zaman Şehir, http://www.zaman.com.tr/sehir/mazidagi-fosfat-tesisleri-28-milyon-dolara-tmc-enerji-yatirimlarinin_1135380.html(25.08.2014).
- El-Azouni, I.M., 2008. Effect of phosphate solubilizing fungi on growth and nutrient uptake of soybean (*Glycine max* L.) plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(6), 592-598.
- Elkatmış, B., 2013. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) humik asit ve fosfor uygulamasının verim ve verim öğelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Erdal, S., 2010. Memeli cinsiyet hormonlarının arpa ve nohut bitkilerinin büyüme ve gelişmeleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Erdoğan, C., 2002. Hatay bölgesinde bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerini değişik rhizobium ırkları ile aşılamanın nodul oluşumu ve tane verimine etkileri.

- Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Esim, N., 2011. Nitrik oksitin mısır'da (*Zea mays*) düşük sıcaklık stresi toleransı üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Genişel, M., 2010. Kemik tozu solüsyonu, CaCl_2 ve IAA uygulamalarının tuz stresi altındaki fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisinin fizyolojik parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Genişel, M., ve Dumlupınar, R., 2013. Determination of protective role of bone powder solution in bean seedlings exposed to NaCl toxicity. *Adyütayam*, 1(1), 1-10.
- Gomashe, A.V., Suriya S.S., and Dharmik P.G., 2012. Isolation and identification of phosphate solubilizing fungi from rhizosphere (Soil). *International Journal of Science Innovations and Discoveries*, 2(2), 310-315.
- Goral, M., 2013. Türkiye'de kimyevi gübrelerde uygulanan tarım politikalarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Gupta, N., Sabat, J., Parida, R., and Kerkatta, D., 2007. Solubilization of tricalcium phosphate and rock phosphate by microbes isolated from chromite, iron and manganese mines. *Acta Bot. Croat.* 66 (2), 197–204.
- Gutiérrez-Miceli, F.A., Ayora-Talavera, T., Abud-Archila, M., Salvador-Figueroa, M., Adriano-Anaya, L., Arias Hernández, M.L., and Dendooven, L., 2008. Acclimatization of micropropagated orchid *Guarianthe skinnerii* inoculated with *Trichoderma harzianum*. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7 (3), 327-330
- Güneş, A., 2013. Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler tarafından salgılanan amino asit, organik asit ve hormonların, kireç içeriği yüksek topraklarda fosfor yarayışlılığı üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Güneş, A., Turan, M., Güllüce, M., Şahin, F., Karaman, M R., 2013. Farklı bakteri uygulamalarının kaya fosfatının çözünürlüğü üzerine etkisi. *Soil-Water Journal (Toprak su dergisi)*, 2(1), 53-56.
- Güvercin, E., 2009. Farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılması ve demir uygulamasının nodülasyon ve verime etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N., Parekh, L.J., and Poole, P.S., 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil* 245, 83–93.
- Hamdali, H., Bouizgarne, B., Hafidi, M., Lebrihi, A., Virolle, M.J., and Ouhdouch, Y., 2008. Screening for rock phosphate solubilizing Actinomycetes from Moroccan phosphate mines. *Applied Soil Ecology*, 38, 12 – 19.
- Hasenekoğlu, İ., 1991. Toprak Mikrofungusları. Atatürk Üniv. Yayınları, No: 689. Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları No: 11, Cilt 1-7.
- Hefnawy, M.A., Essa O. A., and Amar, A.A., 2012. Interaction of some herbicides with phosphate solubilization by *Aspergillus niger* and *Aspergillus fumigatus*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(10), 518-524.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., and Monte, E., 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology* (2012), 158, 17–25.
- Isfahani, F.M., and Besharati, H., 2012. Effect of biofertilizers on yield and yield components of cucumber. *Journal of Biology and Earth Sciences*, 2(2), B83-

B92.

- Ivanova, R., Bojinova, D., and Nedialkova, K., 2006. Rock phosphate solubilization by soil bacteria. J. Univ. Chem. Technol. Metall. 41, 297–302.
- Jackson, M. L., 1973. Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi
- Jayaraman, R., and Muhammad Ilyas, M.H., 2010. Strain improvement of phosphate solubilizing fungal strains. Journal of Ecobiotechnology, 2(5), 65-70.
- Johri, J.K., Surange, S., and Nautiyal, C.S., 1999. Occurrence of Salt, pH, and Temperature-tolerant, Phosphate-solubilizing Bacteria in Alkaline Soils. Current Microbiology Vol. 39, 89–93.
- Kadıoğlu, S., 2011. Fosforlu gübre ve bakteri uygulamalarının farklı yem bezelyesi çeşitlerinin tarımsal ve morfolojik özelliklerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kağan, S., 2012. Bakteri aşılama ve azot uygulamasının nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kara, C.U., 2013. Mikrobiyal gübre olarak trichoderma citrinoviride (p18) mikropropagüllerinin üretim ve kurutma optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Karaköy, T., 2008. Çukurova ve orta anadolu bölgelerinden toplanan bazı yerel nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin verim ve verimle ilgili özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kayhan, K., 2007. Yerli fosfat kayasının formik asitle zenginleştirilmesi. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kaynar, D.F., 2014. Tavuk gübresi, fosforlu gübre ve *Bacillus megaterium* M-3 uygulamalarının adi fiğın ot ve tohum verimine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Khan, A.A., Jilani, G., Akhtar, M.S., Saqlan Naqvi, S.M., and Rasheed, M., 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and their role in crop production. J. Agric. Biol. SCI., 1(1), 48-58.
- Kılavuz, A., 2006. Artan dozlarda tuz ve fosfor ile mikoriza uygulamasının nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde verim, azot, fosfor ve potasyum içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kılıç, D., 2014. Kokteyl mikoriza uygulamalarının aşılı asma fidanı üretiminde fidan randıman ve kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Koç, F., 2008. Farklı organik gübrelerin domates ve biber bitkisinin gelişimi ile beslenmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kumar, V., and Narula, N., 1999. Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by Azotobacter chroococcum mutants. Biol Fertil Soils 28, 301–305.
- Kutlu, M., 2013. Farklı karbon kaynağı kullanım oranına sahip bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) gelişme, verim ve kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Malviya, J., Singh, K., and Joshi, V., 2011. Effect of phosphate solubilizing fungi on growth and nutrient uptake of ground nut (*Arachis hypogaea*) Plants. *Advances in Bioresearch*, 2(2), 110 – 113.
- Marques, A.P.G.C., Pires, C., Moreira, H., Rangel, A.O.S.S., and Castro P.M.L., 2010. Assessment of the plant growth promotion abilities of six bacterial isolates using *Zea mays* as indicator plant. *Soil Biology & Biochemistry*, 42, 1229-1235.
- Mart, D., 2010. Çukurova bölgesinde nohut (*Cicer arietinum* L.) tarımı. T.C. Tarım ve köyişleri bakanlığı tarımsal araştırmalar genel müdürlüğü çukurova tarımsal araştırma enstitüsü müdürlüğü, 14, Adana.
- MEB. Ortaöğretim Projesi., 2009. Tarım teknolojileri., 70, Ankara.
- MEB. Tarım teknolojileri., 2012. Yemeklik dane baklagiller yetiştiriciliği (Nohut ve Mercimek) 42, Ankara.
- Mehta S., and Nautiyal, C.S., 2000. An efficient method for qualitative screening of microorganisms isolated from forest soil. *Soil Biol Biochem.*, 24, 389-395.
- Mittal, V., Singh O., Nayyar, H., Kaur, J., and Tewari, R., 2008. Simulatory effect of phosphate-solubilizing fungal strains (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). *J. Soil Biol. Biochem.*, 40(3), 718-727.
- MTA, 2014. http://www.mta.gov.tr/v2.0/turkiye_maden/il_maden/pdf_2010/mardin.pdf (04.09.2014)
- Mutlu, S., 2009. Salisilik asidin arpada (*Hordeum vulgare* L.) soğuk toleransını sağlama ve apoplastik ile simplastik proteinler üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Naktiyok, J., 2008. Kalsine edilmiş Mardin-Mazıdağı fosfat kayası ile baca gazı desülfürizasyonu ve desülfürizasyona çeşitli tuzların etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Nautiyal, C.S., 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiol Lett.* 170, 265-270.
- Nethra, B., 2011. Effect of phosphate solubilizing fungi at varied levels of phosphatic fertilizer on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Master, Department Of Soil Science And Agricultural Chemistry College Of Agriculture, Dharwad.
- Noor, A.S., Shah, F.A., and Kandhar, N.A., 2013. Microbial Efficacy of Phosphate Solubilization in Agro-Saline Soils of Various Areas of Sindh Region. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, 32, 167-174.
- Nzanza, B., Marais, D., and Soundy, P., 2011. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedling growth and development as influenced by *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi. *African Journal of Microbiology Research* Vol., 5(4), 425-431.
- Önalın, S.K., 2012. Organik silajlık mısır bitkisi (*Zea mays* L.)'nin metabolik özellikleri ve büyüme parametreleri üzerine gübre olarak *Chlorella vulgaris* kullanımının etkileri. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Örtücü, S., 2012. İki noktalı kırmızı örümcek [(*Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae)] ile biyolojik mücadelede kullanılabilecek entomopatojen fungusların izolasyonu ve biyopestisit olarak kullanılabileme potansiyellerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Erzurum.

- Özalkan, C., 2007. Nohut'ta bitki büyüme analizi ve bunun verimle ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.
- Özbağ, T., 2013. Tescilli bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin simbiyotik performansları ve bitki besin elementi alımının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özcan, S., 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (Transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2(2), 01-34.
- Özkaynak, S., 2014. Türkiye'de tüketilen bazı baklagil, kuruyemiş ve şifalı bitkilerde grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometri ile eser element tayini. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özyılmaz, Ü., ve Benlioğlu, K., 2012. Fosfat çözen bakterilerin pamuk bitkisinin gelişimine ve *Verticillium solgunluğu*'na etkileri. Türk. biyo. мү. Derg., 3 (1), 47-62.
- Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö., Şensoy, H., 2010. Arbüsküler mikorizal funguslar (AMF), bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(18), 87-98.
- Palta, Ş., Kara, Ö., Demir, S., Şengönül, K., Şensoy, H., 2012. Bartın yöresi ardıç yaylası graminelerindeki arbüsküler mikorizal fungusların (AMF) belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(22), 72-82.
- Panda, R., Panda S.P., Kar R.N., and Panda C.R., 2013. Solubilisation of Uganda low grade rock phosphate by *Pseudomonas fluorescens*. Research Journal of Recent Sciences, 2(ISC-2012), 250-254.
- Parlakova, F., 2014. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin lale çeşitlerinin bitkisel gelişimi, soğan sayısı, kalitesi ve mineral madde içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Patil, P.M., Kuligod, V.B., Hebsur, N.S., Patil, C.R., and Kulkarni, G.N., 2012. Effect of phosphate solubilizing fungi and phosphorus levels on growth, yield and nutrient content in maize (*Zea mays*). Karnataka J. Agric. Sci., 25 (1), 58-62.
- Reddy, M.S., Kumar, S., Babita K., and Reddy M.S., 2002. Biosolubilization of poorly soluble rock phosphates by *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger*. Bioresour. Technol., 84 (2), 187-189.
- Reddy, M.S., Kumar, S., Babita, K., and Reddy, M.S., 2001. Biosolubilization of poorly soluble rock phosphates by *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger*. Bioresource Technology, 84 (2002), 187-189.
- Richa, G., Khosla, B., and Ready, M.S., 2007. Improvement of maize plant growth by phosphate solubilizing fungi in rock phosphate amended soils. World Journal of Agricultural Sciences, 3 (4), 481-484.
- Rodríguez, H., and Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances, 17 (1999), 319-339.
- Rodríguez, H., and Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances 17, 319-339.
- Saber, WIA., Ghanem, KM., and El-Hersh, MS., 2009. Rock phosphate solubilization by two isolates of *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp. and their promotion to mung bean plants. Research Journal of Microbiology, 4 (7), 235-250.
- Saharan, BS., and Nehra, V., 2011. Plant growth promoting Rhizobacteria: A Critical

- Review. Life Sciences and Medicine Research, Volume 2011: LSMR-21.
- Sandeep, A.R., Joseph, S., and Jisha, M.S., 2008. Yield and Nutrient Uptake of Soybean (*Glycinemax*(L) Merr) as Influenced by Phosphate Solubilizing Microorganisms. World Journal of Agricultural Sciences, 4 (S), 835-838.
- Sezen, A., 2012. Bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, identifikasyonu ve nohut (*Cicer arietinum* L. cv. Aziziye-94) bitkisinde biyogübre ajanı olarak kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sharma, A., and Yadav, S., 2013. Review on role of VAM fungi in crop plant-soil system. International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR), 3(1), 17-24.
- Sınırkaya, M., 2008. Mardin-Mazıdağı fosfat kayası ile baca gazı desülfürizasyonunda elde edilen ürünün zenginleştirilmesi ve sülfürik asitte çözünürlüğünün incelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sibi, G., 2011. Role of phosphate solubilizing fungi during phosphocompost production and their effect on the growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L) plants. Journal of Applied and Natural Science, 3 (2), 287-290.
- soil. Braz. J. Microbiol. 39, 151–156.
- Song, O.R., Lee, S.J., Lee, Y.S., Lee, S.C., Kim, K.K., and Choi, Y.L., 2008. Solubilization of insoluble inorganic phosphate by Burkholderia cepacia DA23 isolated from cultivated
- Sönmez, E., 2006. Artan dozlarda Zn ve Cd uygulamalarının, mikorizalı ve mikorizasız koşullarda, domates bitkisinin fide gelişimi ve N, P, K içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Sönmez, F., 2012. Fosfat çözücü bakteriler ve değişik dozlarda organik gübre uygulamalarının nohutun (*Cicer arietinum* L.) verim ve besin elementi içeriğine etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Şahin, S., 2001. Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1), 73-90.
- Şahin, S., 2008. Nohut genotiplerinin (*Cicer arietinum* L.) farklı azot dozları ve bakteri aşılama koşullarında azot kullanım etkinliklerinin belirlenmesi. Doktora Tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Tallapragada, P., and Seshachala, U., 2010. Phosphate-solubilizing microbes and their occurrence in the rhizospheres of Piper betel in Karnataka, India. Turk J Biol © Tübitak , 36 (2012), 25-35.
- TMO, 2014. T.C. Toprak Mahsülleri Ofisi. <http://www.tmo.gov.tr> (25.08.2014).
- Tuna, A., 2011. Farklı kalsiyum kaynak ve dozlarının biber fidesinin gelişimi ve kalsiyum içeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Uçak, A.B., Ertek, A., Güllü, M., Aykanat, S., Akyol, A., 2010. Bazı iklim parametrelerinin Çukurova’da yetiştirilen mısır bitkisi verim ve kalitesine etkileri. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 9-19.
- Ulukut, A.G.K., 2010. Çerezlik mısır hamuruna nohut unu, yerfıstığı unu ve kırmızıbiber tohum unu eklenmesi sonucu ısı ve reolojik özelliklerde meydana gelen değişimin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Urja, P., and Meenu, S., 2010. Role of single fungal isolates and consortia as plant growth promoters under saline conditions. *Research Journal of Biotechnolog*, 5 (3),
- Uzun, O., 2014. Erciyes üniversitesi Seyrani ziraat fakültesi deneme alanı topraklarına biyogübre uygulamalarının mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) fosforlu gübre kullanım etkinliği üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Velazquez, E., and Rodruguez-Barrueco, C., 2007. Taxonomy of filamentous fungi and yeasts that solubilizes phosphate. First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. *Developments in Plant and Soil Sciences*, 102, 107-109.
- Vessey, J.K., and Heisinger, K.G., 2001. Effect of *Penicillium bilaii* inoculation and phosphorus fertilisation on root and shoot parameters of field-grown pea. *Can. J. Plant Sci.*, 81, 361–366.
- Walpolu, B.C., and Yoon, M., 2012. Prospectus of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus availability in agricultural soils: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 6(37), 6600-6605.
- Wani, P.A., Khan, M.S., Zaidi, A., 2007. Co-inoculation of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria to promote growth, yield and nutrient uptake in chickpea. *Acta Agron. Hung.*, 55, 315-323.
- Witham, F.H., Blayles, D.F. and Devlin, R.M., 1971. *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold Company, 55-56. New York.
- Yadav, J., Verma, JP., and Tiwari, KN., 2011a. Solubilization of Tricalcium Phosphate by fungus *Aspergillus niger* at different carbon source and salinity. *Trends in Applied Sciences Research*, 6 (6), 606-613.
- Yadav, J., Verma, JP., and Tiwari, KN., 2011b. Plant growth promoting activities of fungi and their effect on Chickpea plant growth. *Asian Journal of Biological Sciences*, 4 (3), 291-299.
- Yakıt, S., ve Tuna A. L., 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'mun etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 59-67.
- Yolcu, M., 2010. Biber bitkisinde organik tarım denemeleri. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Yurdakul, İ., 2009. Ağır bünyeli toprakta bazı toprak bileşenlerinin fosfor adsorpsiyon kapasitesine etkilerinin Langmuir İzotermi ile araştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zengin, F.K., ve Munzuroğlu, Ö., 2006. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) fidelerinin toplam çözünebilir protein, prolin ve klorofil miktarları üzerine civa klorürün (HgCl₂) etkileri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil.Der.*, 18 (1), 25-30.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Adana ili Seyhan ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Malazgirt İlkokulunda ve Orhançobanoğlu Ortaokulunda tamamladı. 1997 yılında Yabancı Dil Ağırlıklı Danişment Gazi Lisesinden mezun oldu. Lisans eğitimini Atatürk Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde 2003 yılında, Yüksek Lisans eğitimini Mersin Üniversitesi 2006 yılında tamamladı. 2009-2014 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Genel Biyoloji Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimini tamamladı.