T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİREÇLİ BİR TOPRAĞIN FOSFOR YARAYIŞLILIĞINA MİKORRİZA VE *BACILLUS sp 189* AŞILANMASI İLE KÜKÜRT UYGULAMALARININ ETKİSİ

Mustafa KARTEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Ekim-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza

Mustafa KARTEKİN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİREÇLİ BİR TOPRAĞIN FOSFOR YARAYIŞLILIĞINA MİKORRİZA VE *BACILLUS sp 189* AŞILANMASI İLE KÜKÜRT UYGULAMALARININ ETKİSİ

Mustafa KARTEKİN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman Prof. Dr. Refik UYANÖZ

2014, 71 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Cevdet ŞEKER
Prof Dr. Refik UYANÖZ
Doç.Dr. Ercan CEYHAN

Sera koşullarında yürütülen çalışmanın amacı, mikoriza ve fosfor çözebilen Bakteri (*Bacillus 189*) aşılaması ila 0 ,10 ,20 ,30 ve 40 kg/da elementer kükürt ilavesinin toprakta fosfor yarayışlığı ve mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamında yaş ve kuru ağırlık makro ve mikro besin elementi alımı ve infekte olma yüzdesi belirlemektir.Araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü sera ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. Tesadüf parselleri desenine göre üç tekerrürlü olarak planıp ve yürütülen çalışmada, fosforca fakir fakat kireççe zengin olan bir toprak kullanılmıştır. Deneme sonunda elde edilen sonuçlara göre, mikrobiyal aşılama (Mikorriza ve *Bacillus 189*)kontrol saksılarına göre, test bitkisinin kuru ve yaş ağırlığını artırmıştır.30 kg /da elementel kükürt uygulaması bitkinin kuru ve yaş ağırlığını artırmada daha etkili olmuştur. Bakteri ve elmentel kükürtün birlikte uygulamaları bitki ağırlıkları üzerine istatistikî olrak önemsiz etkiye sahip olmuştur.Mikrobiyal aşılama, bitkinin azot, potasyum, demir ve bakır kapsamına etkisi önemli olurken fosfor, kalsiyum, mağnezyum, mangan ve çinko üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Öte yandan bitkide en yüksek fosfor kapsamı 40 kg /da elementel kükürdün uygulandığı saksılardan elde edilmiştir. Mikrobiyal gübre kullanımı, toprak pH ve tuzluluğuna önemsiz etkiye sahip olurken, elementel kükürt uygulması toprağın tuzluluğunu ve fosfor yarayışlılığını artırmıştır. Toprakta mikro element kapsamında önemli değişiklik olmazken toprakta sülfat konsantrasyonu kükürt dozları ile artmıştır. Topraktaki mikorrizal spor sayısı ve mikorrizal infeksiyon kapsamı uygulamalara göre farklılık göstermiştir

Anahtar Kelimeler: Bacillus 189, Elementer Kükürt , Fosfor, Mısır, Mikoriza

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECT OF THE APPLICATIONS MYCORRHIZAL AND BACTERIAL (BACILLUS sp 189) INOCULATION AND SULFUR ON PHOSPHORUS USEFULNESS OF A CALCAREOUS SOIL

Mustafa KARTEKİN

Selcuk University Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Refik UYANÖZ
2014, 71 pages

Jury
Prof. Dr. Cevdet şeker
Prof. Dr. Refik UYANÖZ
Assoc. Prof. Dr. Ercan Ceyhan

The aim of this study conducted under greenhouse conditions was to determine the effect of bacterial (Bacillus 189) inoculation capable of dissolving mycorrhiza and phosphorus, and of the addition of elemental sulfur of 0, 10, 20, 30 and 40 kg per decare on the usefulness of soil phosphorus, wet and dry weight, intake of macro- and micro nutrient elements and percentage of infection in the root and above-ground parts of maize plant.A soil poor in phosphor but rich in lime was used in this study that had been carried out and planned according to a randomized complete block design with three replications.According to the experiment results, the microbial inoculation (mycorrhizae and Bacillus 189) led to an increase in the dry and wet weight of the test plants when compared with potted plants. Application of elemental sulfur of 30 kg per decare was more effective in increasing the dry and wet weight of plant. Combined application of bacteria and elemental sulfur had statistically non-significant effect on the weight of plant.While microbial inoculation had significant effect on contents of nitrogen, potassium, iron and copper in plant; it had no significant effect on those of phosphorus, calcium, magnesium, manganese and zinc in plant.Besides, maximum phosphorus content in plant was obtained from potted plants applied the elemental sulfur of 40 kg per decare.While the use of microbial fertilizer had no significant effect on soil pH and salinity; elemental sulfur application caused an increase in the soil salinity and the usefulness of soil phosphorus.As the content of micro-elements showed no significant change in soil, sulfate concentration in the soil increased with sulfur doses.Number of mycorrhizal spores in soil and mycorrhizal infection varied depending on the application.

Key words: Bacillus 189, Elemental Sulphur, Phosphor, Maize, Mycorrhiza

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın başlangıcından tez haline gelmesine kadar her konuda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Refik UYANÖZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışmam boyunca benden desteklerini esirgemeyen Dr. Ümmühan KARACA'ya ve toprakta mikoriza sayımında yardımcı olan Dr. Emel KARAASLAN'a, Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksekokulu'ndan Doç. Dr. Mehmet ÖĞÜT'e, Yüksek lisans eğitimine beni teşvik edip, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkür ediyorum.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü yetkililerine de teşekkür ederim.

Mustafa KARTEKİN
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**
2.1. Mikoriza 3
2.2. Fosfat Çözen Bakteriler 8
2.3. Kükürt 11
2.3.1. Kükürt ve Mikrobiyal Gübre İlişkisi 12
2.4. Fosfor ve Bitki Gelişimi 16
3. MATERYAL VE YÖNTEM **19**
3.1. Materyal 19
3.2.1. Denemenin kurulması 20
3.2.2. Sulama bakım 21
3.2.3. Biyolojik gübre uygulanması 21
3.2.4. Bitkide yapılacak ölçüm ve analizler 21
3.2.5. Toprakta Yapılan analiz ve ölçümler 21
3.2.5.1. Fiziksel analiz yöntemleri 22
3.2.5.2. Kimyasal analiz yöntemleri 22
3.2.5.3. Biyolojik analiz yöntemleri 23
3.2.5.4. İstatistikî Analizler 23
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **24**
4.1. Elementel Kükürt ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Kök ve Toprak Üstü Aksamı Üzerine Etkileri 24
4.2. Elementel Kükürt ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Makro ve mikro Element Kapsamına Etkisi 28
4.3. Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Toprak Özelliklerine Etkisi 31
4.4. Mikorizal infeksiyon ve spor sayısı 33

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 37
6. KAYNAKLAR.....39
7. EKLER 52
Ek çizelge 1.1. Mikrobiyal Gübre (bakteri, mikorriza ve bakteri + mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta N kapsamına etkisi (%) 52
Ek çizelge 1.2. Mikrobiyal Gübre (bakteri, mikorriza ve bakteri + mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta fosfor kapsamına etkisi (%).....52
Ek çizelge 1.3. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta potasyum kapsamına etkisi (%) 52
Ek çizelge 1.4. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta demir kapsamına etkisi (ppm).....53
Ek çizelge 1.5. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta bakır kapsamına etkisi (ppm).....53
Ek çizelge 1.6. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta çinko kapsamına etkisi (ppm).....53
Ek çizelge 1.7. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta mangan kapsamına etkisi (ppm) 54
Ek çizelge 1.8. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta kalsiyum kapsamına etkisi (%) 54
Ek çizelge 1.9. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta mağnezyum kapsamına etkisi (%) .54
Ek çizelge 1.10. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın 55
toprak pH'sı üzerine etkileri 55
Ek çizelge 1.11.Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak tuzluluğu üzerine etkileri.....55
Ek çizelge 1.12. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak fosforu üzerine etkileri (kg/da ppm) 55
Ek çizelge 1.13. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak potasyum üzerine etkileri (kg/da).....56
Ek çizelge 1.14. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak organik madde üzerine etkileri(%).....56

Ek. çizelge 1.15. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak demiri üzerine etkileri (ppm).....56
Ek çizelge 1.16.Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak bakır üzerine etkileri (ppm).....57
Ek çizelge 1.17. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak çinko üzerine etkileri (ppm) 57
Ek çizelge 1.18. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak mangan üzerine etkileri (ppm).....57
Ek çizelge 1.19. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak NH4-N(Amonyum Azotu) üzerine etkileri (ppm) ...58
Ek çizelge 1.20.Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak N03-N(Nitrat Azotu) üzerine etkileri (ppm) 58
Ek çizelge 1.21. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak SO4 üzerine etkileri (%).....58
Ek şekil 1: Denemenin kurulması 59
Ek şekil 2: Denemeden bazı görüntüler.....60
ÖZGEÇMİŞ.....62

SİMGELER VE KISALTMALAR

VAM : Vesiküler Arbusküler Mikoriza

AM : Arbusküler Mikoriza

EC : Elektrik iletkenliği

S : Kükürt

N : Azot

P : Fosfor

K : Potasyum

Ca : Kalsiyum

Zn : Çinko

Cu : Bakır

Mn : Mangan

Fe : Demir

Mg : Magnezyum

Al : Aluminyum

da : Dektar

ppm : Milyonda bir kısım

% : Yüzde

pH : Asitlik-Alkalilik Faktörü

PGPR : Bitki Gelişimini Teşvik Eden bakteriler(Rizosfer bakterileri)

1. GİRİŞ

Ülkemizde tarımsal üretimin önemli problemlerinden birisi, tarımsal ilaçların ve kimyasal gübrelerin bilinçsizce ve dengesiz olarak bitkisel üretimde kullanılmasıdır. Ülkemizde, yurt dışından petrolden sonra en fazla gübre alımı yapılmaktadır.Kimyasal gübrelerin pahalı olması, doğal gübre kaynaklarının giderek azalması ve kullanılan kimyasal gübrelerin toprak ,su ve hava kirliliğine sebeb olması nedeniyle, çalışmalar bu konu üzerine yoğunlaşmaktadır.Ayrıca bilim adamları cevreyle uyumlu alternatif gübre kaynakları üzerinde çalışmaya başlamışlardır.Diğer taraftan birim alandan daha yüksek verim alabilmek için, sertifikalı tohumluk kullanmak, tekniğine uygun ekim,gübreleme, sulama, ilaçlama ve hasat tekniklerini uygulamak gerekmektedir. Bunların içerisinde gübreleme bitkisel üretim için önemli bir girdiyi oluşturmaktadır. Gübreler uygulama tekniklerinin yanında, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinden önemli ölçüde etkilenmektedirler..

Toprak, bitkisel üretimde temel faktörlerden bir tanesidir.Tarım toprakların verimliliği, toprakların biyolojik aktivitesi ile çok yakından ilgilidir. Bitkilerin gereksinimi olan karbon, azot, fosfor, kükürt, demir, magnezyum vb. elementler, mikroorganizmalar yolu ile yararlı şekle çevrilir. Ayrıca, bu organizmalar toprak ve humus oluşumunda görev alırlar.Biyolojik gübreler olarak adlandırılan bu mikroorganizmalar, tarımsal üretimde uygulamaya dönük ve ekonomik olarak değer bulmuştur. Biyolojik gübreler içinde, tarımsal üretime olan birçok olumlu etkisiyle “mikoriza” ve bazı bakteriler başı çekmektedir. Ülkemiz toprakları genelde kireç bakımından zengindir.Topraklarımızın fazla kireçli olması genellikle az yağışlı bir ikliminden kaynaklandığı gibi, ana materyalden de kaynaklanmaktadır.Kireci yüksek olan topraklarda toprak pH sı genellikle 7–8,5 arasındadır. Bu pH değerleri birçok bitki için oldukca yüksek değerlerdedir. Bu topraklarda fosfor ve mikro element yarayışlılğı önemli ölçüde olumsuz etkilenmektedir. Toprakta bitki besin elementleri yeterli olsa bile bitkiler tarafından alımı sınırlanabilmektedir. Bitkilerin daha iyi gelişim sağlayabilmesi için söz konusu yüksek pH nın etkisi azaltılmalıdır.

Toprakların pH’larının düşürülmesinde kullanılan en etkili madde elementel kükürttür. Elementel kükürt, sarı renkli ve suda çözünemeyen katı bir maddedir. Bu madde ince olarak öğütüldükten sonra toprakla karıştırılması durumunda toprak mikroorganizmalarınca SO_4 formuna okside olunur. SO_4 kükürdü ile karıştırılmasında,

bitkilere uygulanan elementel kükürdün etkinliği, parça iriliği, uygulama dozu, yöntemi, uygulama zamanı uygulama yapılan toprağın S-okside etme özellikleri ve çevresel koşullarını da kapsayan çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu bağlamda bitkilerin topraktan fosfor alımını arttırma da önem arz etmektedir. Fosfor alımı bitkilerin daha iyi gelişmesini teşvik etmektedir

Bu çalışma da, kireçli bir toprağa farklı dozlarda kükürt uygalamasının ve biyolojik gübre (Mikoriza ve *Bacillus 189*) aşılamasının mısır bitkisinin verim ve mikro-makro element kapsamına etkisi ile kireçli topraklarda fosfor yarayışlılığına etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Mikoriza

Mikoriza, bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile bitkinin aktif gelişimi evresinde köklerin korteks dokusunu kolonize eden mantar ile bitkiler arasında oluşan işbirliğini ifade etmektedir. Bu işbirliğinde bitki mikorizal mantara karbon, mikorizal mantar da bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır (Tinker, 1980). Kök Mantarı anlamında "Mikoriza" terimi; ilk defa 1885 yılında Frank tarafından ortaya atılmıştır (Haktanır ve Arcak, 1997). Mikoriza, toprakta var olan sporları aracılığı ile ekosistemdeki bitkilerin yaklaşık %95'inin köklerine infekte olmaktadır. Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerinin söz konusu hifleri aracılığı ile alabilmektedir. Bu hiflerin çapları ve hiflerin meydana getirdiği geniş yüzey alanlarının etkisi ile fosfor hiflerinin vakuollerinde polifosfat olarak biriktirilmekte ve enerji oluşturulmaktadır. Böylece, mikoriza hiflerinin besin elementlerinden P 'u etkin bir şekilde alınmasını sağlar (Smith ve Gianninazzi-Paerson, 1988).Mikoriza sporları, taksonomik yönden büyük farklılık gösterirler. Bu farklılıklar bitkilerin beslenme düzeylerini de etkilemektedirler (Sieverding, 1991; Bagyaraj, 1991)

Bitki köklerindeki, kök içindeki morfolojik yapı yönünden ekto ve endo mikoriza olarak iki büyük gruba ayrılmaktadırlar. Endomikoriza, VAM olarak bilinen Vesiküler-Arbüsküler Mikorizadır. Bu mikorizanın oluşmasını sağlayan funguslar, pycomycetes sınıfına giren Glomus cinsi funguslar olup, bunlar kültür bitkileri ile simbiyotik olarak yaşamaktadır. (Gür ,1998; Ortaş, 1995;Haktanır ve Arcak 1997)

VAM konukçu bitki ile oluşturmuş olduğu simbiyotik yaşam sonucu, bitkilerin besin, su ve tuz alımını arttırması, azot ve karbon döngüsünü olumlu yönde etkilemesi ve karbonhidrat fizyolojisini düzenlemesi sonucu çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı toleranslılık durumlarını artırmaktadır (Smith ve Read, 1997).Öte yandan,mikorrizanın bitki tarafından bitki tarfından üretilen fotosentez ürünlerine ihtiyaç duymaktadır.

VAM, konukcu bitkinin kök hücre suyundan yararlanmaktadır. Buna karşılık konukçu bitkiye başta fosfor olmak üzere birçok makro ve mikro besin maddesini

sunmaktadır. Böylece, VAM ile simbiyotik yaşayan konukçu bitkinin kök bölgesindeki bitki besin maddelerinden yararlanma imkânı artmakta ve buna bağlı olarak da bitkinin gelişimi ve verimi o oranda yüksek olmaktadır (Gür, 1974).

Tarla bitkileri ile yapılan çalışmalarda bu bitkilere mikoriza uygulanması durumunda verimin artığı görülmüştür. Bunun sebebininde, VAM grubu mantarların (Endomikoriza) birçok kültür bitkileri hifleri aracılığıyla simbiyotik yaşam kurmak suretiyle bitkiye kökün ulaşamadığı alanlardan başta P ve Zn olmak üzere birçok besin elementlerini ve suyu taşımaktadır (Marschner, 1993; Werner, 1987; George ve ark., 1992)

Taştekin ve Dalgıç (2008) tarafından, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Meyvecilik Bölümü'ndeki sera koşularında yürütülen bir çalışmada, bitki materyali olarak turunçgil yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan turunç anacı, aşıgözü üretiminde yoğun olarak kullanılan kaba limon anacı ve aşı gözü olarak da 'Washington Navel'çeşidi kullanılmıştır. Mikoriza olarak kokteyli kullanılmış. Ortam olarak ta buhar ile sterilize edilmiştorf ve pomza karışımı kullanılmıştır. Deneme sonucunda,Turunç çöğürlerinin kök kuru ağırlığı gövde çapı ve fidan (kalem) çapını tohum ekim yastığı veya şaşırtma döneminde 50 g (500 spor/bitki) mikoriza karışım doz uygulamasının oluşturduğu belirlenmiş ayrıca bitki köklerinin mikoriza ile bir kez inokulasyonunun sağlanmasının yeterli olduğu görülmüştür.Öte yandan,mikoriza ortamda bulunan minimum düzeydeki fosforu bitkiye yarayışlı hale getirdiği sonucu elde edilmiştir.

Rhizobium, Arbuscular mycorrhiza (AM) aşılamanın, kimyasal gübre ve hayvan gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinde verim, bin dane ağırlığı, total bozukluk ve tohumlarınbesin maddesi birikimi üzerine etkisini belirlemek için yapılmıştır. Aşılama ve organik gübre uygulamaları danenin fizikokimya özelliklerini ve pişme özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Genel olarak mikrobiyal gübreleme, kimyasal gübre ve organik gübre uygulamaları sadece verimi artırmayıp tohum kalitesini ve besin maddesi alımında etkilemiştir (Uyanöz ve ark., 2007)

Mikorizanın bahçe bitkilerinin verimi ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Özellikle domates ve çilekte meyvenin kalitesini arttırmaktadır. Domateste mikoriza uygulaması ile şeker oranı % 5,8'den % 6,1'e çıkarken, çilekte bu artış 12'den 15'e çıkmıştır. Ayrıca meyvenin kalitesi artmıştır. Kavun ve karpuzda bu daha yüksek olmuştur. Şeker oranının artışı bitkinin suya olan talebini aşağı çekmiştir. Mikoriza uygulaması ile patlıcan ve salatalıkta erken çiçeklenme, erken verim gözlenmiştir (Ortaş, 1998)

P, bitkiler için N'tan sonra en çok gereksinim duyulan bir makro besin elementidir. Ancak, toprak koşullarının uygun olmamasından dolayı, bitkiler tarafından alımı sınırlandırılabilir. Mikoriza ile infekte olmuş bitki kökleri, rizosfer pH'sını değiştirerek P ve diğer besin elementlerinin alımını arttırmaktadır (Li ve ark.,1991; Ortaş, 1994).

Tarla koşullarında farklı fosfor düzeylerinde arbuscular mikoriza mantarı *G. intraradices* ile aşıladıkları buğdayın gelişimi ve rekolte potansiyeli araştırılmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre aşılanmış bitkiler kontrol bitkilerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek kuru ağırlığa ve verime sahip olmuşlardır.(Mohammed ve ark., 2004)

VAM besin döngüsünde ve bitkilerin verimliliğinde de önemlidir (Bansal ve Mukerji, 1994). Ayrıca, VAM'ın P, N, K, Zn ve Cu'nun alımını sırasıyla % 80, 25, 10, 25 ve 60'a kadar arttırmaktadır (Marshner ve Dell, 1994).

Kırmızı üçgül (*Trifolium pratense*) bitkisi yetiştirilerek yapılan bir saksı denemesinde düşük fosfor içerikli bir toprağa arbuscular mikoriza mantarı (G.*mosseae*) aşılanmış ve 40 sonra hasat edildiği zaman, sürgün verimleri fosfor eklemeli Arbüsküler mikoriza bitkilerinde en yüksek olarak kaydedilmiştir. Kök verimlerinin ise arbüsküler mikoriza aşılanmasından etkilenmediği görülmüştür (Bi ve ark., 2003).

Kum kültüründe saman nezle otu *(Ambrosia artemisiifolia*) bitkilerinin gelişimi üzerindeki etkileri üzerine mikorizanın etkisi çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda Arbuscular Mikorriza aşılanmış bitkilerinin aşılanmamış bitkilere göre 20 kat daha yüksek sürgün ve total kütleye ve daha büyük kök uzunluğuna sahip olduğu görülmüştür (Crowell ve Boerner,1988). Öte yandan,soğan fidelerine (*Allium cepa* L.) G. *versiforme* ve G. *intraradices* aşılanmış sonuçta bitkinin sürgün sayısında ve kuru madde artışına neden olduğu gözlenmiştir. (Tao ve ark.,2006)

Toprak pH sı mikoriza türlerinin gelişmesi üzerine etkide bulunmaktadır. Örnek olarak *Glomus mosseae* ve *Gigaspora margarita*'ya pH 5,5'un altındaki topraklarda görülmemektedir (Tinker, 1980; Sieverding, 1991).

Topraktaki fosfor konsantrasyonu ile mikorizal infeksiyon arasında negatif bir ilşki vardır. Nitekim yapılan çalışmalarda artan fosfor konsantrasyonu kök infeksiyon yüzdesinin azalmasına neden olmuştur.(Curtis, 1999; Uyanöz ve Karaarslan, 2011; Karaarslan ve Uyanöz, 2010; Amijee ve ark., 1989; Koide ve Li, 1990; Schubert ve Hayman, 1978; Koide, 1991)AM rizosfer bölgesindeki mikrobiyal aktiviteyi artırmaktadır. Şöyleki, *Glomus fasciculatum'un* rizosfer bölgesindeki aktinomiset yoğunluğunu % 350- 400 arttırdığını bulmuştu. (Bagyaraj,1991)

Tarım topraklarında fosfor alınabilirliğinin düşük olduğu durumlarda gübrelemeden farklı olarak topraklarda mevcut bulunan, Fe, Al ve Ca fosfatlarca ve organik formda bulunarak yarayışsız durumdaki fosfor bileşiklerinin çözünürlülüğünün artmasında başta mikoriza olmak üzere mikrobiyal aktivitenin önemli etkisi olmaktadır. Mikorizanın bitki kök yüzey alanını artırarak özellikle bitkilerin fosfor beslenmesini artırdıkları ve bununla birlikte mikro organizmaların da elverişli fosfor içeriğini artırmak için etkili bir yol olduğu birçok araştırmacı tarafından desteklenmektedir (Gyaneshwar ve ark., 2002; Horst ve ark., 2002; Smith, 2001; Mcgonigle ve ark., 2003; Feng ve ark., 2003; Ryan and Angus, 2003; Zhu ve ark., 2003; Aquino and Plassard, 2004; İbrikci ve ark., 2004).

Fosforca noksan tınlı ve hafif asidik (pH 5.5) bir toprağa *G. intraradices* ile aşılanan buğday (*Triticum aestivum var.swift*) bitkisi hektar başına 0, 5, 10 ve 20 kg oranında fosforlu gübrelemenin yapıldığı bir deneme kurulmuştur. Deneme sonucunda, hem aşılanmış hem de kontrol bitkilerinde köklerin mikorizaya sahip olması (mikoriza oluşması) fosfor seviyesiyle artmıştır, fakat daha yüksek fosfor düzeylerinde zamanla azalmıştır (Mohammed ve ark., 2004).

Uyanöz ve ark.,(2007) tarafından *Rhizobium*, Arbuscular mycorrhiza (AM) aşılamanın, kimyasal gübre ve uygulamalarının fasulye bitkisinde verim, bin dane ağırlığı, total bozukluk ve tohumların besin maddesi birikimi üzerine etkisini belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda, aşılama ve organik gübre uygulamaları danenin fizikokimya özelliklerini ve pişme özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Genel olarak mikrobiyal gübreleme, kimyasal gübre ve organik gübre uygulamaları sadece verimi artırmayıp tohum kalitesini ve besin maddesi alımında etkilemiştir

Uyanöz ve ark., (2006) tarafından büyük toprak gruplarından belirlenen spor sayısı ve infeksiyon oranı ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırma sonucunda endogene spor sayısı ile infeksiyon arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca spor sayısı, mycorrhizal infeksiyon ve toprak özellikleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Diğer taraftan kök infeksiyon oranı % 10–80 arasında olurken, spor sayısı 34–648 arasında değişmiştir. En yüksek spor sayısı işlenmemiş hydromorfik alliviyal topraklarda olurken en düşük spor sayısı işlenmiş regosol topraklardan elde edilmiştir. İnfeksiyon oranı ise, bitki ve toprak çeşitlerine göre değişmiştir.

Orta Anadolu Toprakları'nda mycorrhiza spor dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, büyük toprak gruplarında farklı bitki örtüsü altındaki topraklar incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda, spor sayısı 34–648 adet/10 g toprak olarak belirlenmiştir. En yüksek spor sayısı çayır bitkisi altında Hydromorfik Alliviyal topraklarda belirlenirken, en düşük spor sayısı soğan bitkisi altında regosol topraklardan elde edilmiştir. En çok endogene spor kırmızı kahverengi laminat sporlar ile yeşil vakuolet sporlar olmuştur (Karaarslan ve ark., 2006)

Arbuscular mikoriza ile birlikte fosfat gübrelemesinin kök infeksiyonu üzerindeki etkilerini çalışmak için çok sayıda araştırmacı tarafından araştırma yapılmıştır ve sonuçta, fosfor konsantrasyonu toprakta arttıkça bitki köklerinin mikoriza mantar infeksiyonu azalmıştır.Ayrıca fosfor gübrelemesi ile mikorizalı bitkilerin mikoriza sporu sayısının azaldığı rapor etmişlerdir. (Kang ve ark.,1980; Hetrick ve ark.,1984;Lambert ve ark.,1979 ; Menge ve ark., 1978 ;Ortaş, 1998).

Konya ve civarında tarıma açılmış ve açılmamış topraklardaki V.A.M mantarı sporlarının sayısal ve tür dağılımı ile bu dağılım üzerine bitki örtüsü ve arazi kullanma biçimlerinin etkileri araştırılmıştır. Sonuçta spor dağılımları üzerine, bitki örtüsü ve arazi kullanma biçimlerinin etkili olduğu belirlenmiştir (Gür ve ark., 1993).

Karaarslan ve Uyanöz, (2011) tarafından yarı kurak bölgelerdeki AMF popülâsyonu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler ve doğal bitkilerdeki bulunma sıklığı belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlar. Sonuçta tuzlu alanlarda AMF popuplasyonu ve bitki infeksiyon oranları belirlenmiştir.

Yücel, (2007) tarafından 2 yıl sera koşullarında yürütülen bir çalışmada buğday ve yabani türlerinin mikorizaya bağımlığı sera koşullarında araştırılmıştır. Çalışma

sonucunda buğdayın S(B) genomunun yüksek düzeyde mikorizaya bağımlılık gösterdiğini, AA ve BBAA genomlarının hem bağımlılık, hem de bağımsızlık, buna karşın BBAADD genomunun ise en düşük tepki sağladığını göstermiştir. Böylece yabani ve primitif türler bitki ıslah programlarında yeni kültür buğdayların geliştirilmesinde yabani gen kaynağı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur

Bolat, (2006) tarafından tuzlu alanlarda var olan doğal mikorizaların uygun teknikler ile çoğaltılıp turunç bitkisine aşılanmasıyla, bitkilerin tuzlu topraklara adaptasyonunun sağlanması amacı ile yaptığı çalışma, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde rizosfer laboratuvar ve sera koşullarında yürütülmüştür.Çalışma sonucunda,Tuzlu alanlardan alınan doğal mikorizaların kültür bitkilerinde çalıştığı ve bitki gelişimine ve bitki besin elementleri alımına destek olduğu görülmüştür.Öte yandan,,andezitik tüf: toprak: kompost (6:3:1 v/v) harç ortamında yetiştirilen bitkilerde mikorizaların daha iyi çalıştığı görülmüştür.Ayrıca, Mikoriza aşılamasının belli bir doza kadar tuz ilavesi sonucu oluşan strese cevap verdiği belirlenmiştir

Ekolojk tarımda kullanılan gübre kaynaklarının (kayaçlar, organik madde ve mikoriza)mısır ve üçgül bitkilerinin büyümesi ve besin elementleri alımı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırma,Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde sera koşullarında yürütülmüştür. Deneme sonuçlarına göre kompost ve glokonit, pirit, kaya fosfatı ile bunların kombinasyonları mısır ve üçgül bitkisinin kuru madde üretimini ve besin elementleri alımını önemli derecede artırmıştır.Bu uygulamalar özellikle mikorizalı ortamda önemli derecede farklılık göstermiştir (Genç, 2006).

2.2. Fosfat Çözen Bakteriler

Bitki kök bölgesinde serbest veya simbiyoz yaşayan fakat bitki gelişimini teşvik eden, biyolojik mücadele veya mikrobiyal gübreleme amacıyla son yıllarda makro ve mikro organizmalar kullanılmaktadırlar. Burada kullanılan bakterilere, Bitki Gelişimini Teşvik Eden (Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR) bakteriler adı verilmektedir. Bu bakterilerin bitki gelişmesini teşvik mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olmasına rağmen, bunların oksin, giberallin, etilen ve sitokinin hormonları ürettiği, azot fiske ettiği, mineral fosfatı çözdüğü, organik maddeyi mineralize ettiği, siderofor, antibiyotik, enzim ve fungusit bileşikler sentezleyerek patojenere karsı antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir (Jeon ve ark., 2003; Aslantaş ve ark., 2007; Timmusk ve ark., 1999; García de Salamone ve

ark., 2001; Gutiérrez-Manero ve ark., 2001; Glick ve ark., 1995; Şahin ve ark., 2004; Jeon ve ark., 2003; Canbolat ve ark., 2006; Dobbelaere ve ark., 2002; Dey ve ark., 2004; Sudha ve ark., 1999; Çakmakcı ve ark., 1999; De Freitas ve Germida., 2000; Pal, 1998; Çakmakçı ve ark., 2007; Walley ve Germida, 1997; Barazani ve Friedman, 1999; Arkhipova ve ark., 2005; Kokalis-Burelle, 2003; Dey ve ark., 2004)

Tarımda kimyasal gübre kullanımının azaltılmasında mikroorganizmaların kullanımı son derece önemlidir. Biyolojik gübrelerin rolünün artması ve yaygınlaşması, kimyasal gübre gereksinimini ve gübreden kaynaklanacak çevresel olumsuz etkilerini azaltacaktır. Birçok bakteri organik asit üretimi veya diğer mekanizmalarla inorganik ve organik fosfatın çözünürlüğünü artırmakta ve bitkiler için alınabilir forma dönüştürmektedir. Mineral fosfat çözünürlüğünün temel mekanizması organik asit üretimi olurken, asit fosfataz organik fosforun mineralizasyonunda önemli rol oynamaktadır. Fosfat biyolojik gübrelemesinde başarı inokulumun kalitesi, bitki çeşidi, kültür koşulları, toprak özellikleri, sıcaklık, nem rejimi, toprak yapısı, aşılama ve uygulama tekniği, kullanılabilir maddelerin alınabilirliği ve gübreleme düzeyine bağlıdır. Bu derlemede biyolojik gübre etmeni olarak bitki gelişmesini teşvik eden bakterilerin (PGPR) çok yüksek bir potansiyele sahip olduğu, çeşitli bitki, iklim ve toprak koşullarında faydalı olabileceği ortaya konulmuştur. Özellikle PGPR tarafından, bitkisel hormonsal maddelerin, bitki tarafından hormon üretimini azaltıcı enzimlerin ve flavonoid maddelerin üretimi, kök yüzey alanını artırarak kök gelişmesini ve morfolojisini değiştirme, besin alımını ve ortak yaşam ilişkilerini etkileyen mekanizmaların tam olarak açıklığa kavuşturulması gereklidir (Çakmakcı, 2005).

Biyolojik gübre olarak *Bacillus*'ların kullanımı bitki gelişme hormonu senteziyle doğrudan gelişmeyi teşvik etmekte (Chabot ve ark., 1996; Amer ve Utkheda 2000), patojenleri bastırabilmekte (Bapat ve Shah, 2000; Eşitken ve ark., 2002), antibiyotik sentezlemekte (Marahiel ve ark., 1993; Handlesman ve Staab, 1996) ve fungus gelişmesini önlemektedir (Nautiyal, 1997). *B. subtilis* toplam bitki ağırlığı ile bitki dokulardaki N ve P konsantrasyonunu artırırken (Toro ve ark., 1997), *B. megaterium* toprağa iyi adaptasyon gösterip, bitki köklerine kolonize olarak şeker pancarı ve arpa verimini (Sukhovitskaya 1998; Çakmakçı ve ark., 1999), pirinçte ise dane verimini artırmıştır (Khan ve ark., 2003)

Uyanöz ve ark.,(2007) tarla koşullarında, ayçiçeğinde fosfat ve azot çözen bakteriler ile aşılamanın verim ve verim unsurları üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçta bakteri ile aşılamanın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Uyanöz, (2007) tarafından yapılan bir tarla çalışmasında, bio organik gübrelerin (Rhizobium, Vesicular Arbuscular, Ahır gübresi) ile kimyasal gübrenin (Amonyum sülfat) tek ve birlikte uygulamalarının fasulye bitkisinin verim, verim unsurları ve besin elementi alımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak bio organik gübrelerin bitki gelişmesi üzerine etkileri çevre şartları, bakteri çeşidi, bitki ve toprak şartlarına göre değişmiştir.

Toprak verimliliği ve kalitesinin değerlendirilmesi açısından faydalı olan bu araştırmada, buğday anızı (BA), sığır gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve üre (Ü) gübresi karıştırılmış killi tın toprak, tarla kapasitesinin % 80'i nem seviyesinde 75 günlük inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun 25, 50 ve 75. günlerinde toprağın CO_2 üretimi, 75. gününde ise üreaz ve katalaz aktiviteleri belirlenmiştir (Uyanöz ve ark.,2000).

Kuru fasulye bitkisinin gelişmesi ve Rhizobium üzerine tuzluluğun etkisini belirlemek için yapılmıştır.Bunun için AKMAN 98 fasulye çeşidi ve Rhizobium tropici CIAT 899,doğal Rhizobium ve farklı tuz konsantrasyonları kullanılmıştır.Çalışma sonucunda artan tuzluluk seviyesi ile Rhizobium tropici ve natural rhizobium tuz konsantrasyonu ile azaldığı tesbit edilmiştir, Ayrıca, toprak tuzluluğundaki artışların bitki gelişmesi ve Rhizobium açısından önemli olduğu bulunmuştur (Uyanöz ve Karaca,2011).

Toprakların biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde önemli bu çalışmada, toprak özellikleri ile toprağın biyolojik özellikleri arasında ki ilişkiler incelenmiştir. Sonuçlar toprak enzimleri ile toprak özellikleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Ancak çoğunlukla önemsiz etkiler belirlenmiştir (Uzun ve Uyanöz, 2011).

Fasulye köklerinden toplanan nodüllerden izole edilen doğal Rhizobium bakterilerin etkinliklerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada ,toplanan 94 doğal rhizobimun altı tanesi etkili bulunmuştur. Araştırılan Rhizobium bakterileri arasında simbiotik potansiyelleri bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sonuçlar etkinliği yüksek olan rhizobium şuşlarının inoculant olarak kullanılabilineceği ancak

bunların genetik olarak tanımlarının yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Karaca ve Uyanöz, 2012).

2.3. Kükürt

Kükürt organizmaların gelişme ve aktivitesi için esas elementlerden bir tanesidir. Bazı amino asitlerin yapısına girmesi nedeniyle bir çok proteinin yapısında bulunur. Toprakta inorganik ve organik formda bulunur. Yer kabuğunda kükürt miktarının % 0.10 arasında olduğu kabul edilmektedir. Pek çok tarım topraklarda bulunan kükürdün yaklaşık %80-90'nı organik bileşikler şeklinde geri kalan %10-20'lik kısım inorganik bileşikler şeklinde bulunur. Topraklarda bulunan inorganik kükürt (S), sülfür (S^{-2}), sülfit (SO_3^{-2}), tiyosülfat (S_2O_3), tetrasiyonat (S_4O_6) ve sülfat (SO_4^{-2}) haldeki kükürttür. Organik materyallerde kükürt iki şekilde bulunur. Kükürdün bir bölümü hücre özsuyunda SO_4^{-2} şeklinde bulunurken diğer bölümü ise belirli protein bileşiklerine bağlı olarak bulunur

Organik materyallerin parçalanmasıyla hücre özsuyunda sülfat şeklinde bulunan kükürt toprak çözeltisine geçer. Aerobik koşulların etkisi altında sülfat yağışlarla yıkanır ya da organizmalar tarafından absorbe edilir. Topraktaki organik kükürt mikrobiyal aktivite ile yükseltgenir. Organik kükürt bileşiklerinin parçalanması ile H_2S meydana gelir. H_2S aerobik koşullar altında yükseltgenerek SO_4^{-2} oluşturur (Haktanır ve Arcak, 1997; Kacar ve Katkat, 1998).

Ülkemiz topraklarının çok büyük bir bölümü kireçlidir. Toprakta pH toprak verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesidir.Yüksek kireç nedeniyle topraklarımızın alkali reaksiyonlu olması çoğu zaman bitkilerin Fe,Mn ve Zn gibi mikrobesin elementleriyle beslenmelerinde sorunlara neden olmaktadır.Bu sorunların giderilmesi fizyolojik asit karakterli gübrelerin kullanımı,toprakların organik madde içeriklerinin yükseltilmesi ve diğer kültürel tedbirlerin alınması gerekir.Bu kültürel tedbirlerden birisi de elementer kükürt uygulamalarıdır.

Heterotrofik organizmalar, organik materyali mineralize ederek H_2SO_4 oluşturan organizmalardır. H_2SO_4'in sülfat ve elementel kükürt şekline dönüştürülmesini sağlayan organizmalar ise "*Thiobacillius*" içeren ototrofik organizmalardır. Kükürdün oksitlenmesi sonucu oluşan H_2SO_4 (sülfirik asit) toprağın asitliğinin artmasına ve dolayısıyla pH'nın düşmesine neden olur. Elementel kükürtte toprağa uygulandığı

zaman yükseltgenerek sülfata dönüşür ve pH'nın düşmesine sebep olur (Güneş ve ark., 2002).

Elementel kükürt, sarı renkli ve suda çözünemeyen katı bir maddedir. Bu madde, toprak mikroorganizmalarınca SO_4 formuna okside olunur. Toprağa uygulanan elementel kükürdün etkinliği, parça iriliği, uygulama dozu, yöntemi, uygulama zamanı ve uygulama yapılan toprağın pH, organik madde durumu ve toprak nemi gibi özellikleri gibi çok çeşitli faktörlere bağlıdır(Ülgen ve Yurtsever, 1998; Aktaş,1991). Bu konuda çok sayıdaki araştırıcı (Nor ve Tabatabai, 1977; Li ve Caldwell, 1966; Attoe ve Olsen,1966) elementel kükürdün parça büyüklüğü azaldıkca oksidasyonun azaldığını, alkalin toprağın S oksidasyonunu artırdığını, organik madde ve sıcaklığın oksidasyonu artırdığını ve tarla kapasitesindeki nemin, kuru topraklara göre oksidasyonu artırdığını söylemektedirler.

2.3.1. Kükürt ve Mikrobiyal Gübre İlişkisi

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği arazisinde yer alan Karaburun serisi toprağı ve Adana'nın kuzeyinde yer alan Menekşe köyü yakınlarından alınan kireçce zengin Menekşe toprak serisinde (anamateryali marn) mikorriza aşılaması ile 100 mg/kg elementer kükürt ilavesinin soya ve mısır bitkilerinin biokütle üretimine, fosfor alımına ve mikoriza ile infekte olma yüzdesine etkileri mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar esas alınarak bir araştırma yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, kontrol uygulamasına oranla 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle; 1) Mısır ve soya bitkilerinin toprak üstü aksam ve kök verimi, 2) Fosfor alımı ve infekte olma yüzdesi değişmediği, 3) Mikoriza ilavesiyle toprak üstü aksam ve kök verimi, 4) Fosfor alımı ve infekte olma yüzdesinde bir artış gösterdiği, 5) Mikoriza ilavesiyle elde edilen söz konusu artış mikoriza ve 100 mg/kg elementer kükürt ilavesiyle değişmediğini tesbit etmiştir.Ayrıca, soya ve mısır bitkilerinde en yüksek verim Menekşe toprak serisinde elde edilmiştir. Sonuçlar 100 mg/kg elementer kükürt ilavesinin verimde ve fosfor alımında etkili olmadığını belirlemiştir. (Karaca,2008)

Alkalin reaksiyonlu topraklarda kükürt uygulamalarının pH ve bazı bitki elementlerinin alınımını kurduğu saksı denemesiyle araştırmış, %2'lik kükürt dozunun pH'yı 7.80'den 7.17'ye düşürerek en etkili doz olduğunu belirtmiştir. %0.5'lik kükürt dozunun buğday bitkisinde kuru madde verimi, N, P, Ca, Fe ve Zn kapsamını

arttırdığını, kükürt dozu arttıkça bu element alımlarının önemli derecede azaldığını belirtmiştir. Mn kükürt dozları arttıkça düzenli bir şekilde artmış, Na kapsamında ise bunun tersi bir durum söz konusu olmuştur. Araştırıcı en uygun dozun %0.5'lik kükürt dozu olduğunu saptamıştır (Pınar**,**1994).

Erdoğan, (2004)'nın yapmış olduğu çalışmada, yaygın olarak pamuk tarımı yapılan Ege Bölgesi topraklarının bitkiye yarayışlı kükürt miktarlarını belirlemede kullanılabilecek en uygun ekstraksiyon yöntemlerini araştırmıştır. Ele alınan 5 farklı ekstraksiyon yönteminin bölge koşullarına uygunluğunun değerlendirildiği bu çalışmada, topraklarda farklı ekstraksiyon çözeltileri ile ICP-metrik belirlenen alınabilir kükürt miktarları arasındaki ilişkilerin istatistiksel değerlendirilmesinde en yüksek korelasyonu NH_4OAC çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi vermiştir. KH_2PO_4 ikinci, soğuk su ile ekstraksiyon yöntemi üçüncü, NaCl nötr tuz çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi dördüncü olurken $CaCl_2$ çözeltisi ile belirlenen kükürt miktarları ile bitkisel materyalde saptanan kükürt arasında herhangi bir ilişkiye rastlanılmamıştır. Araştırıcı bölge toprakları için en uygun ekstraksiyon yönteminin NH_4OAC çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi olduğu, $CaCl_2$ çözeltisi ile ekstraksiyon yönteminin ise uygun olmadığı sonucuna varmıştır.

Gülser ve ark.,(2001) tarafından yapılan bir çalışmada, toprağa farklı şekillerde uygulanan kükürdün fosforun verildiği ve verilmediği koşullarda kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin bakır, mangan ve demir içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, fosfor gübrelemesi ile birlikte yüzeye kükürt uygulamasının bitkinin bakır, mangan ve demir içeriklerini artırdığını belirlemişlerdir.

Mikorizal enfeksiyonda organik salgılar ve fosfataz enzimleri salgılayarak toprakta yarayışsız durumdaki P yarayışlı hale getirerek alımını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bu oluşum çok miktarda Ca aldığından Ca-fosfat bağları çözünmekte ve sonuçta açığa çıkan fazla P bitkiler tarfından kullanılmaktadır. Mikoriza ile enfekte edilmiş bitkilerin toplam kök uzunlugu azalmasına karşın yan kök sayısı ve yan köklerdeki dallanma artmıştır (Ortaş, 1998).

Yapılan tarla denemelerinde hektar başına 10 kg ve 40 kg elementer kükürt uygulamalarıyla kumlu tınlı toprakta kolza (*Brassica napus* L**.**) bitkisinin veriminin arttığı kaydedilmiştir (Mcgrath ve Zhao,1996). Hektara 36 kg elementer kükürt

uygulaması yapılan tarla denemelerinde buğdayda (*Triticum aestivum L.)* hektar başına 0.46 ton verim artışı sağlamıştır (Nuttall ve ark.,1993).

Kışlık buğday (*T. aestivum L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada, elementer kükürt uygulamasının verim artışına neden olduğu kaydedilmiştir (Oaetes ve Kamprath, 1985).

Mısır (*Zea mays L.*) bitkisiyle yapılan bir çalışmada amonyum sülfat ve amonyum thio sülfat gübreleri kullanılarak hektara 6.7 yada 13.4 kg kükürt uygulamasıyla siltli tınlı bir toprakta önemli verim artışı sağlanmıştır (Rehm, 2005).

Li ve Caldwell,(1966); Lee ve ark.,(1988), ve Jones,(1982), elementel kükürdün oksidasyonu üzerine partikül büyüklüğü, toprak sıcaklığı, organik madde miktarı ve oranının etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Chapman (1989),elementel kükürdün farklı sıcaklıklardaki oksidasyonunu araştırmış ve araştırma sonucunda % 50 oksidasyonu sıcaklık artışla daha kısa bir sürede gerçekleştiğini bildirmiştir.

Yener (1997)'in bildirdiğine göre, Gediz havzası alluvial topraklarında bağ ve pamukta elementel kükürt uygulayarak verim ve besin elementleri alınımını incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, orta alkalin ve kireçli topraklara kükürt uygulaması ile 4–5 aylık süre sonunda toprak reaksiyonunda 0.5– 0.6 birimlik düşmelerin meydana geldiğini, fosfor ve mikro elementlerin bitkiler tarafından alımlarının arttığını ve bunun belirli oranlarda bağ ve pamukta verime de yansıdığını belirtmiştir.

Kaplan ve Orman, (1998) 0–200 kg/da elementel kükürt ve 0–10 ton/da dozlarında kükürt içeren atık ile tarla ve saksı denemeleri yürüterek, toprak pH'sı ve sorghum (*Sorghum bicolour L.*) bitkisindeki kuru madde verimi ve P, Fe, Zn, Mn ve Cu alınımına etkilerini araştırmışlardır. Bütün uygulamalar toprak pH'sını düşürmüş, denemenin ilerleyen haftalarında pH oranları tekrar artış göstermiştir. Hem elementel kükürt hem de kükürt içeren atık uygulamaları sorghum bitkisinin kuru madde verimi ve P, Fe, Zn, Mn, Cu alımlarında kontrole göre artışa sebep olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca her iki uygulamada kükürt dozlarına paralel olarak toprak EC değerlerinde de artışlar meydana getirdiğini gözlemlemişlerdir.

Karşıyaka Orman Fidanlığı topraklarında 6 farklı kükürt dozu ve 2 farklı seviyede organik madde uygulayarak yapılan bir araştırmada, artan kükürt miktarlarına göre toprak reaksiyonundaki düşmeler düzenli olarak devam etmiş, fakat pH daki düşmeler artan her dozun etkisi bir öncekine göre daha az olduğu belirlenmiştir. Kükürt dozlarının uygulamadan 16 hafta sonra yapılan pH ölçümlerinde toprak reaksiyonunu 0.5–0.9 birim düşürdüğünü, Ca, Mn, Fe ve Zn gibi besin elementlerinin alınabilirliğinin arttığını kireç ve K miktarlarında ise kontrole göre azalma olduğunu bildirilmiştir (Arcak ve ark., 1999)

Orman ve Kaplan (2000), aşırı kireçli ve yüksek kireçli iki farklı toprağa artan dozlarda uygulanan elementel kükürt ve Keçiborlu Kükürt Fabrikası flotasyon atığını uygulamışlar. Deneme sonucunda 5. ve 10. haftalarda ölçülen pH değerleri kontrole göre 0.35–1.05 birim düştüğünü görmüşler bu düşüşlerin istatistiksel açıdan önemli olduğunu bulmuşlardır.

Velarde ve ark. (2005)'den bildirdiğine göre, Arjantinde pH'sı 8,5 olan topraklarda *Prosopis alba* bitkisi ile yaptıkları çalışmada, 1- kontrol, 2- pH'yı düşürmek için elementel kükürt uygulaması, 3- Kükürt+TSP, 4- Kükürt+TSP+mikro elementler, 5-Kükürt+TSP+mikro elementler+K+Mg uygulamalarının sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Kükürt uygulamasıyla pH da 0.3 birimlik azalma olmasına rağmen kükürt oksidasyonu neticesinde toprağın elektriksel geçirgenliğinde önemli artışlar gözlenmiştir. En iyi uygulamanın kontrole göre % 42 biomass artışı sağlayan Kükürt+TSP+mikro element karışımının olduğu sonucunu saptamışlardır.

Çin'de yapılan bir araştırmada 20 farklı toprakta elementel kükürt oksidasyonunu incelenmiş ve daha sonra seçilen 6 toprağa tekrar elementel kükürt uygulanmış sonuçta üst üste kükürt uygulamalarının sonuçları araştırılmıştır. Test edilen 20 toprakta oksidasyon oranları geniş bir dağılım gösterdiği (0.3–25.6 µg S $cm^{-2}gün^{-1}$)belirlenmiştir. Ardarda kükürt uygulaması için seçilen inokule olmuş altı topraktan dördünde oksidasyon oranları istatistiksel açıdan önemli çıkmış ve oksidasyon oranı artışları %41–533 arasında değiştiği tesbit edilmiştir. (Li ve ark., 2005).

Mostafa ve Abd el-Kader, (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı kükürt dozlarının muz bitkisinde büyüme, verim ve meyve kalitesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Farklı dozlarda (0, 50, 75, 100, 150, 175 ve 200 S kg/da) kükürt uygulamışlardır. Sonuçta 200 kg/da S uygulamasıyla en düşük pH değerleri ve en

yüksek makro element alınabilirliğinin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Yapraklarda ise N, K ve S içerikleri uygulanan kükürt dozlarıyla birlikte kontrole göre artış göstermiştir.

Koçarlı, Nazilli, Menemen, Nazilli, Söke de uygulanan 5 elementel kükürt seviyesinin (0,40,80,120 ve 160 kg S/da) pamuk bitkisinin verim, kalite ve yapraklardaki besin elementleri içeriğini saptamak amacıyla 20 adet tarla denemesi kurulmuş. Sonuçta, en uygun elementel kükürt düzeyinin 40 kg S/da olduğu, kükürt uygulamalarının asidofilik ve nötrofilik Thiobacillius sayılarını arttırdığı ve yapraktaki besin elementleri miktarlarını etkilediği belirlenmiştir (Hakerlerler ve ark., 2006),

2.4. Fosfor ve Bitki Gelişimi

Bitkiler geliştikleri ortamdan fosforu, fosforu H_2PO_4 ve HPO_4 iyonu şeklinde alırlar. Bitkilerin otimum gelişme dönemlerinde topraklarda nisbi olarak H_2PO_4, daha fazla bulunduğu için bunu daha fazla alırlar. Bunun yanında bitkiler asit reaksiyonlu topraklarda H_2PO_4, alkali tepkimeli topraklarda ise HPO_4 iyonunu daha fazla alırlar. Ancak toprak çözeltisinde bu iyonların birbirine çok hızlı dönüşmesi nedeniyle pH sı 4–8 arasında değişen topraklarda bu iyonların alımları arasında önemli fark yoktur (Kacar ve Katkat, 2007).

Fosfor (P) bitki gelişimi için mutlak gerekli olan elementlerden birisidir. Bu nedenle, yoğun tarımın yapıldığı topraklarda organik ve inorganik fosfor kaynaklarından sürekli olarak fosfor ilave edilmesine rağmen, toprakların fosfor düzeyi ürün gelişimi açısından değerlendirildiğinde kritik seviyededir (Sharpley ve ark., 1994; Ragothama, 1999; Smith, 2001; Dodor ve ark., 2003; Zhu ve ark., 2003).

Toprakların toplam fosfor içeriği ne kadar yüksek olursa olsun, bitkiler için yarayışlı olan fosfor konsantrasyonu kritik düzeydedir ve her yıl uygulanan fosforlu gübreler yaklaşık % 80-85 oranında topraklarda adsorpsiyon ve çökelme yoluyla veya organik bileşikler oluşturarak bitkilerin alamayacağı forma dönüşmektedir.(Holford, 1997; Schachtman ve ark., 1998; Richardson, 1994; Abel ve ark., 2002; Daroub ve ark., 2003; Leytem ve Westermann,2003; Shibata ve Yano 2003; Zhu ve ark., 2003; Korkmaz ve ark., 2004; Shin ve ark., 2004).

Mısır bitkisi fosfor ihtiyacını kökleri vasıtasıyla topraktan H_2PO_4, ve HPO_4 şeklinde almaktadır.Özellikle düşük pH'lı topraklarda H_2PO_4 iyonu konsantrasyonu

artarken, yüksek pH'lı topraklarda ise HPO_4 iyonu konsantrasyonu artmaktadır (Kırtok, 1998; Schachtman ve ark., 1998; Güzel ve ark., 2002).Öte yandan,bitki gelişiminin erken aşamalarında ortamda yeterli düzeyde fosforun bulunması, üreme organlarının oluşabilmesi için önemlidir.Ayrıca bitkiler ihtiyaç duydukları fosforun büyük bir bölümünü gelişmelerinin ilk dönemlerinde alırlar (Brohi ve ark., 1994; Kırtok, 1998; Güzel ve ark., 2002; Kacar ve Katkat, 2007).

Araştırıcılar, fosforun bitkilerin yaşlı organlarına göre genç organlarında başka bir ifade ile, bitkinin tohum ve meyvelerinde, yaprak ve diğer kısımlarına nazaran daha fazla bulunduğunu bildirmektedirler (Ülgen ve Yurtsever,1988; Kırtok, 1998;Lott ve ark.,2000; Kacar ve Katkat, 2007). Özellikle tahılların tohumlarında ve meyvelerinde fosforun fitik asit ve fitat formunda önemli oranlarda bulunduğunu ve bunun gerek bitkinin gelişim sırasında fosfor ihtiyacının karşılanması önemli olmaktadır. Öte yandan, fosforun insan ve hayvan beslenmesi açısından öneminin yanında çevre açısından önemlidir. Özellikle toprak ve su kirliliğinin ancak dengeli gübreleme ile azaltılabileceğini bildirmektedir.

Bitkilerde azot ve potasyum yeteri kadar bulunduğu hallerde, gelişme azalır ve olgunluk devresi geriler. Gelişmede azalma özellikle genç bitkilerde daha açık görülür. Olgunluk dönemindeki gerileme ise daha çok döllenme evresindeki gecikmeden anlaşılır. Fosfor noksanlığında püskül gelişmesi yavaşlar, döllenme normal olmaz. Bunun bir sonucu olarak koçanlar normal gelişemedikleri gibi, danelerin koçan üzerindeki dizilişi de düzenli olmaz. Genç mısır bitkilerinde bodur büyüme ile birlikte fosfor noksanlığında yapraklarda koyu yeşil renk ve bazı hallerde yaprak ve sapta pembemsi bir renk görülür. Pembemsi renk bitkide şekerlerin birikmesinin sonucu olarak antosiyanin renk maddesinin meydana gelmesi ile açıklanmıştır. Ancak ilkbaharda uzun süren soğuk havalar gibi uygun olmayan gelişme koşulları altında da mısır bitkilerinde pembemsi renk ortaya çıkabilmektedir (Kaçar ve Katkat, 1997).

Fosforun özellikle mısır gelişimi üzerine etkisini araştıran Iqbal ve Chauhan, (2003) bitki gelişimini ve verim bileşenlerini etkileyen esas faktörün fosfor olduğunu belirterek, yaptıkları araştırmada mısır dane veriminin, yaprak uzama oranı ve yaprak alan indeksinin uygulanan fosfor dozu ile birlikte sırasıyla pozitif korelasyon göstererek (r=0.740, 0.806 ve 0.814) değiştiğini, bu yaprak bileşenlerindeki artışla beraber bitkinin fotosentez oranında da artışların olduğunu belirtmişlerdir.

Bayraklı ve ark., (1995), çinko, azot ve fosforlu gübre uygulamasının "*Gerek 79*" ekmeklik buğday çeşidi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma neticesinde çinko, azot ve fosfor gübrelerinin dane verimini önemli derecede artırdığını ($P<0,01$); ve çinko uygulamasıyla da dane veriminin %119 oranında artmış olduğunu; bu artışın diğer iki element uygulamasına göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca ZnxP, ZnxN ve PxN etkilerinin dane verimi üzerine etkisi, istatistikî yönden önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.

Korkmaz, (2005) tarafından doktora tezi olarak yürütülen ve GAP bölgesinde yaygın olarak kullanılan 10 mısır çeşidinin P etkinliklerini saptamak üzere, bölgede yaygın 3 toprak serisine ait topraklar kullanılarak sera denemesi yürütülmüştür. Bu amaçla, ekim öncesi her saksıya beş farklı dozda fosfor (0, 25, 50, 100 ve 200 mg kg-1) ilave edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, fosfor uygulamaları bitki kuru madde verimi ve P alımı açısından önemli derecede etkili bulunmuştur. Ayrıca,bölge topraklarında mısır yetiştirebilmek için başlangıçta toprakta bulunan yarayışlı fosfor içeriğine bağlı olarak 8-12 kg da-1 önerilebileceği sonucuna varılmıştır. Deneme sonuçlarındaki bulgular, bitkilerin farklı fosfor kullanım etkinliklerine sahip olmaları göz önünde bulundurulduğunda, aşırı miktarda kullanılan fosforlu gübrelerin azaltılmasını sağlayacağı için doğru gübreleme programlarının ve etkin bitki genotiplerinin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Ergin,(2006) tarafından yapılan bir araştırmada, fosfor ve mikoriza uygulamalarının marul bitkisinde bitki gelişimi ve fosfor alımına etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda fosfor uygulamaları ile marul bitkisinin verim kriterlerinde kontrole göre istatiksel anlamda önemli ($P<0.01$) artışlar elde etmiştir. Öte yandan yaprak sayısındaki artışların istatiksel anlamda önemli olmadığı belirlemiştir.Yine,bitkinin fosfor alımı fosfor uygulamalarından önemli ($P<0.01$) düzeyde etkilenmi ş; en yüksek fosfor alımı ortalaması 85.92 mg/saksı olarak 200 mg P 2O5/kg uygulamasında, en düşük fosfor alımı ise fosfor uygulaması yapılmayan saksılarda 58.81 mg/saksı olarak elde edilmiştir.Benzer şekilde Mikoriza uygulamaları da bitkinin fosfor alımını istatiksel olarak önemli ($P<0.01$) düzeyde artırmış, mikoriza uygulanan saksılarda elde edilen fosfor alımı ortalaması 75.14 mg/saksı olarak, mikoriza uygulanmayan saksılara kıyasla yüksek bulunmuştur. Artan fosfor dozları ile birlikte mikorizanın verim kriterleri ve fosfor alımı üzerine olumlu etkilerinin azaldığı belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma kireçli bir toprakta P yarayışlılığını arttırmak amacıyla sera koşullarında saksı denemesi şeklinde planlanmış ve üç tekerrürlü olarak yürütülülmüştür.

3.1. Materyal

3.1.1.Denemede kullanılan toprak

Araştırmada,kireççe zengin fakat elverişli fosfor bakımından fakir, bünye bakımından killi tın bünyeye sahip toprak, deneme materyali olarak seçilmiştir. Araştırmada kullanılan toprağın bazı özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan toprağa ait bazı özellikler

pH	%Tuz	%Ca CO_3	%org. madde	P_2O_5 ppm	K_2O ppm	% kum	% silt	% kil	Sınıfı	% T.K.	% S.N.
7.25	**0.0236**	**43.00**	**2.00**	**8.06**	**184**	**47.3**	**21.94**	**30.76**	**SCL**	**21.32**	**13.97**

3.1.2.Denemede kullanılan bitki

Bu çalışmada, test bitkisi olarak pioner firmasına ait OSSK–602 (FAO 600) mısır tohumları *(Zea mays L.*) kullanılmıştır.

3.1.3.Kimyasal gübre

Denemede taban gübresi olarak bütün saksılara toprakta bulunan fosfor miktarıda dikkate alınarak ilave 6 kg/da(saksı başına 0,12g) olacak şekilde DAP (%46), azotlu gübre olarak 8 kg/da(saksı başına 0,19g)saf olacak şekilde üre (% 46) kullanılmıştır.

3.1.4.Biyolojik gübreler

Araştırmada biyolojik gübre olarak ticari VAM (*Glomus mossea*), S.Ü.Çumra Meslek Yüksek Okulundan temin edilen fosfor çözücü(*Bacillus sp189)* kodlu bakteri, kullanılmıştır.

3.1.5.Kükürt:

Araştırmada farklı dozlarda toz elementel kükürt (0,10,20,40 kg/da) olacak şekilde saksılara (0 , 0.2 , 0.4 , 0.8 g/saksı) kükürt miktarı hesaplanarak uygulanmıştır.

3.1.6.Deneme saksıları

Araştırmada,20x22 ölçülerinde 5 litrelik polietilen plastik saksılar kullanılmıştır.

3.2. Metod

Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekerrürlü olarak planlanıp yürütülmüştür. Araştırmada dört farklı biyolojik gübre uygulaması(kontrol,vam,*bacillus189* ve vam+*bacillus 189*) ile beş dozda kükürt uygulaması ve üç tekerrür ile birlikte toplam 60 saksı kullanılmıştır.Deneme deseni aşağıdaki gibidir. Denemenin genel görünüşü Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmaya ait deneme planı

KONTROL (kg/da)	+VAM	+*BACİLLUS SP 189*	+VAM + *BACİLLUS SP 189*
0	0	0	0
10	10	10	10
20	20	20	20
30	30	30	30
40	40	40	40

3.2.1. Denemenin kurulması

Araştırmada dört biyolojik gübre, beş adet kükürt dozu ve üç tekerrür olmak üzere (4x5x3) toplam 60 saksıda yürütülmüş olup, beş litre hacmindeki polietilen saksılara kireci yüksek ve elverişli fosforu düşük ve 4 mm den elenmiş toprak doldurulmuştur. Toprak la doldurulan saksılara farklı dozlarda denemeden 15 gün önce kükürt ilave edilmiştir. Denemede taban gübresi olarak, bütün saksılara DAP ekimden önce, ekimden sonra üst gübre üre uygulanmıştır.(Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Denemenin kurulması

3.2.2. Sulama bakım

Topraklar tarla kapasitesine göre sulama yapılarak haftalık eksilen su kadar su ilave edilmiştir.

3.2.3. Biyolojik gübre uygulanması

VAM uygulanacak olan her saksıya 500 adet spor gelecek şekilde deneme kurulmadan 15 gün önce VAM uygulanmştır. Bakteri uygulanan her saksıya ml sinde 10^8 adet olacak şekilde denemeden 15 gün önce bakteri aşılanmıştır.

3.2.4. Bitkide yapılacak ölçüm ve analizler

Deneme bitkisinde hasat sonrası kök ağırlıkları, toprak üstü aksamı ağırlıkları ve azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, çinko, mangan, kapsamları belirlenmiştir.

3.2.5. Toprakta Yapılan analiz ve ölçümler

Araştırma topraklarında deneme öncesi ve sonrasında fiziksel kimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır.

3.2.5.1. Fiziksel analiz yöntemleri

Tekstür analizi

Bouyoucous (1951) tarafından geliştirilen "Hidrometre Yöntemi"ne göre yapılmıştır (Demiralay 1977).

Tarla kapasitesi

1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

3.2.5.2. Kimyasal analiz yöntemleri

Toprak reaksiyonu (pH)

1:2.5'luk toprak:su saf süspansiyonunda pH metre ile belirlenmiştir (Richard 1954).

Elektriksel iletkenlik (EC)

1,5'lik toprak: su karışımında iletkenlik aleti (EC metre) kullanılarak tayin edilmiştir (U. S. Salinity Lab. Staff 1954).

Organik madde

Organik maddenin oksidasyonu esasına dayanan "Smith Weldon" yöntemi uygulanarak tayin edilmiştir (Smith ve Weldon 1941).

Kireç (%$CaCO_3$)

Sheibler kalsimetresi kullanılarak, kireç miktarı asit (1,3'lük HCl) ile karıştırılantoprak, kalsiyum karbonatın parçalanması sonucu açığa çıkan CO_2'in standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal 1965).

Toplam azot

Kjeldahl yöntemine göre toprakların toplam azot miktarları belirlenmiştir (Bremner 1965).

Sülfat tayini

Topraktaki SO_4-S Kacar,(2009)'un bildirdiği şekilde türbidimetrik yöntemle yapılmıştır.

Bitkiye yarayışlı fosfor

pH' sı 8.5 olan 0.5 M $NaHCO_3$ çözeltisinde ekstarkte edilebilen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen ve ark. 1954).

3.2.5.3. Biyolojik analiz yöntemleri

Mikoriza sporlarının izolasyonu ve sayımı

Topraktan izole edilen sporların sayımında Gerdeman ve Nicolson (1963) tarafından geliştirilen ıslak eleme metodu kullanılmış ve spor sayısı adet/10 gram toprak şekline dönüştürülmüştür.

Mikorizal infeksiyon oranının belirlenmesi

Hasat edilen mısır bitkisi köklerinde mikorizal infeksiyon yüzdelerinin belirlenmesi için bitkiler Koske ve Gemma (1989)'nın metoduna göre boyanmıştır. Mikorizal infeksiyonun tayininde ise, Gıovannettı ve Mosse (1980) tarafından geliştirilen "gridline intersect" metodu kullanılmıştır. Boyanan kökçükler 40 büyütmeli stereo mikroskop altında incelenmiştir. İnfeksiyon oranı sayısallaştırılarak % olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.4. İstatistikî Analizler

Araştırma sonucundan elde edilen rakamlar,önce Varyans Analizine tabi tutulmuş, sonra bu analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren neticelere "Duncan Çoklu Karşılaştırma" testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Mikoriza, bakteri aşılamaları ve kükürt uygulamalarının kombine etkilerinin mısır bitkisinde, başta fosfor olmak üzere besin elementleri alımı ve verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma sera koşullarında yürütülmüş olup elde edilen sonuçlar farklı konu başlıkları altında tartışılmıştır.

4.1. Elementel Kükürt ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Kök ve Toprak Üstü Aksamı Üzerine Etkileri

Sera koşullarında yürütülen çalışmada, elementel kükürt ve mikrobiyal (bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) gübre uygulamalarının mısır bitkisinin kök ve toprak üstü kuru ve yaş ağırlıkları ile ilgili istatistikî sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. İlgili çizelgeden de görüleceği gibi, biyolojik gübre aşılamaları, mısır bitkisinin kök yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve toprak üstü yaş ağırlığı gibi paremetreler üzerine ($p<0.05$) önemli etkiler yapmış olduğu gözükmektedir. Ancak kuru yaprak ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Öte yandan Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi bitki başına düşen kök yaş ağırlığı 2.65 g ile 3.95 g arasında değişmekte olup en yüksek değerler mikrobiyal uygulamalarında olmuştur. En düşük değer ise, kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Tek başına mikoriza aşılaması deneme bitkisinin kök ağırlığını artırmadaki etkisi, bakteri ve mikoriza ile birlikte aşılanması benzer etkiye sahip olmuştur. Mikrobiyal aşılma kontrol uygulasına göre test bitkisinin kök ve toprak üstü aksamını artırmada hem yaş ağırlıkta hemde kuru ağırlıkta etkili olmuştur. Bu olumlu etki yaprak kök oranlarında da görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar deneme saksılarına aşılanan bakteri ve mikorrizanın bitkinin gelişmesi üzerine olumlu etki yapaliceğni gösremektedir. Nitekim,bu konuda yapılan çok sayıda araştırmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Rodriguez ve Fraga; 1999; Vassilev ve ark., 2006; Özyılmaz ve Benlioğlu,2012; Karaca,2008).Bu olumlu etkinin aşılamada kullanılan organizmaların bitki kök bölgesinde çözünemez durumunda bulunan inorganik fosfatı metabolik işlevleri sonucu çözünebilir hale getirebileceğinden kaynaklandığı düşünümektedir. Özellikle *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium ve Burkholderiacinsine* bağlı olan bu bakterilerin ürettikleri organik asitler yardımı ile inorganik fosfatı, fosfataz enzimleri yardımıyla da organik fosfatı çözünebilir hale getirebilme yeteneğinde oldukları birçok araştırmacı tarfından ortaya konmuştur.

Öte yandan, Rizosfer bölgesinde bulunan ve bitki köklerinde simbiyotik olarak yaşayan kök fungusları (mikoriza) ve pek çok bakteri başta olmak üzere birçok mikroorganizma çözünemez durumunda bulunan inorganik fosfatı metabolik işlevleri sonucu çözünebilir hale getirebilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar bu bakterilerin büyük bir kısmının bitkinin kök ve yakın çevresinde (rizosfer) bulunduğuna, aynı zamanda indol asetik asik ve antibiyotik gibi metabolitler ürettiğine ve bu nedenle de bitki gelişimini teşvik etmesinin yanısıra bitki hastalıklarına karşı da biyokontrol ajanı olarak kullanıldığına dikkati çekmektedir (Vassilev ve ark., 2006). Bu araştırmadan elde edilen sonuçlardan görülebileceği gibi, mikrobiyal gübre uygulamaları, bitkinin morfolojik özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı sonucuna varılmıştır.Başka bir ifade ile araştırma sonuçları ile bu konuda yapılan çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.1. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt ve Mikrobiyal gübre uygulamalarının mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Vary. Kayn.	S.D	F Değeri			
		Kök Yaş Ağırlık (g/bitki)	Kök Kuru Ağırlık (g/bitki)	Yaprak Yaş Ağırlık (g/bitki)	Yaprak Kuru Ağırlık (g/bitki)
U	3	0.05 *	0,03 *	0,05*	0,22
K	4	0.04	0,05 *	0,25	0,18
U XK	12	0.40	0,12	0,29	0,25

*p< 0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.2. Mikrobiyal gübre uygulamalarının mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı üzerine etkisi

Mikrobiyal Uygulama	Kök Yaş Ağırlık (g/bitki)	Kök Kuru Ağırlık (g/bitki)	Yaprak Yaş Ağırlık (g/bitki)	Yaprak Kuru Ağırlık (g/bitki)	Yaprak/kök oranı (yaş ağırlık)	Yaprak/ kök oranı (kuru ağırlık)
Kontrol	2,65	0,30 a	4,65	0,42	1,75	2.0
Bakteri	3,80	0,21b	6,63	0,51	1,74	2.1
Mikorriza	3,95	0,29a	6,62	0,55	1,67	1.96
Bakteri+Mikorriza	3,95	0,30a	6,65	0,55	1.68	1.86

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark (p<0.05) önemlidir**.**

Sera koşullarında yürütülen bu çalışma sonucunda, farklı dozlarda (0,10,20,30 ve 40 kg/da) elementel kükürt uygulamalarının mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı üzerine yapılan bu çalışmada toprağa uygulanan elementel kükürdün etkisinin sadece kök kuru ağırlığı üzerine istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur. Öte yandan, farklı dozlarda kükürt uygulamalarının etkileri mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı üzerine hem yaş ağırlıkta hemde kuru ağırlıkta farklı olmuştur. Ayrıca bakteri ve mikorriza interaksiyonuda önemsiz olarak belirlenmiştir. Öte yandan test bitkisinin en yüksek kök ve toprak üstü aksamlarının yaş ağırlıklarına dekara 10 kg kükürt uygulmalrından elde edilmiştir. Bu değer sırasıyla kökte 4.14 g toprak üstü aksamda 6.98 gram / bitki olarak tesbit edilmiştir (Çizelge 4.3). Birçok araştırıcı yapmış oldukları sera ve tarla çalışmalarında kükürt uygulamalarından benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Mcgrath ve Zhao.,(1996), tarafından yapılan tarla denemelerinde kumlu tınlı bir toprakta yetiştirilen kolza (*Brassica napus L., cvs Libravo yada Falcon*) bitkisine hektar başına 10 kg ve 40 kg elementer kükürt uygulamışlar ve sonuçta kükürt uygulamasının verimi arttığı belirlemişlerdir. Nuttall ve ark.,(1993),bugdaya (*Triticum aestivum L.*) dekar başına 36 kg elementer kükürt uygulaması yapılmış sonuçta buğdayda hektar başına 0.46 ton verim artışı sağlamıştır.Diğer taraftan sırasıyla Yasmin ve ark.,(2007) buğdayda; McLaughlin ve Holford,(1982),aktaş yoncasında, Oaetes ve Kamprath, (1985), Kışlık buğdayda (*Triticum aestivum L.*) ve Jones ve ark, (1984) şalgam (*Brassica napobrassica, Mill. Cv.*) da yapmış oldukları çalışmalrda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda kükürt uygulamalarının mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı üzerine etkisi

Kükürt dozu Kg/da	Kök Yaş Ağırlık (g/bitki)	Kök Kuru Ağırlık (g/bitki)	Yaprak Yaş Ağırlık (g/bitki)	Yaprak Kuru Ağırlık (g/bitki)	Yaprak/kök oranı (yaş ağırlık)	Yaprak/kök oranı (kuru ağırlık
0	4,01	0,32 ab	6,87	0,57	1,71	1,83
10	4,14	0,32 a	6,98	0,59	1,68	1,84
20	3,26	0,24 c	5,60	0,47	1.72	2.04
30	3,39	0,25bc	6,00	0,49	1.77	2.00
40	3,16	0,24 c	5,25	0,43	1,66	1,82

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark ($p<0.05$) önemlidir

Araştırmada kullanılan mikrobiyal gübre ve elementel kükürdün birlikte uygulandığı saksılardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamının ortalama değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. İlgili tablonun incelenmesindende anlaşılacağı üzere, mikrobiyal gübre kükürt interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Öte yandan mikrobiyal gübre ve elementel kükürt interaksiyonu ile ilgili test bitkisinin toprak üstü aksamına ait yaş ve kuru ağırlık değerlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. İlgili tablolardan görüleceği üzere, kükürt dozlarının tek başına uygulanması ile elde edilen sonuçlar, kükürdün mikoriza ve Bacillus 189 ile birlikte uygulanmasından elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark olmamıştır. Bunun yanında, bitkinin toprak üstü aksamı ile ilgili olarak interaksiyonda yaş ve kuru ağırlıkta elde edilen en yüksek değerler 9.52 gram/bitki ve 0.76 gram /bitki sırasıyla 10 kg/da kükürt uygulanan kontrol saksısından ve mikorrizanın uygulandığı fakat kükürdün uygulanmadığı saksılardan elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Mikrobiyal Gübre (bakteri, mikorriza ve bakteri+mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta yaş ve kuru ağırlık kapsamına etkisi

Kükürt dozu Kg/da	**Yaş ağırlık (gram/bitki)**				**Kuru ağırlık (gram/bitki)**			
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam + Bakteri**	**Kontrol**	**Bakteri**	**Vam**	**Vam + Bakteri**
0	7,93	5,13	8,49	5,92	0,64	0,43	0,76	5,13
10	9,52	3,88	7,28	7,23	0,74	0,35	0,63	3,88
20	6,40	4,35	5,95	5,69	0,48	0,47	0,46	4,35
30	5,46	4,54	7,22	6,79	0,44	0,41	0,55	4,54
40	3,84	5,37	4,16	7,63	0,28	0,46	0,37	5,37

Çizelge 4.5. Mikrobiyal Gübre (bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin kök yaş ve kuru ağırlık kapsamına etkisi

Kükürt dozu Kg/da	**Yaş ağırlık (gram)**				**Kuru ağırlık (gram)**			
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam + Bakteri**	**Kontrol**	**Bakteri**	**Vam**	**Vam + Bakteri**
0	4,55	2,95	5,15	3,40	0,38	0,25	0,41	0,23
10	5,43	2,28	4,44	4,37	0,43	0,19	0,31	0,37
20	3,59	2,79	3,30	3,34	0,26	0,20	0,25	0,24
30	3,20	1,96	4,32	4,06	0,23	0,15	0,27	0,32
40	2,24	3,26	2,57	4,59	0,18	0,25	0,20	0,32

4.2. Elementel Kükürt ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Makro ve mikro Element Kapsamına Etkisi

Kireçli bir toprağa farklı dozlarda elementel kükürt ve mikrobiyal aşılama yapılmasıyla yürütülen çalışma sonucunda mısır bitkisinin yapraklarına ait makro ve mikro element değerleri ile ilğili yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Söz konusu tablonun incelenmesinden anlaşılacağı üzere, mısır bitkisinin toprak üstü kısmın azot, potasyum, demir ve bakır kapsamı üzerine mikrobiyal gübre uygulaması istatistikî olarak etkide bulunurken fosfor, kalsiyum, magnezyum ve mangan ve çinko üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Öte yandan mısır bitkisinin ekildiği toprağa farklı dozlarda elementel kükürt uygulaması bitkinin fosfor kapsamı üzerine ve bakır kapsamı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Mikrobiyal aşılama ve kükürtün birlikte uygulanması durumunda sadece bakır üzerine istastiki olarak etki yapmış olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Mikrobiyal gübre ve farlklı dozlarda kükürt uygulamalarının mısır bitkisinin Makro ve mikro Element Kapsam ile ilgili varyans analiz sonuçları(%)

Varyasyon Kaynak	SD	F Değeri								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Mikrobiyal Uyg.	3	0,0017*	0,7811*	<.0001*	0,1696	0,5875	0,0730*	0,3988	0,0043*	0,0720
Kükürt	4	0,1120	0,0082*	0,2630	0,4497	0,1054	0,6815	0,5519	<.0001*	0,0487
Mik.X Kükürt	12	0,2078	0,5798	0,2969	0,2590	0,1966	0,5326	0,5907	0,0046*	0,2521

* $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Mısır bitkisinin deneme sonunda toprak üstü aksamının toplam azot kapsamı % 2.41–2.60 arsında değişmiş olup bitkinimn en yüksek azot kapsamı bakteri uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7). Öte yandan bitkinin potasyum kapsamı % 3.28–4.33 arasında %0.020–0.025 arasında demir kapsamı belirlenmiştir. Diğer makro elementlerden fosfor, kalsiyum, mağnezyum ila çinko, bakır ve mangan kapsamlarını uygulamalar önemli etkiye sahip olmamıştır.

Çizelge 4.7. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikoriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Toprak üstü aksamın Makro ve mikro Element Kapsamına Etkisi(%)

Mikrobiyal Uygulama	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Kontrol	2,41b	0.0153	4,18b	1,43	0,53	200	50	15b	75
Bakteri	2,60a	0.0154	3,28a	1,64	0,55	310	49	16a	75
Mikoriza	2,42b	0.0156	4,33a	1,48	0,53	250	56	15b	75
Bakteri+Mikoriza	2,42b	0.0157	4,33a	1,44	0,52	230	47	15b	70

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark ($p<0.05$) önemlidir

Çizelge 4.7'den de görülebileceği gibi bakteri ve mikoriza uygulamaları ile bakteri ve mikorizanın birlikte uygulandığı saksılarda yetiştirilen mısır bitkisinin azot, fosfor ve kalsiyum kapsamları kontrol saksılarındaki bitkilere göre daha yüksek bunmuştur. Mikro element kapsamı kontrol bitkilerine göre yüksek bulunmasına rağmen, aralarındaki fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Öte yandan, mısır bitkisinin yaprağındaki en yüksek azot değerine % 2.60 ile bakteri aşılamasından elde edilirken buna karşılık en düşük azot değerine ise % 2.41 ile kontrol saksılarından elde edilmiştir. Bitkinin fosfor kapsamı ise, farklı olmuş ve uygulamalar göre değişkenlik arz etmiştir ve önemli sonuçlar elde edilememiştir. Bu durum, fosfor çözme etkinliğini görmek için aşılanan bakteri ve mikorizanın aktivitelerinin deneme boyunca yeterli olmadığını göstermektedir. Öte yandan mısır bitkisinin köklerinin mikro element kapsamı Fe hariç kontrol uygulamalarına göre önemli değişiklikler gözlemlenmemiştir

Kireçli bir toprağa uygulanan mikrobiyal gübre ve farklı kükürt uygulamalarının mısır bitkisininde etkisini belirlemek amacıyla yapılan saksı denemesi sonuçları ve bu sonuçlara ait değerlerin ortalaması alınarak hesaplanan kükürt dozlarına göre mısır bitkisinin ortalama makro ve mikro element kapsamı Çizelge 4.8'de verilmiştir. İlgili tabloların incelenmesindende anlaşılacağı üzere, bitkinin fosfor kapsamı üzerine kükürt dozlarının etkisi fosfor ve demir hariç istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Başka bir ifade ile artan kükürt dozlarında yanlızca bitkinin fosfor alımında olumlu etkiye sahip olmuştur. Nitekim Çizelge 4.8'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, bitkinin azot ve fosfor kapsamı artan kükürt dozuna bağlı olarak sırasıyla % 2.41-2.54 ile % 0.0146 -0.0164 arasında değişmiş olup en yüksek değere 40 kg /da uygulamalarından elde edilmiştir. Azot ve fosforun dışında, 40 kg/da kükürt uygulaması potasyum, mağnezyumuda olumlu etkilemiştir. .Bunların dışında potasyum ve kalsiyum ise 20 kg/da dan elde edilmiştir.

Öte yandan bitkinin mikro element kapsamı kükürt dozlarına göre değişkenlik göstermiştir. Başka bir ifade ile, test bitkisinin toprak üstü aksamının mikro element değerlerinde dalgalanmalar elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı Dozlarda Kükürt Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Toprak üstü aksamın Makro ve mikro Element Kapsamına Etkisi(%)

Kükürt dozu Kg/da	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm
0	2,41	0,01 c	3,79	1,39	0,51	280	48	15 b	70 e
10	2,42	0,01 c	3,93	1,59	0,51	220	58	15 b	72 d
20	2,43	0,02 b	4,04	1,50	0,55	260	50	15 b	74 c
30	2,51	0,02 a	4,07	1,45	0,55	220	49	15 b	78 a
40	2,54	0,02 a	4,33	1,55	0,55	240	48	16 a	76b

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark ($p<0.05$) önemlidir

Kireçli bir toprağa dört farklı dozda uygulanan elementel kükürt ve mikroorganizam aşılamasının birlikte uygulandığı saksılardan elde edilen değerler kullanılarak yapılan varyans analiz sonuçlarına göre kükürt ve mikroorganizma interaksiyonu bitkinin makro ve mikro elment kapsamını üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Başka bir ifade ile mikorriza ve bakteri aşılamsının kükürt ile birlikte yapılması bitkinin kaldırdığı besin elementlerini etkilememiştr. Ek Çizelge 1-10'da görüldüğü üzere elementel kükürt uygulamaları ve mikroorganizma aşılaması bitkinin azot kapsamı üzerine etkisi belirgin olmamıştır.Buna rağmen en yüksek azot kapsamı tek başına bakteri ile birlikte kükürt uygulamasında olmuştur. Diğer uygulamalar mikoriza ve mikorizanın bakteri ile birlikte uygulandığı saksılardan elde edilen değerler aynı grupta toplanmıştır. Öte yandan fosfor çözünürlüğünü artırmak içn kullanılan elementel kükürt ve mikroorganizmanın birlikte uygulaması fosfor alımını genel olarak artırmıştır. Ve bitkide en yüksek fosfor mikorizanın bakteri ile birlikte uygulanmasından elde edilmiştir (Ek Çizelge 1-2). Yine bitkinin K, Ca, Mg kapsamları üzerine kükürt mikroorganizma interaksiyonu önemsiz çıkmıştır.Aynı şekilde test bitkisinin mikroelement kapsamı üzerine de etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir (Ek Çizelge 1-10)

4.3. Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Toprak Özelliklerine Etkisi

Mikrobiyal gübre uygulamalarının sera koşullarında mısır bitkisinin yetiştirildiği topraklarda deneme sonunda yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. İlgili çizelgeden görüleceği gibi mikrobiyal aşı uygulamaları deneme topraklarının organik madde, fosfor, potasyum ve amaonyum azotu üzerine etkileri istatsitiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Mikrobiyal gübre ve farklı dozlarda kükürt uygulamalarının toprak özellikleri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynak	SD	F Değeri							
		pH	tuz	Org. madde	P	K	NH_4	NO_3	SO_4
Mikrobiyal Uyg.	3	0,19*	0,9975*	0.0001*	0,0126*	0.0001*	0,0135	0,1115	0,3046*
Kükürt	4	0,01*	0,0002*	0,0370*	0,1833	0,9760	0,0929	0,5206	<.0001*
Mik.X Kükürt	12	0,35*	0,2577*	0,0031	0,3824*	0,1199*	0,1423	0,1328*	0,0834*

*$p< 0.05$ düzeyinde önemli

pH, % tuz, nitrat ve sülfat kapsamı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Uygulanan kükürd dozları toprağın pH değeri, tuz ve organik madde kapsamı ve sülfat kapsamı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Mikrobiyal aşılama ve kükürt interaksiyonları organik madde hariç önemli etkiye sahip olmamıştır. Toprağa aşılanan mikorriza ve fosfat çözücü bakterinin deneme toprağının pH sı ve tuz kapsamı üzerinde herhangi bir değişikliğe sebeb olmamıştır. Ancak, deneme sonunda saksılardaki toprağın organik madde kapsamı % 1.56–1.91 arasında değişmiştir. En yüksek organik madde kapsamı bakteri aşılanan topraklarda olurken, en düşük organik madde kapsamı kontrol saksılarından elde edilmiştir. Deneme sonunda toprakların yarayışlı fosfor kapsamı uygulamalara göre değişken olmuş ve en düşük fosfor değerine kontrol uygulamalarında görülürken en yüksek fosfor değerine 23 ppm ile bakteri ve mikorrizanın birlikte aşılandığı uygulamalardan elde edilmiştir. Bunu sırasıyla (21 ve 18 ppm) mikorriza ve bakterinin tek başına uygulandığı saksılardan elde edilmiştir (Çizelge 4.10). Mikrobial aşılama deneme topraklarının potasyum kapamları üzerine etkileri farklı olmuştur. Potasyum kapsamları 152 – 183 ppm arasında değişmiştir. En az potasyum kapsamı kontrol saksılarından elde edilirken en yüksek bakteri aşılamasından elde edilmiştir.

Öte yandan topraklarıon azot ve sülfat kapsamları mikrobiyal aşılama ile önemli oranda değişmemekle birlikte kontrol saksılarına göre mikroorganizma uygulamalarında artışlar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.10. Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Toprak Özelliklerine Etkisi

Mikrobiyal Uygulama	pH	Tuz %	Org. madde %	P Kg/da	K Kg/da	NH_4 ppm	NO_3 ppm	Toplam N ppm	SO_4 ppm
Kontrol	7,41	0,058	1,57b	17,69	152b	21,33d	1420	163	2,39
Bakteri	7,43	0,058	1,92a	18,06	184a	26,00c	1513	177	2,84
Mikorriza	7,45	0,059	1,89a	21,62	154b	28,67b	1693	198	2,69
Bakteri + Mikorriza	7,43	0,058	1,65b	22,88	170a	38,00a	1553	193	2,81

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark ($p<0.05$) önemlidir

Sera koşullarında kontrollü olarak yürütülen ve farklı dozlarda kükürt uygulanan topkta mısır yetiştirilmiş ve deneme sonunda toprak özelliklerine bakılmıştır. Analizler sonucunda kükürt uygulamasının toprak pH'sını, toprak tuzunu ve topraktaki organik madde kapsamı önemli oranda artırmıştır. Bu değişmeler istatistikî acıdan önemli olmuştur. Deneme saksıların da belirlenen pH değerleri, 7.45'den 7.39'a kadar düşmüştür. Bu düşüş en fazla dekara 30 ve 40 kg kükürt uygulanan saksılardan elde edilmiştir. Organik madde seviyelerindede önemli değişmeler olmuş ve en fazla organik madde artışı 30 kg/da kükürt uygulamalarında görülmüştür. En az organik madde ise kontrol saksılarından elde edilmiştir. Diğer taraftan topraktaki fosfor miktarı kontrol uygulamalarına göre önemli ölçüde artmıştır. Diğer taraftan artan kükürt dozlarına bağlı olarak yarayışlı fosfor miktarının da artmış olduğu görülmektedir. Öte yandan topraktaki azot miktarı kükürt dozları ile değişkenlik göstermemiş başka bir ifade ile kükürt dozları ile doğrusal bir ilişki bulunmamaıştır. Ancak topraktaki sülfat miktarı artan kükürt dozları ile önemli ölçüde değişkenlik göstermiştir. Kükürt miktarı arttıkca sülfat konsantrasyonu da artmış olduğu görülmüştür (Çizelge 4.11)

Çizelge 4.11. Farklı Dozlarda Kükürt Uygulamalarının Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Kükürt dozu kg/da	pH	Tuz %	Organik Madde %	P kg/da	K kg/da	NH_4 ppm	NO_3 ppm	Toıplam N(ppm)	SO_4 (ppm)
0	7,45ab	0,052 b	1,676 ab	18,73	166	37,50	163	201	0,46 e
10	7,47 a	0,054 b	1,656 b	22,29	163	25,83	158	183	1,69 d
20	7,43ab	0,057ab	1,816 ab	19,40	166	24,17	143	167	2,57 c
30	7,39 b	0,065 a	1,864 a	18,20	164	24,17	152	176	4,64 a
40	7,41ab	0,0644 a	1,767 ab	21,70	167	30,83	158	188	4,05 b

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark ($p<0.05$) önemlidir

Saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada uygulanan kükürt ve mikrorganizma interaksiyonu uygulanan saksı toprağı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Özellikle birlikte uygulamalar toprak pH sında ve toprak tuzluluğu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Öte yandan kireçli bir toprağın fosfor yarayışlılığını arttırmak için kullanılan kükürt ,mikorriza ve *Bacillus 189* fosfor yarayışlılğı üzerine etkisi değişken olmuştur.Şöyle ki,kükürt ile birlikte mikorriza ve bakteri aşılandığında toprakta en yüksek fosfor konsantrasyonuna 22.29 kg/da ile en yüksek bulunurken,en düşük fosfor konsantrasyonuna 18.20 kg/da ile 30 kg/da elementel kükürt ve bakterinin birlikte uygulandığı saksılardan elde edilmiştir. Diğer tarftan deneme saksılarındaki topraklardaki yarayışlı potasyum uygulamalarından etkilenmiştir.

4.4. Mikorizal infeksiyon ve spor sayısı

Sera koşullarında yürütülen ve farklı dozlarda kükürt ve mikrobiyal gübre uygulanan toprakta mısır yetiştirilmiş ve deneme sonunda bitki kökünde meydana gelen infeksiyon oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı biyolojik gübrelerin ve kükürt mısır kökünde oluşturduğu kök infeksiyona ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Toplam	59	36121,01		
Uygulama	3	1825,64	608,55	1,03
Kükürt	4	3853,32	963,33	1,64
Uygulama x Kükürt Int.	12	6889,27	574,11	0,98
Hata	40	23552,78	588,82	

Varyans analizleri sonucunda kükürt ve mikrobiyal gübre uygulamalarının kök infeksiyonu üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Öte yandan mikrobiyal gübre uygulamalarının bitki kökündeki ifeksiyon mikrobiyal uygulamalara göre değişmiş olup en yüksek infeksiyon % 39.18 ile kontrol saksılarında bulunmuştur. Bunu sırasıyla mikorriza, bakteri uygulamaları ve mikorriza ve bakterinin birlikte uygulandığı saksılardan elde edilmiştir.Diğer taraftan uygulanan kükürt dozlarının mikorrizal infeksiyona etkisi önemsiz bulunmuştur. Başka bir ifade ile kükürt dozları ile kök infeksiyonu arasında doğrusal bir ilişki görülmemiştir. En yüksek mikorrizal infeksiyon % 41.80 dekara 20 kg elementel kükürt uygulanan saksılardan elde edilmiştir. En düşük mikorrizal infeksiyon ise hiç kükürt uygulanmayan saksılardan elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Farklı biyolojik gübrelerin ve kükürt mısır kökünde oluşturduğu kök infeksiyona ait sonuçlar (%)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	27,81	23,02	41,41	8,89	25,28
10	57,82	20,68	43,94	33,55	39,00
20	65,91	32,67	30,55	35,85	41,25
30	13,92	28,37	25,00	19,84	21,78
40	30,47	58,68	41,02	24,42	38,65
Ortalama	39,18	32,68	36,38	24,51	

Saksı denemesi olarak planan ve sonuçlandırılan bu çalışmada, aşılam materyali olarak kullanılan bakteri ve mikorrizanın topraktaki toplam spor sayısına etkisi istatistikî olarak önemsiz bulunmuıştur. Deneme sonunda 10 gram toprakta sayılan mikorrizal spor sayısı (25.53 /10 gram toprak) en düşük kontrol saksılarından elde edilmiştir. Öte yandan en yüksek ortalama spor sayısı (59 /10 gram toprak) ise mikorriza ve bakterinin birlikte olduğu saksılardan elde edilmiştir. Saksılara farklı dozlarda elementel kükürt uygulamaların mikorizal spor sayısına etkiside istatistikî olarak önemsiz cıkarken en yüksek spor sayısı dekara 20 kg kükürt uygulanan saksılardan elde edilmiştir. En düşük spor sayısı ise, kontrol saksılarından elde edilmiştir (Çizelge 4.14 ve 4.15).

Çizelge 4.14. Farklı biyolojik gübrelerin ve kükürt uygulamalarının toprakta toplam spor sayısına etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Toplam	59	87297,73		
Uygulama	3	9159,07	3053,02	2,23
Kükürt	4	13409,73	3352,43	2,45
Uygulama x Kükürt Int.	12	10070,27	839,19	0,61
Hata	40	54658,67	1366,47	

Çizelge 4.15. Farklı biyolojik gübrelerin ve kükürt uygulamalarının toprakta toplam spor sayısına etkisi (toplam spor sayısı /10 gram toprak)

Kükürt	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	15,00	26,67	27,67	22,00	22,83
10	45,67	52,33	76,67	80,33	63,75
20	13,67	22,67	43,67	27,00	26,75
30	34,33	45,00	20,67	95,67	48,92
40	19,00	33,00	27,33	73,00	38,08
Ortalama	25,53	35,93	39,20	59,60	

Mikorriza ile bitki kökleri arasoındaki ilişkiyi birçok bilim adamı, bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı bir yaşam biçimi olarakifade edmektedir. Yani, bitkinin aktif gelişimi evresinde köklerin korteks dokusunu kolonize eden mantar ile bitkiler arasında oluşan işbirliğidir. Bu işbirliğinde bitki mikorizal mantara karbon, mikorizal mantar da bitkiye besin elementi ve su sağlamaktadır (Tinker, 1980). Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerinin söz konusu hifleri aracılığı ile alabilmektedir. Bu hiflerin çapları ve hiflerin meydana getirdiği geniş yüzey alanlarının etkisi ile fosfor hiflerinin vakuollerinde polifosfat olarak biriktirilmekte ve enerji oluşturulmaktadır. Böylece, mikoriza hiflerinin besin elementlerinden P'u etkin bir şekilde alınmasını sağlar (Smith ve Gianninazzi-Paerson, 1988).

Mikorriza sporları, taksonomik yönden büyük farklılık gösterirler. Bu farklılıklar bitkilerin beslenme düzeylernide etkilemektedirler (Sieverding, 1991; Bagyaraj, 1991).

Ancak bizim çalışmamaızda elde edilen sonuçlar mikorrizal infeksiyon ve toprakta toplam spor sayıları uygulamalara göre çok değişken olmuştur. Bunun nedeni deneme toprağının steril edilmeden doğal olarak kullanılmasınıdan kaynakladığı söylenebilir. Buınun yanında uygulanan elementel kükürdün mikorriza sporlarına toksik etki yaptığı söylenebilir. Mikorriza sporlarının topraktaki etkinliğine birçok toprak faktörü etkili olmaktadır. Özellikle de toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden etkilenmektedir. Bu gibi toprak özelliklerinden mikorrizal infeksiyon ve spor sayısı önemli ölçüde olumlu veya olumsuz baskı yapabilmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kireçce zengin bir toprağa elementer kükürt, fosfor, biyolojik gübre (mikoriza ve fosfor çözen bakteri *Bacillus* sp 189) uygulamasının mısır bitkisinde toprak üstü ve kök aksamı kuru madde verimi, mineral madde içeriği ve kök infeksiyonuna etkisi ile toprak özelliklerindeki değişmeleri belirlemek için sera koşullarında yürütülmüştür. Saksı denemesinden elde edilen sonuçlara göre mikoriza, bakteri ve mikoriza + bakterili koşullarında yetiştirilen mısırın toprak üstü kuru madde verimine etkisi önemli olmuştur. Diğer tarftan uygulanan farklı dozlardaki kükürdün etkisi ise, kök kuru ağırlığı üzerine olmuştur. Hem mikrobiyal gübreli hem de gübresiz ortamda bitkinin toprak üstü aksamı kuru madde veriminde belirgin artışlar sağlamıştır. Toprağa kükürt uygulamaları mikorrizanın ve bakterinin etkisini azaltmış olduğu görülmektedir.Toprak üstü aksam/kök oranı dikkate alındığında kükürt dozları azalmaya yol açmıştır.Test bitkisinin mikrobiyal gübrelerle gelişmesinin bir göstergesi olarak gövde/kök oranı ,mısır bitkisi ile sera koşullarında yürütülen saksı denemesinden elde edilen sonuçlara göre, mikrobiyal gübreli ve gübresiz ortamda kükürdün toprak üstü aksam ve kök aksamı kuru madde verimine etkisi olmamıştır.Kireçli bir toprağa uygulanan kükürt mikrobiyal gübre ilebirlikte uygulandığında, kök ve toprak üstü, yaş ve kuru madde veriminde azalmaya sebeb olmuştur. Toprak üstü aksam/kök oranı dikkate alındığında, genelde mikoriza ve bakteri aşılaması bu oranın yükselmesine yol açmıştır.Bu da gösteriyor ki mikrobiyal aşılama kükürdün olumsuz etkisini azaltmaktadır.Bitkinin makro element kapsamlarıda önemli oranda değişikliğe uğramıştır.Mikro element kapsamı ise Mikrobiyal aşılamadan etkilenmemiştir.Öte yandan bitkinin hem kökünde hemde yapraklarında belirlenen fosfor kapsamları düşük bulunmuştur.Bu durum denemede kullanılan toprağın yüksek kireçli nedeniyle uygulanan fosforun alımının engellenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Öte yandan mikrobiyal gübre (mikoriza ve bakteri) uygulanan bitkinin makro ve mikro element içeriği, kontrol uygulanmayanlara göre daha yüksektir. Ancak, makro ve mikro element içerikleri oldukça düşüktür. Bitkinin köklerinde mikorrizal infekte olma yüzdeleri incelendiğinde kireçli bir toprağa elementer kükürt ilavesinin mikorizasız ve mikorizalı ortamda bir etkisi olmamıştır. Başka bir ifade ile mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar arasında önemli bir fark görülmemiştir.

Kükürt için uygulama dozu olarak da 0,10,20,30,40 kg/da seçilmiştir.Ancak Kükürt uygulamalarının önemli bir etkisi görülmemiştir. Bu nedenle kükürdün etkisini artırabilmek ve yeterli mikrobiyal oksidasyonu için organik gübre ile birlikte ve birkaç ay önce uygulanması gerekmektedir.Mikrobiyal gübrelerin etkisi mısır bitkisinde başta fosfor olmak üzere makro ve mikro element içerikleri beklenenin altında gerçekleşmiştir.Bu yüzden daha yüksek dozda kükürt uygulanması önerilir.

Bu tez çalışmasında, topraktaki mikorrizal spor sayısı ve mikorrizal infeksiyon önemli ölçüde uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Bunun nedenide toprağın steril edilmemesinden kaynaklanmaktadır.Ayrıca kükürt etkisinin yetersiz oluşu büyük olasılıkla deneme süresinin ve belkide koşullarının kükürdün mikrobiyolojik oksidasyonu için yeterli olmadığına bağlanabilinir. Öte yandan aşılanan mikorriza ve bakterinin yeterli olmayışını da organizmaların yeterince adapte olmamasına ve kükürdün toksik etkisine bağlanabilir.

6. KAYNAKLAR

Abel,S.,Ticconi,CA.,Delatorre,CA.,2002, Phosphate sensing in higher plants. Physiologia Plantarum; 115:1–8.

Aktaş,M.,1991, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 1202, Ders Kitabı: 347, Ankara, 345 s.

Amer, G.A., Utkheda, R.S., 2000, Development of Formulation of Biological Agents for Management of Root Rot of Lettuce and Cucumber. Canadian Journal of Microbiology. 46: 809-816.

Amıjee, F.,Tınker, P.B. and Strıbley, D.P., 1989, The development of endomycorrhizal root systems. VII. A detailed study of effects of soil phosphorus on colonization. New Phytologist. 111:435-446.

Aquıno, M.T., Plassard, C., 2004, Dynamics of ectomycorrhizal mycelial growth and P transfer to the host plant in response to low and high soil P availability. FEMS Microbiology Ecology, v.48(2) p.149-156.

Arcak,S.,Karaca,A.,Turgay, O.C ve Haktanır,K.,1999, Kenan Evren araştırma uygulama çiftliği topraklarının bazı enzim aktivitelerine bitki türünün etkileriAnkara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara

Arkhipova,T.N.,S.U.,Melentiev,A.I.,Martynenko,E.V.,Kudoyarova,G.R., 2005, Ability of bacterium Bacillus subtilisto produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. Plant Soil 272:201–209

Arya, K.C., Singh, S. N., 2002, Effect of Different Levels of Phosphorus and Zinc on Yield and Nutrients Uptake of Maize with and Without Irrigation. Plant and Soil 243 (1): 1-10.

Aslantaş,R.,Çakmakçı,R.,Şahin, F., 2007,Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apples trees growth and fruit yield under orchard conditions. SCI. HORT. 111(4): 371-377.

Attoe ,O.J.,Olsen,R.A.,1966,Factors affecting rate of oxidation in soils of elemental sulfur and that added in rock phosphate-sulphur fusıons.Soil Sci. 101:317-325

Bagyaraj,D.J.,1991, Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. In Handbook of Applied Mycology, Soil and Plants, vol.I, (Eds) by D.K. Arora., B. Rai., K.G. Mukerji., and G.R. Knudsen. Marcel Dekker. USA.

Bapat, S.,and Shah,A.K.2000, Biologıcal control of fusarial wilt of pigeon pea by *Bacillus* brevis. Can J Microbiol 46, 125-132.

Barazani, O. and J. Friedman., 1999, Is IAA the major root growth factor secreted from plant-growth-mediating bacteria. J. Chem. Ecol., 25: 2397-2406.

Bayraklı,F.,B.Sade,S.Gezgin,M.Önder ve A.Topal.1995,Çinko, fosfor ve azot uygulamasının Gerek 79 ekmeklik buğday çeşidinin (*Triticum aestivum L.*) tane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. Selçuk Ü. Z. F. Dergisi 6 (8): 116-130.

Bi,Y.L.,Li,X.L.,Chrıstıe,P., 2003, Influence of early stages of arbuscular mycorrhiza on uptake of zinc and phosphorus by red clover from a low- phosphorus soil amended with zinc and phosphorus. 50(6) p.831-837.

Bolat,Y.N.,2006, "Doğal Ekosistemde Bulunan Mikoriza Türlerinin Kültür Bitkilerine Adaptasyonunun Sağlanması"Ç.Ü.F.B.E. Y.Lisans tezi.Adana

Bremner, J. M., 1965, Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.

Brohi,A.R.,Aydeniz,A.,Karaman,M.R.,Erşahin,S., 1994, Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Ünv. Ziraat Fak. Yay.:4 s:105-106 Tokat.

Canbolat,M.Y.,Barik K.,Çakmakcı R.,Şahin,F., 2006, Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compacted soil. Acta Agrıc.Scandınavıca, Sectıon B Plant Soıl SCI., 1651-1913, Vol.56, 4: 324-332.

Chabot ,R., Antoun H. and Cescas M. P., 1996, Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli. Plant and Soil 184, 311-321.

Chapman,S.J., 1989, Oxidation of micronized elemental sulphur in soil. Plant and Soil 116: 69-76

Crowell, H.F.,Boerner, R.E.J., 1988, Influences of mycorrhiza and phosphorus on below-ground competition between two old-field annuals. Environmental and Experimental Botany, v.28(4) p.381-392.

Cuı,Y.,Dong,Y., Li, H., Wang, Q., 2004, Effect of elemental sulphur on solubility of soil heavy metals and their uptake by maize. Environment Int. 30(3):323.

Curtis E. Swift., 1999, Area Extension Agent (Horticulture) Colorado State University Cooperative Extension Tri River Area (Mycorrhiza and soil phosphorus levels Colorado State University Cooperative Extension ... Page 1 of 4)

Çakmakcı, R., Erat,M., Erdoğan,U.,Dönmez F., 2007, The influence of plant growth-promoting rhizobacteriaon growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. J. Plant Nutrıt. Soıl Scı.170: 288-295.

Çakmakcı, R., F. Kantar and O.F. Algur., 1999, Sugar beet and barley yields in relation to Bacillus polymyxa and Bacillus megaterium var. Phosphaticum inoculation. J. Plant Nutr. Soil Sci., 162: 437-442.

Çakmakçı, R., 2005, Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 1: 97-107

Daroub, S.H., Gerakis A., Ritchie J.T., Friesen D.K., Ryan J., 2003, Development of a soil-plant phosphorus simulation model for calcareous and weathered tropical soils. Agricultural Systems, 76: 1157–1181.

De Freitas, JR., and Germida, JJ., 2000, Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Can J Microbiol 36: 265-272

Demiralay, I., 1977, Toprak Fiziksel Koşullarının Kontrolü. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 141-154, Erzurum

Dey, R., Pal, K.K., Bhatt, D.M., Chauhan, S.M., 2004, Growth promotion and yield enhancement of peanut (Arachis

Dodor, D.E.,Hwang, H.M., Ekunwe, S.N.,2003, Oxidation of anthracene and benzo(a)pyrene by immobilized laccase from trametes versicolor.Enzyme microb technol n35:210-217

Döbbelaere, S., Croonenborghs, A.,Ptacek, D., Okon, Y., Vanderleyden J.,2002, Effects of inoculation with wild type Azospirillum brasilense and A.irakense strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. Bıology Fertılıty Soıls 36: 284-297.

Düzgüneş,O.,Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987,Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. :1021. Ders Kitabı. 295s.

Erdoğan, S., 2004, Ege Bölgesi Pamuk Tarımı Yapılan Topraklarda Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri ile Alınabilir Kükürt Miktarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.

Ergin, S.F., 2006, Mikorizanın Marul Bitkisinde Bitki Gelişim ve Fosfor Alımı Üzerine Etkileri Yüksek Lisans Tezi Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Van

Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercisli, S., Turan, M., Şahin, F., 2002,The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (Prunus armeniaca L. cv. Hacıhaliloglu). Australıan J.Agrıcul. RES. 54: 377-380.

Feng,Y.,Motta,A.C.,Reeves,D.W.,Burmester, C.H.,Van Santen, E.,Osborne, J.A., 2003, Soil microbial communities under conventional - till and no-till continuous cotton systems. Soil Biology & Biochemistry 35, 1693–1703.

Frank, A.B., 1885, On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of A.B. Frank's classic paper of 1885). [Mycorrhiza. 2005]

García De Salamone, I.E., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 2001, Cytokinin product ion by plant growth promothing rhizo-bacteria and selected mutants. Can. J.Mıcrobıol. 47: 404-411.

Genç, A.,2006,Ekolojik Tarımda Kullanılabilecek Bazı Mineraller ve Bunların Mikorriza ve Kompost İle LE Aktivite Edilmesi Üzerine Bir Çalışma Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Adana.

Gerdemann, J.W. and Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society 46:235-2

George,E.,K.U.Haussler, S.K. Kothari, X.-L. Li, and H. Marschner., 1992, Contribution of mycorrhizal hyphae to nutrient and water uptake of plants, pp 43-47.

Gıovannettı,M. ve Mosse, B.,1980, An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist 84, 489-500

Glick, B.R., 1995, The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol., 41: 109-117.

Gutierrez-Manero, F.J., B. Ramos-Solano, J. Mehouachi, F.R. and M. Talon., 2001, The plant-growth-promoting rhizobacteria Bacillus pumilus and Bacillus licheniformis produce high amounts of physiologically active gibberellins. Physiol. Plant., 111: 206-211.

Gülser,F.,Tüfenkçi, Ş ve Erdal, İ., 2001, Farklı Kükürt Uygulama Şekilleri ve Fosfor Gübrelemesinin Mısır Bitkisinin (Zea Mays L.) Bakır, Mangan ve Demir Içeriğine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 7 (2) 75-77

Güneş, A.,M. Alpaslan ve A.İnal., 2002, Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1514, Ankara, s.579.

Gür, K., 1974, Vesiküler-Arbuscular Mikoriza (Ziraat Yüksek Lisans Tezi) Dağılımı ve Faaliyetlerine İlişkin Çalışmalar. Toprak Bilimi, University of Reading, İngiltere Bölümü.

Gür, K.,Uyanöz,R.,Akın,M., ve Özkan,V.K., "V.A. Mikorrizanın Konya Yöresi Toprakları Üzerine Bir Araştırma", 8. Kükem kongresi, KÜKEM Dergisi, 16(2):126, (Özeti Basıldı), Ankara, 1993.

Gür, K., 1998, Mikorizal Sınıflama (Mikorizal Enfeksiyon Tipleri). Toprak ve Bitkide Mikoriza.(Workshop notları, 20-22 Mayıs), 56-58, Adana.

Güzel, N., Gülüt, Y. K., Büyük, G., 2002, Toprak verimliliği ve gübreler, Bitki besin elementleri yöntemine giriş. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A-80

Gyaneshwar, P., Kumar, G.N., Parekh, LJ., Poole, P.S., 2002, Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. Plant Soil 245: 83–93

Hakerlerler,H.,Yağmur,B.,Özaktan,H.,Yaşa,İ.,Gürel,A.,Kılınç,R.,Anaç,D.,İrget,E.,Bora, T.,Sökmen,Ö., Güleç,İ., Aslan,E., Bayram,S.,Tutam,M.,Öner,K.,Erda,Ü. ve Karabat,S., 2006, Ege Bölgesi Pamuk Tarımı Yapılan Topraklara Değişik Seviyelerde Uygulanan Elementel Kükürdün Pamuk Bitkisinin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi. TÜBİTAK TOGTAG-2919, Bornova- İzmir.

Haktanır, K. ve Arcak, S., 1997, Toprak Biyoşojisi. Toprak Ekosistemine Giriş. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Toprak Böl. Yayın No: 1486. Ders Kitabı: 447. ANKARA

Handelsman, J., and E. V. Stabb., 1996, Biocontrol of soilborne plant pathogens. Plant Cell 8 (10):1855-1869.

Hetrick, B.A.D., Hetrick, J.A., Bloom, J. 1984, Interaction of mycorrhizal infection, phosphorous level, and moisture stres in growth of field corn. Can J. Bot. 62:2267-2271.

Hızalan, E. ve Ünal, H., 1965, Toprakta Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları,273, Ankara.

Holford, ICR., 1997, Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. Aust J Soil Res 35:227–239.

Horst, W. J., Kamh, M., Jıbrın, J. M., Chude, V. O., 2002, Agronomic Measures for Increasing P Availability to Crops. Plant and Soil 237: 211- 223. hypogaea L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria.MICROBIOL. RES. 159: 371-394.

Iqbal, M. R. and Chauhan, I. Q. H., 2003, Relationship Between Different Growth and Yield Parameters in Maize Under Varying Levels of Phosphorus. Journal of Biological Sciences 3 (10) : 921-925.

İbrikci, H., J. Ryan, U. Yıldıran, N. Güzel, A.C. Ülger, G. Büyük, E. Karnez and K.Korkmaz., 2004, Phosphorous Fertilizer Efficiency and Mycorrhizal Infection in Corn Genotypes. Renewable Agrıculture and Food Systems. Volume: 19, Issue: 2, Pages: 92-99, DOI: 10,1079/RAFS200067.

Jeon, J.S., Lee, S.S., Kim, H.Y., Ahn, T.S.,Song H.G. 2003, Plant growth promotion in soil by some inoculated microorganisms. J. MICROBIOL.41: 271-276.

Jones, M.B., V.V. Rendig, D.T.Torell, and T.S. Lnouye. 1982, Forage quality forsheep andchemical composition associatedwith sulfur fertilization on a sulfur deficient site. Agron. J. 74:775-780.

Jones, WJ., Guyot, JP., Wolfe, RS., 1984, Methanogenesis from sucrose by defined immobilized consortia. Appl Environ Microbiol 47: 1-6

Kacar, B., 2009, Toprak Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Kacar, B. ve Katkat, A.V., 1998, Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127.Vipaş Yayınları: 3, Bursa.

Kacar, B., Katkat, V., 2007, Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayın No: 1119. Fen ve Biyoloji Yayın Dizisi:34 ISBN 978-9944-77-159-7.2. Basım, s.1-538 Ankara.

Kacar, B., ve Katkat, V., 1997, Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Borsası Yayınları No. 5. Uludağ Üniv. Basımevi. Bursa.

Kang, B.T., Islam, R., Sanders, F.E., Ayanaba, A., 1980, Effect of phosphate fertilization and inoculation with VA-mycorrhizal fungi on performance of cassava (Manihot esculenta crantz) grown on an alfisol. Field Crops Research. v.3 p.83-94.

Kaplan, M., Orman, S., 1998, Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste in a calcareous soil in Turkey. J. Plant Nutr. 21:1655-1665.

Karaarslan, E. and Uyanöz, R., , 2010," Morphologic Properties and Numbers of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (V.A.M) Spores Fungi in Major Soil Groups of Konya Basin/Turkey ", International Scientific Conference Devoted To The 65-Th Anniversary Of The U.U, , , 455-462

Karaarslan, E., R. Uyanöz, 2011, Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in some native plants grown on saline soils around the lake Tuz in Turkey and its relations with some physical and chemical properties of soil. Scientific Research and Essays 6(20), 4238–4245.

Karaarslan, E., R. Uyanöz, Ü. Çetin and K. Gür, 2006. "The Common Vesicular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Spores Isolated from Major Soil Groups in Konya Plain",18th International Soil Meeting (ISM) on "Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology", 152-155, Şanlıurfa,

Karaca , H.,2008, Mikoriza Ve Elementer Kükürtün Bitki Tarafından Topraktan Fosfor Alımına Etkisi. Ç.Ü.F.B.E Doktora Tezi, Adana

Karaca, Ü. and Uyanöz, R., 2012, Effectiveness of native *Rhizobium* on nodulation and growth properties of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). African Journal of Biotechnology Vol. 11(37), pp. 8986–8991.(Doktora Tezi)

Khan, IA., Ahmad, S., and Ayub, N., 2003, Yield and nutrients uptake of Avena sativa as influenced by vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM). Asian Journal of Plant Sciences 2 (4): 347–376.

Kırtok, Y., 1998, Mısır üretimi ve kullanımı. 445 sayfa. Adana.

Koide, R.T., 1991, Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection . New Phytologist 117:365-386.

Koide, R.T., and Lı, M., 1990, On host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. New Phytologist 114:59-65.

Kokalis-Burelle N, Martinez-Ochoa N, Rodriguez-Kabana v, Kloepper J.W., 2003, Development of multi-component transplant mixes for suppression of Meloidogyne incognita on tomato (Lycopersicon esculentum) J. Nemat.;34:362–369. [PMC free article] [PubMed]

Korkmaz, K., İbrikçi, H., Karnez, E., Büyük, G., Ülger, A. C., Yağbasanlar, T., Oğuz H., Konuşkan O., 2004, Wheat Resto Phosphorus Fertilizer Application on Calcareous Soils Under Greenhouse Conditions. Proceedings of The International Soil Congresss. (CD-Book). Erzurum, Turkey

Korkmaz,K.,2005, Kireçli Topakların Fosfor Durumlarının Belirlenmesi VE Fosfor Uygulamalarının Mısır Verimine Etkisi Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Adana

Koske, R. E. ve Gemma, J. N., 1989, A Modified Prodecure for Staing Roots to Detect VAM-Mycological Research 92: 486-505.

Lambert, D.H., Baker, D.E. and Jole, H. JR., 1979, The Role of mycorrhizae in the interactions of phosphorous with zinc, copper, and other elements1. Soil Sci. Soc. Am. J. 43:976-980.

Lee A, Boswell CC, Watkinson JH.,1988, Effect of particle size on the oxidation of elemental sulphur, thiobacilli numbers, soil sulfate and its availability to pasture. NZ J Agric Res;31:179 – 86.

Leytem, A.B. and D.T. Westermann., 2003, Phosphorus sorption by Pacific Northwest calcareous soils. Soil Sci. 168:368-375

Li, H., Johnson, P., Stepanova, A., Alonso, J.M., Ecker, J.R., 2005, Convergence of signaling pathways in the control of differential cell growth in Arabidopsis. Development Cell;7:1-20.

Li, X.L., Marshner, H. and George, E., 1991, Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. Plant and Soil 135, 49-57.

Li,P.,Caldwell ,A.C.,1966,The Oxidation of elemental sulfur in soils.Soil Science Society Of America proceedings 30:370-372

Lott, J. N. A., Ockenden, I., Raboy, V. and Batten, G. D., 2000, Phytic Acid and Phosphorus in Crop Seeds and Fruits: A Global Estimate. Seed Science Research 10:11–33.

Marahiel, M. A., Nakano, M. M. & Zuber, P., 1993, Regulation of peptide antibiotic production in Bacillus. Mol Microbiol 7, 631–636.

Marschner H., Dell B., 1994, Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil, 159: 89–102.

Marshner, H., 1993, Zinc uptake from soils. In: Zinc in soil and plants. Ed by A.D. Robson. Kluwer Academic Publishers.

Mcgonigle, T. P., Miller, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L. and Swan, J. A., 2003, A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 115:495-501.

Mcgrath, S.P. and Zhao, F.J., 1996, Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (Brassica napus). Journal of Agricultural Science. Cambridge (1996), 126. 53-62.

McLaughlın,B.D. And I.C.R. Holford. 1982, Initial and medium-term responses of white clover to three sulfur fertilizers on a basaltic soil.Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 22(115) 95-99.

Menge,J.A.,Steırle,D.,Bagyaraj,D.J.,Johnson,E.L.V.,and leonard,R.T. 1978, Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. New Phytologist 80:575-578.

Mohammed, A., Mıtra, B.,Khan, A.G., 2004, Effects of sheared-root inoculum of Glomus intraradices on wheat grown at different phosphorus levels in the field. Agriculture,Ecosystems and Environment, v.103(1) p.245-249.

Mostafa and A.A. Abd El-Kader.,2006, Sulfur Fertilization Effects on Growth, Yield and Fruit Quality of Grand Nain Banana Cultivar Journal of Applied Sciences Research 2(8): 470-476,

Nautiyal, C.S, 1997; Rhizosphere competence of Pseudomonas sp. NBRI9926 and Rhizobium sp. NBRI9513 involved in the suppression of chickpea (Cicer arietinum L.) pathogenic fungi. FEMS Microbiol. Ecol. 23, 145–158.

Nor,Y.M.,Tabatabai ,M.A.,1977, Oxidation of elemental sulfur in soils.Soil Science Society Of America journal 41:736-741

Nuttall,W.F.,Boswell,C.C.,Sınclaır,A.G.,Moulın,A.P. and Galloway, G.L., 1993, The effect of time of application and placement of sulphur fertilizer sources on yield of wheat,canola,and barley.Commun.Soil Sci.Plant Anal., 24(17&18), 2193-2202.

Oates, K.M., and Kamprath , E.J.. 1985, Sulfur fertilization of winter wheat grown on deep sandy soils1. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 925-927.

Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanebe, F. S. ve Dean, L. A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. US. Dept. Of Agric. Cric. 939.

Orman, Ş. ve M, Kaplan., 2000, İki farklı kükürt kaynağının kireçli toprakların ph'sı üzerine etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (2):171-179.phosphate solubilizing bacteria.Plant Soıl 265:123-129.

Ortaş, İ., 1994. The effect of different forms and rates of nitrogen and different rates of phosphorus fertilizer on rhizosphere pH and P uptake in Mycorrhizal and non mycorrhizal sorhgum plants. Ph. D: Thesis 1994. University of Reading, U.K.

Ortaş, İ., 1995, Mikoriza'nın (Mycorhizae) besin elementleri (özelllikle P) alınımındaki mekanizmaları.İ. Akalan Toprak ve Çevre Semp. Ankara Üniv. Zir. Fak. Ankara

Ortaş, İ., 1998, Toprak ve Bitkide Mikoriza.Workshop.Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Adana.

Özyılmaz Ü. ve Benlioğlu K., 2012,Effect of phosphate solubilizing bacteria to growth of cotton plant and Verticillium wilt ,Türk. biyo. müc. derg., 3, 1, 47-62.

Pal, S.S., 1998, Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant Soil 198, 169–177.

Pınar, S., 1994. Alkali Reaksiyonlu Topraklarda Kükürt Uygulamalarının pH ve Bazı Bitki Besin Elementlerinin Alınımı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova/ İzmir 33s.

Raghothama, K.G., 1999, Molecular regulation of phosphate acquisition in plants. In Plant Nutrition-Molecular Biology and Genetics. eds Nielsen GG and A Jensen. Kluwer Academic. Boston, USA. pp. 95-103.

Rehm, G.W., 2005, Sulfur management for corn growth with conservation tillage.Soil Sci. Soc.Am.J. vol.69, Iss.3; pg.709, 9 pgs.

Richard, L. A. 1954. Diagnoses and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Hand Book 60: USDA, USA.

Richardson, AE., 1994, Soil microorganisms and phosphorous availability. In: Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR, editors. Soil biota: management in sustainable farming systems. Victoria: CSIRO;. pp. 50–62.

Rodriguez, H., Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol. Adv. 17, 319-339.

Ryan M.H, Angus J.F., 2003, Arbuscular mycorrhizae in wheat and field pea crops on a low P soil: increased Zn-uptake but no increase in P-uptake or yield. Plant Soil 250: 225–239 CrossRefWeb of Science

Schachtman, D.P., Reid, R.J., Ayling, S.M., 1998, Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. Plant Physiology 116: 447–453.

Schubert, A. and Hayman, D.S., 1978, Plant growth responses to vesicular- arbuscular mycorrhizae. XVI. Effectiveness of different endophytes at different levels of soil phosphate. New Phytologist 103:79-80.

Sharpley, S.C.,Wedepohl, R, Sims, J.T., Daniel, T.C., Reddy, K.R., 1994, Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Is sues and options. Journal of Environmental Quality 23: 437–451.

Shibata, R. and Yano, K., 2003, Phosphorus acquistion from non-labile sources in peanut and pigeonpea with mycorrhizal interaction. Applied Soil Ecology 24, 133–141.

Shin, H.S., Dewbre, G.R., Harrison, M.J., 2004, Phosphate transport in Arabidopsis: Pht1;1 and Pht1;4 play a major role in phosphate acquisition from both low- and high-phosphate environments. Plant J 39: 629–642

Sieverding, E., 1991, Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems.D.Gesellschaft fur technishe Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Smith, S.E. and Gianinazzi-Pearson, V., 1988, Physiological interactions between symbionts vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology, 39, 221-224.

Smith, F.W., 2001, Sulphur and phosphorus transport systems in plants. Plant Soil 232: 109–118

Smith, S.E. and Read, D.J., 1997, Mycorrhizal symbiosis. London: Academic Press;. Vesicular-arbuscular mycorrhizas; pp. 9–160.

Smith, H.M. and M.D. Weldon 1941.A Comparison of Some Methods for the Determinatian of Soil Organic Matter. Soi! Sci. Soc.Amer. Proe. 5:177-182

Sudha, Varma A,Verna S,Sahay N,Britta B. and Franken B.,1999, –A cultivable planth growth promothing root endophyt with smilarities to arbuscular-mycorrhizal fungi.Appl.Env.Microbial 65:2741-2744

Sukhovitskaya, L. A., 1998, Survival rates and growth-stimulating effects of Bacillus megatherium and Arobacterium radiobacter strains introduced into soil. Appl Biochem Microbiol, 34, 81-83.

Şahin, F., Çakmakci, R., Kantar, F., 2004, Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria.Plant Soil 265:123-129.

Tao, G., Liu, Z.Y., Hyde, K.D. Lui, X.Z. and Yu, Z.N., 2006, Arbuscular mycorrhizal associations in the Gurbantunggut Desert. Chinese Science Bulletin, 51(Suppl.): 140–146.

Taştekin, E. ve Dalgıç, Z., 2008. Turunç (Citrus aurantium L.) ve Kaba Limon (C.jambhiri Lush.) Çöğürlerinde Mikorriza ve Fosfor Uygulamasının Fidan Gelişimi Üzerine Etkileri ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2008; 1.61-73

Timmusk, S., Nicander, B., Granhall, U., and Tillberg, E., 1999, Cytokinin production by Paenibacillus polymyxa. Soil Biol. Biochem. 31: 1847-1852.

Tinker, P.B., 1980, Role of rhizosphere microorganisms in phosphorus uptake by plants. In The Role of Phosphorus in Agriculture (Eds. Khasaweneh, F.E.et.al.) ASA-CSSA-SSSA, Madison, USA.

Toro,M., Azcón, R., Barea, J.M., 1997, Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (P32) and nutrient cycling. Appl. Environ. Microbiol. 63: 4408-4412

US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDAHandbook 60, U.S. Government Printing Office, Washington, D. C.

Uyanöz, R .,Karaarslan, E.,2011" Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in some native plants grown on saline soils around the lake Tuz in Turkey and its relations with some physical and chemical properties of soil ", Scientific Research and Essays , 6(20), , 4238-4245,

Uyanöz, R. Karaca, Ü. 2011. Effects of different salt concentrations and Rhizobium inoculation (native and *Rhizobium tropici CIAT899*) on growth of dry bean (*Phaseolus vulgaris L.*), European Journal of Soil Biology 47 (2011) 387–391.

Uyanöz, R., Akbulut, M., Çetin, Ü and Gültepe, N., 2007, Effects of Microbial Inoculation, Organic and Chemical Fertilizer on Yield and Physicochemical and Cookability Properties of Bean (Phaseolus vulgaris L.) Seeds. The Philippine Agricultural Scientist, 90(2); 168–172.

Uyanöz, R., Ö, Öztürk, Ü, Çetin, R, Ada, R. Ve R, Çakmakçı, 2007. "Ayçiçeğinde Fosfat Ve Azot Çözen Bakteriler İle Aşılamanın Verim Ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi", Türkiye VII Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran Erzurum.

Uyanöz, R., Ü., Karaca, E., Karaarslan, R. Çakmakçı, and S., Soylu., 2010. Effects of phosphate-solubilizing bacterial inoculations on yield, quality and chemical composition of winter wheat (Triticum aestivum l.). International Soil Science Congress on "Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality". 26–28 May 2010, Samsun Turkey.

Uyanöz, R.,2007, " The Effects Of Different Bio-Organic, Chemical And Their Combination On Yield, Macro And Micro Nutrition Content Of Dry Bean (Phaseolus Vulgaris L.) ", International Journal Of Agricultural Research, Academic Journals Inc, Usa, 2(2), , 115-125,

Uyanöz, R.,Zengin,M.,Şeker,C., ve Çetin,Ü.,2000, "Toprağın Üreaz, Katalaz ve Biyolojik Aktivitesine Bazı Organik Materyallerin Etkisi", Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(22):85-92

Uyanöz,R.,Karaarslan, E.,Çetin,Ü. ve Gür,K., 2006,"Determination of Activities of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Spores Isolated from Major Soil Groups Konya Plain", 18th International Soil Meeting (ISM) on "Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology", 381-388, Şanlıurfa, (Sözlü sunu)

Uzun, N. and Uyanöz, R., 2011.Determination Of Urease Catalase Activities And CO_2 Respiration In Different Soils Obtained From Konya Turkey. *Trends Soil Sci Plant Nutr J* 2011.2 (1):1-6 (Yüksek Lisans Tezi)

Ülgen, N., Yurtsever, N., 1988, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, Ankara

Vassilev, N., A. Medina, R. Azcon and M. Vasslev, 2006, Microbial solubilization of rock phosphate media containing agro-industrial wastes and effect of the resulting products on plant growth and P uptake. Plant Soil, 287: 77-84.

Velarde,M.G.,Ebeling,W.and Chetverikov,A. P. 2005,"On the possibility of electric conduction mediated by dissipative solitons," Int. J. Bifurcation and Chaos15, 245–251.

Walley, F.L. ve J.J. Germida., 1997, Response of spring wheat (Triticum aestivum) to interactions between Pseudomonas species and Glomus clarum NT4. Biology & Fertility of Soil 24: 365-371.

Werner, V. D., 1987, Pflanzliche und mikrobielle symbiosen. George Thieme Verlag, Stuttgart. New York.

Yasmin, N., Blair, G., Till, R., 2007, Effect of elemental sulphur, gypsum, and elemental sulphur coated fertilizers on the availability of sulphur to rice. J. Plant Nutr. 30:79-91.

Yener, H., 1997, Gediz Ovası Alluvial Topraklarında Kükürt Uygulamasının Bitkilerde Gelişme, Besin Maddesi Alınımına ve Verime Etkisi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Bornova.

Yonca Bolat, N., 2006. Doğal Ekosistemlerde Bulunan Mikoriza Türlerinin Kültür Bitkilerinin Adaptasyonunun Sağlanması Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Adana.

Yücel, C., 2007.Buğday ve Yabani Türlerinin Beslenme ve Verim Yönünden Mikorizaya Bağımlılığının Araştırılması Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Adana.

Zhu, Y-G., Christie, P., Laidlaw, S.A., 2003, Uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal white clover from Zn-contaminat-ed soil. Chemosphere 42:193–199.

7. EKLER

Ek çizelge 1.1. Mikrobiyal Gübre (bakteri, mikorriza ve bakteri + mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta N kapsamına etkisi (%)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	2,27	2,56	2,33	2,50	**2,41**
10	2,26	2,66	2,38	2,38	**2,42**
20	2,43	2,52	2,37	2,39	**2,43**
30	2,51	2,50	2,52	2,50	**2,51**
40	2,57	2,77	2,49	2,35	**2,54**
Ortalama	**2,41 b**	**2,60 a**	**2,42 b**	**2,42 b**	

Ek çizelge 1.2. Mikrobiyal Gübre (bakteri, mikorriza ve bakteri + mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta fosfor kapsamına etkisi (%)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	0,02	0,01	0,01	0,01	**0,01 c**
10	0,02	0,01	0,02	0,01	**0,01 c**
20	0,02	0,02	0,01	0,02	**0,02 b**
30	0,02	0,02	0,02	0,02	**0,02 a**
40	0,02	0,02	0,02	0,02	**0,02 a**
Ortalama	**0,02**	**0,02**	**0,02**	**0,02**	

Ek çizelge 1.3. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta potasyum kapsamına etkisi (%)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	3,39	3,24	4,59	3,94	**3,79**
10	4,17	3,15	3,81	4,57	**3,93**
20	4,49	3,55	3,88	4,23	**4,04**
30	4,08	2,97	4,74	4,50	**4,07**
40	4,78	3,51	4,61	4,41	**4,33**
Ortalama	**4,18 a**	**3,28 b**	**4,33 a**	**4,33 a**	

Ek çizelge 1.4. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta demir kapsamına etkisi (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	**UYGULAMA**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	210	220	350	340	**280**
10	180	340	190	180	**220**
20	200	400	260	200	**260**
30	200	270	190	240	**220**
40	220	310	250	190	**240**
Ortalama	**200**	**310**	**250**	**230**	

Ek çizelge 1.5. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta bakır kapsamına etkisi (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	16 b	15 c	15 c	15 c	**15 b**
10	14 d	15 c	15 c	14 d	**15 b**
20	15 c	16 b	16 b	14 d	**15 b**
30	15 c	16 b	15 c	15 c	**15 b**
40	16 b	17 a	16 b	16 b	**16 a**
Ortalama	**15 b**	**16 a**	**15 b**	**15 b**	

Ek çizelge 1.6. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta çinko kapsamına etkisi (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	52	47	46	47	**48**
10	53	47	84	45	**58**
20	50	54	48	48	**50**
30	49	48	50	50	**49**
40	46	48	53	45	**48**
Ortalama	**50**	**49**	**56**	**47**	

Ek çizelge 1.7. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta mangan kapsamına etkisi (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	77	66	67	70	**70 e**
10	77	70	71	68	**72 d**
20	76	77	75	66	**74 c**
30	78	81	81	71	**78 a**
40	70	81	80	73	**76b**
Ortalama	**76**	**75**	**75**	**70**	

Ek çizelge 1.8. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta kalsiyum kapsamına etkisi (%)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	1,267	1,382	1,280	1,629	**1,389**
10	1,280	1,890	1,792	1,391	**1,588**
20	1,362	1,711	1,487	1,448	**1,502**
30	1,626	1,537	1,302	1,342	**1,452**
40	1,638	1,663	1,526	1,368	**1,549**
Ortalama	**1,434**	**1,637**	**1,477**	**1,435**	

Ek çizelge 1.9. Mikrobiyal Gübre(bakteri, mikorriza ve bakteri +mikorriza) Uygulamalarının Mısır Bitkisinin yaprakta mağnezyum kapsamına etkisi (%)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	0,50	0,52	0,50	0,52	**0,51**
10	0,51	0,53	0,50	0,52	**0,51**
20	0,55	0,52	0,62	0,49	**0,55**
30	0,56	0,60	0,50	0,54	**0,55**
40	0,55	0,57	0,53	0,55	**0,55**
Ortalama	**0,53**	**0,55**	**0,53**	**0,52**	

Ek çizelge 1.10. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak pH'sı üzerine etkileri

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	7,41	7,44	7,47	7,49	**7,45 ab**
10	7,48	7,43	7,47	7,47	**7,47 a**
20	7,37	7,43	7,48	7,45	**7,43 ab**
30	7,38	7,43	7,42	7,35	**7,39 b**
40	7,39	7,44	7,41	7,41	**7,41 ab**
Ortalama	**7,41**	**7,44**	**7,45**	**7,43**	

Ek çizelge 1.11.Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak tuzluluğu üzerine etkileri

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	0,05	0,05	0,06	0,05	**0,05 b**
10	0,05	0,06	0,05	0,05	**0,05 b**
20	0,05	0,05	0,06	0,06	**0,06 ab**
30	0,07	0,06	0,06	0,07	**0,06 a**
40	0,07	0,06	0,06	0,06	**0,06 a**
Ortalama	**0,06**	**0,06**	**0,06**	**0,06**	

Ek çizelge 1.12. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak fosforu üzerine etkileri (kg/da ppm)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	15,91	17,28	22,44	19,30	**18,73**
10	18,97	23,27	21,91	25,01	**22,29**
20	14,43	17,73	18,56	26,87	**19,40**
30	16,66	14,38	23,89	17,86	**18,20**
40	22,49	17,65	21,29	25,38	**21,70**
Ortalama	**17,69**	**18,06**	**21,62**	**22,88**	

Ek çizelge 1.13. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak potasyum üzerine etkileri (kg/da)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	146	194	161	162	**166**
10	157	180	144	172	**163**
20	154	202	145	163	**166**
30	154	168	154	178	**163**
40	151	173	168	174	**166**
Ortalama	**153 b**	**184 a**	**154 b**	**170 a**	

Ek çizelge 1.14. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak organik madde üzerine etkileri(%)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	1,54 c-g	1,94 abc	1,92 abc	1,30 g	**1,68 ab**
10	1,47 efg	1,90 abc	1,87 a-e	1,39 fg	**1,66 b**
20	1,80 a-f	2,04 ab	1,78 a-f	1,65 b-g	**1,82 ab**
30	1,55 c-g	1,92 abc	2,11 a	1,88 a-d	**1,86 a**
40	1,49 d-g	1,79 a-f	1,77 a-f	2,02 ab	**1,77 ab**
Ortalama	**1,57 b**	**1,92 a**	**1,89 a**	**1,65 b**	

Ek. çizelge 1.15. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak demiri üzerine etkileri (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	3,95	4,08	4,83	3,89	**4,19**
10	4,34	3,93	3,98	3,50	**3,94**
20	4,17	3,75	3,94	3,65	**3,88**
30	4,29	4,01	3,71	3,57	**3,90**
40	4,42	3,80	3,83	3,18	**3,81**
Ortalama	**4,23 a**	**3,92 ab**	**4,06 ab**	**3,56 b**	

Ek çizelge 1.16.Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak bakır üzerine etkileri (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	0,48 bcd	0,47 cde	0,49 abc	0,44 ef	**0,47**
10	0,49 abc	0,48 bcd	0,46 def	0,44 fg	**0,47**
20	0,50 ab	0,47 cde	0,48 bcd	0,44 fg	**0,47**
30	0,50 ab	0,46 def	0,480 bcd	0,45 ef	**0,47**
40	0,51 a	0,49 abc	0,48 bcd	0,42 g	**0,48**
Ortalama	**0,49 b**	**0,48 c**	**0,48 a**	**0,44 d**	

Ek çizelge 1.17. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak çinko üzerine etkileri (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	0,33	0,55	0,35	0,49	**0,43**
10	0,46	0,39	0,34	0,38	**0,39**
20	0,44	0,39	0,29	0,41	**0,38**
30	0,37	0,31	0,37	0,34	**0,35**
40	0,40	0,35	0,37	0,36	**0,37**
Ortalama	**0,40**	**0,40**	**0,34**	**0,40**	

Ek çizelge 1.18. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak mangan üzerine etkileri (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	Uygulama				Ortalama
	Kontrol	Bakteri	Vam	Vam+Bakteri	
0	5,08	5,34	5,34	4,89	**5,16 b**
10	6,77	6,55	4,90	5,34	**5,89 ab**
20	6,62	6,38	6,07	5,99	**6,26 ab**
30	6,73	6,62	6,44	7,27	**6,76 a**
40	7,16	6,53	6,69	4,96	**6,33 a**
Ortalama	**6,47**	**6,28**	**5,89**	**5,69**	

Ek çizelge 1.19. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak NH4-N(Amonyum Azotu) üzerine etkileri (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	17	37	37	60	**38**
10	17	13	27	47	**26**
20	23	30	27	17	**24**
30	20	27	23	27	**24**
40	30	23	30	40	**31**
Ortalama	**21 d**	**26 c**	**29 b**	**0,0038 a**	

Ek çizelge 1.20.Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak N03-N(Nitrat Azotu) üzerine etkileri (ppm)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	123	143	203	183	**163**
10	123	177	177	153	**158**
20	150	137	163	120	**143**
30	140	153	147	167	**152**
40	173	147	157	153	**158**
Ortalama	**142**	**151**	**169**	**155**	

Ek çizelge 1.21. Farklı Dozlarda Uygulanan Elementel Kükürdün ve Mikrobiyal Gübre aşılamanın toprak SO4 üzerine etkileri (%)

Kükürt dozu Kg/da	**Uygulama**				**Ortalama**
	Kontrol	**Bakteri**	**Vam**	**Vam+Bakteri**	
0	0,18	1,04	0,51	0,13	**0,46 e**
10	1,32	2,58	1,50	1,37	**1,69 d**
20	2,40	2,47	2,69	2,72	**2,57 c**
30	3,89	4,72	5,19	4,78	**4,64 a**
40	4,18	3,41	3,56	5,06	**4,05 b**
Ortalama	**2,39**	**2,84**	**2,69**	**2,81**	






Ek şekil 1: Denemenin kurulması









Ek şekil 2: Denemeden bazı görüntüler









Ek şekil 3: Denemeden bazı görüntüler

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	MUSTAFA KARTEKİN
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	KONYA/1966
Telefon	**:**	05059321222
Faks	**:**	
e-mail	**:**	mkartekin@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**GAZİ LİSESİ Meram KONYA**	**1984**
Üniversite	:	**EGE ÜNİVERSİTESİ Bornova İZMİR**	**1991**
Yüksek Lisans	:	**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ Selçuklu KONYA**	**2014-Devam**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
1994	**Özbey Yem**	**Pazarlama**
1996	**Konya Şekersüt**	**Üretim**
1997	**MEB**	**Öğretmen-Devam**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER
İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR*