

VESİKÜLER ARBASKÜLER (VA) MİKORRİZANIN
ERZURUM KAN SİLTİ TİNİ VE PALANDÖKEN
ÇAKILLI TININDA YETİŞTİRİLEN SOĞAN
BİTKİSİNİN GELİŞMESİ VE FOSFOR
ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Kemal GÜR

Doktora Tezi
Toprak İlmî Anabilim Dalı
Erzurum 1976
Her Hakkı Saklıdır

635.25
6960
V.

Bağış Tarihi: 3 / 4 / 1976
A.Ü. Ziraat Fakültesi Küt.
Erzurum bağışdır.

DOKTORA TEZİ

VESİKÜLER - ARBASKÜLER (VA) MİKORRİZANIN
ERZURUM KAN SİTLİ TINI ve PALANDÖKEN ÇAKILLI
TININDA YETİŞTİRİLEN SOĞAN BİTKİSİNİN GELİŞMESİ
ve FOSFOR ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Kenal GÜR
Atatürk Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Toprak İlmi Bölümü Asistanı

Atatürk Üniversitesi
Kütüphanesi
Dmb. No: 37874

Erzurum - 1976

T E Ő E K K Ü R

Bu araştırmanın doktora tezi olarak planlanıp yürütülmesinde, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Toprak İلمي Bölümü Başkanı Sayın Hocam Prof. Dr. Abdüsselâm Ergene'ye, araştırma materyalinin değerlendirilmesinde görüő ve tavsiyelerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Nazmi Oruç'a, denemede kullanılan Mazıdağı ham kaya fosfatının sağlanması büyük yardımı dokunan Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Mesut Özuygur'a, denemeye ait verilerin istatistiki değerlendirilmesinde her türlü olanak ve görüşlerinden yararlandığım Zootekni Bölümü İstatistik elemanlarına - özellikle Sayın Asistan Yüksel Bek'e -, ayrıca çalışmalarımda yardımlarını gördüğüm Fakülte hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma, sera ve laboratuvar çalışmalarım süresince üstün bir gayretle çalışan bölüm laborantlarından Sayın Abdurrahman Aydeniz'e teşekkürü bir borç bilirim.

Kemal GÜR

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
CETVELLERİN LİSTESİ	I
GRAFİKLERİN LİSTESİ	II
FOTOĞRAFLARIN LİSTESİ	IV
1. G İ R İ Ő	1
2. KAYNAKLARIN ÖZETİ	3
2.1 VESİKÜLER-ARBASKÜLER (V.A.) MİKORRİZANIN GENEL TANIMI	3
2.2 V.A. MİKORRİZANIN BİTKİ GELİŞMESİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ HAKKINDA İLERİ SÜRÜLEN ÖNERİLER	5
2.3 BİTKİLERİN GELİŞMESİ VE TOPRAKTAN FOSFOR ALIMINA (V.A.) MİKORRİZANIN ETKİSİ	7
2.4 BİTKİLERİN FARKLI KAYNAKLARDAN FOSFOR ALIMINA (V.A.) MİKORRİZANIN ETKİSİ	9
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER	15
3.1 Toprak Örneklerinin Alınması	15
3.2 Denemede Kullanılan <u>Endogone</u> Aşısı	15
3.3 Denemede Kullanılan Soğan Arpacıkları	16
3.4 Denemede Kullanılan Fosfor Kaynakları	16
3.5 Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi	17
3.5.1 Toprak Örneklerinin Denemeye Hazırlanması..	17
3.5.2 Toprak Örneklerinin Sterilizasyonu	18
3.5.3 Deneme Deseni	19
3.5.4 Deneme Saksılarının Hazırlanması	19
3.5.5 Aşılama	20
3.5.6 Bitkilerin Beslenmesi ve Sulanması.....	20
3.5.7 Bitkilerin Biçilmesi	21
3.6 TOPRAK VE BİTKİ ANALİZLERİ	21
3.6.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizleri	21

3.6.1.1 Topraklarda Toplam Elverişli Organik, İnorganik ve Fosfor Tayinleri	22
3.6.1.2 Toprakların <u>Endogone mosseae</u> Mantarı Sporu İçin İncelenmesi	23
3.6.2 Bitki Analizleri	23
3.6.2.1 Bitki Ölçümleri	23
3.6.2.2 Bitkide Toplam Fosfor Tayini	23
3.6.2.3 Bitki Köklerindeki V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Durumunun Saptanması	23
3.6.2.3.1 Mikroskopik Çalışma İçin Kullanılan Çözeltiler ve Boyalar	25
3.7 Mazıdağı Ham Kaya Fosfatının Toplam ve Suda Çözünür Fosfor Analizleri	26
3.8 İstatistiksel Analizler	27
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	28
4.1 1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	28
4. 2 Topraklarda <u>Endogone mosseae</u> Mantar Sporu ...	30
4. 3 Ham Kaya Fosfatının Analiz Sonuçları	30
4. 4 Bitki Analiz Sonuçları	33
4.4. 1 Bitki Ölçümlerinin Sonuçları	33
4.4. 2 Süper Fosfat ve Ham Kaya Fosfatının V.A. Mikorrizal Enfeksiyona Etkisi	
4.5 Araştırmadan Çıkarılabilecek Genel Sonuçlar..	65
5.Ö Z E T	67
S U M M A R Y	73
KAYNAKLARIN LİSTESİ	80
EK : Cetvel 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 14'deki Uygulamalar İçin Kullanılan Simgelere Ait Açıklamalar	85

CETVELLERİN LİSTESİ

<u>Cetvel No.</u>	<u>Sayfa</u>
1. Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	29
2. Deneme Topraklarının Elverişli, Organik ve İnorganik ve Toplam Fosfor Değerleri.....	30
3. Deneme Bitkisinin 30 ve 64 Günlük Ortalama Boyları, Hasat Sonu Yaş ve Fırında Kuru Ağırlıkları (5 paralel)	31
4. Hasat Sonunda Bitkilerin Toplam Fosfor Miktarları ve % V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Değerleri	32
5. Deneme Bitkisinin 30 ve 64 Günlük Ortalama Bitki Boyları ve Hasat Sonu Yaş ve Fırında Kuru Ağırlığı Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları (Kareler Ortalaması)	33
6. Bitkilerin Fosfor Miktarlarına Ait Değerlerin Varyans Analiz Sonuçları (Kareler Ortalaması)	34
7. Otuz Günlük Bitki Boylarına Ait " Duncan Testi " Sonuçları	44
8. Altmışdört Günlük Bitki Boylarına Ait " Duncan Testi " Sonuçları	45
9. Hasat Sonu Bitki Yaş Ağırlıklarına Ait " Duncan Testi " Sonuçları	46
10. Bitkilerin Hasat Sonu Fırında Kuru Ağırlıklarına Ait " Duncan Testi " Sonuçları	47
11. Bitki Fosforuna (ppm.P.) Ait " Duncan Testi " Sonuçları	48
12. Bitki Toplam Fosforuna (mg.P./bitki) Ait " Duncan Testi " Sonuçları	49

<u>Cetvel No.</u>	<u>Sayfa</u>
13. Bitkilerin Yüzde V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları...	59
14. Çeşitli Uygulamalara Göre Soğan Bitkisinin % V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Değerlerine Ait " Duncan Testi " Sonuçları	60

GRAFİKLERİN LİSTESİ

<u>Grafik No.</u>	
1. " Toprak x Aşı " İnteraksiyonlarına Ait Grafikler	36
1-a'. Otuz Günlük Bitki Boyu İçin " Toprak x Aşı " İnteraksiyonu	36
1-b. Altmışdört Günlük Bitki Boyu İçin " Toprak x Aşı " İnteraksiyonu	36
1-c. Bitki Yaş Ağırlığı İçin " Toprak x Aşı " İnteraksiyonu	36
1-d. Bitki Kuru Ağırlığı İçin " Toprak x Aşı " İnteraksiyonu	36
1-e. Bitkinin ppm.P'u İçin " Toprak x Aşı " İnteraksiyonu	36
1-f. Bitki Toplam Fosforu (mg.P/bitki) İçin " Toprak x Aşı " İnteraksiyonu	36
2. " Toprak x Gübre " İnteraksiyonlarına Ait Grafikler	39
2-a. Otuz Günlük Bitki Boyu İçin " Toprak x Gübre " İnteraksiyonu	39
2-b. Altmışdört Günlük Bitki Boyu İçin " Toprak x Gübre " İnteraksiyonu	39

<u>Grafik No.</u>	<u>Sayfa</u>
2-c. Bitki Yaş Ağırlığı İçin " Toprak x Gübre " İnteraksiyonu	39
2-d. Bitki Kuru Ağırlığı İçin " Toprak x Gübre " İnteraksiyonu	39
2-e. Bitkinin ppm.P'u İçin " Toprak x Gübre " İnteraksiyonu	39
2-f. Bitki Toplam Fosforu (mg.P/bitki) İçin " Toprak x Gübre " İnteraksiyonu	39
3. " Aşı x Gübre " İnteraksiyonlarına Ait Grafikler	42
3-a. Otuz Günlük Bitki Boyu İçin " Aşı x Gübre " İnteraksiyonu	42
3-b. Altmışdört Günlük Bitki Boyu İçin " Aşı x Gübre " İnteraksiyonu	42
3-c. Bitki Yaş Ağırlığı İçin " Aşı x Gübre " İnte- raksiyonu	42
3-d. Bitkinin Kuru Ağırlığı İçin " Aşı x Gübre " İnteraksiyonu	42
3-e. Bitkinin ppm.P'u İçin " Aşı x Gübre " İnterak- siyonu	42
3-f. Bitki Toplam Fosforu (mg.P/bitki) İçin " Aşı x Gübre " İnteraksiyonu	42

FOTOĞRAFLARIN LİSTESİ

<u>Fotoğraf No.</u>	<u>Sayfa</u>
1. Endogone mosseae Mantarı Sporu	55
2. Aşılanmamış Bitkide Enfekte Olmamış Kök.....	55
3. Özellikle Uç Kısmı Mantar Miselleri İle Çevrelenmiş Bitki Kökü	56
4. Enfekte Olmuş Bitki Kökü ve Bunu Çevreleyen Spor Safhasına Geçmekte Olan Vesiküller.....	56
5. Yüzeyi, Mantar Miselleri İle Sarılmış Bitki Kökü	57
6. Mantar Miselleri İle Enfekte Olmuş Bitki Kökleri	57
7. Enfekte Olmuş Bitki Kökü ve Kök Korteksi İçerisinde Gelişmiş Vesiküller	58
8. Enfekte Olmuş Bitki Kökü ve Yaşlanmış Vesikül	58

1. G İ R İ Ő

Bitkilerin normal bir Şekilde geliŐebilmeleri için toprakta yeteri kadar bulunması gereken elementlerden bir tanesi de fosfordur. Fosfor, bitkilerin hücre bölünmesinde, bitki bünyesinde yağ ve albumin formasyonunda, enerji taşınması ve enzimatik reaksiyonların meydana gelmesinde ve bunlara ek olarak bitkilerin çiçeklenme, meyve, tohum ve kök teŐekkülünde etkin bir rol oynamaktadır.

Bitkiler tarafından oldukça fazla miktarda kaldırılan fosforun karşılanabilmesi için toprağa süper fosfat gibi elverişli fosfor içeren ticaret gübrelerinin verilmesi yanında, özellikle son yıllarda topraktaki bitkiye elverişli olmayan yarıdaki organik ve inorganik fosfatları elverişli hale getirmek için uygulanan bazı mikrobiyal gübreleme yöntemleri de önem kazanmaktadır. Bu mikrobiyal gübreleme yöntemlerinden biri, bitkilerin veya bitkilerin yetiŐtirildiđi toprağın Endogone adı verilen mantar ile aŐılanmasıdır.

Endogone cinsi mantarlar, üzerinde yaŐadıkları bitki köklerini enfekte ederek vesiküler-arbasküler (VA) mikorriza denilen bir ortak yaşama sürdürmektedir. Bu mantarın özellikle elverişli fosfor bakımından fakir topraklarda yetiştirilen bitkiler için aşı olarak kullanıldığında (a) topraktaki elverişsiz fosforu çeşitli enzimatik fonksiyonları ile elverişli hale getirdiği ve (b) elverişli hale getirdiği fosfora ek olarak toprakta bulunan diğer elverişli fosforu da bünyesine alıp miselleri yardımıyla konukcu bitki köklerine taŐıdıđı ve bu nedenle, konukçu bitkinin gelişmesini pozitif yönde etkilediği çeşitli araştırmacılar tarafından ileri sürülmektedir (Harley, 1972 ; Mosse, 1973).

Bu çalışmanın amacı, Atatürk Üniversitesi Erzurum Tarım İŞletmesinden alınan topraklarda sera koşulları altında Endogone

mosseae mantar türü ile aşılamanın soğan bitkisinin gelişmesi-
ne ve topraktan kaldırdığı fosfor miktarına etkinliğini araş-
tırmaktır.

Bunun için adı geçen bölgeden elverişli fosfor düzeyi
orta olan Palandöken çakıllı tını ve elverişli fosfor düzeyi
oldukça yüksek olan Kân siltli tınına ait toprak örnekleri ve
deneme bitkisi olarak Sakız soğanı (*Allium cepa*) kullanılmış-
tır. Fosfor düzeyi farklı olan iki toprak örneğinin denemeye
alınmasının nedeni, Endogone mantarının farklı düzeylerde elve-
rişli fosfor içeren bu topraklardaki bitki gelişmesine etkinli-
ğini saptamaktır.

Türkiye'de yaklaşık olarak 3-400 milyon ton civarında
olan ham kaya fosfatlarının tenörü genellikle düşük olduğundan
direkt olarak gübre sanayiinde değerlendirilememektedir (Ça-
ğatay ve çalışma arkadaşları, 1973). Denemeye ham kaya fosfa-
tının alınmasıyla Endogone mantarının ham kaya fosfatındaki
fosforu bitki için ne ölçüde yararlı hale getirebileceği a-
raştırılmak istenmiştir. Süper fosfat gübresinin bir faktör o-
larak denemeye sokulmasında, bitki gelişmesi yönünden elveriş-
li fosfor kaynağı olan bu madde ile Endogone mantarının etkile-
rinin karşılaştırılması amacı güdülmüştür.

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi serası
ve Toprak İlmî Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür.

2. KAYNAKLARIN ÖZETİ

2.1. VESİKÜLER - ARBASKÜLER (VA) MİKORRİZANIN GENEL TANIMI.

Bitki köklerini çevreleyen toprak içerisinde mikrobiyal aktivitenin en fazla olduğu bölgeye rizosfer adı verilmektedir. Bu bölgede yaşayan saprofitik mikroorganizmaların büyük bir kısmı bitki köklerinin gelişmesini etkilemezler. Buna karşılık parazitik mikroorganizmalar bitki köklerini enfekte ederek onlardan besin kaynağı olarak yararlanırlar. Bu nedenle, konukçu bitkide kök hücrelerinin doğal yapısı bozulur ve sonuç olarak bitkide patolojik belirtiler ortaya çıkar. Buna karşılık bazı durumlarda enfekte olan bitki kök hücrelerinin morfolojik yapılarında bir değişme olmakla beraber, enfekte olan kök ile enfeksiyonu yapan mikroorganizma arasında bir denge kurulur. Bu durumda mikroorganizma bitkinin köklerine zarar vermeden kendisi için gerekli olan besinleri sağlayabilir. Diğer taraftan bu ortak yaşamadan konukçu bitki de yararlanabilir. Çeşitli mantar cinsleri ile bitki kökleri arasında meydana gelen bu şekildeki ortak yaşamaya genellikle " mikorriza " denir (Garret, 1956).

Gerdemann (1968), konukçu bitki kökleri üzerinde meydana getirilen enfeksiyon durumuna göre mikorrizanın birçok tipleri olduğunu ileri sürmüştür. Bu mikorriza tipleri ;

a) Ektotrofik mikorriza : Bu tip mikorrizada, enfekte olan konukçu bitki kökünün yüzeyinde yoğun bir mantar ağı tabakası meydana gelmekte ve kökün korteksinde inter - sellüler (hücre arası) misel gelişmesi yer almaktadır.

b) Ekto - endotrofik mikorriza : Bu mikorriza tipi de ektotrofik mikorrizaya benzer, ancak konukçu bitki kökünün korteksi içerisinde inter - ve intra - sellüler (hücre içi) misel gelişmesi meydana gelmektedir.

c) Endotrofik mikorriza : Bu durumda, bitki kökünü çevreleyen toprak içerisinde gevşek bir mantar misel tabakası gelişmesi vardır, ancak kök korteksi içerisindeki misel gelişmesi daha yoğundur. Endotrofik mikorriz da iki farklı gruba ayrılmaktadır : (1) bolmeli hife sahip mantarların meydana getirdiği endotrofik mikorriz ; (2) bölmesiz hife sahip mantarların meydana getirdiği endotrofik mikorriz. Bu ikinci tip endotrofik mikorriz " Phycomycete " sınıfına giren Endogone cinsine ait mantarlar tarafından meydana getirilmektedir, ve bu mantarlar konukçu bitki kökü içerisinde vesikül ve arbaskül denilen kesecikler oluşturduğundan bu tip mikorrizaya aynı zamanda vesiküler - arbasküler (VA) mikorriz adı verilmektedir (Gerdemann, 1968 ; Harley, 1972).

Vesiküler - arbasküler mikorriz birbirene bağlı üç kısımdan meydana gelmektedir (Mosse, 1963) : a) konukçu bitki, b) konukçu bitkinin kökü içerisindeki misel gelişmesi ve c) kök içerisindeki misel gelişmesi. Rizosfer içerisinde konukçu bitki kökü çevresindeki misel gelişmesi kökten dışarıya doğru 1 cm. kadar bir yayılma gösteren gevşek bir mantar ağı tabakasından ibarettir. Diğer taraftan, Endogone mantarı için yaşama koşulları kötüye doğru gittiği zaman - örneğin, mantarın yararlanacağı konukçu bitki ortamdan uzaklaştırıldığı zaman veya kök çevresindeki hiflerden meydana gelen vesikül denen kesecikler olgunlaştığı zaman - bu vesiküller etraflarını kalınlaştırarak spor formuna dönüşürler ve bu sporlar toprakta bitki köküne bağlı kalmaksızın yaşayabilirler. Diğer bir tanımla, Endogone mantarının spor ve misel formları toprakta birlikte veya ayrı ayrı bulunabilir. Bu sporlar toprakta uygun koşullar bulunduğu çimlenerek misel gelişmesi meydana getirebilmektedirler (Gerdemann, 1968).

Endogone mantarı canlı bitki kökünü enfekte ettikten sonra kök korteksi içerisinde önce misel ve daha sonra bu misellerden vesikül ve arbaskül denen kesecikler meydana gelmektedir. Vesiküller spor formuna dönüşerek mantarın soyunu sürdürmesine yardımcı olmakta ve ayrıca mantarın besin maddesi deposu görevini yapmaktadır. Arbasküller ise, mantarın sadece besin maddesi deposu görevini üzerine almaktadır. Miseller yardımıyla topraktan bitki kökü içerisine taşınan besin maddeleri bu vesikül ve arbaskül denilen keseciklerde depo edilmektedir (Mosse, 1963 ; Gerdemann, 1968).

2.2. V.A. MİKORRİZANIN BİTKİ GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİSİ HAKKINDA İLERİ SÜRÜLEN ÖNERİLER.

V.A. mikorriza ile ilgili denemelerin sonuçları, bazı koşullar altında mikorrizal bitkilerde kontrol bitkilere göre daha fazla verim elde edildiğini göstermektedir (Gerdemann, 1968).

Harlay (1972)'ye göre, V.A. mikorrizal enfeksiyon aşağıdaki etkilerden birini veya birkaçını göstermektedir :

- (1) Atmosferik nitrojenin assimilasyonu
- (2) Besin maddelerinin topraktan mantar miselleri yardımıyla topraktan bitki köklerine taşınması
- (3) Toprak çözeltilisine besin maddelerinin elverişliliğini arttıran bazı sıvı maddelerin salgılanması
- (4) Mikorrizal bitki kökünün dış yüzeyinin absorbe edici özelliğinin artması
- (5) Bitki kökü içerisinde, mikorrizal enfeksiyon yapan mantar (Endogone spp.) tarafından bazı vitamin veya bitki büyümesini hızlandırıcı maddelerin üretimi.

Yukarıdaki önerilerin her biri zaman zaman araştırılmış, ancak bunlardan bazılarını destekleyici bulgular henüz elde edilememiştir. Sanders ve Tinker (1971) tarafından yürütülen bir denemede, elverişli fosforca fakir , radyasyon ile sterilize edilmiş ve izotopik fosfor (P^{32}) verilmiş kumlu tınlı bir toprakta yetiştirilen, Endogone mosseae ile aşılınmış mikorrizal soğan bitkilerinin aşılınmamış bitkilere kıyasla daha fazla P^{32} kaldırdıkları saptanmıştır. Araştırmacılar, bunu Endogone mosseae mantarı ile enfekte edilmiş mikorrizal bitki köklerinin dış yüzeyinde mantar misellerinin düzgün bir şekilde yayılarak " sürekli absorbe edici " bir süngerimsi tabaka meydana getirmiş olabileceğine ve bu sürekli absorbe edici dış yüzey sayesinde mikorrizal bitki köklerinin mikorrizal olmayan bitki köklerine göre daha fazla fosfor absorbe edebileceğine bağlamışlardır. Bu bulgular Harley (1972) tarafından ileri sürülen dördüncü öneriyi destekler görünmektedir. Diğer taraftan Mosse (1973) , besin çözeltisi içerisinde yetiştirdiği mikorrizal üçgül (Trifolium repens) köklerinin mikorrizal olmayan bitki köklerinden daha uzun olduğunu izlemiştir. Aynı araştırmacı, V.A. mikorrizanın bitki gelişmesi üzerine olan etkisinin genellikle topraktaki elverişli fosfor düzeyi, bitki türü ve çevre koşulları gibi etkenlere bağlı olduğunu ileri sürmüştür.

2.3 BİTKİLERİN GELİŞMESİ ve TOPRAKTAN FOSFOR ALIMINA (VA) MİKORRİZANIN ETKİSİ.

V.A. mikorrizanın fonksiyonuna ait ilk çalışmalar Asai (1943) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacı, önce doğal olarak gelişen birçok bitki türünü inceleyerek bu bitkilerin mikorrizal (Endogone mantarı ile enfekte edilmiş) olmadığını bulmuştur. Daha sonra aynı araştırmacı, otoklavda sterilize edilmiş bir toprağın iki örneğinden birine sterilize edilmiş, diğerine ise sterilize edilmemiş aynı miktar bahçe toprağı ilâve etmiş ve bu örneklerde yetiştirilen bitkilerin büyümelerini karşılaştırmıştır. Araştırmacı, sterilize edilmemiş bahçe toprağı verilen örnekte yetiştirilen bitkilerin mikorrizal olduğunu ve bunların sterilize edilmiş bahçe toprağı verilen örnekte yetiştirilen bitkilere göre daha iyi bir gelişme gösterdiklerini saptamıştır.

V.A. mikorrida ile aşılannmış bitkilerdeki verim artışının bitkinin fosfor alımındaki artıştan ileri gelebileceğini öne süren ilk araştırmacı Baylis (1959)'dir. Bu araştırmacı, su buharı ile sterilize edilmiş ve çeşitli besin elementleri bakımından fakir olan bir toprakta Endogone mantarı ile aşılannmış ve aşılannmamış Griselinia littoralis bitkisi yetiştirerek (VA) mikorrizal enfeksiyonun bu bitkinin topraktaki besin elementlerinden yararlanma yeteneğini araştırmıştır. Deneme sonunda, mikorrizal bitkilerin yüzde fosfor ve yüzde potasyum miktarlarının kontrol bitkilerinkinden daha yüksek olmasına karşılık yüzde nitrojen miktarlarının daha düşük olduğu bulunmuştur.

Gerdemann (1964) da yukarıdaki belirtilen deneme sonuçlarını destekleyen bulgular elde etmiştir. Bu araştırmacı, su buharı ile sterilize edilmiş ve elverişli besin maddelerince fakir bir toprakta yetiştirdiği mısır bitkisi için Illinois

topraklarından izole ettiği Endogone mosseae mantarını aşı olarak kullanmıştır. Denemenin sonunda, aşılanmış mısır bitkilerinin fırında kuru ağırlıklarının ortalama olarak 10.4 gr. olmasına karşılık, kontrol bitkilerinininkinin sadece 2.7 gr. olduğu saptanmıştır. Araştırmacı, aşılanmış bitkilerin çok sağlıklı olmasına karşılık, kontrol bitkilerin fosfor noksanlığı belirtileri gösterdiğini ve aşılanmış bitkilerin kök ve toprak üstü kısımlarının daha yüksek yüzde fosfor içerdiklerini belirtmiştir.

Holevas (1966), elverişli fosforca fakir, otoklavda sterilize edilmiş bir " toprak + kum " karışımında Endogone mosseae mantarının sporları ile aşılanmış ve aşılanmamış çilek yetiştirerek aşılanmış bitkilerin kontrol bitkilere göre daha iyi bir gelişme gösterdiklerini ve yüzde fosfor olarak daha yüksek fosfor içerdiklerini bulmuştur.

Diğer taraftan Mosse ve Hayman (1971), p^H ve 0.5N $NaHCO_3$ da çözünebilen fosfor miktarları sırasıyla 7.1, 12 ppm.P ; 7.1, 11.6 ppm.P ; 7.2, 8.4 ppm.P ve 7.4, 6.8 ppm.P olan dört farklı toprağın radyasyon ile sterilize edilmiş ve edilmemiş örnekleri üzerinde soğan bitkisi yetiştirmişler ve bitkilere fosfor hariç diğer tüm besin elementlerini içeren besin çözeltisi vermişlerdir. Denemede, 77 ve 112 günlük büyüme devreleri sonunda, tüm deneme topraklarının sterilize edilmiş ve edilmemiş örneklerinde yetiştirilen mikorrizal bitkiler mikorrizal olmayanlara göre daha fazla boy ve fırında kuru ağırlık ortalamaları vermişler ve aradaki farklar istatistikî olarak 0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Mosse (1973) yaptığı bir derlemede, elverişli fosfor bakımından fakir topraklarda yetiştirilen çeşitli meyve, sebze, buğdaygil ve çayır mer'a bitkilerinin V.A. mikorrizal enfeksiyon ile daha iyi bir gelişme gösterdiklerinin saptandığını belirtmiştir. Aynı araştırmacı,

yetiştirdiği soğan ve koprosma bitkilerini Endogone mosseae ile aşılama sonunda mikorrizal bitkilerde kontrol bitkilere kıyasla on kat bir verim artışı sağlandığını kaydetmektedir.

Gür (1974), İngiltere'nin Reading Üniversitesi Çiftliği arazisinden alınmış Berkhamsted serisine ait, radyasyon ile sterilize edilmiş, p^H değereri 7.2 ve 0.01 M $CaCl_2$ de çözünebilir fosforu 0.45 ppm. olan bir kumlu tınlı toprak örneğinde yetiştirilen mikorrizal kırmızı üçgül (Trifolium pratense) bitkilerinin bitki boyu, kök uzunluğu, toprak üstü kısmının ve köklerin fırında kuru ağırlıkları bakımından mikorrizal olmayan bitkilerden daha yüksek değerler verdiğini izlemiştir. Bu çalışmada ayrıca, aşılanmış bitkilerin kök ve toprak üstü kısmındaki yüzde fosfor miktarlarının aşılanmamış bitkilerinkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak, yüzde fosfor bakımından aradaki farkın kökler için istatistikî olarak 0.05 seviyesinde önemli olmasına karşılık toprak üstü kısmı için ise önemsiz bulunduğu görölmüştür.

2.4 BİTKİLERİN FARKLI KAYNAKLARDAN FOSFOR ALIMI ÜZERİNE (V.A.) MİKORRİZANIN ETKİSİ.

Daft ve Nicolson (1966), kum kültüründe yetiştirdikleri iki domates varyetesi üzerinde yaptıkları bir denemede, fosfor kaynağı olarak kemik unu kullanmışlardır. Deneme sonunda elde edilen sonuçlara göre, düşük fosfor düzeylerinde mikorrizal bitkilerin ortalama fırında kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerinkinden daha fazla (0.01 seviyesinde önemli) olduğu görölmüştür. Aynı denemenin ikinci kısmında fosfor kaynağı olarak trikalsiyum fosfat, ince bir şekilde öğütölmüş apatit ve çözünlöğü oldukça fazla olan dikalsiyum fosfat verilmiştir. Denemenin sonunda fırında kuru ağırlık bakımından aşılanmış ve

kontrol bitkiler arasındaki farkın, trikalsiyum fosfat ile en yüksek, apatit ile daha az ve dikalsiyum fosfat ile en az olduğu, ancak bu farkların üç fosfor kaynağı için de istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca, bitkilerdeki yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamaları da karşılaştırılmış ve deneme sonunda, apatit verilen bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasının % 76.6, trikalsiyum fosfat verilen bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasının % 51.4 ve dikalsiyum fosfat verilen bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasının ise % 24.6 olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak bu denemede, ilâve edilen çözünebilir fosfor miktarları arttıkça bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon yüzdesinde bir azalmanın meydana geldiği ileri sürülmektedir.

Murdoch, Jackobs ve Gerdemann (1967) tarafından yapılan bir çalışmada, toplam fosforu oldukça düşük, elverişli fosforu 7 ppm. (Bray P - I) ve p^H değeri 6.1 olan bir toprak örneği kullanılmıştır. Bu çalışmada fosfor kaynağı olarak çözünebilirliği oldukça az olan trikalsiyum fosfat, kaya fosfatı ve çözünebilir durumda fosfor içeren monokalsiyum fosfat ve süper fosfat her saksıya tek bir doz olarak 70.4 ppm.P düşecek şekilde ilâve edilmiştir. Deneme sonunda, trikalsiyum fosfat veya kaya fosfatı verilen mikorrizal mısır bitkilerinin, mikorrizal olmayan bitkilerden daha iyi bir gelişme gösterdikleri ve fırında kuru ağırlık ortalaması ve yüzde fosfor bakımından aradaki farkların 0.01 seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Buna karşılık monokalsiyum fosfat ve süper fosfat verilen topraklarda yetiştirilen mikorrizal ve kontrol bitkilerin fırında kuru ağırlık ve yüzde fosfor ortalamaları bakımından aralarında istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı izlenmiştir.

Daft ve Nicolson (1969 a), fosforsuz Long Aston besin çözeltilisi ilâve edilmiş kum kültürlerinde yetiştirdikleri 70 günlük mikorrizal mısır bitkileri için fosfor kaynağı olarak çözünebilirlikleri sırası ile 0.002 ve 0.02 olan trikalsiyum fosfat ve mangan ortofosfat ve ayrıca çözünmez durumdaki sodyum metafosfat ve magnezyum pirofosfat (magnesium pyrophosphate) kullanmışlardır. Bu fosfor kaynakları her saksıya 1.2 m.e.k. fosfat düşecek şekilde ilâve edilmiştir. Deneme sonunda, bitkilerden toprak üstü kısmının ortalama fırında kuru ağırlık esasına göre, trikalsiyum fosfat ile 2.6 gr. sodyum metafosfat veya magnezyum pirofosfat ile 4.8 gr. ve mangan ortofosfat ile 6.0 gr. verim elde edilmiştir. Aynı denemenin ikinci kısmında, araştırmacılar KH_2PO_4 'ın 70 günlük büyüme devresi sonunda mikorrizal ve kontrol bitkilerin verimleri ve yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon derecesi üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Denemede, her saksıya 1.2 m.e.k. fosfat düşecek şekilde verilen KH_2PO_4 'ın 70 günlük büyüme devresi sonunda, mikorrizal olan ve olmayan bitkilerin gelişmesini eşit şekilde arttırdığı ve fırında kuru ağırlık bakımından aradaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir. Buna karşılık, KH_2PO_4 ilâve edilmiş ortamda yetiştirilen mikorrizal bitkilerin enfeksiyon derecelerinde KH_2PO_4 verilmemiş bitkilere kıyasla % 50 oranında bir azalmanın meydana geldiği izlenmiştir. Diğer bir tanımla, denemede, bitki köklerindeki ortalama V.A. mikorrizal enfeksiyon yüzdesi ile ilâve edilen çözünebilir fosfor miktarları arasında ters bir ilişkinin bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Hayman ve Mosse (1971), radyasyon ile sterilize edilmiş, P^H değerleri 6.5 civarında olan on farklı toprakta yetiştirdikleri 70 günlük soğan bitkilerinin V.A. mikorrizal enfeksiyona ve elverişli fosfor ilâvelerine karşı tepkilerini araştırmışlardır.

Elverişli fosfor kaynağı olarak $\text{Ca} (\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0.4 gr. monokalsiyum fosfat / 1 kg. toprak) kullanılmıştır. 70 günlük büyüme devresi sonunda monokalsiyum fosfat ilâvesinin, 8.4 ppm. elverişli fosfor (0.5 M NaHCO_3 da çözünebilir fosfor) içeren bir orman toprağı hariç, diğer dokuz adet farklı toprakta yetiştirilen aşılansmış bitkilerin fırında kuru ağırlıklarını, aşılansmamış bitkilerinkine göre istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olacak şekilde arttırdığı izlenmiştir. Diğer taraftan, aynı düzeyde (0.4 gr. monokalsiyum fosfat / kg. toprak) çözünebilir fosfor ilâvesi yapılmış ve bünyelerindeki elverişli fosfor miktarları 8.4 ppm ile 40 ppm arasında değişen yedi farklı toprakta yetiştirilen aşılansmış soğan bitkilerinin ortalama fırında kuru ağırlıkları (gr.) ve toplam fosfor (mg.P/bitki) miktarları, monokalsiyum fosfat verilmemiş ve aşılansmış bitkilerinkinden daha yüksek çıkmış ve aradaki farkın istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, yüzde fosfor bakımından ileri gelen farkın ise, istatistiki bakımından önemli olmadığı görülmüştür. Aynı çalışma içerisinde, fosfor kaynağı verilmeden yapılan bir denemede, elverişli fosfor miktarları 6.8 - 40 ppm. arasında değişen sekiz farklı toprakta yetiştirilen mikorrizal bitkilerin fırında kuru ağırlık ortalamaları ve toplam fosfor (mg.P/bitki) ortalaması bakımından mikorrizal olmayan bitkilere göre daha yüksek değerler (0.01 seviyesinde önemli) vermesine karşılık, yüzde fosfor bakımından mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Jackson, Franklin ve Miller (1972) yaptıkları bir çalışmada, sterilize edilmemiş ve p^{H} değeri 6.3 olan topraklarda deneme bitkisi olarak mısır yetiştirmişlerdir. Denemede fosfor kaynağı olarak 50 ppm.P. olacak şekilde kaya fosfatı ve süper fosfat gübresi, aşu olarak da Endogone mosseae kullanılmıştır.

42 günlük bir büyüme devresi sonunda, aşılammış topraklarda yetiştirilen mikorrizal bitkilerin fırında kuru ağırlık ortalamalarının, aşılammamış topraklarda yetiştirilen bitkilerin fırında kuru ağırlık ortalamalarından % 50 kadar daha fazla bir artış gösterdiği, ancak yüzde fosfor bakımından mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasındaki farkın istatistikî yönden önemli olmadığı belirlenmiştir. Aynı denemede, kaya fosfatı verilen mikorrizal bitkilerden elde edilen ortalama fırında kuru ağırlık miktarının, süper fosfat verilmiş mikorrizal bitkilerden elde edilene göre % 50 civarında daha az olduğu görülmüş, ancak ham kaya fosfatı verilmiş mikorrizal bitkiler ile süper fosfat verilen mikorrizal bitkiler arasında yüzde fosfor bakımından istatistikî olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Fosfor ilâvesinin ve aşılamanın mısır bitkisinin verimine ve fosfor alımına etkisini araştırmak için bir deneme kuran Khan (1972), toplam fosforu 250 ppm ve p^H değeri 7.5 olan sterilize edilmemiş bir tarla toprağına aktardığı mikorrizal olan ve olmayan mısır fidelerini 15, 45, 60 ve 90 günlük büyüme devreleri sonunda hasat etmiştir. Araştırmacı, fosforlu gübre verilmemiş tarla toprağında yetiştirilen mikorrizal mısır bitkilerinin, 40 kg. P/ha düzeyinde triple süper fosfat vermiş mikorrizal olan veya olmayan bitkilere kıyasla daha fazla fırında kuru madde ortalaması (0.01 seviyesinde önemli) ve daha yüksek yüzde fosfor (0.05 seviyesinde önemli) verdiklerini saptamıştır. Ayrıca, süper fosfat verilmiş mikorrizal bitkilerin fırında kuru madde ve yüzde fosfor bakımından süper fosfat verilmiş mikorrizal olmayan bitkilerden daha yüksek verdiği ve arasındaki farkların fırında kuru ağırlık için 0.01 seviyesinde, yüzde fosfor için ise 0.05 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan aynı denemede, 90 günlük büyüme devresi sonunda, fosfor kaynağı ilâve edilmemiş mikorrizal bitkilerin

ortalama V.A. mikorrizal enfeksiyon derecesi % 90 olmasına karşılık, süper fosfat ilâve edilmiş mikorrizal bitkilerin ortalama V.A. mikorrizal enfeksiyon derecesi ise % 23 olarak saptanmıştır. Diğer bir tanımla, süper fosfat ilâvesi ile mikorrizal bitkilerin ortalama yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon derecelerinde yaklaşık olarak 4.5 katlık bir azalma görülmüş ve bu azalma istatistikî olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

İzotopik fosfor (P^{32}) ile etiketlenmiş besin çözeltilerinde yetiştirilen : Endogone ile aşılınmış ve aşılınmamış çeşitli bitkiler üzerinde yapılan değişik denemeler sonunda genellikle mikorrizal bitkilerin kontrol bitkilere göre bünyelerine daha fazla P^{32} aldıkları saptanmıştır (Morrison ve English, 1967 ; Bowen ve Rovira, 1969). Bu arada soğan fideleri üzerinde bir çalışma yapan Gray ve Gerdemann (1969), daha önce fosforsuz besin çözeltilisinde yetiştirdikleri mikorrizal olan ve olmayan bitkilerin kök ve dallarını 90 dakika kadar P^{32} içeren bir çözeltiliye daldırmışlar ve denemenin sonunda mikorrizal bitki köklerinin kontrol bitkilerinkinden 160 kat, mikorrizal bitki dallarının ise , kontrol bitkilerinkinden 45 kat daha fazla P^{32} içerdiklerini saptamışlardır.

Sanders ve Tinker (1971), Hayman ve Mosse (1972) ve Benians ve Barber (1972) gibi araştırmacılar çeşitli bitkilerin (VA) mikorriza aracılığı ile topraktan kaldırdıkları fosfor konusunda yaptıkları çalışmalarda fosfor kaynağı olarak izotopik fosfor kullanmışlardır. Bu araştırmacılarından Sanders ve Tinker (1971), elverişli fosfor bakımından fakir olan radyasyon ile sterilize edilen kumlu tınlı bir toprak üzerinde soğan bitkisi yetiştirmişlerdir. Etiketlenmiş fosforun(P^{32}) kullanıldığı bu çalışma sonunda, mikorrizal bitkilerin kontrol bitkilere göre 3-16 kat daha fazla fosfor kaldırdıkları belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEMLER

3.1 Toprak Örneklerinin Alınması .

Denemede kullanılan toprak örnekleri Atatürk Üni - versitesi Erzurum Tarım İşletmesinde iki değişik yöreden 0-30 cm. derinlikten alınmıştır. Bunlardan biri bitkiye elverişli fosfor bakımından normal olduğu varsayılan taban (Kân siltli tını), diğeri ise elverişli fosforca fakir olarak bilinen te- ras arazi (Palandöken çakıllı tını) toprağıdır (Baykan, 1970).

Bu topraklardan Kân siltli tınına ait örnek, Atatürk Ü- niversitesi Erzurum Tarım İşletmesinde, Özbek yolunun batısın- da kalan (1) numaralı artezyenin yaklaşık olarak 250-300 m. ku- zeybatısında ve Erzurum - Tifnik yolunun 50 m. kuzeyindeki do- ğal çayır arazisinden alınmıştır.

Palandöken çakıllı tını serisine ait toprak örneği ise, Atatürk Üniversitesi Erzurum Tarım İşletmesinin güneyinden geçen Erzurum - Çat yolu üzerinde sun'i tohumlama istasyonunun yaklaşık olarak 400 m. kuzeyindeki doğal mer'a arazisinden alınmış- tır.

3.2 Denemede Kullanılan Endogone Aşısı .

Denemede aşı olarak kullanılan Endogone mantarı, Ekin 1974 de İngiltere'nin Rothamsted Araştırma İstasyonunun Toprak Mikrobiyolojisi Kürsüsünden sağlanmıştır. Endogone mantarını saf kültür halinde elde etme olanağı bulunmadığından, yukarıda adı geçen deneme serasında bir saksı içerisindeki steril top - rakta yetiştirilen soğan bitkisi Endogone mosseae ile aşılın - mıştır. Bir aylık bir büyüme devresinden sonra bu soğan bitki- sinin köklerinin mantar tarafından iyice enfekte edildiği

saptanmıştır. Daha sonra soğan bitkisi İngiltere'den Atatürk Üniversitesi Toprak İlmi Bölümüne getirilmiş ve otoklavda sterilize edilmiş bir toprakta yetiştirilen mısır bitkileri, bu soğan bitkisinin kökleri ile aşılansmıştır. Yirmi günlük bir büyüme devresinden sonra aşılansmış mısır bitkisi köklerinin yüksek derecede Endogone mosseae mantarı tarafından enfekte edilmiş olduğu izlenmiştir. Esas denemede aşı olarak bu enfekte olmuş mısır bitkisi kökleri kullanılmıştır.

3.3 Denemede Kullanılan Soğan Arpacıkları .

Denemede, yeşil aksamının çabuk gelişme göstermesi bakımından deneme bitkisi olarak soğan seçilmiştir. Denemede kullanılan soğan, İzmir ve çevresinde " Sakız soğanı " olarak bilinen bir çeşittir. Soğan arpacıkları, Ege Üniversitesi Bağ-Bahçe Kürsüsü aracılığı ile İzmir piyasasından sağlanmıştır. Bu çeşit soğana ait bazı morfolojik özellikler Bayraktar (1958) tarafından verilmiştir.

3.4 Denemede Kullanılan Fosfor Kaynakları .

Araştırmada deneme konusu olarak iki çeşit fosfor kaynağı kullanılmıştır. Bunlar :

a) Simple süper fosfat : (% 16 - 18 P_2O_5)

b) Ham kaya fosfatı : Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünden sağlanmış olan ham kaya fosfatı Mazıdağı kökenli olup, yapılan analizler sonucunda toplam fosfor miktarının % 9.77 P_2O_5 kadar olduğu saptanmış ve denemede 0.50 mm.'lik elek altında kalan örnek kullanılmıştır.

Suda çözünebilir yapıda fosfor içeren süper fosfat gübresinin kullanılmasında temel neden, bitkinin kaldıracağı fosfor

üzerinde V.A. mikorriza ve süper fosfatın etki dereceleri arasındaki farkı araştırmaktır.

Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde, yurdumuzun güneydoğu bölgesinde oldukça geniş sahaları kapsayan fosfat yatakları tenör bakımından süper fosfat üretimine uygun bulunmamaktadır. Ham kaya fosfatlarının öğütülerek tarımda kullanılma olanakları üzerinde yapılan bir çalışmada, ham kaya fosfatlarının sadece asit reaksiyonlu topraklarda verimi artırma yönünden etkili olduğu, alkalin ve kireçli topraklarda ise etkili olmadığı Çağatay ve çalışma arkadaşları (1973) tarafından belirtilmiştir. Hafif alkalin topraklar üzerinde yapılan bir çalışmaya ham kaya fosfatının da dahil edilmesindeki esas amaç, bitkinin V.A. mikorriza aracılığı ile ham kaya fosfatından yararlanma yeteneğinin araştırılmasıdır.

3.5 Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi .

3.5.1 Toprak Örneklerinin Denemeye Hazırlanması.

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, Jackson (1960) tarafından belirtilen esaslara göre havada kurutulmuş ve içerisindeki taş ve bitkisel artıklar ayıklanmıştır. Toprak örneklerinin bir kısmı 2 mm.'lik elekten geçirilerek kimyasal ve fiziksel analizler için cam kavanozlarda saklanmış, diğer bir kısmı ise, 4 mm.'lik elekten geçirilerek denemeye hazır duruma getirilmiştir.

3.5.2 Toprak Örneklerinin Sterilizasyonu.

Üçyüz ile beşyüz kilogram arasındaki toprak örneklerinin tamamını sterilize etmeden önce uygulanması en kolay ve uygun sterilizasyon işlemini saptayabilmek için çeşitli sterilizasyon yöntemlerinin denendiği bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışmada, deneme topraklarından alınan örnekler serada su buharı ile laboratuvarıda ise, fırın ve otoklavda sterilize edilmiştir (Harrigan ve McCance, 1966). Daha sonra bu üç ayrı yöntem ile sterilize edilmiş toprak örneklerinin sulu çözeltileri elde edilerek difüzyon yöntemi ile beş paralel halinde toprak örneklerindeki mantar sayıları saptanmıştır (Harrigan ve McCance, 1966). Ön çalışmanın sonunda, serada su buharı ile sterilizasyon yöntemi uygulanan toprak örneklerindeki birim ağırlıktaki toprağa düşen mantar sayısı fırın ve otoklavda sterilizasyon yöntemlerine göre bulunan mantar sayılarından daha yüksek bulunmuştur. Ancak yapılan istatistikî değerlendirilmede, üç sterilizasyon yöntemi arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Bu nedenle ve özellikle uygulanması daha kolay olduğu için denemede kullanılan toprakların tamamı su buharı ile aşağıdaki şekilde sterilize edilmiştir :

Havada kurutulmuş ve 4 mm.'lik elekten geçirilmiş topraklar serada kapalı oda içerisinde naylon örtüler üzerine aktarılarak kubbe şeklinde yığınak yapılmıştır. Bu yığınakların üzeri su buharını dışarıya vermeyecek şekilde 2-3 kat naylon örtü ile sıkıca örtülmüştür. Daha sonra, kalorifer dairesinin olanaklarından yararlanarak, bu toprak yığınakları içerisine lastik hortumlarla su buharı verilmiş ve toprak örnekleri 100-110 C^o de 12 saat su buharının etkisi altında bırakılmıştır. Daha sonra, toprakların üzerindeki naylon örtüler açılarak toprakların havada kuruması sağlanmıştır.

3.5.3 Deneme Deseni .

Araştırma, 2x2x3 faktöriyel deneme düzeni içerisinde her uygulama için beş paralel kullanarak şansa bağlı olarak planlanmıştır. Denemede kullanılan faktörler :

1. Toprak

- a) Palandöken çakıllı tını
- b) Kân siltli tını

2. Fosfor kaynakları (gübreler)

- a) G₀ : Gübresiz
- b) HKF : Ham kaya fosfatı
- c) SF : Simple süper fosfat

3. Aşı

- a) A₀ : Aşısız
- b) A : Endogone mosseae mantarı ile aşıllı

3.5.4 Deneme Saksılarının Hazırlanması .

Sterilize edilmiş, havada kurutulmuş ve 4 mm.'lik elekten geçirilmiş her iki toprak örneğinden, yarı çapı 7.75 cm., yüksekliği 17.7 cm. ve taban alanı 181.36 cm² olan silindirik şeklindeki teneke saksıların her birine 2600 gr. toprak konulmuş ve bu şekilde her bir toprak için 30 saksı olmak üzere, toplam 60 deneme saksısı hazırlanmıştır. Denemede kullanılan soğan arpacıklarının yüzey kabukları mümkün olduğu kadar ince bir şekilde soyulmuş ve 150 tanesi 90 gr. gelecek şekilde 150'şer adetlik iki gruba ayrılmıştır. Her türlü mikrobiyal - özellikle mantar - bulaşmayı önleyebilmek için, soğan arpacıkları % 10'luk civa klorür çözeltisine daldırılıp çıkartılarak dış yüzeyleri sterilize edilmiştir. Her saksıya toplam ağırlığı

yaklaşık üç gram olan beşer adet soğan arpacığı 4-5 cm. derinliğe dikilmiştir.

Fosfor kaynağı olarak simple süper fosfat ve ham kaya fosfatı soğan arpacıklarının hemen altına gelecek şekilde, gübrelenecek saksılara 1.3 gr. simple süper fosfat (120 kg. P_2O_5 / ha) ve 5.5 gr. Mazıdağı ham kaya fosfatı (3000 kg./ha) verilmiştir. (Çağatay ve çalışma arkadaşları, 1973).

3.5.5 Aşılama .

Aşılacak her bir saksıya daha önce Endogone mosseae mantarı ile iyice enfekte olduğu saptanan mısır bitkisi kökleri 1-2 cm. uzunluğundaki parçacıklar halinde kıyılmış ve bu parçacıklardan birer gram tartılarak soğan arpacıklarının hemen yanına verilmiştir. Aynı şekilde, aşısız saksılara da otoklavda tamamen sterilize edilmiş birer gram kök aşısı verilmiştir. V.A. mikorriza ile yapılan çeşitli araştırmalarda aşu miktarının konukçu bitkinin köklerinde mantarın meydana getireceği mikorrizal gelişmeye büyük ölçüde etkili olmadığı ve genellikle bir gram kök aşısının yeterli geldiği belirtilmektedir (Daft ve Nicolson, 1969 b).

3.5.6 Bitkilerin Beslenmesi ve Sulanması .

Bitkiler, çimlenmeyi takiben seyreltilmiş ve her saksıdaki bitki sayısı üçe indirilmiştir. Bitkilerin besin elementleri açısından normal bir gelişme gösterebilmesi için, çimlenmeyi takiben her saksıya onbeşer gün arayla litresinde 0.45 gr. NH_4NO_3 , 0.36 gr. K_2SO_4 ve 0.33 gr. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ bulunan besin çözeltisinden 20 ml. verilmiştir (Hayman ve Mosse, 1971).

Denemede kullanılan Palandöken çakıllı tını ve Kân

siltli tını topraklarının tarla su tutma kapasiteleri saptanarak (Akalan, 1973) deneme süresince topraklar yaklaşık olarak tarla kapasitesinde olacak şekilde çeşme suyu ile sulanmıştır.

3.5.7 Bitkilerin Liçilmesi .

Deneme bitkilerinin seyreltilmesinden itibaren 64 günlük bir büyüme devresi sonunda toprak yüzeyinden beş santimetre yükseklikten biçim yapılmıştır. Söz konusu deneme koşulları altında bitkilerin genellikle ikinci bir biçim için gerekli büyümeyi göstermedikleri izlendiğinden sadece bir biçim ile yetinilmiştir.

3.6 TOPRAK ve BİTKİ ANALİZLERİ

3.6.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizleri .

Kireç ($CaCO_3$) tayini : Toprak örneklerinin kalsiyum karbonat miktarları Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Hızalan ve Ünal, 1966).

Toprak Reaksiyonu (p^H) : Deneme topraklarının p^H değerleri 1:2,5'lük toprak:su çözeltilisinde cam elektrotlu Beckman model G p^H metresi ile ölçülmüştür (Jackson, 1960).

Mekanik Analiz : Toprak örneklerinin kum, silt ve kil yüzdeleri Bouyoucus (1962) tarafından bildirildiği şekilde " Hidrometre " yöntemine göre belirlenmiştir.

Organik Karbon : Toprak örneklerinin yüzde organik karbon miktarları Graham (1948) tarafından belirtilen yöntemine göre Beckman model C kolorimetresi ile ölçülerek saptanmıştır.

Kasyon Değişim Kapasitesi (K.D.K.) : Toprakların kasyon değişim kapasiteleri ise U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) tarafından belirtilen amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir.

Değişebilir Sodyum ve Potasyum : Değişebilir Na ve K miktarları, toprakların toplam sodyum ve potasyum değerlerinden saturasyon ekstraktında çözülmüş sodyum ve potasyum değerleri çıkartılarak hesaplanmıştır (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

$EC \times 10^{-3}$: Toprakların elektriksel iletkenlikleri, saturasyon ekstraktlarında Wheatstone köprüsü kullanılarak yapılmıştır (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

3.6.1.1 Topraklarda Toplam, Elverişli, Organik ve İnorganik Fosfor Tayinleri .

Toplam fosfor tayininde Jackson (1960) tarafından belirtilen " Perklorik Asit ile Yakma " yöntemi uygulanmış ve elde edilen renk okuması . " Molibdo - Fosforik Asit Mavi Renk Metodu - I " e göre Beckman model C kolorimetresinde yapılmıştır. Deneme topraklarının elverişli fosfor miktarları Bray - I yöntemine göre (Olsen ve Dean, 1965) saptanmıştır.

Topraklardaki organik fosfor tayininde Saunders ve Williams (1955) tarafından ileri sürülen yöntem uygulanmış ve toprağın toplam fosforu ile toplam inorganik fosforu arasındaki fark organik fosfor olarak alınmıştır.

3.6.1.2 Toprakların Endogone mosseae Mantar Sporu İçin İncelenmesi .

Denemenin sonunda, bitkilerin biçilmesini takiben, aşılannmış ve aşılannmamış deneme toprakları Gür (1974) tarafından belirtilen " Gerdemann ve Nicolson'ın Islak Eleme Yöntemi " ne göre elenmiştir. Aşılannmış topraklardan elde edilen Endogone mantarının spor türü Mosse ve Bowen (1968) tarafından belirtilen esaslara göre saptanmıştır.

3.6.2 Bitki Analizleri.

3.6.2.1 Bitki Ölçümleri .

Deneme bitkilerinin çimlenmesinden itibaren 30 ve 64 günlük büyüme devreleri sonunda bitkilerin boyları ölçülerek her saksıdaki ortalama bitki boyu cm. olarak kaydedilmiştir. Ayrıca denemenin sonunda, biçimi takiben her saksı için yağ ağırlık ve 70°C'deki fırında kuru ağırlık saptanmış ve değerler üç bitki ortalaması olarak alınmıştır.

3.6.2.2 Bitkide Toplam Fosfor Tayini .

Bitkilerdeki toplam fosfor tayini yağ yakma ve molibden mavisi metodu esas alınarak Kacar (1972) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır.

3.6.2.3 Bitki Köklerindeki V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Durumunun Saptanması.

Aşılannmış ve aşılannmamış bitkiler biçildikten sonra, bitki kökleri toprak ve bitki gövdesinden ayrılarak su

ile yıkanmış ve bunu takiben FAA (Formalin Asetik Asit) çözeltilisi içerisinde saklanmıştır (Phillips ve Hayman, 1970). FAA çözeltilisi içerisinde saklanmış olan bitki kökleri Phillips ve Hayman (1970) tarafından belirtilen yöntemle göre şu şekilde temizlenmiş ve boyanmıştır; Bitki kökleri 100 cc'lik cam tüplerde % 10'luk KOH çözeltilisi içerisinde 90°C de bir su banyosu üzerinde kaynatılmıştır. Bu kaynatma işlemi yaklaşık olarak 15-20 dakika sürmüştür. Bu süre sonunda kökler tekrar taze KOH çözeltilisi ile yıkanmış ve 20°C'deki alkalın hidrojen peroksit (% 10'luk) içerisinde 20-30 dakika köklerin rengi iyice açılincaya kadar bekletilmiştir. Bu işlemi takiben kökler hidrojen peroksit çözeltilisinden arındırılmak için su ile iyice yıkanarak hidroklorik asit (yaklaşık olarak 2 N) ile asitleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış olan bitki kökleri, içerisinde % 0.1 oranında " Cotton blue " boyası içeren laktofenol çözeltilisi ile beş dakika kadar boyandıktan sonra kökler tekrar saf laktofenol çözeltilisi ile iyice yıkanarak " Cotton blue " boyasından iyice arınmaları sağlanmıştır.

Yukarıda açıklandığı şekilde boyanın kök örnekleri, cam lam ve lamel ve PVA^{1/} (Polyvinyl-alcohol resin-lactophenol) kullanılarak kök preparatları hazırlanmıştır. Daha sonra preparatlar bir Leitz Wetzler, Dialux model No: 865043 mikroskop altında incelenerek, aşılınmış ve aşılınmamış köklerde V.A. mikorrizal enfeksiyonun olup olmadığı araştırılmış, durum fotoğraflarla tesbit edilmiştir.

V.A. mikorrizal enfeksiyona sahip bitki köklerinin yüzde enfeksiyon dereceleri Gür (1974) tarafından belirtilen yöntemle göre saptanmıştır.

^{1/} PVA - lactophenol : Gurr Çözeltilisi : Ticari olarak George, T. Gurr, London SW6, England, adresinden sağlanmıştır.

3.6.2.3.1 Mikroskopik Çalışma İçin Kullanılan
Çözelti ve Boyalar ^{2/}

FAA Çözeltisi. (Phillips ve Hayman, 1970)

Formalin (% 37 - 41)	13 ml.
Glasial asetik asit (A.R)	5 ml.
Ethanol (% 50)	200 ml.

Yukarıda miktarları ve isimleri verilen çözeltiler, bir cam şişe içerisine konmuş ve iyice karıştırılarak oda sıcaklığında saklanmıştır.

Cotton Blue - Lactophenol Çözeltisi

Toz halindeki " Cotton Blue " boyasından 100 mg. tartılarak içerisinde 100 ml. laktofenol bulunan bir cam şişeye aktarılmış ve karışım iyice çalkalandıktan sonra oda sıcaklığında saklanmıştır.

Lactophenol. (Gurr, 1965)

Laktik asit (Analar)	16 ml.
Gliserol (BDH)	31 ml.
Fenol Kristalleri (Analar)	20 gr.
Saf su	20 ml.

Yukarıdaki miktarları ile beraber verilen kimyasal maddeler bir cam kaba konur ve çözelti içerisindeki fenol kristalleri

^{2/} Mikroskopik çalışmalarda kullanılan boya ve çözeltilere ait bilgilere, mikrobiyoloji ile ilgili literatürde pek rastlanmadığından, bunların teze dahil edilmesi gerekli görülmüştür.

çözününceye kadar 60°C de bir su banyosu üzerinde zaman zaman karıştırılarak ısıtılmıştır. Fenol kristalleri iyice çözüldükten sonra karışım koyu renkli bir cam şişe içerisinde oda sıcaklığında saklanmıştır.

3.7 Mazıdağı Ham Kaya Fosfatında Toplam ve Suda Çözünebilir Fosfor Analizleri.

Denemede kullanılan Mazıdağı ham kaya fosfatında toplam fosfor tayini Jackson (1960), tarafından belirtilen "Perklorik Asit ile Yaş Yakma" yöntemine göre yapılmıştır.

Suda çözünebilir fosfor tayininde ise, Hortwitz (1965) tarafından belirtilen esaslar uygulanmıştır.

Bitki, toprak örnekleri ve ham kaya fosfatındaki tüm fosfor tayinlerinde kullanılan redüksiyon çözültisi askorbik asit, EDTA sodyum tuzu, kesif formik asit, kalay klorür ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), gliserin ve kesif HCl asit karışımı olup, Hoffman ve Ohnerge (1966) tarafından belirtilen esaslara göre hazırlanmıştır.

Bitki, toprak ve ham kaya fosfatındaki fosfor analizlerinin tümünde renk okumaları Beckman model C kolorimetresinde yapılmıştır.

3.8 İSTATİSTİKİ ANALİZLER

2x2x3 tam şansa bağlı faktöriyel deneme planına göre yürütülen çalışma sonunda, 30 ve 64 günlük bitki boyları, bitkilerin hasat sonundaki yaş ve fırında kuru ağırlıkları, ppm.P ve mg.P /bitki değerlerine ait verilerin varyans analiz cetvelleri hazırlanmış ve deneme modelinin " fiks model " olduğu kabul edilerek, gerekli " F " kontrolleri yapılmıştır. Denemedeki faktörler (Toprak, Aşı, Fosfor kaynakları) özel olarak seçilmiş olduğundan, bu faktörlerin önem kontrolünde kullanılan " F " değerleri, faktörlere ait kareler ortalamasının genel hata kareler ortalamasına (G.H.K.O.) bölünmesiyle hesaplanmıştır (Düzgüneş, 1963). Ayrıca " Duncan"testi (Steel ve Torrie, 1960) uygulanarak bitki boyu, bitki yaş ve fırında kuru ağırlıkları, ppm.P ve mg.P / bitki gibi değerler bakımından denemedeki faktörlerin birbirlerine göre üstünlük durumları belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

4.1 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Denemede kullanılan toprak örneklerine ait kireç (% CaCO_3), p^{H} değeri, mekanik analiz (% kum, % kil ve % silt), tarla su tutma kapasitesi, organik madde (% C), katyon değişim kapasitesi (m.e.k./100 gr. toprak), değişebilir sodyum ve potasyum (m.e.k./100 gr.) ve elektriksel iletkenlik (mmhos/cm.) değerleri Cetvel 1. de verilmiştir.

Diğer taraftan toprakların elverişli fosfor, organik inorganik ve toplam fosfor miktarları da Cetvel 2 de gösterilmiştir .

Cetvel 1! den de görüldüğü gibi, toprakların reaksiyon bakımından nötr ile çok hafif alkalin olduğu, herhangi bir sodiklik veya tuzluluk sorununun bulunmadığı anlaşılmaktadır . Kân siltli tını/yüzde organik karbon miktarı, Palandöken çakıllı tınına göre yaklaşık olarak üç kat daha fazla olup, bunun başlıca nedeni söz konusu arazinin uzun zamandan beri çayır olarak kullanılmasıdır.

Denemede kullanılan topraklar elverişli fosfor miktarları bakımından sınıflandırıldıklarında, Palandöken çakıllı tınının orta, buna karşılık Kân siltli tını toprağının ise yüksek derecede fosfor ihtiva ettiği Cetvel 2 de görülmektedir (Olsen ve Dean, 1965). Üzerinde çalışılan topraklardan Kân siltli tınının organik ve inorganik fosfor miktarları bakımından da Palandöken çakıllı tınına nazaran - özellikle inorganik fosfor açısından - çok daha zengin olduğu görülmektedir.

Cetvel 1. Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Serisi	T e k s t ü r			Tarla su tut- ma kapa- sitesi (%)	H p Toprak:Su 1:2,5	Kireç CaCO ₃ (%) ³	Organik karbon (%)	K.D.K. m.e.k /100 gr.	Değişebilir katyonlar m.e.k/100 gr.		Elektriksel iletkenlik (ECx10 ⁻³) m.mhos/cm 25°C
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)						Na ⁺	K ⁺	
Palandöken çakıllı tını (Kumlu tın)	53,96	27,36	18,68	21	7,10	İz	0,86	24,3	0,26	0,21	1,10
Kân siltli tını	7,15	68,33	24,52	51	7,60	9,78	2,6	45,3	0,79	0,67	1,27

Cetvel 2. Deneme Topraklarının Elverişli, Organik, İnorganik ve Toplam Fosfor Değerleri.

Toprak serisi	Elverişli fosfor (ppm.)	Organik fosfor (ppm.)	İnorganik fosfor (ppm.)	Toplam fosfor (ppm.)
Palandöken çakıllı tını	9.85	125	650	775
Kân siltli tını	28.60	250	2325	2575

4.2 Topraklarda Bulunan Endogone mosseae Mantar Sporu.

Denemenin sonunda, aşılansmış ve aşılansmamış bütün deneme toprakları Gerdemann ve Nicolson (1963) tarafından belirtilen " Islak eleme " yöntemine göre elenmiştir. Aşılansmamış toprak örneklerinde Endogone sporuna rastlanmadığından sadece aşılansmış toprak örnekleri üzerinde çalışılmış ve 105 u'luk elek üzerinde kalan materyalde Endogona mosseae sporunun bulunduğu belirlenmiştir. Dialax model mikroskop altında yüz büyütmeli objektif ile daha detaylı olarak incelenip fotoğrafı çekilen (Fotoğraf No. 1) Endogone mosseae spor türünün 105-250 u çapında kabaca yuvarlak şekilli bir görünme ve ayrıca spor hücresinden dışarıya doğru uzunca bir çıkıntı meydana getiren çimlenme tüpüne sahip olduğu görülmektedir.

4.3 Ham Kaya Fosfatının Fosfor Analiz Sonuçları.

Denemede kullanılan Mazıdağı ham kaya fosfatının toplam fosfor miktarı 42500 ppm.P(% 9.775 P₂O₅), suda çözünebilir fosfor miktarı ise " iz " seviyede bulunmuştur.

Cetvel 3. Deneme Bitkisinin 30 ve 64 Günlük Ortalama Boyları ve Hasat Sonu Yaş ve Fırında Kuru Ağırlıkları (5 paralel)

Toprak	Aşıl	Gübre	30 günlük bitki boyu (cm.)	64 günlük bitki boyu (cm.)	Hasat sonu	
					Yaş Ağ. (gr.)	Kuru Ağ. (gr.)
Palandöken çakıllı tını	A ₀	G ₀	26,8	35,8	4,79	0,92
		HKF	26,8	35,8	4,93	0,94
		SF	37,4	57,6	8,51	1,62
	A	G ₀	29,0	43,4	5,41	1,03
		HKF	29,6	43,2	6,12	1,17
		SF	37,6	57,0	8,96	1,71
Kân siltli tını	A ₀	G ₀	28,8	37,6	7,28	1,32
		HKF	28,9	37,6	7,29	1,32
		SF	39,8	57,4	9,48	1,90
	A	G ₀	31,6	37,6	8,42	1,68
		HKF	33,1	45,2	8,62	1,69
		SF	40,04	57,8	9,91	1,89

A₀ : Aşısız

G₀ : Gübresiz (fosfor kaynağı ilâve edilmemiş)

A : Aşılı

HKF : Ham kaya fosfatı (Mazıdağı)

SF : Süperiosfat (simple süperfosfat)

Cetvel 4. Hasat Sonunda Bitkilerin Toplam Fosfor Miktarları
ve % V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Değerleri
(5 paralel)

Toprak	Aşıl	Gübre	Toplam fosfor		mg.P./bitki	Ortalama V.A. mikorrizal enfeksiyon %
			% P	ppm. P		
Palandöken çakıllı tını	A ₀	G ₀	0,1741	1741	1,59	0,00
		HKF	0,1756	1756	1,65	0,00
		SF	0,2261	2261	3,67	0,00
	A	G ₀	0,1871	1871	1,93	89,9
		HKF	0,1920	1920	2,24	88,4
		SF	0,2267	2267	3,87	71,9
Kân siltli tını	A ₀	G ₀	0,1770	1770	2,34	0,00
		HKF	0,1771	1771	2,39	0,00
		SF	0,2261	2261	4,24	0,00
	A	G ₀	0,1878	1878	3,15	88,1
		HKF	0,1876	1876	3,17	81,7
		SF	0,2260	2260	4,28	70,7

A₀ : Aşısız G₀ : Gübresiz (fosfor kaynağı ilâve edilmemiş)

A : Aşılı HKF : Ham kaya fosfatı (Mazıdağı)

SF : Süperfosfat (simple)

4.4 Bitki Analiz Sonuçları

4.4.1 Bitki Ölçümlerinin Sonuçları.

Deneme bitkilerinin seyreltilmesini takiben geçen 30 günlük büyüme devresi sonunda boyları ölçülmüş ve ortalama değerler Cetvel 3. de verilmiştir. Bu cetvelde ayrıca 64 günlük bitki boyu ortalamaları, hasat edilmiş bitkilerin yaş ağırlık ortalamaları ve fırında kuru ağırlık ortalamaları gösterilmiştir. Söz konusu cetveldeki değerler beş paralel ortalamasıdır. Cetvel 4 de ise, bitkilerin hasat sonundaki toplam fosfor (yüzde fosfor ve ppm.P), bitki başına düşen toplam fosfor (mg P /bitki) ve aşılansmış bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamaları verilmiştir.

Cetvel 5. Deneme Bitkisinin 30 ve 64 Günlük Ortalama Bitki Boyları ve Hasat Sonu Yaş ve Fırında Kuru Ağırlık Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları (Kareler ortalaması).

Kaynak	S.D.	30 günlük bitki boyu (K.O.)	64 günlük bitki boyu (K.O.)	Hasat sonu	
				Yaş Ağ. (K.O.)	Kuru Ağ. (K.O.)
Muamele	11	123.93**	434.89**	16.55**	0.65**
Toprak	1	95.00**	0.06	65.82**	2.45**
Aşı	1	64.69**	209.06**	9.95	0.55**
Gübre	2	586.02**	2159.15**	48.02**	1.84**
ToprakXAşı	1	1.77	17.07**	0.07	0.03
ToprakXGübre	2	0.48	19.22*	3.86**	0.12**
AşıXGübre	2	13.87**	72.22**	1.14	0.92**
ToprakXAşıXGübre	2	0.49	28.22**	0.05	0.03
Genel Hata	48	2.56	4.98	3.85	0.01

* : İstatistiki olarak 0.05 seviyesinde önemli

** : " " 0.01 " "

Bitkilerin 30 ve 64 günlük boy ortalamaları ve hasat sonundaki yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamalarının varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması) Cetvel 5. de verilmiştir. Diğer taraftan bitkilerin fosfor miktarlarına (ppm.P ve mg.P /bitki) ait ortalamaların varyans analiz sonuçları Cetvel 6. da, aşılammış bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon miktarlarına ait varyans analiz sonuçları ise Cetvel 13. de gösterilmiştir. Ayrıca bitkilerin çeşitli verim değerleri bakımından denemede kullanılan faktörlerin birbirlerine göre üstünlük dereceleri " Duncan " testi uygulanarak istatistikî olarak araştırılmış ve bitkilerin 30 ile 64 günlük boy ortalamalarına, yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamalarına, toplam fosfor miktarlarına (ppm.P ve mg.P /bitki) ve yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamalarına ait analiz sonuçları sırası ile Cetvel 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 de verilmiştir.

Cetvel 6. Bitkilerin Fosfor Miktarına Ait
Değerlerin Varyans Analiz Sonuçları
(Kareler Ortalaması).

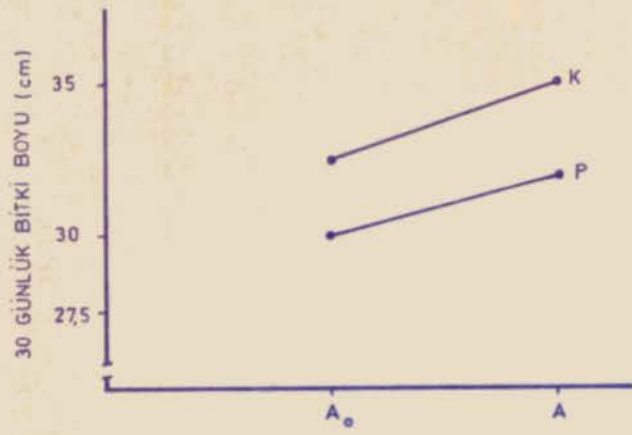
Kaynak	S.D.	ppm. P. (K.O.)	mg. P / bitki (K.O.)
Muamele	11	249691.99**	4.83**
Toprak	1	0.27	8.88**
Aşı	1	109056.66**	3.18**
Gübre	2	1288797.51**	19.53**
ToprakXAşı	1	3226.66*	0.11
ToprakXGübre	2	1380.81**	0.32**
AşıXGübre	2	26098.01**	0.46**
ToprakXAşıXGübre	2	888.12	0.13
Genel Hata	48	495.62	0.05

* : İstatistikî olarak 0.05 seviyesinde önemli
** : " " 0.01 " "

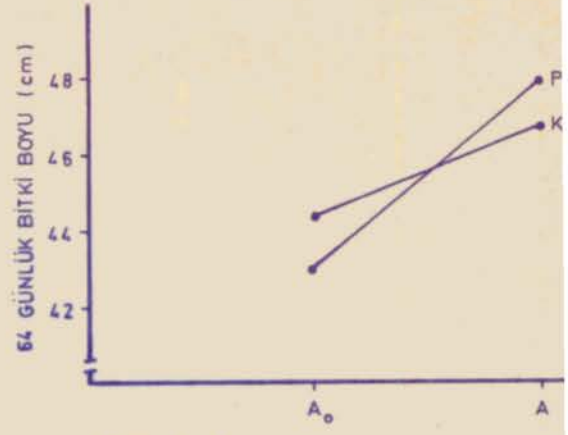
Cetvel 5 ve 6 'nın izlenmesinden de anlaşılacağı gibi , tüm bitki verimleri (30 ve 64 günlük bitki boyları, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık, bitkilerin ppm.P'u ve mg. P / bitki) ile ilgili muamelelere ait kareler ortalamaları istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer bir tanımla, uygulanan muamelelerin (Toprak, Aşı, Gübre) bitki verimleri üzerine olan etkileri genellikle istatistiki yönden 0.01 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Uygulanan muamelelerden birincisi olan toprağın bitki verimleri üzerine etkisi Cetvel 5 ve 6 dan yararlanarak incelendiğinde, bu etkinin 64 günlük bitki boyu ve ppm.P için istatistiki olarak önemli bulunamamış olmasına karşılık, 30 günlük bitki boyu hasat sonundaki yaş ve fırında kuru ağırlıkları ve mg.P /bitki değeri için istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Diğer bir deyimle, denemede kullanılan Palandöken çakıllı tını toprağı ve Kân siltli tını toprağının bitki verimleri üzerine olan etkileri farklı olmuştur. Bitkilerin verim ortalamaları esas alındığında, Kân siltli tını toprağının, Palandöken çakıllı toprağından daha yüksek değerler verdiği saptanmıştır.

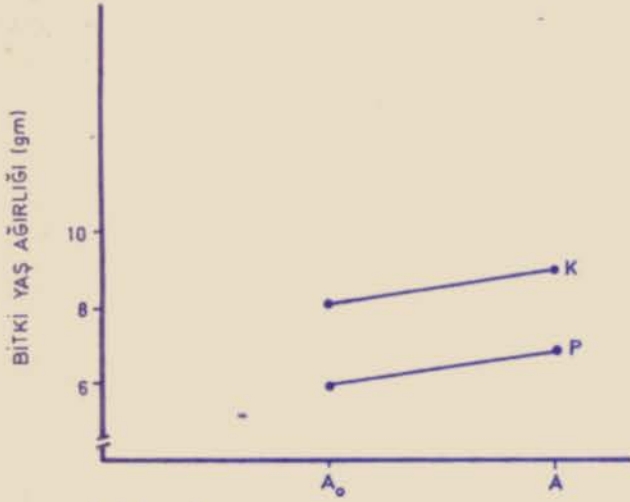
Aynı şekilde, söz konusu cetvellerden (5 ve 6) görüleceği gibi, aşılamanın - Hasat sonu bitki yaş ağırlığı dışında - 30 ve 64 günlük bitki boyları ve fırında kuru ağırlığı., ppm.P ve mg.P /bitki gibi bitki verimleri üzerine olan etkileri istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu bulgular, Endogone mosseae ile aşılansmış çeşitli kültür bitkilerinin, aşılansmamış olanlarına göre daha iyi bir gelişme meydana getirdiğini ileri süren bazı araştırmacıların (Baylis, 1959 ; Gerdemann, 1964 ; Holevas, 1966 ve Gür, 1974) sonuçlarını desteklemektedir.



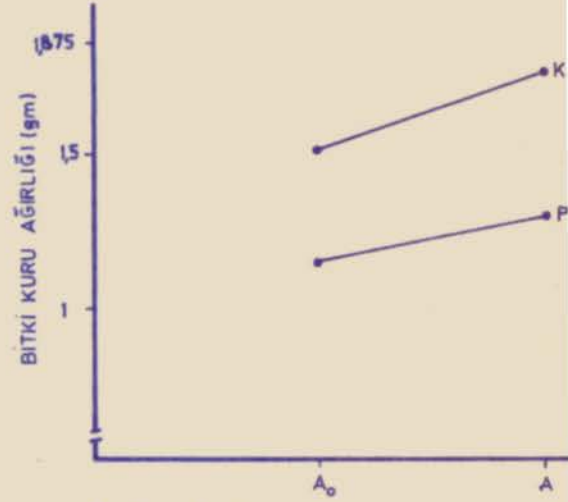
Grafik : I - a



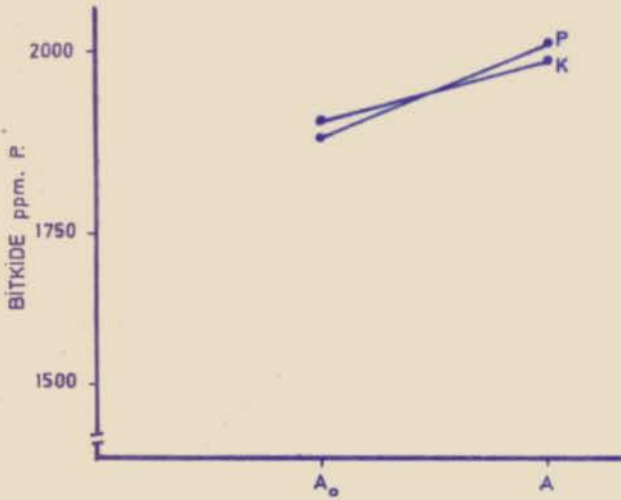
Grafik : I - b



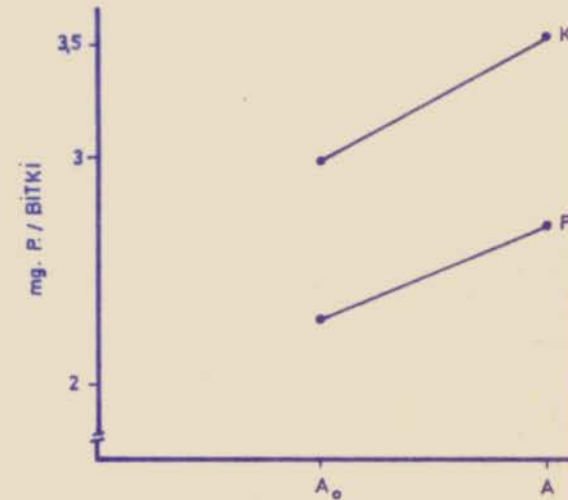
Grafik : I - c



Grafik : I - d



Grafik : I - e



Grafik : I - f

K : Kân
P : Palandöken
A : Aşılı
A₀ : Aşısız

TOPRAK x AŞI İNTERAKSİYONLARINA AİT GRAFİKLER

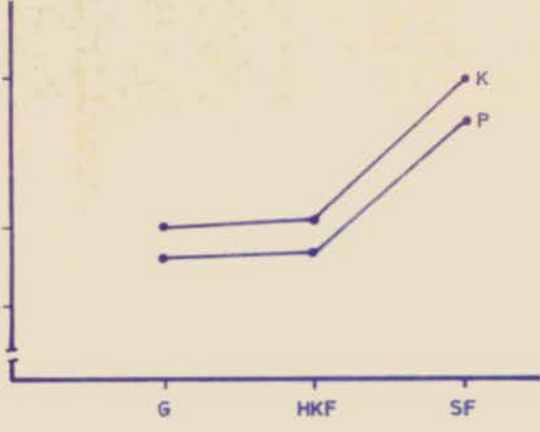
Diğer taraftan gübrelerin (fosfor kaynaklarının) tüm bitki verimleri (30 ve 64 günlük bitki boyları, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlıklar, ppm.P ve mg.P /bitki) üzerine olan etkileri istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur (Cetvel 5, 6). Ancak, verim ortalamalarının " Duncan testi " ^{3/} ile yapılan karşılaştırılmalarında, tüm bitki verimleri bakımından süper fosfat verilen bitkilerin verim ortalamaları, hiç fosfor kaynağı verilmemiş bitkilerin verim ortalamalarından daha yüksek çıkmış ve aralarındaki farkların hasat sonu yaş ağırlık için istatistiki olarak 0.05 seviyesinde, 30 ve 64 günlük bitki boyları, hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P /bitki gibi bitki verimleri için ise 0.01 seviyelerinde önemli olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan, süper fosfat ilâve edilmiş bitkiler, tüm verim ortalamaları bakımından ham kaya fosfatı ilâve edilmiş bitkilere göre daha yüksek değerler vermişler ve aralarındaki farklar hasat sonu bitki yaş ağırlığı için istatistiki yönden önemli bulunamamış olmasına karşılık, 30 ve 64 günlük bitki boyları, hasat sonu bitki fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P /bitki gibi verimler için 0.01 seviyelerinde önemli çıkmıştır. Ayrıca, ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerin tüm verim ortalamaları, fosfor kaynağı verilmemiş bitkilerinkinden daha yüksek çıkmış ve aralarındaki farkların, 30 günlük bitki boyu, hasat sonu bitki yaş ve fırında kuru ağırlıklar için istatistiki bakımdan önemli çıkmamış olmasına karşılık, 64 günlük bitki boyu, ppm.P ve mg.P/bitki değerleri için 0.05 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

^{3/} Fosfor kaynakları (gübreler)'nın birbirine olan üstünlük derecelerinin ve ayrıca Toprak x Aşı, Toprak x Gübre ve Gübre x Aşı interaksiyonlarının istatistiki analizlerinde kullanılan " Duncan testi " sonuçlarına ait Cetvel-ler yer darlığı nedeniyle bu tezde dahil edilmemiştir.

Cetvel 5., 6 ve Grafik 1-a, b, c, d, e, f den de görüleceği gibi, Toprak x Aşı interaksyonu, 30 günlük bitki boyu, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlıklar ve mg.P /bitki gibi bitki verimleri için istatistiki olarak önemsiz çıkmasına karşılık, 64 günlük bitki boyu ve ppm.P gibi bitki verimleri için 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer bir tanımla , aşılamanın etkisi 64 günlük bitki boyu ve ppm.P için topraklar arasında farklılık göstermiştir. Örneğin, Palandöken toprağında aşılı ile aşısız arasındaki 64 günlük bitki boyları farkı ($\bar{X} = 3.80^{**}$ cm.) ve bitki fosforu (ppm.P) ortalamaları farkı ($\bar{X} = 99.93^{**}$ ppm.) olmasına karşılık, Kân toprağında, aşılı ve aşısız bitkilerin 64 günlük boy ortalamaları farkı ($\bar{X} = 2.60^{**}$) ve bitki fosforu (ppm.P) ortalamaları farkı ($\bar{X} = 70.60^{**}$ ppm.) olarak saptanmıştır. Diğer bir deyimle , aşılamanın 64 günlük bitki boyu ve bitki fosforu (ppm.P) bakımından, Palandöken toprağında meydana getirdiği birim artışlar, Kân toprağında meydana getirdiği birim artışlardan daha yüksek olmuştur (Grafik 1-b, e). Diğer taraftan, 30 günlük bitki boyu, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlıklar ve mg.P/bitki bakımından her iki deneme toprağında (Kân ve Palandöken) da aşılamanın etkisi istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur (Cetvel 5 , 6). Ancak bu etkiler her iki toprak için de genellikle aynı derecede olduklarından, 30 günlük bitki boyu, hasat sonu bitki yaş ve fırında kuru ağırlıklar ve mg.P/bitki bakımından (Toprak x Aşı) interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Grafik 1-a, c, d, f).

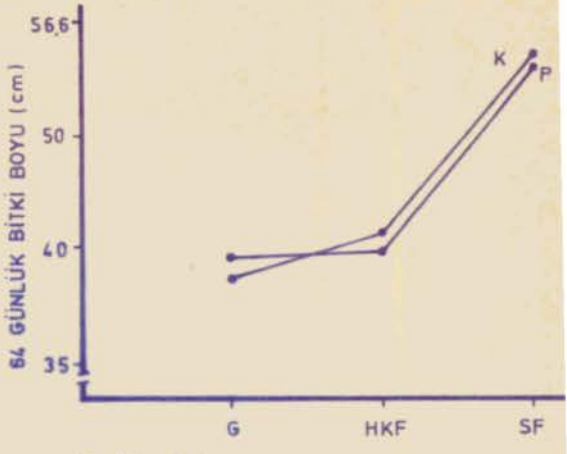
** : İstatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli

30 GÜNLÜK BİTKİ BOYU (cm)



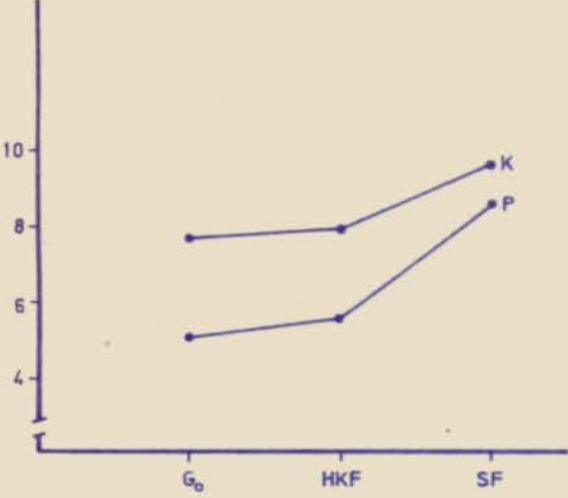
Grafik : 2-a

64 GÜNLÜK BİTKİ BOYU (cm)



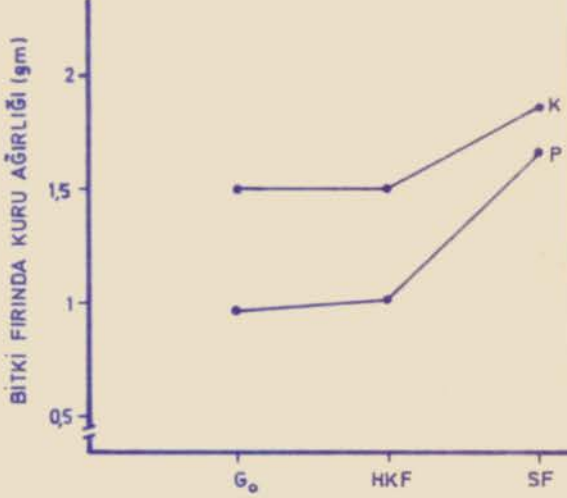
Grafik : 2-b

BİTKİ YAŞ AĞIRLIĞI (gm)



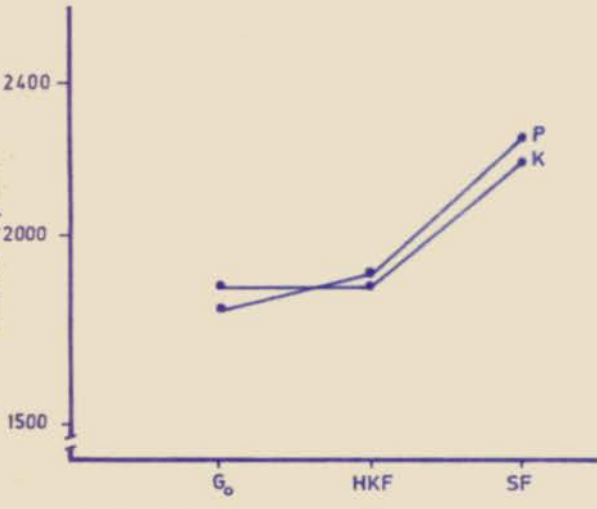
Grafik : 2-c

BİTKİ FIRINDA KURU AĞIRLIĞI (gm)



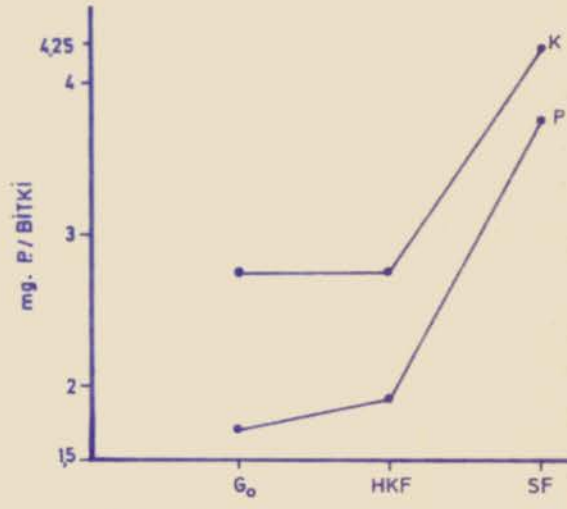
Grafik : 2-d

BITKİDE ppm. P



Grafik : 2-e

mg. P / BİTKİ



Grafik : 2-f

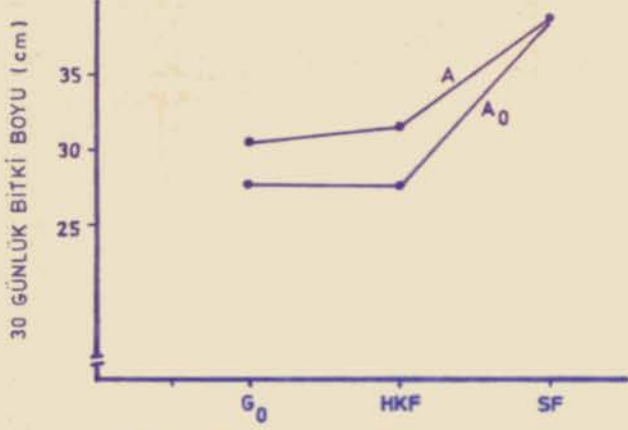
TOPRAK x GÜBRE İNTERAKSİYONLARINA AIT GRAFİKLER

- K : Kân
- P : Palandöken
- G₀ : Gübresiz
- HKF: Ham kaya fosfatı
- SF : Süper fosfat

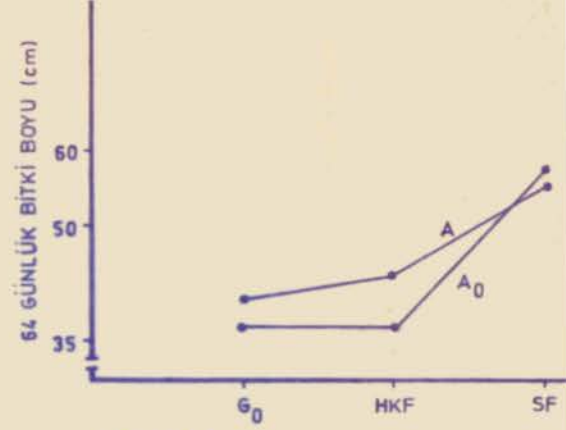
Toprak x Gübre interaksiyonununun 30 günlük bitki boyu üzerine olan etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Cetvel 5). Bu durum, gübrelerin 30 günlük bitki boyu bakımından Palandöken çakıllı tını ve Kân siltli tını toprakları üzerine aynı derecede etkili olduğunu göstermektedir (Grafik 2-a). Diğer taraftan 64 günlük bitki boyu, hasat sonu bitki yaş ve fırında kuru ağırlıkları, ppm.P ve mg.P/bitki değerleri için Toprak x Gübre interaksiyonları istatistiki olarak sırası ile 0.05, 0.01, 0.01, 0.01 ve 0.01 seviyelerinde önemli bulunmuştur. Diğer bir deyimle, bu veriler bakımından gübrelerin deneme toprakları üzerine olan etkileri farklı derecelerde olmuştur. Her iki deneme toprağında da bitki verimleri (30 ve 64 günlük bitki boyları, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlıklar, ppm.P ve mg.P/bitki) bakımından süper fosfat ile en yüksek değerler elde edilmiş, bunu sırasıyla ham kaya fosfatı verilmiş ve gübre verilmemiş örnekler takip etmiştir. Ancak, bu verilere ait ortalamaların " Duncan testi " ile karşılaştırılması sonunda Palandöken toprağında, süper fosfat verilmiş bitkiler ile ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler arasındaki ve süper fosfat verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki 64 günlük bitki boyu, hasat sonundaki bitkilerin yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları farkları istatistiki olarak 0.01 seviyesinde, bitki toplam fosforu (mg.P/bitki) ortalamalarının farkları ise 0.05 seviyesinde bulunmuştur. Buna karşılık, ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkilerin tüm verimleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan, Kân siltli tını toprağında ise, süper fosfat verilmiş bitkiler ile ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler arasındaki 64 günlük bitki boyu, fırında kuru ağırlık ve mg.P/bitki ortalamaları farkları istatistiki olarak 0.01 seviyesinde, yaş ağırlık ortalamaları farkı ise 0.05 seviyesinde önemli çıkmıştır. Aynı toprakta, 64 günlük bitki boyu ortalaması

bakımından, süper fosfat verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki fark ve ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki farkın istatistikî olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Buna karşılık, hasat sonu yaş ağırlık ortalaması bakımından, süper fosfat verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli bulunurken, ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki farkın istatistikî olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Bitkilerin, hasat sonu fırında kuru ağırlıkları ve mg.P/bitki ortalamaları bakımından ise, ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca Kân toprağında, mg.P/bitki bakımından süper fosfat verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasında istatistikî bakımından önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır.

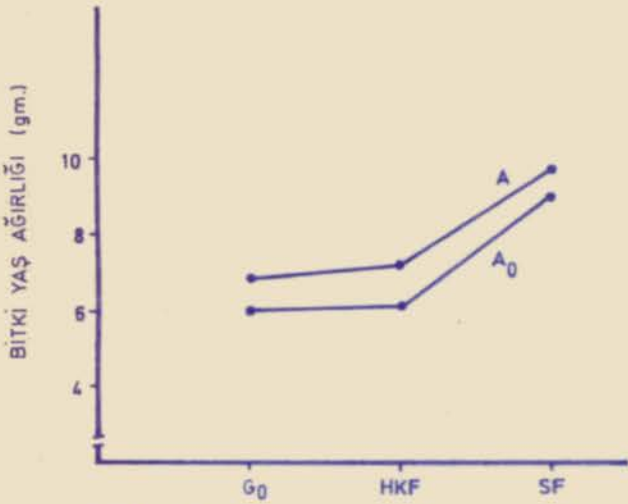
Aşı x Gübre interaksyonunun bitki verimleri üzerine etkisi ile ilgili olarak Cetvel 5 , 6 ve 3-a, b, c, d, e, f no.lu grafikler incelendiğinde, bu etkilerin hasat sonundaki yaş ağırlık için istatistikî bakımından önemli çıkmamasına karşılık (Cetvel 5 ; Grafik 3-c), 30 ve 64 günlük bitki boyları ve bitkilerin hasat sonundaki fırında kuru ağırlığı ppm.P ve mg.P/bitki miktarları için istatistikî olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır (Grafik 3-b, c, d, e, f). Diğer bir tanımla, bitkilerin hasat sonundaki yaş ağırlığı üzerine kontrol ve aşılamanın etkisi - kullanılan fosfor kaynağı ne olursa olsun - genel olarak aynı derecede olmuştur (Grafik 3-c).



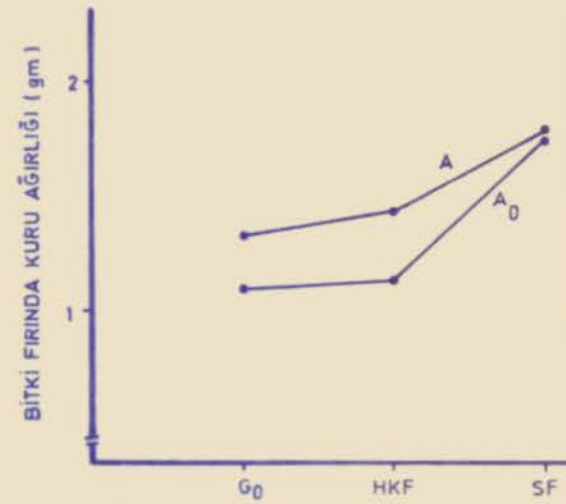
Grafik : 3-a



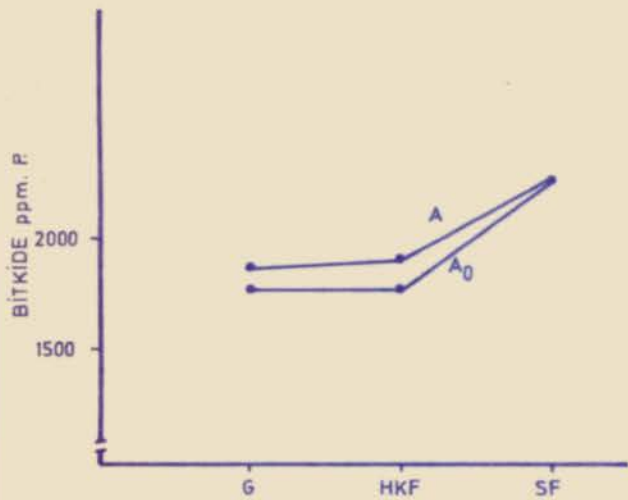
Grafik : 3-b



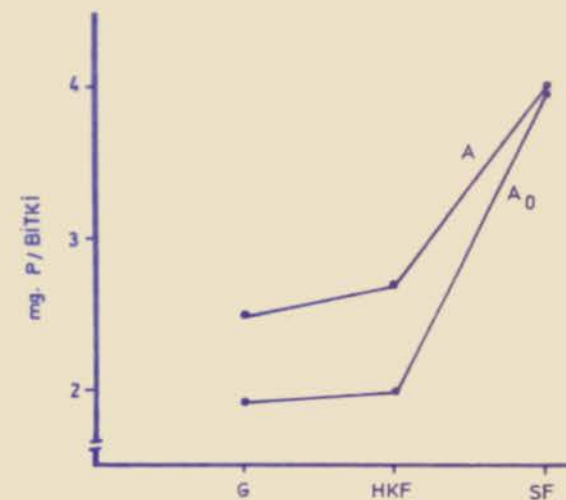
Grafik : 3-c



Grafik : 3-d



Grafik : 3-e



Grafik : 3-f

AŞI x GÜBRE İTERAKSİYONLARINA AİT GRAFİKLER

- A₀ : Aşısız
- A : Aşılı
- G₀ : Gübresiz
- HKF : Ham kaya fosfatı
- SF : Süper fosfat

Diğer taraftan, kontrol ve aşılamanın, 30 ve 64 günlük bitki boyu, bitkilerin hasat sonu fırında kuru ağırlığı, ppm.P ve mg.P/bitki değerleri üzerinde, kullanılan fosfor kaynaklarının cinsine göre farklı şekillerde etkili olduğu anlaşılmıştır (Grafik 3-a, b, d, e, f, g). " Duncan testi " uygulanarak yapılan istatistiki kontrolde, aşılammamış her iki deneme toprağında da süper fosfat verilmiş bitkilerde alınan 30 ve 64 günlük bitki boyu ortalamaları hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P/bitki ortalamaları ile ilgili değerlerle, ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerden alınan değerler arasındaki farklar ve süper fosfat verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki farklar istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuşlardır. Buna karşılık, ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerin tüm verim ortalamaları (30 ve 64 günlük bitki boyu, hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P/bitki) ile gübre verilmemiş bitkilerin verim ortalamaları arasında istatistiki yönden önemli bir fark bulunamamıştır. Bu durumda aşılammamış topraklarda ham kaya fosfatının tek başına verilmesi halinde, bitkilerde kontrole göre istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı görülmektedir. Çağatay ve çalışma arkadaşları (1973), söz konusu ham kaya fosfatını kullanarak yaptıkları denemeler sonunda, nötr ve alkalın topraklarda çeşitli bitkilerin veriminde herhangi bir artışın olmadığını ileri sürmektedirler. p^H değerleri 7.2 ile 7.6 olan deneme topraklarında ham kaya fosfatının etkili olmaması, yukarıdaki gelişmeyi destekler görünmektedir.

Aynı şekilde, " Duncan testi.."ne göre yapılan istatistiki değerlendirme sonunda, aşılammamış deneme topraklarında, süper fosfat verilmiş bitkiler ile gübre verilmemiş bitkiler arasındaki ve süper fosfat verilmiş bitkiler ile ham kaya fosfatı verilmiş bitkiler arasındaki 30 ve 64 günlük boy ortalamaları, hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P/bitki ortalamaları bakımından ileri gelen farkların istatistiki olarak 0.01 seviyelerinde önemli oldukları saptanmıştır.

Cetvel 7. Otuz Günlük Bitki Boylarına Ait " Duncan "

Testi Sonuçları.

Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı
KASF-KA ₀ SF	0,28	PA ₀ SF-PAHKF	7,80 ^{**}	PA ₀ SF-KA ₀ G ₀	8,62 ^{**}
KA ₀ SF-PASF	2,16 [*]	KAHKF-PG ₀	4,14 ^{**}	KAHKF-PA ₀ G ₀	6,32 ^{**}
PASF-PA ₀ SF	0,20	KAG ₀ -KA ₀ HKF	2,62 [*]	KAG ₀ -PA ₀ HKF	4,82 ^{**}
PA ₀ SF-KAHKF	4,26 ^{**}	PAHKF-KA ₀ G ₀	0,82	KASF-PAG ₀	11,04 ^{**}
KAHKF-KAG ₀	1,54	PAG ₀ -PA ₀ G ₀	2,18 [*]	KA ₀ SF-KA ₀ HKF	10,78 ^{**}
KAG ₀ -PAHKF	2,00	KA ₀ HKF-PA ₀ HKF	2,20	PASF-KA ₀ G ₀	8,82 ^{**}
PAHKF-PAG ₀	0,60	KASF-KAHKF	6,90 ^{**}	PA ₀ SF-PA ₀ G ₀	10,50 ^{**}
PAG ₀ -KA ₀ HKF	0,02	KA ₀ SF-KAG ₀	8,16 ^{**}	KAHKF-PA ₀ HKF	6,36 ^{**}
KA ₀ HKF-KA ₀ G ₀	0,2	PASF-PAHKF	8,00 ^{**}	KASF-KA ₀ HKF	11,06 ^{**}
KA ₀ G ₀ -PA ₀ G ₀	1,96	PA ₀ SF-PAG ₀	8,40 ^{**}	KA ₀ SF-KA ₀ G ₀	10,98 ^{**}
PA ₀ G ₀ -PA ₀ HKF	0,04	KAHKF-KA ₀ HKF	4,16 ^{**}	PASF-PA ₀ G ₀	10,78 ^{**}
KASF-PASF	2,44 [*]	KAG ₀ -KA ₀ G ₀	2,82 [*]	PA ₀ SF-PA ₀ HKF	10,62 ^{**}
KA ₀ SF-PA ₀ SF	2,36 [*]	PAHKF-PA ₀ -G ₀	2,78 [*]	KASF-KA ₀ G ₀	11,26 ^{**}
PASF-KAHKF	4,46 ^{**}	PAG ₀ -PA ₀ HKF	2,22	KA ₀ SF-PA ₀ G ₀	12,94 ^{**}
PA ₀ SF-KAG ₀	5,80 ^{**}	KASF-KAG ₀	8,44 ^{**}	PASF-PA ₀ HKF	10,82 ^{**}
KAHKF-PAHKF	3,54 ^{**}	KA ₀ SF-PAHKF	10,16 ^{**}	KASF-PA ₀ G ₀	13,22 ^{**}
KAG ₀ -PAG ₀	2,60 [*]	PASF-PAG ₀	8,60 ^{**}	KA ₀ SF-PA ₀ HKF	12,98 [*]
PAHKF-KA ₀ HKF	0,62	PA ₀ SF-KAHKF	8,42 ^{**}	KASF-PA ₀ HKF	13,26 ^{**}
PAG ₀ -KA ₀ G ₀	0,22	KAHKF-KA ₀ G ₀	4,36 ^{**}		
KA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	2,16	KAG ₀ -PA ₀ -G ₀	4,78 ^{**}		
KA ₀ G ₀ -PA ₀ HKF	2,00	PAHKF-PA ₀ HKF	2,82 [*]		
KASF-PA ₀ SF	2,24 [*]	KASF-PAHKF	10,44 ^{**}		
KA ₀ SF-KAHKF	6,62 ^{**}	KA ₀ SF-PAG ₀	10,76 ^{**}		
PASF-KAG ₀	6,00 ^{**}	PASF-KA ₀ HKF	8,62 ^{**}		

* : İstatistiki olarak 0,05 seviyede önemli

" " " " " "

Cetvel 8. Altmışdört Günlük Bitki Boylarına Ait " Duncan "

Testi Sonuçları.

Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı
ASF-PA ₀ SF	0,2	KA ₀ SF-PAG ₀	14,0 ^{**}	PA ₀ SF-KAG ₀	20,0 ^{**}
PA ₀ SF-KA ₀ SF	0,2	PASF-PAHKF	13,8 ^{**}	KA ₀ SF-KA ₀ HKF	19,8 ^{**}
PA ₀ SF-PASF	0,4	KAHKF-KAG ₀	7,6 ^{**}	PASF-KA ₀ G ₀	19,4 ^{**}
ASF-KAHKF	11,8 ^{**}	PAG ₀ -KA ₀ HKF	5,8 ^{**}	KAHKF-PA ₀ HKF	9,4 ^{**}
KAHKF-PAG ₀	1,8	PAHKF-KA ₀ G ₀	5,6 ^{**}	PAG ₀ -PA ₀ G ₀	7,6 ^{**}
PAG ₀ -PAHKF	0,2	KAG ₀ -PA ₀ HKF	1,8	KASF-KAG ₀	20,2 ^{**}
PAHKF-KAG ₀	5,6 ^{**}	KA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	1,8	PA ₀ SF-KA ₀ HKF	20,0 ^{**}
KAG ₀ -KA ₀ HKF	0,0	KASF-KAHKF	12,6 ^{**}	KA ₀ SF-KA ₀ G ₀	19,8 ^{**}
KA ₀ HKF-KA ₀ G ₀	0,0	PA ₀ SF-PAG ₀	14,2 ^{**}	PASF-PA ₀ HKF	21,2 ^{**}
KA ₀ G ₀ -PA ₀ HKF	1,8	KA ₀ SF-PAHKF	14,2 ^{**}	KAHKF-PA ₀ G ₀	9,4 ^{**}
PA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	0,0	PASF-KAG ₀	19,4 ^{**}	KASF-KA ₀ HKF	20,2 ^{**}
KASF-KA ₀ SF	0,4	KAHKF-KA ₀ HKF	7,6 ^{**}	PA ₀ SF-KA ₀ G ₀	20,0 ^{**}
PA ₀ SF-PASF	0,6	PAG ₀ -KA ₀ G ₀	5,8 ^{**}	KA ₀ SF-PAHKF	21,6 ^{**}
KA ₀ SF-KAHKF	12,2 ^{**}	PAHKF-PA ₀ HKF	7,4 ^{**}	PASF-PA ₀ G ₀	21,2 ^{**}
PASF-PAG ₀	13,6 ^{**}	KAG ₀ -PA ₀ G ₀	1,8	KASF-KA ₀ G ₀	20,2 ^{**}
KAHKF-PAHKF	2,0	KASF-PAG ₀	14,4 ^{**}	PA ₀ SF-PA ₀ HKF	21,8 ^{**}
PAG ₀ -KAG ₀	0,58	PA ₀ SF-PAHKF	14,4 ^{**}	KA ₀ SF-PA ₀ G ₀	21,6 ^{**}
PAHKF-KA ₀ HKF	5,6 ^{**}	KA ₀ -SF-KAG ₀	19,8 ^{**}	KASF-PA ₀ HKF	22,0 ^{**}
KAG ₀ -KA ₀ G ₀	0,00	PASF-KA ₀ HKF	19,4 ^{**}	PA ₀ SF-PA ₀ G ₀	21,8 ^{**}
KA ₀ HKF-PA ₀ HKF	1,8	KAHKF-KA ₀ G ₀	7,6 ^{**}	KASF-PA ₀ G ₀	22,0 ^{**}
KA ₀ G ₀ -PA ₀ G ₀	1,8	PAG ₀ -PA ₀ HKF	7,6 [*]		
KASF-PASF	0,8	PAHKF-PA ₀ G ₀	7,4 ^{**}		
PA ₀ SF-KAHKF	12,4 ^{**}	KASF-PAHKF	14,6 ^{**}		

* : İstatistiki olarak 0,05 seviyede önemli

** : " " 0,01 " "

Cetvel 9. Hasat Sonu Bitki Yaş Ağırlıklarına Ait

" Duncan " Testi Sonuçları.

Uygulamalar (1)	İki ortalama farkı	Uygulamalar (1)	İki ortalama farkı	Uygulamalar (1)	İki ortalama farkı
ASF-KA ₀ SF	0,434	PASF-PA ₀ SF	0,540	KA ₀ SF-KA ₀ G ₀	2,198
A ₀ SF- PASF	0,514	KAHKF-KA ₀ HKF	1,334	PASF-PAHKF	2,844
ASF-KAHKF	0,338	PA ₀ SF-KA ₀ G ₀	1,234	KAHKF-PAG ₀	3,216*
AHKF-PA ₀ SF	0,012	KAG ₀ -PAHKF	2,304	PA ₀ SF-PA ₀ HKF	3,576*
A ₀ SF-KAG ₀	0,090	KA ₀ HKF-PAG ₀	1,882	KAG ₀ -PA ₀ G ₀	3,626*
AG ₀ -KA ₀ HKF	1,132	KA ₀ G ₀ -PA ₀ HKF	2,342	KASF-KA ₀ G ₀	2,632
KA ₀ HKF-KA ₀ G ₀	0,012	PAHKF-PA ₀ G ₀	1,322	KA ₀ SF-PAHKF	3,358*
A ₀ G ₀ -PAHKF	1,160	KASF-PA ₀ SF	1,398	PASF-PAG ₀	3,554*
PAHKF-PAG ₀	0,710	KA ₀ SF-KAG ₀	1,054	KAHKF-PA ₀ HKF	3,688*
PAG ₀ -PA ₀ HKF	0,472	PASF-KA ₀ HKF	1,672	PA ₀ SF-PA ₀ G ₀	3,716*
PA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	0,140	KAHKF-KA ₀ G ₀	1,346	KASF-PAHKF	3,792*
KASF-PASF	0,948	PA ₀ SF-PAHKF	2,394	KA ₀ SF-PAG ₀	4,068**
KA ₀ SF-KAHKF	0,852	KAG ₀ -PAG ₀	3,014*	PASF-PA ₀ HKF	4,026**
PASF-PA ₀ SF	0,450	KA ₀ HKF-PA ₀ HKF	2,354	KAHKF-PA ₀ G ₀	3,828*
KAHKF-KAG ₀	0,202	KA ₀ G ₀ -PA ₀ G ₀	2,482	KASF-PAG ₀	4,502**
PA ₀ SF-KA ₀ HKF	1,222	KASF-KAG ₀	1 488	KA ₀ SF-PA ₀ HKF	4,540**
KAG ₀ -KA ₀ G ₀	1,144	KA ₀ SF-KA ₀ HKF	2,186	PASF-PA ₀ G ₀	4,166**
KA ₀ HKF-PAHKF	1,172	PASF-KA ₀ G ₀	1,684	KASF-PA ₀ HKF	4,974**
KA ₀ G ₀ -PAG ₀	1,870	KAHKF-PAHKF	2,506	KA ₀ SF-PA ₀ G ₀	4,680**
PAHKF-PA ₀ HKF	1,182	PA ₀ SF-PAG ₀	3,104*	KASF-PA ₀ G ₀	5,114**
PAG ₀ -PA ₀ G ₀	0,612	KAC ₀ -PA ₀ HKF	3,486*		
KASF-KHKF	1,286	KA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	2,354		
KA ₀ SF-PA ₀ SF	0,964	KASF-KA ₀ HKF	2,620		

* : İstatistiki olarak 0,05 seviyede önemli

** : " " 0,01 " "

Cetvel 10. Bitkilerin Hasat Sonu Fırında Kuru Ağırlıklarına
Ait " Duncan " Testi Sonuçları.

Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı
KA _o SF-KASF	0,006	PASF-PA _o SF	0,082	KASF-KA _o G _o	0,574**
PASF-PASF	0,188	KAHKF-KA _o HKF	0,366**	PASF-PAHKF	0,540**
PASF-KAHKF	0,016	KAG _o -KA _o G _o	0,353**	KAHKF-PAG _o	0,658**
KAHKF-KAG _o	0,012	PA _o SF-PAHKF	0,458**	KAG _o -PA _o HKF	0,740**
KAG _o -PA _o SF	0,054	KA _o HKF-PAG _o	0,292**	PA _o SF-PA _o G _o	0,708**
PA _o SF-KA _o HKF	0,300**	KA _o G _o -PA _o HKF	0,382**	KA _o SF-KA _o G _o	0,580**
KA _o HKF-KA _o G _o	0,004	PAHKF-PA _o G _o	0,250**	KASF-PAHKF	0,728**
KA _o G _o -PAHKF	0,154*	KA _o SF-KAG _o	0,222**	PASF-PAG _o	0,674**
PAHKF-PAG _o	0,134*	KASF-PA _o SF	0,270**	KAHKF-PA _o HKF	0,752**
PAG _o -PA _o HKF	0,094	PASF-KA _o HKF	0,382**	KAG _o -PA _o G _o	0,762**
PA _o HKF-PA _o G _o	0,022	KAHKF-KA _o G _o	0,370**	KA _o SF-PAHKF	0,734**
KA _o SF-PASF	0,194**	KAG _o -PAHKF	0,512**	KASF-PAG _o	0,862**
KASF-KAHKF	0,204**	PA _o SF-PAG _o	0,592**	PASF-PA _o HKF	0,768**
PASF-KAG _o	0,022	KA _o HKF-PA _o HKF	0,386**	KAHF-PA _o G _o	0,774**
KAHKF-PA _o SF	0,066	KA _o G _o -PA _o G _o	0,404**	KA _o SF-PAG _o	0,868**
KAG _o -KA _o HKF	0,354**	KA _o SF-PA _o SF	0,276**	KASF-PA _o HKF	0,956**
PA _o SF-KA _o G _o	0,304**	KASF-KA _o HKF	0,570**	PASF-PA _o G _o	0,790**
KA _o HKF-PAHKF	0,158*	PASF-KA _o G _o	0,386**	KA _o SF-PA _o HKF	0,962**
KA _o G _o -PAG _o	0,288**	KAHKF-PAHKF	0,524**	KASF-PA _o G _o	0,978**
PAHKF-PA _o HKF	0,228**	KAG _o -PAG _o	0,646**	KASF-PA _o G _o	0,984**
PAG _o -PA _o G _o	0,116	PA _o SF-PA _o HKF	0,686**		
KA _o SF-KAHKF	0,210**	KA _o HKF-PA _o G _o	0,408**		
KASF-KAG _o	0,216**	KA _o SF-KA _o HKF	0,576**		

* : İstatistiki olarak 0,05 seviyede önemli

** : " " 0.01 " "

Cetvel 11. Bitki Fosforuna (ppm.P.) Ait " Duncan "

Testi Sonuçları.

Uygulamalar (1)	İki ortalama farkı	Uygulamalar (1)	İki ortalama farkı	Uygulamalar (1)	İki ortalama farkı
PAS ₀ F-KA ₀ SF	5,6	PA ₀ SF-KAG ₀	382,6**	KA ₀ SF-PAG ₀	390,1**
KA ₀ SF-PA ₀ SF	0,4	KAS ₀ F-KAHKF	384,2**	PA ₀ SF -KA ₀ HKF	490,1**
PA ₀ SF-KAS ₀ F	1,0	PAHKF-PAG ₀	48,8**	KAS ₀ F-KA ₀ G ₀	490,0**
KAS ₀ F-PAHKF	340,2**	KAG ₀ -KA ₀ HKF	107,4**	PAHKF-PA ₀ HKF	163,8**
PAHKF-KAG ₀	41,4**	PAG ₀ -PA ₀ HKF	115,0**	KAG ₀ -PA ₀ G ₀	137,4**
KAG ₀ -KAHKF	2,6	KA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	30,0	PAS ₀ F-PAG ₀	396,0**
KAHKF-PAG ₀	4,8	PAS ₀ F-PAHKF	347,2**	KA ₀ SF-KA ₀ HKF	490,4**
PAG ₀ -KA ₀ HKF	100,0**	KA ₀ SF-KAG ₀	383,0**	PA ₀ SF-KA ₀ G ₀	491,0**
KA ₀ HKF-KA ₀ G ₀	1,0	PA ₀ SF-KAHKF	385,2**	KAS ₀ F-PA ₀ HKF	504,0**
KA ₀ G ₀ -PA ₀ HKF	14,0	KAS ₀ F-PAG ₀	389,0**	PAHKF-PA ₀ G ₀	178,8**
PA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	15,0	PAHKF-KA ₀ HKF	148,8**	PAS ₀ F-KA ₀ HKF	496,0**
PAS ₀ F-PA ₀ SF	6,0	KAG ₀ -KA ₀ G ₀	108,4**	KA ₀ SF-KA ₀ G ₀	491,4**
KA ₀ SF-KAS ₀ F	1,4	KAHKF-PA ₀ HKF	119,8**	PA ₀ SF-PA ₀ HKF	505,0**
PA ₀ SF-PAHKF	341,2**	PAG ₀ -PA ₀ G ₀	130,0**	KAS ₀ F-PA ₀ G ₀	519,0**
KAS ₀ F-KAG ₀	381,1**	PAS ₀ F-KAG ₀	388,6**	PAS ₀ F-KA ₀ G ₀	497,0**
PAHKF-KAHKF	44,0**	KA ₀ SF-KAHKF	385,6**	KA ₀ SF-PA ₀ HKF	505,4**
KAG ₀ -PAG ₀	7,4	PA ₀ SF-PAG ₀	390,0**	PA ₀ SF-PA ₀ G ₀	520,0**
KAHKF-KA ₀ HKF	104,8**	KAS ₀ F-KA ₀ HKF	148,8**	PAS ₀ F-PA ₀ HKF	511,0**
PAG ₀ -KA ₀ G ₀	101,0**	PAHKF-KA ₀ G ₀	108,4**	KA ₀ SF-PA ₀ G ₀	520,4**
KA ₀ HKF-PA ₀ HKF	15,0	KAG ₀ -PA ₀ HKF	119,8**	PAS ₀ F-PA ₀ G ₀	526,0**
KA ₀ G ₀ -PA ₀ G ₀	29,0	KAHKF-PA ₀ G ₀	130,0**		
PAS ₀ F-KAS ₀ F	7,0	KAHKF-KA ₀ G ₀	105,8**		
KA ₀ SF-PAHKF	341,6**	PAS ₀ F-KAHKF	391,2**		

* : İstatistiki olarak 0,05 seviyede önemli

** : " " 0,01 " "

Cetvel 12. Bitki Toplam Fosforuna (mg.P/bitki) Ait
" Duncan " Testi Sonuçları.

Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı	Uygulamalar (1)	İki orta- lama farkı
KASF-KA ₀ SF	0,038	PASF-KAG ₀	0,716**	KA ₀ SF-KA ₀ G ₀	1,908
KA ₀ SF-PASF	0,374*	PA ₀ SF-KA ₀ HKF	1,284**	PASF-PAHKF	1,628**
PASF-PA ₀ SF	0,196	KAHKF-KA ₀ G ₀	0,836**	PA ₀ SF-PAG ₀	1,744**
PA ₀ SF-KAHKF	0,502**	KAG ₀ -PAHKF	0,912**	KAHKF-PA ₀ HKF	1,522**
KAHKF-KAG ₀	0,018	KA ₀ HKF-PAG ₀	0,46**	KAG ₀ -PA ₀ G ₀	1,560**
KAG ₀ -KA ₀ HKF	0,764**	KA ₀ G ₀ -PA ₀ HKF	0,686**	KASF-KA ₀ G ₀	1,946**
KA ₀ HKF-KA ₀ G ₀	0,054	PAHKF-PA ₀ G ₀	0,648**	KA ₀ SF-PAHKF	2,002**
KA ₀ G ₀ -PAHKF	0,094	KASF-KAHKF	1,11**	PASF-PAG ₀	1,94**
PAHKF-PAG ₀	0,312*	KA ₀ SF-KAG ₀	1,09**	PA ₀ SF-PA ₀ HKF	2,024**
PAG ₀ -PA ₀ HKF	0,280*	PASF-KA ₀ HKF	1,48**	KAHKF-PA ₀ G ₀	1,578**
PA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	0,056	PA ₀ SF-KA ₀ G ₀	1,338**	KASF-PAHKF	2,04**
KASF-PASF	0,412**	KAHKF-PAHKF	0,93**	KA ₀ SF-PAG ₀	2,314**
KA ₀ SF-PA ₀ SF	0,57**	KAG ₀ -PAG ₀	1,224**	PASF-PAHKF	2,22**
PASF-KAHKF	0,698**	KA ₀ HKF-PA ₀ HKF	0,74**	PA ₀ SF-PA ₀ G ₀	2,08**
PA ₀ SF-KAG ₀	0,52**	KA ₀ G ₀ -PA ₀ G ₀	0,742**	KASF-PAG ₀	2,352**
KAHKF-KA ₀ HKF	0,782**	KASF-KAG ₀	1,128**	KA ₀ SF-PA ₀ HKF	2,594**
KAG ₀ -KA ₀ G ₀	0,818**	KA ₀ SF-KA ₀ HKF	1,854**	PASF-PA ₀ G ₀	2,276**
KA ₀ HKF-PAHKF	0,148	PASF-KA ₀ G ₀	1,534**	KASF-PA ₀ HKF	2,632**
KA ₀ G ₀ -PAG ₀	0,312*	PA ₀ SF-PAHKF	1,432**	KA ₀ SF-PA ₀ G ₀	2,650**
PAHKF-PA ₀ HKF	0,28*	KAHKF-PAG ₀	1,242**	KASF-PA ₀ G ₀	2,688**
PAG ₀ -PA ₀ G ₀	0,056	KAG ₀ -PA ₀ HKF	1,504**		
KASF-PA ₀ SF	0,608**	KA ₀ HKF-PA ₀ G ₀	0,796**		
KA ₀ SF-KAHKF	1,072**	KASF-KA ₀ HKF	1,892**		

* : İstatistiki olarak 0,05 seviyede önemli
** : " " 0,01 " "

Bu arada, aşılanmış deneme topraklarında ham kaya fosfatı ilâve edilmiş ve edilmemiş mikorrizal bitkilerin verim ortalamaları " Duncan testi " ne göre karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonunda, her iki deneme toprağında da ham kaya fosfatı ilâve edilmiş mikorrizal bitkilerin 30 günlük boy ortalamaları fosfor kaynağı ilâve edilmemiş mikorrizal bitkilerinkinden daha yüksek çıkmış, ancak aradaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Buna karşılık, her iki deneme toprağında ham kaya fosfatı verilmiş mikorrizal bitkilerin 64 günlük boy ortalaması, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları , bitki fosforu (ppm.P ve mg.P/bitki) ortalamaları fosfor kaynağı ilâve edilmemiş mikorrizal bitkilerinkinden daha yüksek çıkmış ve aralarındaki farkların istatistiki olarak 0.05 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, ham kaya fosfatı verilen her iki deneme toprağında da yetiştirilen mikorrizal bitkilerin 30 ve 64 günlük boy ortalamaları (Cetvel 7, 8) hasat sonu, yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları (Cetvel 9, 10), bitki fosforu (ppm.P ve mg.P/bitki) ortalamaları (Cetvel 11, 12) mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Yapılan istatistiki kontrol sonunda, ham kaya fosfatı verilmiş Palandöken çakıllı tını toprağında yetiştirilen mikorrizal bitkiler ile mikorrizal olmayan bitkiler arasındaki, hasat sonu yaş ağırlık ortalamaları farkının istatistiki olarak önemsiz bulunmasına karşılık (Cetvel 9), 30 günlük bitki boyu ortalamaları farkının 0.05 seviyesinde (Cetvel 7), 64 günlük bitki boyu (Cetvel 8), fırında kuru ağırlık (Cetvel 10) bitki fosforu (ppm.P) ortalamaları (Cetvel 11) farklarının ise 0.01 seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Buna karşılık, ham kaya fosfatı verilmiş Kân siltli tını toprağında yetiştirilen mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasındaki, hasat sonu yaş ağırlık ortalamaları farkının istatistiki olarak önemli çıkmamış olmasına karşılık

(Cetvel 9), 64 günlük bitki boyu ortalamaları farkının 0.05 seviyesinde (Cetvel 8) 30 günlük bitki boyu (Cetvel 7), hasat sonundaki fırında kuru ağırlık (Cetvel 10) ve bitki fosforu (ppm.P ve mg.P/bitki) ortalamaları (Cetvel 11, 12) farklarının 0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Yukarıdaki sonuçlar, Endogone mosseae ile aşılamanın bitkinin ham kaya fosfatından yararlanma yeteneğini genellikle arttırabileceğini kanıtlamaktadır. Bu bulgular Daft ve Nicolson (1966), Murdoch, Jackobs ve Gerdemann (1967) gibi araştırmacıların yaptıkları deneme sonuçları ile uyusmaktadır. Kum kültürlerinde yetiştirdikleri iki domates varyetesi üzerinde, fosfor kaynağı olarak trikalsiyum fosfat ve öğütülmüş apatit kullanmış olan Daft ve Nicolson (1966), denemenin sonunda, fırında kuru ağırlık bakımından, trikalsiyum fosfat veya öğütülmüş apatit verilen mikorrizal bitkilerin, mikorrizal olmayan bitkilerden daha yüksek değerler verdiğini ve aralarındaki farkların 0.01 seviyesinde önemli çıktığını saptamışlardır. Diğer taraftan Murdoch, Jackobs ve Gerdeman (1967), elverişli fosforu 7 ppm (Bray P - I) ve p^H değeri 6.1 olan bir toprakta yetiştirdikleri mısır bitkilerine fosfor kaynağı olarak trikalsiyum fosfat ve ham kaya fosfatını, her saksıya tek bir doz olarak 70 ppm.P düşecek şekilde vermişlerdir. Araştırmacılar, denemenin sonunda trikalsiyum fosfat veya kaya fosfatı verilen topraklarda yetiştirilen mikorrizal bitkilerin, mikorrizal olmayan bitkilerden, fırında kuru ağırlık ve bitkinin yüzde fosforu bakımından daha fazla bir artış gösterdiklerini ve aralarındaki farkların 0.01 seviyesinde önemli bulunduğunu belirtmişlerdir. Reaksiyonu $p^H = 6.3$ civarında olan çeşitli topraklarda, fosfor kaynağı olarak kaya fosfatı kullanan Jackson, Franklin ve Miller (1972) gibi araştırmacılar ise, bu topraklar üzerinde yetiştirdikleri 42 günlük mikorrizal mısır bitkilerinin, mikorrizal

olmayan bitkilere göre % 50 oranında bir fırında kuru ağırlık artışı gösterdiklerini, buna karşılık yüzde fosfor bakımından mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığını saptamışlardır.

Süper fosfat verilmiş topraklarda (Palandöken çakıllı tını ve Kân siltli tını) yetiştirilen mikorrizal olan ve olmayan bitkilerin verim ortalamaları karşılaştırıldığında daha değişik bir durum ortaya çıkmıştır. Palandöken toprağında yetiştirilen mikorrizal bitkilerin 64 günlük boy ortalaması (Cetvel 8), hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları (Cetvel 9, 10) ve bitki fosforu (ppm.P ve mg.P/bitki) ortalamaları (Cetvel 11, 12) mikorrizal olmayan bitkilerinkinden genel olarak yüksek çıkmış, ancak aralarındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Aynı denemede, mikorrizal bitkilerin 30 günlük boy ortalaması, mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha düşük çıkmış, ancak aradaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı görülmüştür (Cetvel 7). Diğer taraftan, süper fosfat verilmiş Kân siltli tını toprağında yetiştirilen mikorrizal bitkilerin, hasat sonu fırında kuru ağırlık ortalaması ve bitki fosforu (ppm.P) ortalaması mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha düşük çıkmış, ancak aralarındaki farkın istatistik olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Cetvel 10, 11). Buna karşılık, 30 ve 64 günlük bitki boyu, hasat sonu yaş ağırlık ve bitki toplam fosforu (mg.P/bitki) ortalamaları bakımından mikorrizal bitkiler, mikorrizal olmayanlardan daha yüksek değerler vermiş, ancak aralarındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Süper fosfat verilmiş her iki deneme toprağında da yetiştirilen mikorrizal bitkilerde istatistik bakımından önemli olmamakla beraber, genel olarak daha fazla verim elde edilmiş

olması, Daft ve Nicolson (1966), Murdoch, Jackobs ve Gerdemann (1967) ve Khan (1972) gibi araştırmacıların denemelerinin sonuçları ile uygunluk teşkil etmektedir. Örneğin, Daft ve Nicolson (1966), dikalsiyum fosfat verdiği bir toprakta yetiştirdiği mikorrizal domates bitkilerinin fırında kuru ağırlık ortalamasının, mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek olduğunu ve aradaki farkın istatistiki bakımdan 0.01 seviyesinde önemli bulunduğunu saptamıştır. Buna karşılık, elverişli fosforu 7 ppm. (Bray P - I) ve p^H değeri 6.1 olan bir toprakta yetiştirdikleri mısır bitkileri için, elverişli fosfor kaynağı olarak monokalsiyum fosfat ve süper fosfat kullanan Murdoch, Jackobs ve Gerdemann (1967), mikorrizal bitkilerin fırında kuru ağırlık ve yüzde fosfor ortalamalarının, mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek çıktığını, ancak aradaki farkların istatistiki olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan Khan (1972), toplam fosforu 250 ppm., p^H değeri 7.5 olan sterilize edilmemiş bir tarla toprağında yetiştirdiği ve elverişli fosfor kaynağı olarak 40 kg. P./ha. dozunda triple süper fosfat verdiği mikorrizal bitkilerin, mikorrizal olmayanlara kıyasla daha yüksek fırında kuru ağırlık ve yüzde fosfor ortalamaları verdiklerini ve aralarındaki farkların istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğunu saptamıştır.

Bu çalışmada ayrıca, her iki deneme toprağında da ham kaya fosfatı verilmiş ve aşılınmış bitkilerin verim ortalamaları ile süper fosfat verilmiş ve aşılınmış bitkilerin verim ortalamaları karşılaştırılmıştır. Gerek Palandöken toprağında ve gerekse Kân toprağında yetiştirilen ve fosfor kaynağı olarak süper fosfat verilmiş ve aşılınmış bitkilerin 30 ve 64 günlük boy ortalamaları (Cetvel 7, 8), hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları (Cetvel 9, 10) ve bitki fosforu (ppm.P ve mg.P/bitki) (Cetvel 11,12) ortalamaları, fosfor

kaynağı olarak ham kaya fosfatı verilmiş ve aşılansmış bitki - lerinkinden daha yüksek çıkmış ve aralarındaki farklar, Kân toprağındaki yaş ağırlık ortalaması (Cetvel 9) dışında, diğ er bütün veriler için istatistiki olarak 0.01 seviyesinde ö - nemli bulunmuştur. Bu sonuç, Daft ve Nicolson (1966) ve Jack - son, Franklin, Miller (1972) gibi araştırmacıların bulguları i - le uygunluk teşkil etmektedir. Kum kültürlerinde yetiştirdik - leri mikorrizal domates bitkileri için fosfor kaynağı olarak apatit, trikalsiyum fosfat ve dikalsiyum fosfat kullanan Daft ve Nicolson (1966), mikorrizal domates bitkilerinden, apatit verilmesiyle 0.91 gr., trikalsiyum fosfat ile 1.67 gr. ve di - kalsiyum fosfat ile de 2.48 gr. fırında kuru ağırlık ortalama - ları elde ettiklerini belirtmişlerdir. Diğ er taraftan Jackson, Franklin ve Miller (1972) tarafından yapılan bir denemede, fos - for kaynağı olarak süper fosfat ve ham kaya fosfatı 50 ppm.P. dozu olacak şekilde kullanılmış ve bu deneme sonunda 42 günlük mısır bitkilerinde ham kaya fosfatı ile sağlanan fırında kuru ağırlık ortalamasınının süper fosfat ile sağlanan fırında kuru ağırlık ortalamasınının % 50'si kadar olduğı saptanmıştır.

Her iki deneme toprağında da süper fosfat verilmiş, an - cak Endogone mosseae ile aşılansmamış bitkilerin 30 ve 64 günlük boy ortalamaları (Cetvel 7, 8) ve hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları (Cetvel 9, 10), ppm.P ve mg.P/ bitki ortalamaları (Cetvel 11, 12), fosfor kaynağı ilâve e - dilmemiş ve Endogone mosseae ile aşılansmış bitkilerinkinden da - ha yüksek çıkmış ve aradaki farkların Kân toprağındaki bitki yaş ağırlığı dışında (Cetvel 9), diğ er bütün verimler için istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğı belirlen - miştir.

4.4.2 Süper Fosfat ve Ham Kaya Fosfatının V.A.
Mikorrizal Enfeksiyona Etkisi.

Tüm aşılammış ve aşılammamış bitki köklerinin mikroskopik incelenmesi sonunda, aşılammamış bitki köklerinin enfekte edilmemiş olduğu, diğer bir deyimle, herhangi bir yerden Endogone mantarı bulaşmasının söz konusu olmadığı belirlenmiştir (Fotoğraf 2). Buna karşılık, aşılammış bitki köklerinin önemli derecede enfekte edilmiş olduğu ve köklerin dış yüzeylerinin Endogone mantarı miselleri ile bir ağ şeklinde sarıldığı 3 ve 5 numaralı fotoğraflarda görülmektedir. Buna ek olarak, enfekte edilmiş bitki kökleri içerisinde Endogone mosseae mantarının misel ve vesikül gelişmeleri fotoğraf 4, 7, 8, bitki kökü dış yüzeyinde olgunlaşarak spor safhasına geçmekte olan vesiküller ise, fotoğraf 4 de izlenmektedir. Bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamaları Cetvel 4 de verilmiştir

Cetvel 13. Bitkilerin Yüzde V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	F _c (0.05)	F _c (0.01)
Muamele	5	1853.22	370.44 ^{**}	108.37	2.62	3.90
Toprak	1	78.41	78.41 ^{**}	22.92	4.26	7.92
Gübre	2	1729.40	864.70 ^{**}	252.83	3.40	5.61
ToprakxGübre	2	45.31	22.65 ^{**}	6.62	3.40	5.61
Genel Hata	24	81.99	3.42	1		

* : İstatistik olarak 0.05 seviyesinde önemli

** : " " 0.01 " "

F : Hesaplanan " F " değeri

F_c(0.05) : 0.05 seviyesindeki " F " cetvel değeri

F_c(0.01) : 0.01 " " " "

Cetvel 14. Çeşitli Uygulamalara Göre Soğan Bitkisinin
% V.A. Mikorrizal Enfeksiyon Değerlerine Ait
" Duncan Testi " Sonuçları.

Uygulamalar	Değerler	\bar{X}	$D_{(0.05)}$	$D_{(0.01)}$
PAG _o -PAHKF	89,9-88,4	1.5	2.315	3.114
PAHKF-KAG _o	88.4-88.1	0.3		
KAG _o -KAHKF	88.1-81.7	6.4**		
KAHKF-PASF	81.7-71.9	9.8**		
PASF-KASF	71.9-70.7	1.2		
PAG _o -KAG _o	89.9-88.1	1.8	2.479	3.26
PAHKF-KAHKF	88.4-81.7	6.7**		
KAG _o -PASF	88.1-71.9	16.2**		
KAHKF-KASF	81.7-70.7	11.0**		
PAG _o -KAHKF	89.9-81.7	8.2**	2.54	3.351
PAHKF-PASF	88.4-71.9	16.5**		
KAG _o -KASF	88.1 70.7	17.4**		
PAG _o -PASF	89.9-71.9	18.0**	2.611	3.415
PAHKF-KASF	88.4-70.7	17.7**		
PAG _o -KASF	89.9-70.7	19.2**	2.656	3.467

* : İstatistiki olarak 0.05 seviyesinde önemli

** : " " 0.01 " "

Aşılannmış topraklarda, ham kaya fosfatı ve süper fosfat şeklinde fosfor kaynağı ilâvesinin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon üzerine olan etkisi ile ilgili olarak düzenlenen varyans analizi sonuçları Cetvel 13 de verilmiştir. Yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyona ait " Duncan testi " sonuçları ise Cetvel 14 de gösterilmiştir.

Cetvel 13'den de görüleceği gibi " toprak " faktörünün bitkilerin V.A. enfeksiyon dereceleri üzerine olan etkisi istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer bir anlamda, bitkilerin V.A. enfeksiyon dereceleri üzerine deneme topraklarının etkileri farklılık göstermiştir. Deneme topraklarından Palandöken çakıllı tını toprağında yetiştirilen bitkilerin yüzde enfeksiyon ortalaması $\bar{X} = \% 83.4$, buna karşılık Kân siltli tını toprağında yetiştirilen bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ise $\bar{X} = \% 80.6$ olarak saptanmıştır. Buradan da görülüyor ki, Palandöken toprağında yetiştirilen bitkilerin V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması, Kân siltli kilinde yetiştirilen bitkilerinkinden daha yüksektir ve aradaki fark 0.01 seviyesinde önemlidir.

Aynı şekilde söz konusu Cetvel incelendiğinde, bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon derecelerine fosfor kaynaklarının etkilerinin de 0.01 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Cetvel 13). Diğer bir deyimle, bitkilerin V.A. enfeksiyon dereceleri kullanılan fosfor kaynaklarının cinsine göre farklılık göstermişler ve bu farklılıkların 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Toprak faktörü gözönüne alınmaksızın, en yüksek yüzde V.A. enfeksiyon ortalaması (% 89.0) gübre verilmemiş bitkilerde elde edilmiş, bunu ham kaya fosfatı ilâve edilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması (% 85.5) ve süper fosfat verilmiş

bitkilerin yüzde V.A. enfeksiyon ortalaması (% 71.3) takip etmiştir. " Duncan testi " uygulanarak yapılan istatistikî kontrolde, fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkilerin V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ile ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki fark, istatistikî olarak önemli çıkmamasına karşılık, ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ile süper fosfat verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki farkın 0.01 seviyesinde istatistikî olarak önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca, fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ile süper fosfat ilâve edilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki farkın da, istatistikî olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Cetvel 13'den de anlaşılacağı gibi, Toprak x Gübre interaksiyonunun bitkilerin V.A. mikorrizal enfeksiyon derecesi üzerine olan etkisi istatistikî olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu durum, fosfor kaynağı olarak kullanılan gübrelerin Palandöken çakıllı tını ve Kân siltli kili topraklarında yetiştirilen bitkilerin V.A. mikorrizal enfeksiyon derecelerine farklı seviyede etki ettiğini göstermektedir. Palandöken toprağında en yüksek V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması (% 89.9) fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkilerde elde edilmiş ve bunu sırası ile ham kaya fosfatı ilâve edilen bitkilerin V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması (% 88.4) ve süper fosfat verilmiş bitkilerin V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması (% 71.9) takip etmiştir. " Duncan testi " ne göre yapılan istatistikî değerlendirmede (Cetvel 14), fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal

enfeksiyon ortalaması ile ham kaya fosfatı ilâve edilmemiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki fark ($\Delta \bar{X} = 1.5$) istatistiki olarak önemsiz bulunmasına karşılık, ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ile süper fosfat verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki fark ($\Delta \bar{X} = 16.5$) ve ayrıca fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ile süper fosfat ilâve edilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki farkın ($\bar{X} = 18.0$) istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunduğu görülmüştür. Diğer taraftan, Kân siltli tını toprağında da en yüksek yüzde V.A. mikorrizal/enfeksiyon ortalaması (% 88.1) fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkilerde elde edilmiş ve bunu sırası ile ham kaya fosfatı ilâve edilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması (% 81.7) ve süper fosfat ilâve edilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması (% 70.7) takip etmiştir. Vesiküler - arbasküler mikorrizal enfeksiyon ortalamaları " Duncan testi " uygulanarak karşılaştırıldığında (Cetvel 14), fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkiler ile ham kaya fosfatı ilâve edilmiş bitkiler arasındaki, yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamaları farkınının ($\Delta \bar{X} = 6.4$) ve ham kaya fosfatı verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması ile süper fosfat verilmiş bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması arasındaki farkın ($\Delta \bar{X} = 11.0$) istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Buna ek olarak, fosfor kaynağı ilâve edilmemiş bitkiler ile süper fosfat ilâve edilmiş bitkiler arasındaki, yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamaları farkınının ($\Delta \bar{X} = 17.4$) istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli çıktığı belirlenmiştir. Yukarıdaki bulgular

dayanarak, her iki deneme toprağında da süper fosfat ilâvesinin, bitkilerde V.A. mikorrizal enfeksiyonu azalttığı sonucuna varılabilir.

Elverişli fosfor miktarı arttıkça, bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon derecesinde bir azalmanın görüldüğü Daft ve Nicolson (1966, 1969) ve Khan (1972) gibi araştırmacılar da yaptıkları denemelerle saptamışlardır. Kum kültürlerinde yetiştirdikleri iki domates varyetesine fosfor kaynağı olarak trikalsiyum fosfat, ince bir şekilde öğütülmüş apatit ve çözünürlüğü oldukça yüksek olan dikalsiyum fosfat, her saksıya 1.2 gr. P düşecek şekilde veren Daft ve Nicolson (1966), bitkilerde yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamalarını karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, denemenin sonunda, apatit verilen bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasının % 76.6, trikalsiyum fosfat verilen bitkilerin köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasının % 51.4 ve dikalsiyum fosfat verilen bitkilerin köklerindeki V.A. enfeksiyon ortalamasının ise % 24.6 olduğunu saptamışlardır. Bu verilerden de anlaşılacağı gibi, çözünürlüğü oldukça yüksek olan dikalsiyum fosfat verilen mikorrizal bitkilerin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalaması, çözünürlüğü çok düşük olan apatitin verildiği mikorrizal bitkilerinin ancak üçte biri kadardır. Aynı araştırmacılar (Daft ve Nicolson, 1969) tarafından yapılan bir başka denemede, 70 günlük mısır bitkilerine fosfor kaynağı olarak KH_2PO_4 , trikalsiyum fosfat, manganez ortofosfat ve ayrıca çözünmez durumdaki magnezyum pirofosfat ve sodyum metafosfat vermişlerdir. Bu fosfat kaynakları, her saksıya 1.2 m.e.k. fosfat düşecek şekilde ilâve edilmiştir. Denemenin sonunda, ilâve edilen çözünebilir fosfor (KH_2PO_4) miktarı arttıkça mısır bitkilerinin yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon derecesinde

bir azalmanın meydana geldiğini saptamışlardır. Diğer taraftan Khan (1972), sterilize edilmemiş ve toplam fosforu 250 ppm. olan bir tarla toprağında yetiştirdiği mısır bitkileri için fosfor kaynağı olarak 40 kg.P/ha. seviyesinde triple süper fosfat kullanmıştır. 90 günlük bir büyüme devresinde fosforlu gübre verilmemiş mikorrizal bitkilerin köklerindeki ortalama V.A. mikorrizal enfeksiyonun % 90, buna karşılık süper fosfat verilmiş mikorrizal bitkilerin köklerindeki ortalama V.A. mikorrizal enfeksiyonun ise % 23 olduğu ve aralarındaki farkın istatistikî olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır.

4.5 Araştırmadan Çıkarılabilecek Genel Sonuçlar .

I. Bitki köklerinin mikroskop altında incelenmesi sonunda, Endogone mosseae sporu yerine bu spor ile enfekte olmuş mısır bitkisi kök parçacıklarının aşı olarak kullanılmasının başarılı olduğu görülmüştür.

II. Denemede kullanılan her iki toprakta da yetiştirilen mikorrizal bitkilere ait çeşitli verim ortalamaları mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar V.A. mikorrizanın bitkilerin topraktan fosfor alımını ve bu nedenle bitki büyümesini arttırdığı hakkındaki genel görüşe uymaktadır.

III. Ham kaya fosfatı verilen her iki deneme toprağında da yetiştirilen mikorrizal soğan bitkilerinin ilâve edilen ham kaya fosfatından genellikle yararlanmış olduğu istatistikî değerlendirmelerle saptanmıştır.

IV. Her iki deneme toprağında da süper fosfat ilâvesinin mikorrizal bitkilerin köklerindeki yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasını, fosfor kaynağı ilâve edilmemiş mikorrizal bitkilerinkine kıyasla istatistikî olarak 0.01

seviyesinde azalttığı anlaşılmıştır. Ancak bu durum, V.A. mikorrizanın bitkinin fosfor alımı ve gelişmesi üzerine olan faaliyetini etkilememiştir.

V. Endogone mosseae mantarının elverişli fosfor seviyesi düşük veya ham kaya fosfatı verilmiş topraklarda aşı olarak geniş çapta uygulanmasına geçilmeden önce, elde edilen bulguların değişik seviyede aşı ve fosfor kaynağı kullanarak farklı koşullar altında tarla denemeleri ile kanıtlanması gerekmektedir.

5. Ö Z E T

Bitkiler tarafından topraktan oldukça fazla miktarda kaldırılan fosforun karşılanabilmesi için toprağa süper fosfat gibi elverişli fosfor içeren ticaret gübrelere verilmesi yanında, özellikle son yıllarda uygulanan bazı mikrobiyal gübreleme yöntemleri de önem kazanmaktadır. Bu mikrobiyal gübreleme yöntemlerinden biride bitkilerin Endogone adı verilen bir mantar ile aşılmasıdır. " Phycomycete " sınıfına ait bu Endogone cinsi mantarlar ile bitki kökleri arasındaki ortak yaşama vesiküller - arbasküller (VA) mikorriza olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Atatürk Üniversitesi Erzurum Tarım İşletmesinden alınan topraklarda sera koşulları altında Endogone mosseae mantar türü ile aşılanmanın soğan bitkisinin gelişmesine ve topraktan kaldırdığı fosfor miktarına etki durumunu araştırmaktır. Bunun için adı geçen bölgeden fosfor seviyesi orta olan Palandöken çakıllı tını ve elverişli fosfor seviyesi oldukça yüksek olan Kân siltli tınına ait toprak örnekleri ve deneme bitkisi olarak da Sakız soğanı (Allium cepa) kullanılmıştır. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri için 2 mm.'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri, sera denemesi için ise 4 mm.'lik elekten geçirilmiş ve su buharı ile sterilize edilmiş olan toprak örnekleri kullanılmıştır.

Denemede aşı olarak, daha önce Endogone mosseae tarafından önemli derecede (% 70-85) enfekte edildiği saptanan mikorizal mısır bitkisi kökleri kullanılmış ve aşılanacak her bir saksıya bir gram kök aşısı ilâve edilmiştir. Aynı şekilde aşısız saksılara da otoklavda tamamen sterilize edilmiş olan birer gram enfekte edilmiş mısır bitkisi kökü verilmiştir. Kök aşıları dikim esnasında soğan arpacıklarının hemen yanına verilmiştir.

Endogone mosseae mantarının, soğan bitkisinin 30 ve 64 günlük bitki boylarına ve 64 günlük büyüme devresi sonundaki yaş ve fırında kuru ağırlıkları ve topraktan kaldırdığı fosfor miktarı üzerine olan etkisinin araştırıldığı bu denemede muamele olarak, aşılama tek seviyede (300 kg./dek.) Mazıdağı ham kaya fosfatı (toplam fosfor : % 9.77 P_2O_5) ve tek seviyede (12 kg. P_2O_5 / dek.) simple süper fosfat (% 16 - 18 ; P_2O_5) kullanılmıştır. Muamelelere ait kontrolleri de içeren 2x2x3 tam şansa bağlı faktöriyel deneme planına göre yapılan bu çalışmada beş paralel kullanılmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analizleri sonunda ;

a) Palandöken toprağının % 53.96 kum, % 27.36 silt ve % 18.68 kil içerdiği belirlenmiş ve söz konusu toprağın p^H değeri 7.10 ; kireç miktarı iz seviyede ; elektriksel iletkenliği 1.10 mmhos/cm $25^{\circ}C$; organik karbon miktarı % 0.86 ; kation değişim kapasitesi 24.3 m.e.k./100 gr. toprak ; değişebilir Na ve K miktarları sırası ile 0.26 ve 0.21 m.e.k./100 gr. toprak ; toplam fosforu 775 ppm., inorganik fosforu 650 ppm., organik fosforu 125 ppm., elverişli fosforu 9.85 (Bray P-I) ve tarla su tutma kapasitesi de % 21 olarak saptanmıştır.

b) Kân toprağının ise % 68.33 silt, % 24.52 kil ve % 7.15 kum içerdiği belirlenmiştir. Bu toprağın p^H değeri 7.60; kireç miktarı % 9.78 ; elektriksel iletkenliği 1.27 mmhos/cm. $25^{\circ}C$; organik karbon miktarı % 2.6 ; kation değişim kapasitesi 45.3 m.e.k./100 gr. toprak ; değişebilir sodyum ve potasyum miktarları sırası ile 0.79 ve 0.67 m.e.k./100 gr. toprak; toplam, **inorganik, organik** ve elverişli (Bray P - I) fosfor miktarları sırası ile 2575 ppm. 2325 ppm. 250 ppm. 28.6 ppm.

ve tarla su tutma kapasitesi ise % 51 olarak saptanmıştır.

c) Mekanik analiz sonuçlarına göre, deneme topraklarından Palandöken toprağının tekstür sınıfı " kumlu tın ", Kân toprağının tekstür sınıfı ise " siltli tın " olarak belirlenmiştir.

d) Deneme topraklarının reaksiyon bakımından nötr ile çok hafif alkalin olduğu, herhangi bir tuzluluk veya sodiklik sorununun olmadığı anlaşılmıştır.

e) Kân siltli tınının yüzde organik karbon miktarının Palandöken çakıllı tınına göre yaklaşık olarak üç kat daha fazla olduğu saptanmıştır.

f) Denemede kullanılan topraklar, elverişli fosfor miktarları bakımından sınıflandırıldıklarında Palandöken toprağının orta, buna karşılık Kân toprağının ise yüksek derecede fosfor içerdiği ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan, Kân toprağının organik ve inorganik fosfor miktarları bakımından da Palandöken toprağına göre - özellikle inorganik fosfor açısından - çok daha zengin olduğu belirlenmiştir.

2. Aşılansmış toprakların ve bu topraklarda yetiştirilen bitki köklerinin mikroskopik incelenmesi sonunda, toprakların Endogone mosseae mantarı içerdiği, bitki köklerinin bu mantar miselleri ile önemli derecede enfekte edilmiş olduğu ve bu bitki köklerindeki V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasının % 70.7 - 89.9 arasında değiştiği saptanmıştır.

3. Endogone mosseae ile aşılansmış topraklarda yetiştirilen mikorrizal bitkilerin tüm verimleri (30 ve 64 günlük bitki boyları, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlıkları, ppm.P ve mg.P / bitki miktarları) kontrole kıyasla daha yüksek

çıkmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonunda, hasat sonu yaş ağırlık dışında, tüm bitki verimleri üzerine aşılamanın etkisi 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

a) Fosfor kaynağı ilâve edilmemiş her iki deneme toprağında da, mikorrizal bitkilere ait tüm bitki verimleri, mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek çıkmıştır. " Duncan testi " uygulanarak yapılan istatistiki kontrol sonunda, Palandöken çakıllı tını toprağında yetiştirilen mikorrizal bitkiler ile mikorrizal olmayan bitkiler arasındaki 30 günlük bitki boyu ortalamaları farkının 0.05 seviyesinde, 64 günlük bitki boyu ve ppm.P bakımından ileri gelen farkların ise 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Buna karşılık hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları ve bitki toplam fosforu (mg.P /bitki) ortalaması bakımından mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasında istatistiki bakımından önemli bir fark bulunamamıştır. Kân siltli tınında ise, mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasındaki 64 günlük bitki boyu ve hasat sonu yaş ağırlık ortalamaları bakımından ileri gelen farkların istatistiki olarak önemli çıkmamış olmasına karşılık, hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P /bitki ortalamaları farklarının istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar V.A. mikorrizanın, bitkilerin topraktan fosfor alımını ve bu nedenle bitki büyümesini arttırdığı hakkındaki genel görüşü desteklemektedir.

b) Ham kaya fosfatı verilen her iki deneme toprağında da mikorrizal bitkilerin tüm verimleri, mikorrizal olmayan bitkilerinkinden daha yüksek çıkmıştır. " Duncan testi "ne göre yapılan istatistiki değerlendirmede, Palandöken çakıllı tını toprağında yetiştirilen mikorrizal bitkiler ile mikorrizal olmayan bitkiler arasındaki hasat sonu yaş ağırlık ortalamaları farkının istatistiki olarak önemli bulunamamış olmasına

karşılık, 30 günlük bitki boyu ortalamaları farkının 0.05 seviyesinde ; 64 günlük bitki boyu, hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P /bitki ortalamalarından ileri gelen farkların 0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan Kân siltli tını toprağında yetiştirilen mikorrizal olan ve olmayan bitkiler arasındaki hasat sonu yaş ağırlık ortalamaları farkının istatistiki olarak önemsiz bulunmasına karşılık, 64 günlük bitki boyu ortalamaları farkının 0.05 seviyesinde, 30 günlük bitki boyu, hasat sonu fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P /bitki ortalamaları farklarının ise 0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

d) Gerek Palandöken toprağı ve gerekse Kân toprağında ham kaya fosfatı ilâve edilen mikorrizal bitkilerin 30 ve 64 günlük boy ortalamaları, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık ortalamaları, ppm.P ve mg.P /bitki ortalamaları fosfor kaynağı ilâve edilmemiş mikorrizal bitkilerinkinden daha yüksek çıkmış ve aralarındaki farklar, 30 günlük bitki boyu dışında diğer tüm bitki verimleri için istatistiki olarak 0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu bulgulara dayanarak, her iki deneme toprağında da yetiştirilen mikorrizal soğan bitkilerinin ilâve edilen ham kaya fosfatından yararlanmış olduğu sonucuna varılmıştır.

e) Süper fosfat verilmiş olan her iki deneme toprağında da Endogone mosseae ile aşılamanın, bitkilerin verimlerini arttırmada etkili olmadığı istatistiki olarak saptanmıştır. Palandöken toprağında aşıllanmış bitkiler 64 günlük bitki boyu, hasat sonu yaş ve fırında kuru ağırlık, ppm.P ve mg.P / bitki bakımından aşılammamış bitkilere göre daha yüksek değerler vermesine karşılık, 30 günlük bitki boyu bakımından daha düşük değer vermiştir. Ancak her iki durumda da aradaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Kân siltli tını

toprağında ise, V.A. mikorrizanın bitki süper fosfattan yararlanması üzerine olan etkisi daha da az olmuş, hatta bazı verimler için ters etkiler yapmıştır. Örneğin, mikorrizal bitkiler, mikorrizal olmayan bitkilere kıyasla, 64 günlük bitki boyu, hasat sonu yaş ağırlık ve mg.P /bitki bakımından yüksek değerler vermesine karşılık, hasat sonu fırında kuru ağırlık ve ppm.P bakımından daha düşük sonuçlar vermiştir. Ancak her iki durumda da aradaki farkların istatistikî olarak önemli çıkmadığı belirlenmiştir.

4. Her iki deneme toprağında da süper fosfat ilâvesinin mikorrizal bitkilerin köklerindeki yüzde V.A. mikorrizal enfeksiyon ortalamasını, fosfor kaynağı ilâve edilmemiş mikorrizal bitkilerinkine kıyasla istatistikî olarak 0.01 seviyesinde azalttığı saptanmıştır. Ancak bu durum (V.A.) mikorrizanın bitkinin fosfor alımı ve gelişmesi üzerine olan faaliyetini etkilememiştir.

5. Endogone mosseae mantarının elverişli fosfor seviyesi düşük veya ham kaya fosfatı verilmiş topraklarda aşı olarak kullanılmasının genellikle yararlı olabileceği bu sera çalışması ile anlaşılmıştır. Ancak bu konuda herhangi bir uygulamaya geçilmeden önce değişik bitki, değişik seviyede aşı ve gübre kullanarak tarla denemelerinin yapılması gerekmektedir.

S U M M A R Y

THE EFFECT OF (VA) MYCORRHIZA ON THE GROWTH AND PHOSPHORUS - UPTAKE OF ONION PLANT (Allium cepa) GROWN ON THE ERZURUM KÂN SILTY LOAM AND PALANDÖKEN GRAVELLY LOAM .

In order to supply the phosphorus taken up by plant in large amount from the soil, the application of microbiological fertilization methods is becoming important, specially in recent years, instead of using chemical fertilizers containing available phosphorus like super phosphate. One of those microbiological fertilization methods is the inoculation of plants with a fungus called as Endogone. The Endogone fungus is a genus which belongs to phycomycete, and the symbiotic relationship between the fungus and host plant is defined as vesicular - arbuscular (VA) mycorrhiza.

The object of this study is to examine the effects of inoculation with a species of Endogone fungi, i.e., Endogone mosseae, on the growth and P-uptake of the onion plants (Allium cepa) grown on the soils collected from the fields of Erzurum Atatürk University Farm. The growth-experiments were carried out under glasshouse conditions. Thus, two soil samples, one was from Palandöken gravelly loam which is medium in available phosphorus and the other was from Kân silty loam which is known to be rather high in available phosphorus, and Sakız onion as test plant were used in this experiment. On the other hand, some of the soil samples passed through a 2 mm. diameter in opening was used for some physical and chemical analysis of the soils, whereas the soil samples passed through a 4 mm. diameter in opening were steam sterilized and used for the growth experiment.

The roots of maize plants which were found to be heavily infected (70-85 %) by Endogone mosseae was used in this study as inoculum in a dose of 1 gr. of the infected root per pot. At the same time, one gr. of autoclaved - infected root sample was given to each of the control pots. The inoculum was added just adjacent to onion sets during the sowing. The treatments used in the experiment are as follows ; Mazıdağı rock phosphate (total phosphorus : 9.77 % P_2O_5) in a single dose (3000 kg./ha.) and simple super phosphate (16-18 % P_2O_5) which is also in a single dose (120 kg. P_2O_5 /ha.) and inoculation along with the controls.

In this study, the effects of Endogone mosseae on the plant heights after 30 and 64 growing periods and on the fresh and oven-dry weights of plants at harvest, and also on the amount of phosphorus taken up by the plant at the harvest were examined, and a 2x2x3 completely randomized factorial experimental design with five replications was employed. The conclusions drawn from this study are as follows ;

1. At the end of the physical and chemical analysis of the experimental soils ;

a) Sand, silt, clay contents of Palandöken

soil were 53.96 % ; 27.36 % ; 18.68 % respectively. The results of other chemical and physical analysis of the soil were as follows ; p^H : 7.10 (in a 1:2,5 soil:water solution) ; % $CaCO_3$: trace ; organic carbon content : 0.86 % ; Cation Exchange Capacity : 24.3 m.e./100 gr. of soil ; exchangeable sodium and potassium contents : 0.26 and 0.21 m.e./100 gr. of soil, respectively ; electrical conductivity of saturation extract ($EC \times 10^{-3}$) : 1.10 mmhos/cm. 25 C^0 and field capacity: 21 %.

b) The sand, silt and clay contents of Kân soil were 68.33 % ; 7.15 % and 24.52 %, respectively. Besides, the results of other chemical and physical analysis of the soil were as follows ; p^H : 7.60 (in a 1:2,5 soil:water solution) ; $CaCO_3$: 9.78 % ; organic matter content : 2.6 % ; cation exchange capacity : 45.3 m.e. / 100 gr. of soil ; exchangeable sodium and potassium contents : 0.79 and 0.67 m.e./100 gr. of soil respectively ; total phosphorus content : 2575 ppm. ; inorganic phosphorus content : 2325 ppm. ; organic phosphorus content : 250 ppm. ; available phosphorus (Bray P - I) : 28.6 ; Electrical conductivity ($EC \times 10^{-3}$) of saturation extract : 1.27 mmhos/cm. $25^\circ C$; field capacity : 51 % .

c) According to the results of the mechanical analysis, the texture of the Palandöken soil was defined as " sandy loam " ; whereas that of the Kân soil was defined as " silty loam " .

d) It was found that the reaction of Palandöken and Kân soils were neutral and slightly alkaline, respectively and thus, it was concluded that there was not any alkalisation or salinisation problem.

e) As the experimental soils were classified on the basis of their available phosphorus contents, it was found that the available phosphorus content of the Palandöken soil was medium while that of the Kân soil was slightly high. On the other hand, it was also found that the inorganic and organic phosphorus contents, specifically inorganic phosphorus , of the Kân silty loam were higher than those of the Palandöken gravelly loam.

2. Microscopic examinations of inoculated soils and plant roots grown in these soils showed that the soils

contained the spores of Endogone mosseae and that the roots of plants were infected heavily by the fungal mycelia. The average V.A. mycorrhizal infection of the roots ranged between 70.7 and 89.9 per cent.

3. It was shown that the mycorrhizal plants grown on inoculated soils have given greater values in the all growth responses such as plant heights of 30 and 64 days growing periods, fresh and oven-dry weights, ppm.P. of plant mg.P./plant at the end of experimental period, than the nonmycorrhizal plants grown in uninoculated soils. The differences in all the average growth responses, except fresh weight, between mycorrhizal and nonmycorrhizal plants were found to be significant at 0.01 level.

a) In both experimental soils which have not received any phosphorus, the mycorrhizal plants showed increases in the all growth responses as compared to those of nonmycorrhizal plants. As the results were evaluated statistically with the " Duncan test " in Palandöken soil, the difference between mycorrhizal and nonmycorrhizal plants, in average plant heights after 30 days of growing period, was found to be significant at a 0.05 level whereas the differences in the average heights of 64 days growing period and in the average ppm.P. were significant at 0.01 level. But the differences in the average fresh weights, oven-dry weights and total phosphorus per plant (mg.P./plant) were not found to be statistically significant. In the case of Kân silty loam, although the mycorrhizal plants gave higher growth responses than the nonmycorrhizal ones, the significant differences at 0.01 level were observed in only some growth responses such as average oven-dry weights, ppm.P, and mg.P./plant. These results confirm the general view that V.A. mycorrhizae enhance phosphorus uptake by plant from the

soil and thus the growth of plants.

b) The mycorrhizal plants showed higher growth responses than the nonmycorrhizal plants in both experimental soils when supplied with rock phosphate. According to the " Duncan test " applied, it was found that, in the Palandöken soil, the difference in the average plant heights after 30 days growing period was significant at a 0.05 level while the differences in the average plant heights after 64 days of growing period, in the average oven - dry weights and plant phosphorus (ppm.P and mg.P /plant) were significant at 0.01 level. In the Kân soil, on the other hand, although the difference in the average fresh weights of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants was not found to be statistically significant, the differences in the average plant heights after 64 days of growing period were significant at a 0.05 level, and the differences in the plant heights of 30 days of growing period, in the oven - dry weights, plant phosphorus (ppm.P and mg.P /plant) were found to be significant at 0.01 level.

c) In Palandöken and Kân soils, the average plant heights after 30 and 64 days of growing periods, fresh and oven - dry weights, ppm.P and mg.P./plant of mycorrhizal plants to which rock phosphate was added, were higher than those of the mycorrhizal plants to which the rock phosphate was not added. The differences, for the all growth responses (except for the plant height, after 30 days of growing period) were found to be statistically significant at 0.05 level.

From these results, it was concluded that the mycorrhizal plants grown in both soils could utilize the rock phosphate.

d) Inoculation was not effective as to yield statistically significant in increasing growth responses of the

mycorrhizal plants grown in both soil to which simple super phosphate was added. For example, in the Palandöken gravelly loam, the mycorrhizal plants gave higher values in the average plant height after 30 days of growing period, in the average fresh and oven - dry weights and in plant phosphorus (ppm.P and mg.P /plant) whereas, gave lower values in plant height after 30 days of growing period than the nonmycorrhizal plants. But in both cases, the differences in the growth responses between mycorrhizal and nonmycorrhizal plants were not found to be statistically significant. In Kân silty loam, the effect of inoculation on the super phosphate to increase the plants growth responses became much lower and even in some cases the inoculation decreased the growth responses of the mycorrhizal plants to which simple super phosphate was added. For example ; the average values for the plant heights after 64 days of growing period, fresh weights, and mg.P /plant of mycorrhizal plants were higher than those of nonmycorrhizal plants but their average oven - dry weights and ppm.P were lower than those of the nonmycorrhizal plants. In both cases, the differences were not statistically significant.

4. In both experimental soils the addition of simple super phosphate decreased statistically the percentage of V.A. mycorrhizal infection of the plant at a 0.01 level, when compared with the mycorrhizal plants which were supplied with non simple super phosphate.

5. It was concluded that the use of Endogone mosseae as inoculum for the plants grown on the phosphorus - deficient soils to which rock phosphate was either added or non, could be reasonable. But it is necessary to do some field experiments

under certain conditions with different levels of the inoculum and the rock phosphate, and with different plant species before applying the inoculum in large extent to the field soils.

KAYNAK LİSTESİ

- Akalan, İ. (1973). Toprak Fiziği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları : 527.
- Asai, T. (1943). Die Bedeutung der Mykorrhiza für das Pflanzenleben. Jap. J. Botany, 12, 359-436.
- Baykan, Ö.L. (1970). Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarının Bazı Özellikleri, Tasnifi ve Haritalanması. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No. 34. Araştırma Serisi 14, Erzurum.
- Baylis, G.T.S. (1959). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizas on growth of *Griselinia littoralis* (Cornaceae). New Phytol., 58, 274-280.
- Bayraktar, K. (1958). Türkiyede Yetiştirilen Başlıca Soğan Çeşitleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat. Fak. Yayınları : 16.
- Benians, G.J. ve D.A. Barker (1972). Influence of infection with Endogone mycorrhiza on the absorption of phosphate by barley plants. Letcombe Lab. Ann. Rept., 1971, 7-9.
- Bouyoucus, C.J. (1962). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of Soils. Agron. J. 43, 434-438.
- Bowen, G.D. ve A.D. Rovira (1968). The influence of microorganism on growth and metabolism of plant roots. In : Root Growth 170-99 (Ed. W.J. Whittington), Butterworths, London.
- Çağatay, M. ve çalışma arkadaşları (1973). Türkiye Şartlarında Türkiye Ham Kaya Fosfatlarının Ziraata Faydalılık Nisbetlerinin Tayini Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu, Tarım ve Ormanlık Grubu Yayınları. Sayı, 25.

- Daft, M.J. ve T.H. Nicolson (1966). Effect of Endogone mycorrhiza on plant growth. New Phytol., 65, 343-350.
- Daft, M.J. ve T.H. Nicolson (1969 a). Effect of Endogone mycorrhiza on plant growth. II. Influence of soluble phosphate on endophyte and host in maize. New Phytol., 68, 945-952
- Daft, M.J. ve T.H. Nicolson (1969 b). Effect of Endogone mycorrhiza on plant growth. III. Influence of inoculum concentration on growth and infection in tomato. New Phytol. 68, 953-961.
- Düzgüneş, O. (1963). Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Garret, S.D. (1956). Biology of Root-Infection Fungi. Cambridge Univ. Press. London.
- Gerdemann, J.W. (1964). The effect of mycorrhiza on the growth of maize. Mycologia, 56. 342-349.
- Gerdemann, J.W. (1968). Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Ann. Rev. Phytopathol., 6, 397-418
- Gerdemann, J.W. ve T.H. Nicolson (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. mycol. Soc., 46, 235-244.
- Graham, E.R. (1948). Determination of soil organic matter by means of a photoelectric colorimeter. Soil Sci. 65, 181-183
- Gray, L.E. ve J.W. Gerdemann (1969). Uptake of phosphorus - 32 by vesicular-arbuscular mycorrhiza. Pl. Soil. 30, 415-422.
- Gurr, E. (1965). The Rational Use of Dyes in Biology Leonard Hill, London.
- Gür, K. (1974). Studies On The Distribution And Activities of Vesicular-arbuscular Mycorrhiza. Master of Agric. Science Thesis. Reading University Library. No. 3245., Reading, England.

- Harley, J.L. (1972). *The Biology of Mycorrhiza*. Leonard Hill, London.
- Harrigan, W.F. ve M.E. McCance (1966). Laboratory Methods in Microbiology. Academic Press. London, New York.
- Hortwitz, W. (1965). Official Methods of Analysis of The Association of Official Agricultural Chemist. s. 10., 18. Eddition. P.O. Box. 540, Benjamin Franklin Station Washington 4 D.C., U.S.A.
- Hayman, D.S. ve B. Mosse (1971). Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Growth of Endogone - inoculated plants in phosphate-deficient soils. New Phytol., 70, 419-27.
- Hayman, D.S. ve B. Mosse (1972). Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. III. Increased uptake of P from soil. New Phytol. 71, 41-47.
- Hoffmann, G. ve S. Ohnerge (1966). Determination of phosphorus in soil extracts by using ascorbic acid tin (II) chloride as reducing agent. Landw. Forsch. 19 (2) : 94-107.
- Holevas, C.D. (1966). The effect of a vesicular-arbuscular mycorrhiza on the uptake of soil phosphorus by strawberry (Fragaria sp. var. Cambridge Favourite). J. Hort. Sci., 41, 57-64.
- Hızalan, E. ve H. Ünal (1966). Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No. 278 : 5-7.
- Jackson, M.L. (1960). Soil Chemical Analysis. Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

- Jackson, N.E., R.E. Franklin ve R.H. Miller (1972). Effects of V.A. mycorrhizae on growth and phosphorus content of three agronomic crops. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 36, 64-67.
- Kacar, B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri : II. Bitki Analizleri. s. 44-50. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları : 453.
- Khan, A.G. (1972). The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations on growth of cereals. I. Effects on maize growth. New Phytol., 71, 613-619.
- Morrison, T.M. ve D.A. English (1967). The significance of mycorrhizal nodule of Agathis australis. New Phytol., 66, 245-250.
- Mosse, B. (1963). Vesicular-arbuscular mycorrhiza : an extreme form of fungal adaptation. In : Symbiotic Associations (Ed. P.S. Nutman and B. Mosse). Symp. Soc. Gen. Microbiol. 13, 146-170.
- Mosse, B. (1973). Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. IV. In soil given additional phosphate. New Phytol., 72, 127-136.
- Mosse, B. ve G.D. Bowen (1968). A key to the recognition of some Endogone spore types. Trans. Brit. mycol. Soc., 51, 469-483.
- Mosse, B. ve D.S. Hayman (1971). Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. II. In unsterilised field soils. New Phytol., 70, 29-34.
- Murdoch, C.L., J.A. Jackobs ve J. W. Gerdemann (1967). Utilization of phosphorus sources of different availability by mycorrhizal and non-mycorrhizal maize. Pl. Soil, 27, 329-334.

- Olsen, S.R., L.A. Dean (1965). Phosphorus in Methods of soil Analysis. Part : 2, Chemical and Microbiological Properties. s. 1040-1041. Ed. by C.A. Black ve diğerleri. American Society of Agronomy, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Phillips, J.M. ve D.S. Hayman (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular - arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. mycol. Soc., 55, 158-161.
- Sanders, F.E. ve P.B. Tinker (1971). Mechanism of absorption of phosphate from soil by Endogone mycorrhizas. Nature, Lond., 233, 278-279.
- Saunders, W.M. ve E.G. Williams (1955). Observations on the determination total organic phosphorus in soils. J. Soil Sci. 6, 254-267.
- Steel, R.G.D. ve J.H. Torrie (1960). Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw Hill Book Company Inc. New York: 481.
- U.S. Salinity Lab. Staff. (1954). Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 60 : 160.

EK ;

Uygulamalar : Cetvel 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve (14)'deki uygula-
(1) malar için kullanılan simgelere ait açıklamalar
aşağıda verilmiştir.

- KA₀G₀ : Aşısız ve gübresiz Kân siltli tını toprağı
- KA₀HKF : Ham kaya fosfatı ilâve edilmiş Kân siltli tını
toprağı
- KA₀SF : Süper fosfat ilâve edilmiş Kân siltli tını toprağı
- KAG₀ : Aşılı ve gübresiz Kân siltli tını toprağı
- KAHKF : Ham kaya fosfatı verilmiş, aşılı Kân siltli tını
toprağı
- KASF : Süper fosfat verilmiş, aşılı Kân siltli tını top-
rağı
- PA₀G₀ : Aşısız, gübresiz Palandöken çakıllı tını toprağı
- PA₀HKF : Ham kaya fosfatı verilmiş, aşılı Palandöken çakıl-
lı tını toprağı
- PA₀SF : Süper fosfat verilmiş Palandöken çakıllı tını
toprağı
- PAG₀ : Aşılı gübresiz Palandöken çakıllı tını toprağı
- PAHKF : Ham kaya fosfatı verilmiş Palandöken çakıllı tı-
nı toprağı
- PASF : Süper fosfat verilmiş Palandöken çakıllı tını
toprağı

Ö Z G E Ç M İ Ş İ M

1948 yılında İçel'in Silifke kazasında doğdum. İlk, Orta ve Lise Öğrenimimi aynı kazada tamamladım. 1966 yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Bölümüne kaydoldum. 1970 yılında Fakülteyi bitirdim ve aynı yıl adı geçen bölüme asistan olarak girdim. İki yıl asistan olarak çalıştıktan sonra İngiltere Hükümetinin " CENTO " bursu sınavını kazanarak 30 Haziran 1972 yılında İngiltere'ye gittim. İngiltere'de kaldığım süre içerisinde, Reading Üniversitesi Toprak İlmi Bölümünde çalışarak iki yıl süreli " Master of Agriculture Science " kursunu başarı ile bitirdim. 5 Ekim 1974 tarihinde Türkiye'ye dönerek izinli olarak ayrılmış olduğum Atatürk Üniversitesi , Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Bölümünde doktora çalışmalarına başladım. Halen aynı bölümde çalışıyorum, bekâırım.