T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Cemal YÜCEL

BUĞDAY VE YABANİ TÜRLERİNİN BESLENME VE VERİM YÖNÜNDEN MİKORİZAYA BAĞIMLILIĞININ ARAŞTIRILMASI

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BUĞDAY VE YABANİ TÜRLERİNİN BESLENME VE VERİM YÖNÜNDEN MİKORİZAYA BAĞIMLILIĞININ ARAŞTIRILMASI

Cemal YÜCEL

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez ……/……/2007 Tarihinde Aşağıdaki Juri Üyeleri Tarafından Oybirliği/ Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza……	İmza……..	İmza……
Prof.Dr.Tacettin YAĞBASANLAR	Prof.Dr.İbrahim ORTAŞ	Prof.Dr..Mustafa ÇÖLKESEN
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

İmza……..	İmza……...
Prof.Dr.Hayriye İBRİKÇİ	Doç.Dr. Hakan ÖZKAN
ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ve TÜBİTAK Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: ZF2003-D13

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

BUĞDAY VE YABANİ TÜRLERİNİN BESLENME VE VERİM YÖNÜNDEN MİKORİZAYA BAĞIMLILIĞININ ARAŞTIRILMASI

Cemal YÜCEL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof.Dr. Tacettin YAĞBASANLAR
Yıl : 2007, Sayfa : 164
Juri : Prof.Dr. Tacettin YAĞBASANLAR
Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ
Prof.Dr. Mustafa ÇÖLKESEN
Prof.Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Doç.Dr. Hakan ÖZKAN

2 yıllık çalışmada, buğday ve yabani türlerinin mikorizaya bağımlığı sera koşullarında araştırılmıştır. I. yıl mikorizaya bağımlılığı test etmek için, buğdayın yabani ve primitif formlarını da içeren 21 diploid, 29 tetraploid ve 7 hekzaploid buğday genotipi saksı denemesinde materyal olarak kullanılmıştır. Bitkiler 71 gün için mikorizalı (*Glomus mossea*) ve mikorizasız olarak yetiştirilmişlerdir. Herbir genotip için, kök, sap, ve toplam kuru madde ağırlığı, büyüme tepkisi, kök infeksiyonu ve mikorizaya bağımlılık hesaplanmıştır. Yapılan bu ölçümlerden, mikoriza inokulasyonu kontrolle kıyaslandığında, kök, sap ve toplam kuru madde ağırlığını sırasıyla, 3.97, 5.23 ve 4.77 kat arttırmıştır. Ploidy düzeylerine göre yüksek bir varyasyon gösteren mikorizaya bağımlılık, diploid, tetraploid ve hekzaploid türler için sırasıyla, % 70.4-91.1, 56.8-90.5 ve 70.9-79.5 arasında değişim göstermiştir ve diploid türler, tetraploid ve hekzaploid türlerden daha yüksek bağımlılık sağlamışlardır. Büyüme tepkisi de mikorizaya bağımlılıkta olduğu gibi, diploid > tetraploid > hekzaploid buğdaylar olarak sıralanmasına karşın, kök infeksiyonu tür içi ve türler arasında daha düşük bulunmuştur. I. yıl sonucunda mikorizaya bağımlılığa göre 20 genotip (11 tür) II. yıl için denenmek için seçilmiştir.

II. yılda tüm bitkiler fizyolojik olgunlukta hasat edilmişlerdir. I yılda incelen tüm özellikler, ayrıca verim ve verim öğeleri ve bitki besin elementleri incelenmiştir. İncelenen özellikler tür içi ve türler arasında büyük bir varyasyon göstermiştir. İncelenen özellikler arasında mikoriza inokulasyonu kontrolle kıyasladığında, kök, sap ve toplam kuru madde ağırlığını, bitkideki başak sayısını, bitki boyunu, başak uzunluğunu, başaktaki başakcık sayısını ve başaktaki dane sayısını arttırmasına rağmen, başaklanma süresini kısaltmış; başak verimini ve 1000 dane ağırlığını ise değiştirmemiştir. Mikoriza inokuleli bitkilerden elde edilen danelerin P ve Zn konsantrasyonu artmasına karşın, K, Mg, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları ya azalma (Mn, Cu), yada değişim göstermemişlerdir (K, Mg, Fe). Mikorizaya bağımlılık ploidy düzeylerine göre yüksek bir varyasyon göstermiş olup, diploid, tetraploid ve hekzaploid türler için sırasıyla, %11.5-50.0, -0.10-35.4 ve 13.4-21.2 arasında değişim göstermiş ve diploid türler, tetraploid ve hekzaploid türlerden daha yüksek bağımlılık sağlamışlardır.

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

Anahtar kelimeler: *Triticum*, *Aegilops*, Genom, Mikorizaya Bağımlılık, Arbuskular Mikoriza

ABSTRACT

PhD THESIS

SCREENING OF MYCORRHIZA DEPENDENCY OF WHEAT AND ITS RELATIVES FOR NUTRITION AND YIELD

Cemal YÜCEL

DEPARTMENT OF FIELD CROPS
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
THE UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Prof.Dr. Tacettin YAĞBASANLAR
Year : 2007, Page : 164
Jury : Prof.Dr. Tacettin YAĞBASANLAR
Prof.Dr. İbrahim ORTAŞ
Prof.Dr. Mustafa ÇÖLKESEN
Prof.Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Assoc. Prof.Dr. Hakan ÖZKAN

2-years study was conducted to screen of mycorrhiza dependency (MD) of wheat and its relatives under greenhouse conditions. In the first year, a pot experiment was carried out using 21 diploid, 29 tetraploid and 7 hexaploid wheat varieties, including wild and primitive accessions, to test the mycorrhizal dependence (MD). Plants were inoculated with *Glomus mossea* (M) and non-mycorrhizae (NM) for 71 days. Root dry weight (wt), shoot dry wt, total dry wt, growth response, root infection and MD were calculated for each genotype. Of these measurements tested, on average, with mycorrhizae inoculation increased by 3.97 fold for root dry weight, 5.23 fold for shoot dry wt and 4.77 fold for total dry wt, compared to control. MD indicated a high variation at each ploidy levels, which ranged from 91.1 to 70.4% for diploid, from 90.5 to 56.8% for tetraploid and from 79.5 to 70.9% for hexaploid wheats, and diploid accessions observed more higher than tetraploid and hexaploid wheats. Also, growth response was observed like to MD, which found to decline in the order diploid > tetraploid > hexaploid wheats, while root infection was found lower among and within species. As a result of the first year, 20 genotypes (11 species) were selected according to MD to use in the second year.

In the second year, all the plants were harvested at physiological maturity stage. It was examined all of the same characters of the first year. Also, it was examined yield and its components and plant nutrition elements. It was found high variation intra and inter-species for examined characters. Of these measurements tested, with mycorrhiza inoculation increased root, shoot and total dry wt, spike number per plant, plant height, spike length, number of spikelet per spike and number of grain per spike, compared to control, while it decreased heading time, and remained unchanged grain yield of spike and thousand grain wt. The P and Zn concentration of the grains produced by the inoculated plants was increased, while the concentration of K, Mg, Fe, Mn and Cu was either decreased (Mn, Cu) or remained unchanged (K, Mg, Fe). Mycorrhizal dependence indicated a high variation at each ploidy levels, which ranged from 50.0 to 11.5% for diploid, from 35.4 to -0.10 % for tetraploid and from 21.2 to 13.4% for hexaploid wheats, and diploid accessions observed more higher than tetraploid and hexaploid wheats.

Results of this studies showed that S(B) genome indicated highly to mycorrhizal dependence, AA and BBAA genomes both dependent and non-dependent, whereas BBAADD genome the lowest dependence. Thus, wild and primitive accessions can be used as gene source to improve new cultivar wheats in plant breeding programme.

Key words: *Triticum*, *Aegilops*, Genome, Mycorrhizal Dependence, Arbuscular Mycorrhizae

TEŞEKKÜR

Bana bu çalışma konusunu veren ve araştırmanın her safhasında değerli bilgi, öneri ve yardımlarından yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Tacettin YAĞBASANLAR'a, bölümümüz olanaklarından faydalanmama yardımcı olan saygı değer hocam Prof. Dr. İbrahim GENÇ ve Prof. Dr. Halis ARIOĞLU'na ve bu çalışmanın her aşamasında bilgilerini paylaşma fırsatı bulduğum Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ, Prof. Dr. Zülküf KAYA ve Doç. Dr. Hakan ÖZKAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora çalışmama ait sera denemelerinin yürütülme aşamasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Faruk ÖZKUTLU, Arş. Gör. Çağdaş AKPINAR, Arş. Gör. Atilla YAZICI, Arş. Gör. Halil ERDEM ve Arş. Gör. Ahmet DEMİRBAŞ'a teşekkür ederim. Zir. Yük. Müh. Ünzile SÖĞÜT ve Zir. Yük. Müh. Fadime KARA, Zir. Müh. Mehmet Uygar TÜRK, Zir. Müh. Ali Arslan KORKMAZ ve Zir. Müh. Sibel KOÇ'a laboratuvar çalışmaları aşamasındaki yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim. Doktora denememin kurulması, bakımı ve yürütülmesi aşamalarında göstermiş oldukları üstün özveri nedeniyle Halil CENGİZ, Mehmet TÜRKMEN ve lisans öğrencisi (Zir. Müh.) Hakan UYSAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmamı ''Yurtiçi Doktora Bursu'' kapsamında destekleyen TÜBİTAK-Bilim Adamı Yetiştirme Grubu (BAYG) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Birçok çalışmada aynı ortamı paylaşma fırsat bulduğum çalışma arkadaşlarım; Yrd. Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM, Dr. Bilge BAHAR, Yrd. Doç. Dr. Memet İNAN, Arş. Gör. Sevda ALTINTAŞ, Zir.Yük.Müh. Deniz YALIM, Zir.Yük.Müh. Halil ÖNCELER, Zir.Müh. M. Mutlu YALÇIN, Arş. Gör. Gönül CÖMERTPAY, Biyolog Mehmet TOPAL, Teknisyen Rafet ERGAN ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ……. I

ABSTRACT…….. II

TEŞEKKÜR…….. III

İÇİNDEKİLER……. IV

ÇİZELGELER DİZİNİ ……..... VII

ŞEKİLLER DİZİNİ…….. IX

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ……. XV

1. GİRİŞ……..... 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……. 5

2.1. Mikorizanın Tanımı İle İlgili Önceki Çalışmalar…….. 5

2.2. Mikorizanın Sınıflandırılması Üzerinde Yapılan Çalışmalar..…….. 5

2.3. Mikoriza Oluşumunu Etkileyen Faktörler Üzerinde Yapılan Çalışmalar…….. 7

2.3.1. Biyotik Faktörler……..…….. 7

2.3.2. Abiyotik Faktörler…..…… 8

2.4. Mikorizanın Yararları Üzerinde Yapılan Çalışmalar …… 13

2.4.1. Mikorizanın Besin Alımına Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar ……. 13

2.4.2. Mikorizanın Azot Döngüsüne Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar……. 15

2.4.3. Mikorizanın Karbon Döngüsüne Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar……. 16

2.4.4. Mikorizanın Karbonhidrat Fizyolojisine Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar…… 17

2.4.5. Mikorizanın Su Alımına Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar.. 17

2.4.6. Mikorizanın Tuz Alımına Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar 18

2.4.7. Mikorizanın Hastalıklara Karşı Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar……. 19

2.5. Bitkilerin Mikorizaya Bağımlılığı Üzerinde Yapılan Çalışmalar…….. 21

2.6. Mikorizanın Bitki Beslenmesi ve Büyümesi Üzerine Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar…… 23
3. MATERYAL VE METOD…….... 27
3.1. Materyal…… 27
3.1.2. Denemede Kullanılan Genotipler…….. 27
3.1.3. Mikoriza Türü……... 32
3.1.4. Toprak Hazırlığı…… 32
3.2. Metod……. 33
3.2.1. Deneme Deseni……. 33
3.2.2. Saksılara Ekim ve Mikoriza İnokulasyonu……... 33
3.2.3. Büyütme Ortamı…… 34
3.2.4. Ekim ve Hasat zamanı……... 34
3.2.5. İncelenen Özellikler…….. 36
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi…….. 39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA……... 40
4.1. Yabani Gen Kaynaklarının Ön Taramaya Tabi Tutulması…… 40
4.1.1. Kök Kuru Madde Ağırlığı……. 40
4.1.2. Sap Kuru Madde Ağırlığı…….. 46
4.1.3. Toplam Kök Kuru Madde Ağırlığı……... 50
4.1.4. Mikorizaya Bağımlılık…….. 54
4.1.5. Büyüme Tepkisi…… 59
4.1.6. Kök İnfeksiyonu…… 64
4.2. Seçilen Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılıklarının Saptanması……. 67
4.2.1. Bitkide Başak Sayısı……. 67
4.2.2. Başaklanma Süresi…… 70
4.2.3. Bitki Boyu……. 73
4.2.4. Başak Uzunluğu…… 76
4.2.5. Başakta Başakcık Sayısı…… 78
4.2.6. Başakta Dane Sayısı…….. 81
4.2.7. Başak Verimi……. 84

4.2.8. Bin Dane Ağırlığı…….. 86
4.2.9. Kök Kuru Madde Ağırlığı……. 89
4.2.10. Sap Kuru Madde Ağırlığı……..... 92
4.2.11. Toplam Kök Kuru Madde Ağırlığı……. 96
4.2.12. Mikorizaya Bağımlılık…… 100
4.2.13. Büyüme Tepkisi…….. 104
4.2.14. Kök İnfeksiyonu……..…… 107
4.2.15. Fosfor Alımı…… 109
4.2.16. Potasyum Alımı……... 112
4.2.17. Magnezyum Alımı…….. 114
4.2.18. Çinko Alımı……. 117
4.2.19. Demir Alımı…….……... 119
4.2.20. Mangan Alımı……. 122
4.2.21. Bakır Alımı……. 125
4.3. İncelenen Karakterler Arası İlişkiler…….. 127
5. SONUÇ VE ÖNERİLER…….. 133
KAYNAKLAR……. 136
ÖZGEÇMİŞ…….. 164

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Genotipler, Genom Yapıları ve Tescil Kurumu veya Orijinleri……... 28

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri…… 33

Çizelge 4.1. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……..... 41

Çizelge 4.2. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)…… 42

Çizelge 4.3. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları…….. 46

Çizelge 4.4. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)……. 47

Çizelge 4.5. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları…… 50

Çizelge 4.6. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)……. 51

Çizelge 4.7. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Vejetatif Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Varyans Analiz Sonuçları…… 55

Çizelge 4.8. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Vejetatif Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)…… 56

Çizelge 4.9. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları..... 60
Çizelge 4.10. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Ortalama Değerler (%)..... 61
Çizelge 4.11. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları..... 64
Çizelge 4.12. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)..... 65
Çizelge 4.13. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitkide Başak Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları..... 67
Çizelge 4.14. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitkide Başak Sayısına İlişkin Ortalama Değerler (adet)..... 68
Çizelge 4.15. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başaklanma Süresine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları..... 70
Çizelge 4.16. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başaklanma Süresine İlişkin Ortalama Değerler (gün)..... 71
Çizelge 4.17. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları... 73
Çizelge 4.18. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)..... 74
Çizelge 4.19. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Uzunluğuna İlişkin Varyans Analiz

Sonuçları……. 76
Çizelge 4.20. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Uzunluğuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)…….. 77
Çizelge 4.21. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Başakcık Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 79
Çizelge 4.22. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Başakcık Sayısına İlişkin Ortalama Değerler (adet)…….. 80
Çizelge 4.23. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Dane Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 81
Çizelge 4.24. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Dane Sayısına İlişkin Ortalama Değerler (adet)…….. 82
Çizelge 4.25. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Verimine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 84
Çizelge 4.26. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Verimine İlişkin Ortalama Değerler (g)……. 85
Çizelge 4.27. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bin Dane Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları…….. 87
Çizelge 4.28. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bin Dane Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)……. 88
Çizelge 4.29. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 89

Çizelge 4.30. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)…….. 90
Çizelge 4.31. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 92
Çizelge 4.32. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)…….. 93
Çizelge 4.33. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 96
Çizelge 4.34. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)…….. 97
Çizelge 4.35. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……. 100
Çizelge 4.36. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)……. 101
Çizelge 4.37. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 104
Çizelge 4.38. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Ortalama Değerler (%)…….. 105
Çizelge 4.39. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 107
Çizelge 4.40. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday

Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)…… 108
Çizelge 4.41. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Fosfor Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 109
Çizelge 4.42. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Fosfor Alımına İlişkin Ortalama Değerler (%)…… 110
Çizelge 4.43. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Potasyum Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 112
Çizelge 4.44. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Potasyum Alımına İlişkin Ortalama Değerler (%)…… 113
Çizelge 4.45. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Magnezyum Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 115
Çizelge 4.46. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Magnezyum Alımına İlişkin Ortalama Değerler (%)…… 116
Çizelge 4.47. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Çinko Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 117
Çizelge 4.48. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Çinko Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)…… 118
Çizelge 4.49. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Demir Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 120
Çizelge 4.50. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Demir Alımına İlişkin Ortalama Değerler

(ppm)…… 121
Çizelge 4.51. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mangan Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları……... 122
Çizelge 4.52. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mangan Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)……. 123
Çizelge 4.53. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bakır Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları 125
Çizelge 4.54. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bakır Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)…… 126
Çizelge 4.55. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılıklarını Test Etmek Amacıyla İncelenen Özellikler Arasındaki İlişki Katsayıları (r). 128
Çizelge 4.56. Seçilen Buğday Genotiplerinin (II. yıl) Mikorizaya Bağımlılıkları Test Etmek Amacıyla İncelenen Özellikler Arasındaki İlişki Katsayıları (r)…… 129

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Mikorizal Yaşamın Öğeleri……... 14

Şekil 3.1. Polyploid Buğdayın Evrim Şeması…… 31

Şekil 3.2. Denemenin II. Yılına Ait Mikorizalı Bitkilerden Bir Görünüm…… 35

Şekil 3.3. Denemenin II. Yılına Ait Mikorizasız Bitkilerden Bir Görünüm….. 35

Şekil 4.1. Ploidy Düzeylerine Göre Mikoriza Uygulamasının Kök Kuru Madde Ağırlığına Etkisi……. 44

Şekil 4.2. Diploid Buğdaylardan *Aegilops tauschii'*a Ait Kök Örnekleri……. 45

Şekil 4.3. Diploid Buğdaylardan *Aegilops bicornis'*e Ait Kök Örnekleri……. 45

Şekil 4.4. Ploidy Düzeylerine Göre Mikoriza Uygulamasının Sap Kuru Madde Ağırlığına Etkisi……. 49

Şekil 4.5. Ploidy Düzeylerine Göre Mikoriza Uygulamasının Toplam Kuru Madde Ağırlığına Etkisi……. 54

Şekil 4.6. Farklı Buğday Türlerinin Mikorizaya Bağımlılık Oranları……... 58

Şekil 4.7. Diploid Buğdaylardan Mikorizalı (Solda) ve Mikorizasız (Sağda) Genel Bir Görünüm……... 59

Şekil 4.8. Farklı Buğday Türlerinin Büyüme Tepkisi 63

Oranları…….....
Şekil 4.9. Tetraploid Yabani Buğdaylardan *T. dicoccoides'*den (PI 487253) Genel Bir Örünüm…… 95
Şekil 4.10. Diploid Buğdaylardan *T.monococcum s*sp. *boeoticum'*dan Genel Bir Görünüm……. 99
..
Şekil 4.11. Diploid Buğdaylardan *Ae. tauschii'*den (TQ17) Genel Bir Görünüm…… 99
……
Şekil 4.12. Diploid Buğdaylardan *T. monococcum s*sp. *boeoticum'*dan Genel Bir Görünüm…… 103
…
Şekil 4.13. Diploid Buğdaylardan *Ae. sharonensis'*den Genel Bir Görünüm... 103
Şekil 4.14. Diploid Buğdaylardan *Ae. bicornis'*den Genel Bir Görünüm……. 106
Şekil 4.15. Diploid Buğdaylardan *Ae. longissima'*dan Genel Bir Görünüm… 106

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

% : Yüzde

µm : Mili-mikron

Ae : *Aegilops*

AM : Arbuskül mikoriza

BAYG : TÜBİTAK-Bilim Adamı Yetiştirme Grubu

bkz : Bakınız

Ca : Kalsiyum

Cd : Kadmiyum

Cl : Klor

cm : Santimetre

CO_2 : Karbondioksit

Cu : Bakır

D.K. : Değişim katsayısı

Fe : Demir

g : Gram

HCL : Hidro-klorik asit

IAA : Indol-asetik asit

K : Potasyum

KOH : Potasyum sülfat

+M : Mikorizalı

-M : Mikorizasız

Mg : Magnezyum

Mn : Mangan

Na : Sodyum

N : Azot

NH_4 : Amonyum

Ni : Nikel

O.M. : Organik Madde

P : Fosfor

pH : Asidik-alkalilik faktörü

S : Kükürt

T : *Triticum*

VAM : Vesicular-arbuskular mikoriza

Zn : Çinko

$ZnSO_4$: Çinko sülfat

1. GİRİŞ

Günümüzde dünyanın karşılaştığı en önemli sorunlardan birisi, sınırlı düzeyde bulunan doğal kaynaklar üzerindeki nüfus artış hızının yarattığı gıda talebidir. Bu artışın doğal sonucu olarak insanların taleplerinin her geçen gün artmasıyla birlikte tarımsal üretimde, inorganik gübreler ve kimyasal ilaçlar (fungusit, insektisit, bakteroisit vs.) dengesiz ve fazla miktarda kullanılmaya başlanmıştır. Yukarıda ifade edilen kimyasallar; ekonomik olarak gelişmekte olan ülkeler için yüksek bir maliyet oluşturmakta; su, toprak ve gıda ürünlerinde bazı toksit maddelerin birikimine neden olduğu gibi, bu besinlerle beslenen insan ve diğer canlılar üzerinde ciddi sağlık sorunları oluşturmaktadır. Doğanın varolan dengesinin bozulmasına neden olan bu kimyasallar, besin zinciri ile insan ve diğer canlılara ulaşması yoluyla ekolojik yaşamı tehdit eder duruma gelmiştir. Bu bağlamda, olumsuz koşullar altında değişik adaptasyon mekanizmaları geliştirerek simbiyos yaşam biçiminde ortaya çıkan ve "Mikoriza" adıyla tanımlanan mantarlar yeni bir tarım stratejisi olarak doğanın dengesinin yeniden tesis edilmesinde önemli rol oynayacağı düşünülmektedir (Ortaş, 1997).

Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı düşünülmekteydi. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementlerinin alımının, köklerin yanı sıra çoğunlukla mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, birim cm kök uzunluğu başına yüzlerce metre uzunluğunda hif üreten bazı mantar türleri tarafından da yapıldığı ortaya çıkarılmıştır (Koide, 1991; Ortaş, 1996 ve 1997; Smith ve Read, 1997).

Arbuscular mikoriza (AM) konukçu bitki ile oluşturduğu simbiyotik yaşam sonucu, bitkilerin çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı toleranslılık durumlarını arttırabilmektedir (Dehne, 1982; Fuge, 1986; Faber ve ark., 1991; Kothari ve ark., 1991; Marschner, 1995; Ortaş, 1997; Smith ve Read, 1997; Slezack ve ark., 2000; Karagiannidis ve ark., 2001; Yano-Melo ve ark., 2002).

Son yıllarda birçok bitki tür ve çeşitlerinde olduğu gibi ülkemiz için stratejik bir bitki olan buğday bitkisinde de mikorizal yaşam ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

İnsan beslenmesinde kullanılan, kültür bitkileri arasında dünyada en çok ekimi ve üretimi yapılan buğday; danesinin uygun beslenme değeri, taşınma, saklanma ve işlenmesindeki kolaylıklar ve bitkisinin geniş adaptasyon sınırları nedeniyle günümüzde yaklaşık 50 ülkenin temel besini olma özelliğini devam ettirmekte, dünya nüfusunun yaklaşık % 35'nin temel besinini ve tüm dünyada besinlerden alınan toplam kalorinin % 20'sini sağlamaktadır (Kün,1998). Günümüzde hızla değişen dünyada, artan nüfus artışına paralel olarak yeterli gıda üretimi ve güvenirliği için büyük önem taşıyan buğdayın gelecekte de bu önemini koruyacağı beklenilmektedir.

Bir tarım ülkesi olan Türkiye yurtdışından petrolden sonra en fazla kimyasal ham ve mamul madde alımını gübrede yapmaktadır. Kimyasal gübrelerin pahalı olması, doğal gübre kaynaklarının azalması ve kullanılan kimyasal gübrelerin tarıma dayalı çevre üzerindeki olumsuz etkisinden dolayı, son yıllarda bitkilerin doğal beslenme mekanizmaları ve yöntemleri üzerinde yoğun bilimsel çalışmalar yapılmaktadır.

Gübre fiyatları aşırı arttığından; enerjiyi muhafaza ederken ve yenilenemeyen kaynakları en aza indirmek için en etkili gübre kaynağı sistemini tasarlamak gerekmektedir. Mikorizal mantarın verimi arttırmaya, gübreyi azaltmaya ve enerji gereksinimine bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Mikoriza, biyotik gübreler olarak da düşünülebilir ve gerçekten bazı gübrelerin önemli bir miktarının yerine geçebilir.

Disiplinler arası bir yaklaşımla toprak, bitki besleme, fizyoloji, genetik ve ıslah çalışmalarının bir bütünlüğü içerisinde değişik makarnalık ve ekmeklik buğday genotiplerinin mikoriza mantarlarına karşı duyarlılığını test etmek, duyarlı olanlarda mikorizanın verime etkisini saptamak, bu özelliğin fizyolojisini ve genetiğini saptayarak bu bilgileri buğday ıslahına aktararak mikorizaya bağımlığı yüksek ve besin elementlerinden daha iyi yararlanan yeni çeşitlerin geliştirilmesi asıl hedef olmalıdır. Bilimsel olarak halen işlenmemiş ve son derece önemli olan bu alanda ıslah çalışmalarına yeni bir boyut kazandırılması beklenilmektedir. Mikorizaya bağımlılığı yüksek bitkilerin ıslahı, ileride gübre tasarrufu ve çevre faktörlerine daha dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi teknolojisini de beraberinde getirecektir. Tarımda mikorizadan daha etkin ve geniş şekilde yararlanmak için bunların doğal

mekanizmaları ve genetik farklılıkları konusunda daha fazla bilgi edinilmeye çalışılmaktadır. Araştırmalar, ekolojik bakımından sürdürülebilir tarım için kantitatif bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır.

Son yıllarda biyotik ve abiyotik stres (özellikle küresel ısınma) faktörlerinin bitkisel üretimi olumsuz etkilemesi bilim adamlarını olası etkileri ve alınması gereken önlemlerin alınması konusunda yeni önlemler almaya yönlendirmiştir. Özellikle buğday, arpa ve diğer birçok kültür bitkisinin evrimi süresince, gerek bitki ıslahçıları gerekse de çiftçiler tarafından gerçekleştirilen yoğun seleksiyon baskısı sonucu populasyon hacminin daralması ve tür içi ve türler arasında genetik çeşitliliğin azalması bitki verimliliğini sınırlar düzeye gelmiştir. Genetik erozyona neden olan bu faktörler gen havuzunu ciddi bir biçimde daraltmıştır. Bunun nihai sonucu olarak kültür çeşitleri birçok çevresel faktörlere, hastalık ve zararlılara duyarlı hale gelmişlerdir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak yada en aza indirmek için, buğdayın yabani ve primitif formlarının bitki ıslah programlarına dahil edilmesi önemli bir tarım stratejisini oluşturacaktır. Böylece, bu türlerin yukarıda belirtilen olumsuz faktörlere karşı potansiyel gen kaynağı olarak kullanılması, genetik çeşitliliği arttırması ve varolan olumlu karakterlerin kültür çeşitlerine aktarılması 21. yüzyılda yeterli gıda üretimi için büyük önem arz edecektir. Benzer biçimde bu gerekçeler, buğdayın yabani formlarının bu çalışmaya dahil edilme gereğini ortaya koymuştur.

Günümüzde artan çevre kirliliği ve ekolojik dengeler nedeniyle bitkilerin genetik olarak mikorizaya bağımlılığının belirlenmesi ve bitkilerin geniş tarım alanlarında yetiştirilmesi bakımından önemli olmaktadır. Bitki ıslahçılarının mikoriza-bitki beslenmesi ilişkilerini dikkate alarak gelecekte yeni çeşitleri tescil etmeleri kaçınılmaz bir durum olmaktadır. Özellikle artacağı beklenen küresel iklim faktörlerine karşı mikoriza önemli bir faktör olabilir.

Literatür bilgisine göre, bu konuyla ilgili yurtdışı çalışmalarının sınırlı olması ve Türkiye'de kapsamlı çalışmaların yapılmamış olması bu çalışmanın, bundan sonra yapılacak çalışmalara öncelik etmesi gereğini ortaya koymuştur. Böylece halen çalışılmamış bu alanda yeni bilimsel katkılar edinilmeye çalışılmış ve bu alana yeni bir boyut kazandırmaya çalışılmıştır. Bu bulguların ışığında;

Bu araştırma; i) değişik yabani buğdaylar, buğdayın yakın akrabaları ve kültürü yapılan buğdaylarda genetik varyasyonun ortaya konulması için mikorizaya bağımlılığın ön tarama ile kontrol edilmesi, ii) değişik buğday genomlarının (AA, SS, DD, BBAA, AAGG, BBAADD) mikorizaya bağımlılıktaki rolü ve iii) bitki besin elementleri alımı ve verim komponentleri yönünden mikoriza mantarının etkinliğinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Mikorizanın Tanımı İle İlgili Çalışmalar

Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığı düşünülmekteydi. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bitki besin elementleri alımının köklerin yanı sıra çoğunlukla, mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, birim cm kök uzunluğu başına yüzlerce metre uzunluğunda hif üreten bazı mantar türleri tarafından da yapıldığını ortaya çıkarmıştır (Koide, 1991; Marschner, 1995; Ortaş, 1996 ve 1997; Smith ve Read, 1997).

İlk kez 1885 yılında Frank tarafından "Mikoriza" olarak tanımlanan mantar; Yunanca'da *mykes* : mantar, *rhiza* : kök kelimelerinin birleşmesinden ortaya çıkmış olup mantar kökü anlamına gelmektedir (Sieverding, 1991). Mikoriza, bitki kökleri ile simbiyotik bir yaşam sürdürürken bu simbiyotik yaşam içerisinde bitkiye besin elementi sağlayan ve bunun karşılığında da bitkide fotosentez ürünü olarak oluşan karbona çoğalmak için gereksinim duyan kök mantarı olarak tanımlanmıştır (Tinker, 1980; Mosseae, 1981; Harley, 1989; Smith ve Read, 1997).

2.2. Mikorizanın Sınıflandırılması Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Toprakta bulunan mikoriza sporlarının boyutları genellikle 100-600 µm arasında değişmektedir (Harley ve Smith, 1986). Mikoriza sporları büyüklüklerine, ortak yaşam oluşturdukları konukçu bitki türüne, kök içine işleme boyutuna, konukçu bitki kökü içindeki hücre içi ve hücreler arası işleve ve morfolojik ve fizyolojik yapılarına göre taksonomik yönünden yedi sınıfa ayrılmaktadır (Smith ve Read, 1997). Bunlar: Ektomikoriza, Ektendomikoriza, Endomikoriza/ Arbuscular Mikoriza (AM), Arbutoid Mikoriza, Monotropoid Mikoriza, Ericoid Mikoriza ve Orchidoid Mikoriza'dır.

Yukarıda tanımlanan türler içerisinde kök yapısına etkileri ve işlevleri bakımından ektomikoriza ve endomikoriza en yaygın iki grubu oluşturmaktadır (Bagayoko, 1999).

Ektomikoriza, yüksek yapılı ormanlık alanlarda ağaçların kök bölgesinde ve nadiren de olsa tek yıllık otsu bitkilerde rastlanılan bir mikoriza türüdür (Wilcox, 1991). Bitkinin kök korteksinde hücre içi değil hücreler arası alanı doldurmakta ve kökte morfolojik değişikliklere neden olabilecek örtü veya kın alarak adlandırılan ve bölmeli olan kökçük görünümünde dallanmış hifler oluşturmaktadır. Kortikal ve epidermal hücreler arasında yer alan "Hartig net" olarak tanımlanan bu çok sayıdaki hifler ağı vasıtasıyla, konukçu bitki ve mantar arasında besinlerin alış-verişi için geniş bir yüzey oluşturarak onların taşınımına katkıda bulunmaktadır (Marschner, 1995; Mukerji, 1996, Mukerji ve ark., 1999).

Endomikoriza (VAM) ise bahçe ve kültür bitkilerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Mikro-organizmalar ile yüksek bitkiler arasındaki en yaygın simbiyotik yaşam biçimini oluşturmaktadır (Peterson ve ark., 1984; Ortaş, 1998). Ektomikorizanın aksine kök korteksinin hem hücre içi, hem de hücreler arası boşluklarında oluşmaktadır. Kök korteksinde oval görünümlü ve lipitce zengin olan "vesikül" ve hücre içlerinde ağaçların kök yapılarındaki dallanmayı andıran "arbuskül" olarak adlandırılan yapılar oluşturmaktadır (Marschner, 1995). Vesiküller yapı dışarıdan alınan besin elementlerinin depolanmasını sağlarken, arbusküler yapı sayesinde oluşan dallanmış yapılar ise toprak içerisine nüfuz etmekte ve böylece kök bölgesinin uzağındaki besin elementlerinin alımını kolaylaştırmaktadır (Marschner, 1995; Smith ve Read, 1997). Endomikorizanın en yaygın grubunu vesiküler ve arbusküler yapı oluşturmasından dolayı vesiküler arbusküler mikoriza (VAM) olarak tanımlanmıştır. Ancak, arbuskül oluşturan mikoriza mantar türlerinin tamamı vesikül yapı oluşturmalarından dolayı, son zamanlarda daha çok arbuskül mikoriza (AM) terimi kullanılmaya başlanmıştır (Mukerji ve ark., 1999). VAM'ın alt türlerinden en önemlisi olan *Glomus* türü bugüne kadar yapılan bir çok araştırmada yoğun olarak kullanılmıştır (Azcon ve Ocampo, 1981; Brayla ve Duniway, 1998; Suvercha ve Mukerji, 1988; Kapulnik ve Kushnir, 1991; Vierheilig ve Ocampo, 1991; Al-Karaki,

2000; Zhu ve Smith, 2001; Fester ve ark., 2002; Behl ve ark., 2003; Ryan ve Angus, 2003; Liu ve ark., 2004; Ruotsalainen ve Kytöviita, 2004; Akpınar, 2004).

2.3. Mikoriza Oluşumunu Etkileyen Faktörler Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikoriza oluşumunu biyotik ve abiyotik faktörler değişik yollarla etkilemektedir (Mukerji, 1996).

2.3.1. Biyotik Faktörler

Konukçu bitkinin genetik yapısı VAM'ın kökte kolonileşmeye başlaması için çok önemlidir. Kökün morfolojisi ve yapısı ve toprak mikro-florası da mikoriza oluşumunda önemli bir rol alır.

Mikorizanın kolonileşme ve besin elementi taşıma yeteneği ve diğer faydalı etkileri, mikoriza türüne ve konukçu bitkinin farklı türlerine göre değişiklik göstermektedir (Powell ve Sithamparanathum, 1977; Lambert ve ark., 1980; Mukerji, 1996). Düşük fosforlu topraklarda bitkilerin fosforu absorbe etme yetenekleri mikorizaya bağımlılık ile ilişkili olup, bitkilerin fizyoloji ve anatomi ile ilgili özellikleri de etkili olmaktadır (Menge ve ark., 1987). Yüksek düzeyde fosfora bağımlı olan bitki tür ve çeşitleri, mikorizaya aşırı düzeyde duyarlılık göstermektedir (Mukerji, 1996).

Kök anatomisinin mikorizal kolonileşmeyi etkilediği (Baylis, 1975) ve kök anatomisinin tipi ve mikorizal kolonileşme arasında önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır. Buna ilave olarak, kök absorbsiyon kapasitesi, birim kök uzunluğu başına düşen absorbsiyon hızı, mantar türü, bitki tür ve çeşidi ve simbiyosisin evresi gibi faktörler de besin alımında önemli rol almaktadır (John, 1980).

Bilindiği üzere, kaya fosfatı asidik topraklarda nötr olmayan bir formda bulunmaktadır (Mosse ve ark., 1976). VA mikoriza toprak fosfatını çözememekte, ancak fosforun köklere alımını arttırmaktadır (Mukerji, 1996). Bununla birlikte, yaygın olarak tanınan chemo-organotrophs (*Pseudomonas* ve *Bacillus* sp.) ve chemo-

lithotrophs (*Thiobacillus* sp.) iki bakteri grubundan birisi VAM ile birlikte olması durumunda, çözünmez formdaki fosfatı çözerek bitki büyümesini önemli düzeyde artırmaktadır (Barea ve ark., 1973; Vosatka ve ark., 1992). Bakteri ile olan VAM'ın etkinliği düşük pH düzeyinde daha yüksek olmaktadır (Azcon ve ark., 1976).

Serbest yaşayarak N_2 fikse eden bakteriler ile VAM arasında olumlu ilişki olduğu bildirilmiştir (Bagyaraj ve Menge, 1978; Fitter and Garbays, 1994; Tisdall, 1994). *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas* gibi fitohormon üreten bellirli bakteriler VAM'ın kolonileşmesini arttırmaktadır. Örneğin, IAA (Indol 3-asetik asit) VAM'ın formasyonunu etkilemektedir (Azcon ve ark., 1978). Rizosferde büyük oranda bakteri bulunması fitohormon üretimini etkilemesine rağmen, VAM kolonileşmesini nasıl ve ne kadar etkileyeceği ilave araştırmalar gerektirmektedir (Mukerji, 1996).

2.3.2. Abiyotik Faktörler

Konukçu bitkinin yetiştiği toprağın fiziksel-kimyasal özellikleri ve iklim gibi faktörler VAM'ın gelişmesini etkilemektedir.

Mikoriza konukçu bitki ile oluşturmuş olduğu ortak yaşam sonucu kendisi için gerekli olan enerjiyi, bitkinin fotosentez yeteneği ve fotosentez sonucu oluşan assimilatların köke taşımına bağlı olarak bitkiden sağlanmaktadır (Mukerji, 1996). Bu gibi bir sistem içerisinde ışık önemli sınırlayıcı bir faktördür. Düşük ışık, kısa gün uzunluğu ve bulutluluk, fotosentezi azaltıcı etkide bulunduğu için mikoriza kolonileşmesini azaltmaktadır. Yapılan çalışmalar ışığın mikorizanın gelişimini teşvik ettiğini göstermiştir (Furlan and Fortin, 1977). Buna karşın, gölgelemenin kök içerisindeki hiflerin yayılmasını azaltması nedeniyle, hem kök kolonileşmesini hem de spor sayısını ve mikorizaya bitki tepkisini azalttığı ve sonuç olarak toprak içinde hiflerin gelişimini sınırladığı bildirilmiştir (Gerdemann, 1968; Nyabyenda, 1977).

Hava sıcaklığı fotosentez oranını ve bitki vasıtasıyla assimilatların taşınmasını etkilemektedir. 26 ^{0}C'ye kadar artan hava sıcaklıklarının, özellikle gece ve gündüz sıcaklıkları arasındaki farklılıklara bağlı olarak bitki büyümesini arttırdığı rapor edilmiştir (Hayman, 1974; Furlan and Fortin, 1977). Toprak sıcaklığı mikoriza

gelişimini; a) sporların çimlenmesi, b) köke nüfuz etmesi ve c) hiflerin kök hücreleri içerisinde çoğalması gibi üç safhada etkilemektedir. Spor çimlenmesi için optimum sıcaklığın mantar türüne göre değişiklik gösterdiği, mantarın kök içerisine nüfuz etmesinin ve gelişmesinin toprak sıcaklığındaki farklılıklara duyarlı olduğu Schenck ve Schroder (1974), Schenck ve ark., (1975) ve Smith ve Be (1979) tarafından saptanmıştır.

Konukçu bitkinin hasadı veya ölümünden sonra toprak yüzeyindeki mikoriza mantarlarının hayatta kalmasının, toprak bünyesinin azaltıcı yada arttırıcı etkisine bağlı olarak toprak sıcaklığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Bowen, 1980).

VAM su bitkilerinde bulunmasına rağmen (Bagyaraj ve ark., 1979; Sondergaard ve Laegaard, 1979), genel olarak yüksek düzeyde su içeren topraklarda gelişimi olumsuz etkilenmektedir (Khan, 1974). Bitki su durumu, su kullanımı ve mikoriza arasındaki ilişkiler Faber ve ark., (1991) tarafından incelenmiştir. VAM vasıtasıyla köklerin kolonileşmesinin; bitki su ilişkilerini, kök hidrolik (Nelsen, 1987) ve yaprak iletkenliğini (Auge ve ark., 1986a), yaprak gaz değişimini (Hardie, 1985), yaprak büyümesini (Koide, 1985), ozmotik durumu (Auge ve Duan, 1991; Auge ve ark., 1986b**)** ve fito-hormon üretimini (Gogala, 1991) kontrol eden mekanizmaları etkilediği bildirilmiştir. Hardie ve Leyton (1981), mantar hiflerinin su taşımında aktif bir rol göstermesi ve toprak su potansiyelinin düşük olduğu durumlarda toprak suyunu sömürmelerindeki üstün özelliklerinden dolayı, VAM'ın tarım yapılan kurak alanlarda yeni bir tarım stratejisi olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

VAM'ın oluşturduğu simbiyotik ilişkinin etkinliği, toprak pH'sına olan adaptasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Toprak pH'sı sporların gelişmesi üzerinde etkili olduğu kadar çimlenmesini de etkilemektedir (Angle ve Heckman, 1986). Büyüme ve kolonileşmenin pH'sı 5.6 ve 7.0 olan topraklarda oluşmasına rağmen, pH'sı 3.3'ten 4.4'e kadar olan asidik topraklarda olmadığı saptanmıştır (Hayman ve Mosee, 1971). Toprak pH'sı ve mikorizal etki arasındaki kompleks ilişkinin; bitki türüne, toprak tipine, fosforun formuna ve içerdiği mantar türüne bağlı olduğu belirtilmiştir (Mukerji, 1996).

Organik madde; toprak yapısı, toprak pH'sı, besin içeriği ve su tutma kapasitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Benzer biçimde, bu özelliklerden bir tanesi veya birkaçı birlikte mikorizanın etkinliğini ve kolonileşmesini etkileyebilmektedir (Mukerji, 1996). Bu durum özellikle topraktaki bitki kalıntılarının çürümesi ve hızlı bozulma meydana gelen tropikal çevrelerde önemlidir. Johnston (1949), organik gübrelerin tropikal bölgelerde mikorizal gelişmeyi çoğunlukla artırdığını saptamıştır. Sheikh ve ark., (1975), spor populasyonu ve organik madde içeriği arasında olumlu bir ilişki olduğunu, spor sayısının % 1-2 organik madde içeren topraklarda maksimum, buna karşın % 0.5'in altında olan topraklarda ise en düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Mikorizal kök salgılarının da toprakta VAM'ın ekolojisi üzerinde önemli bir role sahip olduğu bildirilmiştir. Bitki kök salgılarının sahip olduğu polisakkarit, enzimler (asit fosfataz), etilen ve karbondioksit (CO_2) ve şekerler, organik asitler ve amino asitler ile pH düzeylerinin değişimi vasıtası ile rizosferin fiziksel ve kimyasal koşullarını değiştirmektedir (Marchner, 1995). Topraktaki kök kalıntıları inokulumun önemli bir deposu olabilirler. Rives ve ark., (1980), yıllık yağışı düşük olan alanlarda kolonileşen kök artıkları ve kolonileşmeyen bitkilerin kökleri arasındaki ilişkinin mikorizanın yayılmasının en etkili biçimini oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Tuz koşulları altında bitki büyümesi ve mikorizal kolonileşme üzerinde VAM'ın etkileri ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır (Mukerji, 1996 bildirdiğine göre, Rosendahl ve Rosendahl, 1991). Mikoriza mantarı sağlamış olduğu yararlar vasıtasıyla bitkileri tuz stresine karşı koruyabilmesine karşın (Epstein ve ark., 1980), mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Konuyla ilgili olarak yürütülen çalışmalarda tuz koşulları altında mikorizalı bitkilerde sağlanılan büyümedeki artışın, artan besin alımıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Ojala ve ark., 1983). Bazı bataklık-tuzcul türlerde ise mikoriza kolonileşmesi, K ve P içeriğini değiştirmeksizin Na^+ ve Cl^- içeriğini azaltarak tuza dayanıklılık sağlamaktadır (Rozema ve ark., 1986). Yüksek tuz koşulları altında ise genellikle VAM'ın kolonileşmesinde azalma olduğu bildirilmiştir (Kim ve Webber, 1985).

Toprakta konukçu bitkinin VAM kolonileşmesi ve spor üretimi, konukçu bitki ve iklimin fonksiyonu gibi mevsimsel farklılıklara göre değişiklik göstermektedir

(Hetrick, 1984). Doğal ekosistemlerde bitkilerin mevsimsel durumu ve onların mikoriza kolonileşmesine tepkisi, besin alımı ve rekabet yeteneği için farklı stratejilerle sonuçlanabileceği Hetrick ve ark., (1980) tarafından saptanmıştır. Bununla birlikte Gemma ve Koske (1988), bu bakış açısının tam anlaşılmadığını ve genellikle spor sayısına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Tarımsal sistemlerde mevsimin mikoriza ve bitki gelişimi üzerindeki etkisi, oluşan ortak yaşamın iklimin etkisini önlemesi nedeniyle tam olarak açıklanamamıştır (Johnson ve ark., 1992). Ancak mevsimin durumu, toprak nemi, P içeriği, ekim zamanı (Hetrick, 1984), sıcaklık (Buwalda ve ark., 1985), toprak koşulları (Hayman, 1982), konukçu bitki (Azcon ve Ocampo, 1981) ve kültürel uygulamalar gibi faktörlerin bir veya birkaç tanesinin birlikte olması, mikorizal oluşumu etkileyebilmektedir.

Kimyasal faktörler ve uygulamalar VAM oluşumunu direkt olarak etkileyebilmektedir (Sheikh ve ark., 1975). N ve P gübreleri ile yürütülen çalışmalarda, N gübreleri hem spor sayısını hem de VAM kolonileşmesini azaltmıştır (Hayman, 1975). Ancak, N uygulaması P uygulamasından daha çok olumsuz etkide bulunmuştur (Jensen ve Jakobsen, 1980). Bor miktarı artışının infeksiyonu arttırdığı (Mitchell ve ark., 1990), benzer biçimde yüksek N miktarı ve özellikle de amonyum formunun ve yüksek düzeyde P miktarının mikoriza infeksiyonunu azalttığı (Baath ve Spokes, 1988) araştırmalarda rapor edilmiştir.

Gübrelerin etkileri olmasına rağmen, VA mikoriza verimli topraklarda bolca bulunabilmektedir. Bu durum, muhtemelen mantarın sadece gübrelemeden etkilenmesinden değil, aynı zamanda farklı bitkiler, topraklar ve kültürel uygulamalardan etkilenmesinin bir sonucu olabilir (Kruckelman, 1975).

Bitkilerde ağır metaller üzerinde VAM kolonileşmesinin etkisi değişiklik göstermektedir (Mukerji, 1996). Mikorizalı bitkilerin saplarında ağır metallerin alınımı, mevcut materyalleri yüksek düzeyde içeren topraklarda yetiştirildiği zaman düşük bulunmuştur. Buna karşın, düşük metal konsantrasyonlu topraklarda Zn ve Cd'nin alımının mikorizasız bitkilerden daha yüksek olduğu saptanmıştır (Schüepp ve ark., 1987). Genellikle Zn ve Cu gibi mikro besin elementlerin alımının mikoriza vasıtası ile arttığı (Kothari ve ark., 1990) ve birkaç mikoriza mantarının, metallerin

yüksek konsantrasyonuna karşı toleranslılık sağlayarak (Gildon ve Tinker, 1981) konukçu bitkiyi metal toksitesinin artışından koruyabildiği (Heggo ve ark., 1990) ve böylece kolonileşmeyi kolaylaştırdığı (Ernst, 1990) yapılan araştırma sonuçlarında görülmüştür. Ancak, VAM'ın toksik metallerin alımını arttırmasından dolayı bitkiler üzerinde kötü etkisi olduğu da rapor edilmiştir (Killham ve Fireston, 1983). Bununla ilgili olarak; Cd, Cu, Ni ve Zn'in yüksek düzeyde bulunmaları mikorizal kolonileşmeyi tamamıyla elemine ederken (Gildon ve Tinker, 1981), bu ağır metaller nedeniyle VAM'ın kolonileşmesi zayıflayabilmektedir (Heggo ve ark., 1990).

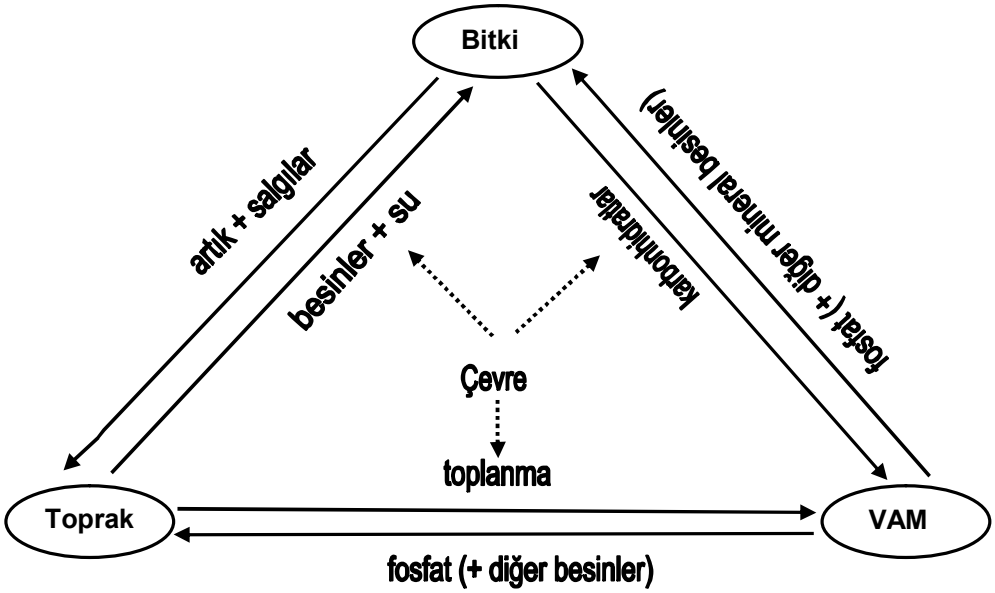
Pestisid, fungusit, herbisit ve toprak kökenli patojenler değişik yollarla VAM'ın işlevini ve gelişimini etkileyebilmektedirler (Trape ve ark., 1984). Genellikle metil bromid gibi fumigantlar yoğunluklarının havadan daha fazla olması nedeniyle toprak profilindeki mikorizaların ölümüne neden olabildikleri gibi (Menge, 1982), aromatik hidrokarbonlar ve bezimidazoles gibi fungisitler de mikoriza mantarının gelişimi için toksit etki oluşturabilmektedirler (Johnson ve Pfleger, 1992). Buna karşın, birkaç araştırmada bazı pestisitlerin bellirli orandaki uygulamalarının mikorizanın faydalı etkilerini arttırabileceği bildirilmiştir (Busse ve Ellis, 1987). Örneğin; Guillemin ve Gianinazzi (1992), ananas bitkilerinde kullandıkları dört fungusitten sadece birinin mikorizanın büyümesi üzerinde zararlı etkisi olduğunu, diğerlerinin ise bazı durumlarda olumlu etki yaptıklarını saptamışlardır. Benzer biçimde Robson ve ark., (1984), VAM-herbisit interaksiyonunun kalıntı durumundaki herbisitlerin alımını arttırabileceğini bildirmiştir. Ortak yaşamın faydalı etkilerinden bir tanesi, toprak kökenli patojenlere karşı koruma sağladığı için, bazı pestisit uygulamaları mikorizanın faydalı etkilerini arttırmaktadır (Guillemin ve ark., 1993). Sonuç olarak mikoriza gelişimi ile uyumlu belli pestisitlerin kullanılması bitki gelişimini arttırabileceği, pestisit ve patojenlerin kontrolünü sağlayacağı, kullanımını azaltabileceği ve böylelikle onların çevre üzerindeki olumsuz etkisini en düşük düzeye indirebileceği bildirilmiştir (Varma, 1995).

2.4. Mikorizanın Yararları Üzerinde Yapılan Çalışmalar

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

2.4.1. Mikorizanın Besin Alımına Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikoriza, toprağın en derin katmanlarına kadar olan yayılma özelliği ve yüksek metabolizma hızı nedeni ile topraktan iyonların alımı ve birikimi ve konukçu bitkiye taşımında önemli rol almaktadır (Manske, 1990; Marschner ve ark., 1991; George ve ark., 1992; Raman ve Mahadevan, 1996). Konukçu bitki ile ortak yaşam oluşturan mikorizanın büyüme ve gelişmesi, kök salgıları (Sun ve Fries, 1992) ve konukçu bitkinin kimyasal bileşenleri (Fries, 1989) vasıtasıyla olmaktadır. Konukçu bitkinin kök sisteminin etkinliğinin artmasıyla N, P, K, Ca, S, Zn ve Cu gibi mineraller mikoriza tarafından topraktan alınarak konukçu bitkiye taşınmaktadır (Smith ve ark., 1985; Lambert ve Weidensaul, 1991; Smith ve ark., 1994; Guo ve ark., 1996, Bagayoko, 1999). Mikoriza, özellikle hareketliliği yavaş olan besin elementlerinin ve diğerlerinin alımına yardımcı olarak ve onların depolanmasını sağlayarak, bazılarının ise konsantrasyonlarının toksik düzeye ulaşmasını önleyerek bitkiye yardımcı olmaktadır (Tinker, 1978; Mossea, 1981; Juniper ve Abbott, 1983; Arines ve ark., 1989; Norland, 1993; Srivastava ve Mukerji, 1995; Raman ve Mahadevan, 1996; Srivastava ve ark., 1996; Ortaş, 1997; Smith ve Read, 1997). Smith ve Smith (1981), kök bölgesinin 4 cm uzağındaki besin elementlerinin hifler vasıtasıyla alınarak bitkinin köküne taşındığını, Bieleski (1973), VAM'ın kök bölgesinin absorbe alanının etkinliğini 10 kat kadar arttırdığını ve Raman ve Mahadevan (1996) ise mikorizanın hareketliliği yavaş olan elementlerin (P, Zn, Cu) alımını 60 kata kadar arttırdığını bildirmişlerdir. Diğer besin elementleriyle birlikte



Şekil 2.1. Mikorizal yaşamın öğeleri (Raman ve Mahadevan, 1996)

hem toprak hem de mantar vasıtasıyla bitki büyümesini sağlayan fosfat, toprağa salgı ve artık madde olarak dönmektedir (Raman ve Mahadevan, 1996; Şekil 2.1). Mikoriza ürettiği auksin, sitokinin, vitaminler ve diğer maddeler ile kök alanını ve uzunluğunu arttırarak, kökleri patojenlerden korumakta ve suyun alımını, depolanmasını ve bitkiye taşınmasını arttırarak kuru maddelerinde artışlar sağlamaktadır (Daft ve Hacsykaylo, 1976; Dixon, 1988; Koide, 1991; Kothari ve ark., 1991; Gopinathan ve Raman, 1992; Marschner ve Dell, 1994; Tarafdar ve Marschner, 1994 ve 1995; Marschner, 1995). Mikorizanın; i) yüksek miktarda dallanan hifler ve onların oluşturmuş olduğu geniş bir absorbe alanı ve ii) organik madde ve topraktan çözmüş olduğu besinleri absorbe ederek veya iii) bazı durumlarda organik maddelerin parçalanmasını sağlayan fosfataz gibi enzimler salgılamak koşuluyla besin alımını sağladığı Haselwandter ve ark., (1987) tarafından bildirilmiştir. Bansal ve Mukerji (1994), VAM'ın açık olarak besin döngüsünde ve bitkilerin verimliliğinde önemli bir rol aldığını, Marshner ve Dell (1994) ise VAM'ın P, N, K, Zn ve Cu'nun alımını sırasıyla % 80, 25, 10, 25 ve 60'a kadar arttırdığını bildirmişlerdir.

Mikorizanın alımını arttırdığı besin elementlerinin, bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli olan bazı enzim, pigment ve biyolojik moleküllerin birer parçasını

oluşturması ve bitki fizyolojisini etkilemeleri bakımından önemi oldukça büyüktür (Srivastava ve ark., 1996).

Mikorizanın besin alımı içerisinde en büyük artışı fosfor alımında yaptığı bildirilmiştir (Srivastava ve ark., 1996). Bilindiği üzere fosfor; çekirdek, DNA ve RNA'nın yapısında yer alması, fosfo-lipid parçası olarak bitki mebranlarını oluşturması, ADP, ATP, NADP ve NAD gibi yüksek enerji moleküllerinin bir parçasını oluşturarak, fotosentez, respirasyon, azot ve yağ metabolizması ve diğer bazı reaksiyonlarda rol alması gibi özellikleri nedeni ile bitki büyüme ve gelişmesi için büyük önem taşımaktadır (Srivastava ve ark., 1996). Buna karşın onun eksikliğinde ise; yaprakların erken dökülmesi, mor veya kırmızı pigmentlerin ortaya çıkması, yapraklar üzerinde lekeli alanların oluşması, yaprakların koyu-yeşil veya mavi bir renge dönüşmesi, yapraklarda biçimsel bozuklukların ortaya çıkması ve bitkide iletim sistemlerinin zayıflaması nedeni ile yapraklarda simpton belirtilerinin görülmesi gibi anormal durumlar ortaya çıkabilmektedir (Srivastava ve ark., 1996).

Mikorizanın fosfor alımında toprakta bulunan mevcut miktarı önemli rol almaktadır. Bununla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, düşük fosforlu topraklarda mikorizalı bitkilerin mikorizasızlar ile kıyaslandığında daha fazla büyüdükleri ve birim kök uzunluğu başına düşen fosfor alımını arttırdıkları (Sanders, 1975; Hale ve Sanders, 1982; Smith, 1982; Smith ve ark., 1985; Tester ve ark., 1985; Srivastava ve ark., 1996), ancak topraktaki fosfor artışının mikorizanın etkisini ve kök uzunluğunu azalttığı (Baath ve Spokes, 1988; Thomson ve ark., 1990) ve yüksek fosfor düzeylerinde ise VAM kolonileşmesinin engellendiği bildirilmiştir (Srivastava ve ark., 1996).

2.4.2. Mikorizanın Azot Döngüsüne Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikoriza azot döngüsünü birkaç yolla etkilemektedir. Mikorizal hifler oluşturmuş olduğu geniş absorbsiyon alanı ile azotun alımına ve konukçu bitkiye taşınmasına katkıda bulunmaktadır. Mikoriza organik azotu parçalayan enzimleri vasıtasıyla topraktaki azotu ilgili formlarına dönüştürmektedir. Buna ilave olarak,

mikoriza azot bağlayan bitkilerin azot bağlama oranlarını da arttırmaktadır (Melin, 1953; Bajwa ve Read, 1986; Raman ve Mahadevan, 1996).

Srivastava ve ark., (1996), azotun; serbest azot, nitrat, nitrit, amonyum iyonları ve organik azot olarak birçok formda bulunduğunu, bitkilerin azotu genellikle nitrat formunda aldığını, ekosistemlerde toprakta bulunan mevcut azotun büyük çoğunluğunun ise amonyum (NH_4^+) formunda olduğu ve VAM'ın NH_4^+'ü topraktan bitkiye taşıdığını bildirmişlerdir.

Mikoriza, baklagiller gibi azot bağlayan (nodül oluşumunu sağlayan) bazı bakteriler ve konukçu bitki ile oluşturmuş olduğu karşılıklı ilişki sonucu, bitkiye N alımına yardımcı olmakta, nodül oluşumunu ve miktarını, azot fiksasyon oranını, leg-hemoglobin ve proteinlerin miktarını arttırmaktadır (Daft ve El-Giahmi, 1978; Munns ve Mosse, 1980; Hayman, 1982). Nitekim, mikorizalı ve mikorizasız bitkilerin kök salgılarının biyokimyasal içerikleri ve amino asit, protein ve enzim (fosfotaz) gibi biyokimyasal oluşumlarının farklı olmaları azot bağlamada önemli rol aldığı bildirilmiştir (Ratnayake ve ark., 1978; Nemec ve Meredith, 1981).

2.4.3. Mikorizanın Karbon Döngüsüne Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Topraklarda mikorizal hiflerin bulunması hem karbonu sisteme ilave etmekte, hem de organik maddelerin çürümesini sağlamaktadır. Mikoriza, bitkiler vasıtasıyla karbon fiksasyonunu etkilemesi nedeniyle ekosistemin karbon dinamizmini değiştirmektedir (Raman ve Mahadevan, 1996). Tarla denemelerinde, mikorizanın buğdayda fotosentezi % 80'e kadar arttırdığı ve buğdaygillerde CO_2 değişkenliğine stoma dayanıklılığını % 30-50'ye kadar yükselttiği saptanmıştır (Allen ve Allen, 1986). Tahminlere göre, bir bitki tarafından alınan karbonun yaklaşık % 1'i mikoriza tarafından solunmaktadır (Harris ve Paul, 1987). Mikoriza atmosferle birlikte bitkilerin sadece CO_2 değişim oranlarını arttırmakla kalmayıp, aynı zamanda hifleri vasıtasıyla bitkiler arasında karbon taşınımını da sağlamaktadır (Knight ve ark., 1989; Raman ve Mahadevan, 1996).

2.4.4. Mikorizanın Karbonhidrat Fizyolojisine Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikorizanın konukçu bitki ile oluşturmuş olduğu ortak yaşam sürecinde, yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için konukçu bitkinin fotosentez sonucu sağlamış olduğu besin elementlerine ihtiyaç duymaktadır. Bitkinin fotosentez miktarı, mantarın kolonileşme büyüklüğüne ve onun metabolizma hızına bağlıdır (Srivastava ve ark., 1996). Düşük ışıklanma, kısa gün uzunluğu ve bulutlanmanın, organik asitler ve şekerlerin salgılanmasıyla ilişkili olarak mikorizal kolonileşmeyi azalttığı rapor edilmiştir (Smith ve ark., 1985). Mikorizalı bitkilerin mikorizasızlardan daha yüksek solunum oranlarına sahip olduğu ve bu artışın mantarın kendi kendine yaptığı respirasyonun sonucu olabileceği (Snellgrove ve ark., 1992), mikorizalı bitkilerin kök bölgesine doğru daha yüksek fotosentez akışı olduğu (Pang ve Paul, 1980), bunun da sonuçta mikorizalı köklerin daha yüksek miktarda karbona sahip olmalarını sağladığı bildirilmiştir (Losel ve Cooper, 1979). Mantarın aktif gelişimi süresince solunum nedeniyle karbon kaybı büyük ölçüde daha yüksektir. Bu kısmen mantarın kendisinin karbon talebinden (Tinker, 1978) veya mantar kolonileşmesini takiben kök hücrelerinin artan metabolik aktivitenin sonucu olabilir (Marx ve ark., 1982). Bu artan karbon talebi rekabeti mikorizalı bitkilerde fotosentez oranının yüksek olmasına neden olmaktadır (Allen ve ark., 1981).

Mikorizalı bitkiler, saptaki karbonu mikorizasızlardan daha etkin bir biçimde kullanmaktadır. Böylece taze yaprak ağırlığı ve birim alan üzerindeki fotosentez oranı için, mikorizalı bitkiler saplarında daha düşük yüzde kuru ağırlığa ve birim kuru madde de ise daha yüksek fotosentez oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir (Snellgrove ve ark., 1992).

2.4.5. Mikorizanın Su Alımına Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikorizanın toprak içerisine nüfuz eden hiflerinin, kök absorbsiyon alanını ve birim kök uzunluğu başına düşen su miktarı ve birim zamandaki alımını arttırması, yüksek kök elektriksel iletkenliği ve sağlamış olduğu ilave fosfor beslenmesi sonucu

oluşturmuş olduğu fiziksel, besinsel, fizyolojik ve hücresel etkiler sonucu bitkilerin kuraklık stresine karşı dayanıklılığını arttırdığı bildirilmiştir (Sanders ve Tinker, 1973; Allen ve ark., 1980; Levy ve Krikum, 1980; Sieverding, 1980; Hayman, 1983; Levy ve ark. 1983; Ibrahim ve ark., 1990; Duvert ve ark, 1990; Simson ve Daft, 1990; Michelsen ve Rosendahl, 1990; Faber ve ark., 1991; Davies ve ark., 1992; Osonubi, 1994; Ruiz-Lozano ve ark., 1995; Bethlenfalvay ve ark., 1998; Ruiz-Lozano, 2003).

Mikorizalı bitkilerin kuraklığa karşı toleranslılıklarının artmasının; bitki turgoru, yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği, yaprakların klorofil içeriği, hormonal aktivite, konukçu bitkinin mikorizaya karbonhidrat sağlaması ve kök hidrolik iletkenliğinin artmasıyla ilişkili olduğu Pedersen ve Sylvia (1996), Raman ve Mahadevan (1996) ve Auge (2001) tarafından rapor edilmiştir.

Bugüne kadar sürdürülen sera çalışmalarında mikorizanın kuraklık stresine rağmen, domates bitkisinin çiçek ve meyve sayısı, sap kuru ağırlığı, meyve kalitesi ve N ve P alımını arttırdığı (Subramanian ve ark., 2005); buğday bitkisinin su kullanım etkinliği (Al-Karaki, 1998), toplam kuru ağırlık ve kök uzunluğunda artışlar sağladığı (Al-Karaki ve Al-Raddad, 1997) ve mısır bitkisinin yaprak su potansiyeli ve karbondioksit asimilasyon hızını arttırdığı (Amerian ve Stewart, 2001) belirtilen çalışmalarda saptanmıştır.

2.4.6. Mikorizanın Tuz Alımına Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikorizanın; bitkilerin büyüme, fotosentez, protein sentezi ve enerji ve yağ metabolizması gibi birçok süreçlerini etkileyen tuz stresine karşı (Parida ve Das, 2005) verim kayıplarını azalttığı bildirilmiştir (Hirrel ve Gerdemann, 1980; Pond ve ark., 1984; Jalaluddin, 1993; Copeman ve ark., 1996; Ruiz-Lozano ve ark., 1996; Al-Karaki, 2000; Ruiz-Lozano ve Azcon, 2000; Giri ve Mukerji, 2004; Tain ve ark., 2004; Zandavalli ve ark., 2004).

Mikorizanın farklı yollarla konukçu bitkinin tuz stresi zararını azaltabileceği saptanmıştır. Bunlar; i) besin eksikliğini telafi etmek için mineral beslenmeyi arttırması, ii) beslenme dengesizliklerini ortadan kaldırması, iii) bitkinin su

durumunu iyileştirmesi ve iv) konukçu bitki içindeki tuz alımını azaltması olarak sıralanabilmektedir (Weissenhorn, 2002).

Mikoriza, fosfor alımını arttırması (Feng ve ark., 2000), artan potasyum alımıyla bitki dokularındaki K/Na oranının yüksek kalmasını sağlaması (Poss ve ark., 1985) ve farklı besin alımının katyon/anyon dengesini olumlu etkilemesi (Azcon ve El-Atrash, 1997) sonucu tuza toleranslılığı sağlamada yardımcı olabilmektedir.

Ruiz-Lozano ve ark., (1996), mikorizanın tuz koşulları altında sağlamış olduğu bitki büyümesinin; artan su kullanım etkinliği, stoma iletkenliği, transprasyon ve karbondioksit değişim oranı gibi fizyolojik süreçlere bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Feng ve ark., (2002), mikorizalı koşullarda mısır bitkisinin tuz stresine karşı artan toleranslılığının, köklerdeki elektrolite konsantrasyonu ve çözülebilir şekerlerin yüksek miktarda birikmesiyle ilişkili olduğunu saptamıştır. Anılan çalışmada, tuz stresi altındaki mikorizalı bitkilerin kök ve sap ağırlığı, klorofil konsantrasyonu, fosfor ve çözülebilir şeker oranlarının mikorizasız bitkilerden daha yüksek olduğu, buna karşın kök ve saptaki sodyum oranının ise mikorizalı ve mikorizasız bitkilerde benzer bulunduğu ifade edilmiştir.

Yano-Melo ve ark., (2003), tuz stresi altında yetiştirilen ve mikoriza ile inokule edilen muz bitkisinin mikoriza ile inokule edilmeyenlere göre, kök (% 80) ve sap (% 83) kuru ağırlığını, toplam yaprak alanını (% 60), yaprak sayısını ve bitki boyunu arttırdığını saptamışlardır.

2.4.7. Mikorizanın Hastalıklara Karşı Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

VAM'ın bitkilerin birçok mantari solgunluk ve kök çürüklüğü, sap ve yaprak hastalıklarına karşı direnç gücünü arttırdığı bugüne kadar yapılan birçok çalışmada saptanmıştır (Schenck ve Kelam, 1978; Schönbeck ve Dehne, 1979; Dehne, 1982; Hussey ve Roncadori, 1982; Fuge, 1986; Jalali ve Jalali, 1991; Paulitz and Linderman, 1991; Tylka ve ark., 1991; Sharma ve Mukerji, 1992; Srivastava ve ark., 1996; Lindermann, 1998).

VAM kök bölgesinde veya köklerde eş-zamanlı meydana gelen nematodların da kontrolünü sağlamaktadır (Roncadori ve Hussey, 1977). Mikorizalı bitkiler tüm fosfat düzeylerinde kök nematodlarına karşı toleranslı bulunmuş ve büyüme artışı dayanıklılığı arttırmıştır (Bagyaraj ve ark., 1979). Genellikle nematod ile infekte olan mikorizalı bitkilerin büyümesinin; konukçu bitki, nematod ve VAM'ın toprak içerisindeki koşullarına bağlı olarak, VAM'ın uyarıcı ve nematodun teşvik edici etkisi arasındaki dengeye bağlı olduğu bildirilmiştir (Srivastava ve ark., 1996).

VAM mikorizal kolonileşme sonucu, konukçu bitkide belli miktarda meydana getirdiği kimyasal, fizyolojik ve morfolojik değişimler sonucu oluşturmuş olduğu fiziksel veya fizyolojik etkiler vasıtasıyla patojenlere karşı dayanıklılığı sağlayarak patojenlerin gelişimini engellemektedir (Mossea, 1973; Danielson, 1985; Hepper ve ark., 1987; Duchesne ve ark., 1989; Tsantrizos ve ark., 1991; Raman ve Mahadevan, 1996; Cordier ve ark., 1998; Lindermann, 2000; Slezack ve ark., 2000). Fizyolojik değişim nedeni ile mikorizalı ve mikorizasız bitkilerin kökleri arasındaki farklılıkların, bu bitkilerin hastalığa toleranslılığın artışında önemli bir rol aldığı bildirilmiştir (Schenck, 1981). VAM vasıtasıyla konukçunun artan beslenme durumunun, kök bölgesini, mikro biyolojik populasyonları ve populasyon yoğunluklarını değiştirmek için kök salgıları üzerinde kantitatif ve kalitatif etkilere sahip olduğu saptanmıştır (Ratnayake ve ark., 1978). VAM'ın salgılamış olduğu bazı kök salgıları ve amino asitler ile patojenlerin kontrolüne yardımcı olduğu (Raman ve Mahadevan, 1996) ve artan fosfor beslenmesi sonucu VAM'ın kök salgılarında meydana gelen azalmanın, toprak kökenli hastalıkların azalmasıyla ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Graham ve Menge, 1982).

Mikorizalı bitkiler sahip oldukları güçlü iletim sistemleri (ksilem) nedeni ile besin elementlerinin taşımını artırmakta, daha büyük mekanik güç sağlamakta ve böylece taşınan patojenlerin zararlı etkisini azaltmaktadır (Dehne and Schönbeck, 1978). Kök iletim kapasitesi veya fonksiyonunun zayıflaması sonucu meydana gelen olumsuzluk, bitkinin artan büyümesi ile telafi edilmektedir (Azcon ve ark., 1978). Solgunluk, kök çürüklüğü ve nematod gibi hastalıklara karşı artan toleranslılığın, artan fosfor alımının sonucu olduğu saptanmıştır (Graham ve Menge, 1982). Fosfor beslenmesindeki artış, kök büyümesini ve absorbsiyon kapasitesini arttırırken,

köklerde hücrelerin oluşumunu etkilemektedir (Raman ve Mahadevan, 1996). Fosfora ilave olarak mikorizanın alımını artırdığı mikro besin elementleri de bu duruma katkıda bulunmaktadır. Konukçunun verimlilik düzeyi de konukçunun patojenlere duyarlılığını veya hastalıklara dayanıklılığını etkilemede rol almaktadır (Koide, 1985).

Konu ile ilgili olarak, Karagiannids ve ark., (2001), *Verticillium wilt* (*Veticillium dahlie* Kleb) + mikoriza (*Glomus mosseae*) uygulamasının domateste yaş (% 33) ve kuru ağırlığı (% 24) ve bitki boyunu (% 21) arttırdığını, patlıcanda benzer biçimde sırasıyla % 33, 24 ve 21 oranında artışlar sağladığını bildirmişlerdir.

2.5. Bitkilerin Mikorizaya Bağımlılığı Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Bitkisel üretim sistemlerinde mikorizal bağımlılığın dikkate alınması oldukça önemlidir. Netice olarak belli bitki türlerinin VAM'dan az yararlandığını veya bunun tersi olarak başka bitki türlerinin ise beslenme, verim ve istenilen diğer bazı özellikler bakımından VAM'a yüksek düzeyde bağımlılık gösterdiğini bilmemiz, çalışmalarımızın ilerleyen aşamalarında amacımıza uygun seleksiyon yapmamıza yardımcı olacaktır.

Mikorizaya bağımlılık ile ilgili olarak geçmişten günümüze değin farklı görüşler ileri sürülmüştür. Literatür bilgisinden elde edilen ilk tanımlamaya göre, Gerdemann (1975) "mikorizaya bağımlılığı", bir bitkinin toprak verimliliğinin belli bir düzeyinde maksimum büyüme ve verim sağlamak için mikorizal koşula bağımlı olmanın derecesi olarak ifade etmiştir. Menge ve ark., (1978), steril topraklarda "nispi mikorizaya bağımlılığı", mikorizalı bitkilerin kuru ağırlığının mikorizasız bitkilerin kuru ağırlığına olan oranın yüzdesi olarak ifade etmişlerdir. Plenchette ve ark., (1983) ise, steril ve steril olmayan tarla koşullarında bitki türlerinin mikorizaya bağımlılığını "nispi tarla mikorizal bağımlılığı" olarak tanımlamış ve bunun (mikorizalı kuru ağırlık – mikorizasız kuru ağırlık) / mikorizasız kuru ağırlık x 100 formülü ile hesaplanabileceğini ifade etmişlerdir. Daha sonraları Bagyaraj ve ark., (1988), yerli VAM'ın bulunduğu steril olmayan topraklardaki "mikorizal inokulasyonun etkisini", mikorizalı ve mikorizasız bitkiler arasındaki kuru ağırlık

farkının mikorizalı kuru ağırlığa olan oranın yüzde ifadesi olarak hesaplamışlardır. İlgili tanımlamanın sonuncusu, Hetrick ve ark., (1992, 1993, 1995) tarafından Bagyaraj ve ark., (1988)'nın formüle ettiği biçimde tanımlanmıştır (bkz. materyal ve metod).

Bitkiler mikoriza ile infekte edildiği zaman, ortak yaşamdan yararlanacak bitkilerin mikorizaya bağımlılığı veya derecesi; kök ağırlığı (Azcon ve Ocampo, 1981), köklerin fosfor konsantrasyonu, mantari simbiyotun besin absorbsiyon etkinliği (Hetrick ve ark., 1992), şeker içeriği (Ratnayake ve ark., 1978) gibi bitki karakterleri; toprağın fosfor içeriği (Lackie ve ark., 1988), kolonileşme zamanı, bitki tür ve çeşitleri (Azcon ve Ocampo, 1981; Krishna ve ark., 1985; Hetrick ve ark., 1993 ve 1995) ile ilişkilidir. Bir tür içerisindeki farklı genotipler mikoriza ile inoküle edildiği zaman; % kök kolonileşmesi, üretilen spor sayısı, köklerdeki alkali ve asit fosfat aktivitesi bakımından farklılıklar göstermektedirler (Krishna ve ark., 1985; Lackie ve ark., 1988; Duc ve ark., 1989; Mercy ve ark., 1990; Kesava Rao ve ark., 1990).

Bitki familyalarından Cruciferae (Turpgiller), Cyperaceae (Suudotugiller), Chenopodiaceae (Ispanakgiller) ve Amaranthaceae (Tilkikuyruğugiller)'a ait (Zeybek ve Zeybek, 1994) birçok bitki türleri dışındaki çoğu bitkilerin VAM ile ortak yaşam oluşturdukları bildirilmiştir (Newman ve Reddell, 1987).

Bitki türlerinin mikorizaya bağımlılık bakımından farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir (Clark, 1983; Estaun ve ark., 1987; Manjunath ve Habte, 1991). Örneğin, buğday (Stoppler ve ark., 1990), mısır (Toth ve ark., 1980), akdarı (Krishna ve ark., 1985), yer fıstığı (Daft, 1991), börülce (Mercy ve ark., 1990), nohut (Daft, 1991), yonca (Lackie ve ark., 1988), ayrık (Jun ve Allen, 1991), turunçgiller (Menge ve Kirby, 1982), üzüm (Mossea, 1981), şeftali (Gilmore, 1971), elma (Runjin, 1989), muz (Yano-Melo, 2002), domates ve patlıcan (Karagiannids ve ark., 2001) ve kavun (Dodd ve ark., 1983) mikorizaya yüksek düzeyde bağımlılık göstermesine karşın, kanola (Glenn ve ark., 1988), şeker pancarı (Ocampo ve ark., 1980) ve yulaf (Bryla ve Koide, 1990) çok az veya hiç bağımlılık göstermemişlerdir.

2.6. Mikorizanın Bitki Beslenmesi ve Büyümesi Üzerine Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

VAM ile infekte olan turunç ağaçlarının infekte olmayanlara göre daha iyi büyüdükleri, kuru madde ile P, K içeriklerinin arttığı (Menge ve ark., 1982), fasulyede kuru ağırlık, sürgün ve kökteki P içeriğinde artışlar olduğu, benzer biçimde soğan bitkisinin toprak üstü aksamlarının arttığı, şeftali, elma ve kavunda mikoriza eksikliğinde P, Zn, Cu, K, Ca ve N noksanlığı gösterdikleri bildirilmiştir (Manjunath ve Bagyang, 1981).

Son yıllarda birçok bitki tür ve çeşitlerinde olduğu gibi stratejik bir bitki olan buğday bitkisi üzerinde de belirtilen çalışmalar sürdürülmüştür. Yapılan araştırmalar sonucu mikorizaya bağımlılığın buğday tür ve çeşitleri arasında farklılıklar gösterdiği (Azcon ve Ocampo, 1981; Young ve ark., 1985; Vierheilig ve Ocampo, 1991), mikoriza ile ortak yaşamanın kalıtsal bir özellik olduğu ve mikoriza uyumluluğu ile fosfor uyumluluğu arasında olumlu bir ilişki olduğu saptanmıştır (Kapulnik ve Kushnir, 1991; Hetrick ve ark., 1992 ve 1993). Bitkinin fosfor kullanım etkinliğinin artmasıyla mikorizal tepkinin azaldığı, bitkilerin fosfor etkinliğinin (alım, kullanım) çeşitler arasında farklılıklar oluşturduğu, ancak bu durumun çeşitler arasında yıllara göre farklılıklar oluşturmadığı bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2001). Değişik mantar türleri (*Glomus mosseae, Glomus fasiciculatum, Gigaspora margita (margarita), Acaulospora leavis ve Sclerocytis dussii*) ile inokule edilen buğday çeşitlerinde tüm mantar türlerinin, başta *Glomus mosseae* ve *Glomus fasiciculatum* olmak üzere (Sreenivasa ve Majjiguda, 1996; 1997); bitki boyu, kuru madde oranı, biomas, fosfor alımı ve dane verimini arttırdığı rapor edilmiştir (Eivazi ve Weir, 1989; Gaur ve Rana, 1990; Raju ve ark., 1990, Simson ve Daft, 1990, Yacom ve Boosalis, 1991; Osonubi, 1994; Tarafdar ve Marschner, 1995; Germida ve Walley, 1997; Sing ve Kapoor, 1999).

Hetrick ve ark., (1992, 1993 ve 1996), Mikorizaya bağımlılığın kalıtsal bir özellik olması nedeniyle çeşitler arasında farklı düzeyde bağlılık oluştuğunu, bağımlılık gösteren çeşitlerde biomas artışı sağlandığını, aksine diğerlerinde büyüme depresyonu ortaya çıktığını, bunun mikorizaya bağımlılığı sağlayan genlerin

eksikliğinden (Madjo ve Hendrik, 1986) kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Modern buğday çeşitlerinin, eski çeşitlere göre mikorizaya daha az bağımlılık gösterdiği (Zhu ve ark., 2001), bunun modern ıslah çalışmalarının bir sonucu olabileceği, simbiyotik yaşamdan olumlu etkilenen çeşitlerde fosfor ilavesinin mikoriza infeksiyonunu azalttığı (Hetrick ve ark., 1996), buna karşın olumsuz etkilenen çeşitler üzerinde fosfor ilavesinin hiçbir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Bağımlılık gösteren çeşitlerde kök kolonileşmesinin (% 40-110) ve buna bağımlı olarak biomas üretiminin arttığı, buna karşın tepki göstermeyen çeşitlerde ise kök kolonileşmesi (-% 20-30) ve biomas üretiminin azaldığı saptanmıştır. Hetrick ve ark. (1992), tahıl cinslerinden; arpa, çavdar ve yulafta mikoriza infeksiyonunun kuru madde ağırlığında önemli artışlar sağlamazken, buğdayda % 27-100 oranında biomas artışı sağladığını, 8 arpa çeşidinden ancak 2'sinin mikorizaya bağımlılık gösterdiğini (% 2.6-32.6), çavdarın olumsuz etkilendiğini (% -14.8), yulafın çok düşük düzeyde (% 12.6) bağımlılık gösterdiğini ve kök kolonileşmesinin; buğday > arpa > yulaf > çavdar biçiminde sıralandığını bildirmişlerdir.

Hetrick ve ark., (1992), mikorizadan faydalanmanın primitif buğday türlerinde, buğday ebeveynleri ve modern buğday çeşitlerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Diploid 10 buğday türünden (AA genomu: *T. boeoticum, T. urartu, T. monococcum*; BB genomu: *Ae. bicornis, Ae. sharonensis, Ae. ligustica*; VV genomu: *Haynaldia villosa*), *Aegilops speltoides* (BB genomu) dışındaki 9 türün olumlu tepki göstererek bioması önemli düzeyde arttırdığını (% 30.0 - 201.6), aynı zamanda mikorizaya büyük ölçüde bağımlılık gösterdiklerini (% 23.3-66.8) ve kök kolonileşmesini arttırdıklarını (% 22.8-87.6) bildirmişlerdir. Buna rağmen, diploid (DD genomlu) *T. tauschii* ve tetraploid (AABB ve AAGG genomlu) türler *(T. araraticum, T. dicoccoides, T. timophevii*) ile hekzaploid buğdaylardan (AABBGG/AABBDD genomu) *T. zhukovskyi'nin* (AAAAGG genomu) bu yaşam biçiminden yararlanmadıklarını rapor etmişlerdir. Böylece A, S(B) ve D genomlu diploid türlerin hem bağımlılık, hem de bağımsızlık gösterirken, AB genomlu türlerin hiçbirinin bağımlılık göstermediğini, böylelikle ABD genomlu hekzaploid buğdaylarda bağımlılığın var olmasının D genomundan kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir (Hetrick ve ark., 1993)

Anılan araştırıcıların diğer bir çalışmasında (Hetrick ve ark., 1995), mikorizaya bağımlılık gösteren genlerin 6 kromozom üzerinde lokalize olduğunu, Cheyenn'in (bağımlılık gösteren) 1A, 5B, 6B, 7B, 5D ve 7D'yi içeren yedekli hatlarının mikorizaya en büyük düzeyde bağımlılık göstermesi sonucu biomas üretiminde önemli artışlar sağladığını; bunlardan 5B ve 7B hatlarının inokule edilmeyenlere göre bioması yaklaşık 3.5 kat, benzer biçimde 1A, 6B, 5D ve 7D hatlarının 1.27-1.69 kat arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak Hope'un (bağımlılık göstermeyen) 5B kromozomlu yedekli hattının sağladığı biomas artışının (% 30.0), Cheyenne'in 5B ve 7B hatlarının sağladığı artıştan (% 247.5) daha az olduğunu, sonuç olarak mikorizaya bağımlı genlerin 5B ve 7B kromozomları üzerinde lokalize olduğunu bildirmişlerdir.

Suvercha ve Mukerji (1988), infeksiyon düzeyinin *Triticum durum* (tetraploid) ve *Triticum aestivum* (hekzaploid) buğday türlerinden makarnalık buğdayda daha fazla olmakla birlikte her ikisinde de inokulasyonun bioması ve büyümeyi arttırdığını rapor etmişlerdir.

Tahıllarda biomastaki artışın nedeninin besin alımı (Karagiannids, 1980), özellikle de fosfordan kaynaklandığı (Förster ve Frier, 1988), bitki kök ve saplarındaki; P, Cu, K, Mg ve Zn konsantrasyonlarının yüksek düzeyde oluşurken, Mn ve Fe konsantrasyonlarının düşük oranda olduğu bildirilmiştir (Tarafdar ve Marschner, 1994). Karagiannids ve Hadjisavva-Zinoviodi (1988), farklı 10 toprakta ekmeklik buğdayda mikoriza infeksiyonunun; Mn, Fe ve Mg konsantrasyonlarını arttırdığını, kontrolle karşılaştırıldığında büyümenin 11.6, P alımının 4 kat, dane veriminin % 60 arttığını, kök infeksiyonunun % 23'den % 78'e çıktığını; ancak oluşan kök, sap ve kök/sap kuru ağırlıklarıyla mikorizaya olan bağımlılık ve infeksiyon arasında ters ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Mikoriza inokulasyonunun başak ve dane ağırlığı, dane ağırlığı/başak, kök uzunluğu, kök ve kuru madde/bitki oranını arttırdığını (Zaghloul ve ark., 1996), kök/sap oranı ve kök uzunluğunun çeşitler arasında farklılıklar gösterdiğini (Rubio ve ark., 1991); N, K, Ca ve Mg alımının mikoriza infeksiyonundan etkilenmediğini bildirmişlerdir (Azcon ve Ocampo, 1981).

Kapulnik ve Kushnir (1991), mikoriza kolonileşmesinin tetraploid *T. timopheevii var. araraticum* (AAGG) türünde diğer tetraploid (AABB) türlerden

daha yüksek bulunduğunu, mikorizaya bağımlılığın diploid *Ae. squarrosa* (DD genom) türünde; diploid *T. monococcum* (AA genomu) ve *Ae. sharonensis* (S^{sh}), *Ae. longissima* (S^{l}) ve *Ae.speltoides* (SS genom) ile karşılaştırıldığında daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir. 12. hafta sonunda hasat edilen diploid buğday hatlarında mikorizal kolonileşme oranının (% 30.0-33.3); tetraploid (%37.8), sentetik ve kültür hekzaploid çeşitlerden (% 47.6) daha düşük çıktığını, benzer biçimde 20. hafta sonunda kolonileşmenin 12. .haftaya göre daha da arttığını bildirmişlerdir. Mikoriza aşılanan bitkilerde yüksek dane veriminin, dane ağırlığı (1000-dane ağırlığı)'dan ziyade dane sayısındaki artıştan (her başak ve her bitki) sağlanıldığını ve test edilen hatlarda dane verimi ile hasat indeksi arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Diploid türlerden (DD genom) *Ae. squarrosa meyeri* ve *Ae. squarrosa strangulata* hem vejetatif, hem de reproduktiv mikorizaya yüksek düzeyde bağımlılık gösterirken; tetraploid türlerden (AB genom) *T. dicoccoides* sadece reproduktiv, *T. carthlicum* (AB genom) vejetatif mikorizaya ve hekzaploid, *T. durum* (AB) x *Ae. squarrosa var. strangulata* amphiploidi belirtilen iki özellik bakımından önemli düzeyde bağımlılık gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Kışlık buğdayda tarla koşullarında mikoriza infeksiyonunun oluşumuyla ilgili farklı görüşler ileri sürülmüştür: Örneğin; Hetrick ve ark., (1984), kolonileşmenin İlkbahar'a kadar sağlanılmadığını, ancak; Buwalda ve ark., (1985), Yocum ve ark., (1985), Dodd ve Jeffries, (1986), kolonileşmenin çimlenmeden sonraki 2 ay içerisinde % 11'den % 40'a kadar çıktığını; Saif ve Khan (1975) ise, kök enfeksiyonunun % 50'den fazlasının çimlenmeden sonraki bir ay içerisinde oluştuğunu bildirmişlerdir. Yukarıda belirtilen bu farklı sonuçlarla ilgili olarak; Mohammed ve Kenedy (1998), tarla koşullarında mikoriza enfeksiyonunun kültürel ve çevre koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Mikorizanın tohumların daha iri, dolgun, fosfor ve diğer bazı besin elementlerince zengin olmasını sağlamasından dolayı onların kalitesini arttırdığı Koide (1991), Merry-Weather ve Fitter (1996), Ortaş (1997) ve Zhu ve Smith (2001) tarafından saptanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yılı ve Yeri

Konu ile ilgili denemeler, 2002-03 ve 2003-04 yetiştirme mevsiminde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma ve Uygulama Serası ile Toprak ve Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.1.2. Denemede Kullanılan Genotipler

Bu çalışmada, değişik yabani ve kültür buğday türleri kullanılmış olup, kullanılan materyale ilişkin ayrıntılı bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çizelge 3.1'den izlendiği üzere, değişik iklim ve toprak özelliklerini taşımaları nedeniyle farklı ekolojilere sahip birçok kültür buğdayı kullanılmıştır. Benzer biçimde, çalışmada kullanılan diğer materyalin çoğunluğunu 'Verimli Hilal' ve değişik bölgelerden toplanan materyal oluşturmuştur. Yapılan çalışmalar, tarımın Yakın Doğu'da Verimli Hilal (İsrail, Ürdün, Lübnan, Batı Suriye, Güneydoğu Türkiye, Fırat ve Dicle nehirlerini içerisine alan Irak ve İran) olarak tanımlanan bu bölgede buğday ve arpa ile birlikte başladığını göstermiştir (Harlan ve Zohary, 1966). Günümüzden yaklaşık 10 000 yıl kadar önce Suriye'deki Abu Hüreyra ve Güneydoğu Anadolu'daki Cafer Höyük, Çayönü ve Nevali Çori gibi arkeolojik ören yerleri yeryüzünde tarım yapılan ilk tarım köyleri arasında yer almış (Zohary ve Hopf, 1988; Pasternak, 1995) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve özellikle Karacadağ'ın makarnalık buğdayın gen merkezi olduğu saptanmıştır (Heun ve ark., 1997; Özkan ve ark., 2002, 2005; Luo ve ark., 2007).

Nitekim, bu bölgenin buğdayın gen merkezi olması, farklı ekolojileri göstermesi ve literatür bilgisine göre bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalarda bu materyal üzerinde çalışılmaması, denemede kullanılan bu materyalin seçiminde ön koşulu oluşturmuştur.

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Genotipler, Genom Yapıları ve Tescil Kurumu veya Orijinleri

No	Kayıt No	Genotip	Genom	2n	Tescil Kurumu veya Orijin
1	E-1*	*T.aestivum* ssp.*aestivum* cv. Adana-99	BBAADD	42	Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Adana
2	E-2	*T.aestivum* ssp.*aestivum* cv. Bezostaya-1	BBAADD	42	Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Sakarya
3	E-3	*T.aestivum* ssp.*aesti.* cv. Cumhuriyet-75	BBAADD	42	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü/İzmir
4	E-4	*T.aestivum* ssp.*aestivum* cv. Genç-99	BBAADD	42	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi/Adana
5	E-5	*T.aestivum* ssp.*aestivum* cv. Gerek-79	BBAADD	42	Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Eskişehir
6	E-6	*T.aestivum* ssp.*aestivum* cv. Seri-82	BBAADD	42	Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Adana
7	E-7*	*T.aestivum* ssp.*aestivum* cv. Yayla-305	BBAADD	42	Eskişehir Tohum Islahı İstasyonu/Eskişehir
8	M-1	*T.turgidum* ssp.*durum* cv. Balcalı-2000	BBAA	28	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi/Adana
9	M-2*	*T.turgidum* ssp.*durum* cv. Capelli	BBAA	28	İtalya
10	M-3	*T.turgidum* ssp.*durum* cv. Çakmak-79	BBAA	28	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü/Ankara
11	M-4*	*T.turgidum* ssp.*durum* cv. Dicle-74	BBAA	28	Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Diyarbakır
12	M-5*	*T.turgidum* ssp.*durum* cv. Kunduru-1149	BBAA	28	Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Eskişehir
13	M-6	*T.turgidum* ssp.*durum* cv. Langdon	BBAA	28	-
14	17902*	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; Rosh-Pinnar east Galilee
15	PI 428013	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; Rosh Pinna, Galilee near 600m, 32^0 58'N; 35^0 32'E
16	PI 428063	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; 51 km Diyarb. in the Karacad. 1400m, 37^0 48'N, 39^0 46'E
17	PI 428086*	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; 20,2 km of Siverek 1200m, 37^0 43'N, 39^0 30'E
18	PI 428097	*T.turgidum ssp.dicoccoides*	BBAA	28	İsrail, 1 km E of junction of Almagor 300m, 320 54' N, 350 23'E
19	PI 428132*	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Lübnan; Aiha-Kfarkouk, "sahlet" 912-1216m, 33^0 31'N, 35^0 52'E
20	PI 466926	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; Kazrin 31^0 30 N, 34^0 45'E
21	PI 470988	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; Rosh Pinna 600m, 32^0 58'N; 35^0 32'E
22	PI 487253*	*T.turgidum ssp.dicoccoides*	BBAA	28	Suriye; Der a Province 490m, 320 48'N, 360 7'E
23	PI 538659*	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; 52,5 km Diyar. in the Karaca. 1400m, $37^0$47'N, 39^0 46'E
24	PI 538680*	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; Korazin, 1 km E of Junction to Almagor, 32^0 53'N, 35^0 34'E
25	PI 538719	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; 10 km west of Majdal shamps near sea, 32^0 50'N, 35^0 30'E

Çizelge 3.1'in devamı

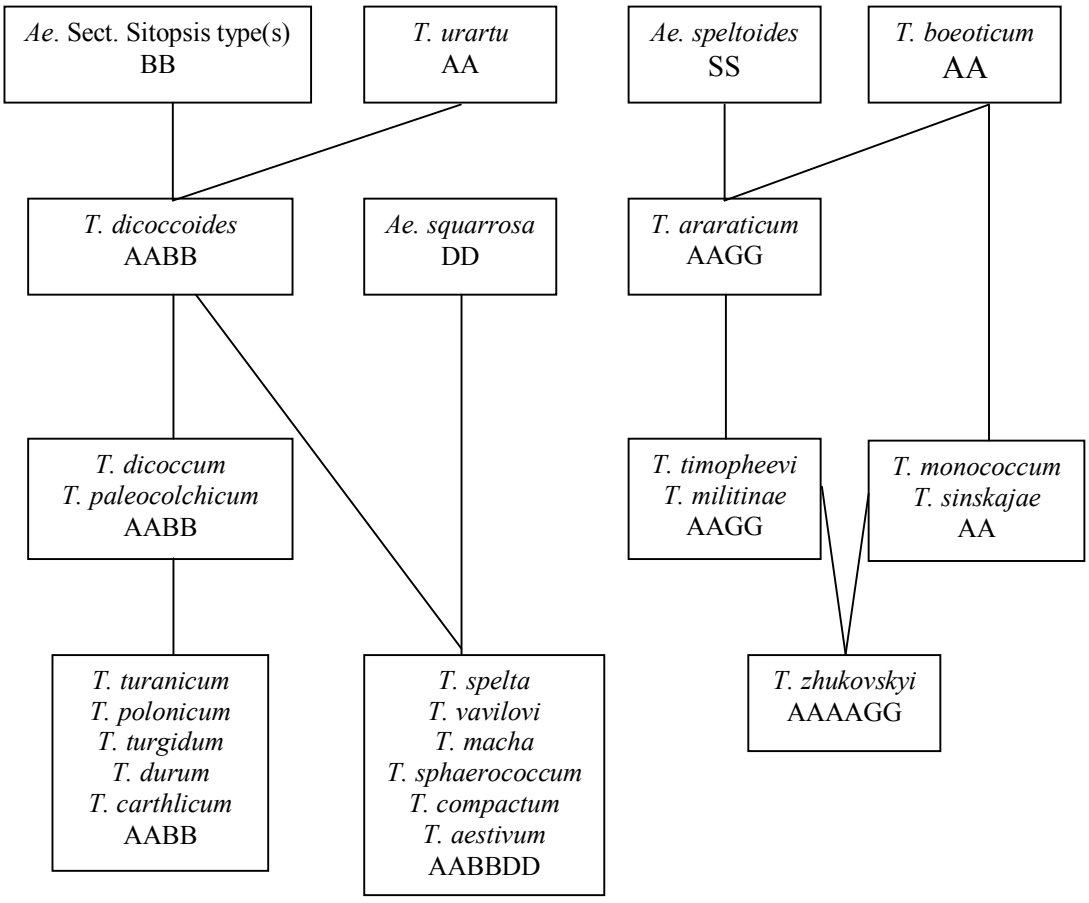
26	PI 554580	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; Karacadağ, Diyarba. highway 1220m, 37^0 47'N, 39^0 46'E
27	PI 554581	*T.turgidum ssp.dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; 25 km SW of Diyarbakır 1000m, 370 45'N, 400 6'E
28	PI 554582	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; Karacadağ road and highway 775m, 37^0 47'N, 39^0 46'E
29	PI 554583	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; 3km SE Karac. road and Diya. 1350m, $37^0$47'N, 39^0 47'E
30	PI 503314	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	İsrail; City limits Safad to Rosh Pinna 600m, 32^0 58'N, 35^0 29'40'E
31	IG 116184	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Türkiye; Gaziantep, between Urunlu and Soğütlü villages
32	IG 110815	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Lübnan; Biqaa Al Gharbi, Karaoun, 1 km from the road to lake
33	IG 46504	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Suriye; Damascus Province, May Saloun, 4 km before Tukeya
34	IG 45676	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Ürdün; Irbid, 16 km south west of Irbid near Zubia
35	IG 46386	*T.turgidum* ssp.*dicoccoides*	BBAA	28	Ürdün; Amman, 7 km west of Naur on Dead Sea highway
36	HTRI 13604/83	*T.timopheevii* ssp.*timopheevii*	AAGG	28	Gürcistan
37	HTRI11497/85*	*T.urartu*	AA	14	Lübnan
38	TR 62201	*T.urartu*	AA	14	Gaziantep
39	TMU 38	*T.urartu*	AA	14	İsrail
40	HTRI 11496/97	*T.urartu*	AA	14	Türkiye
41	TR 38534	*T.urartu*	AA	14	Mardin
42	A TRI 644/90	*T. monococcum* ssp.*monococcum*	A^mA^m	14	Almanya
43	TR 33248	*T. monococcum* ssp.*monococcum*	A^mA^m	14	Çanakkale
44	TR 36938*	*T. monococcocum* ssp.*monococcum*	A^mA^m	14	Balıkesir
45	TR 12739	*T. monococcum* ssp.*monococcum*	A^mA^m	14	Balıkesir
46	TR 62306*	*T.monoccoccum* ssp.*boeoticum*	A^bA^b	14	Gaziantep
47	TR 47095	*T.monoccoccum* ssp.*boeoticum*	A^bA^b	14	Isparta
48	TR 51969	*T.monoccoccum* ssp.*boeoticum*	A^bA^b	14	Ankara
49	TLO1*	*Ae.longissima*	S^lS^l	14	İsrail
50	TLO5	*Ae.longissima*	S^lS^l	14	İsrail

Çizelge 3.1'in devamı

51	THO2*	*Ae.sharonensis*	S^hS^h	14	İsrail
52	THO1	*Ae.sharonensis*	S^hS^h	14	İsrail
53	TBO1*	*Ae.bicornis*	S^bS^b	14	İsrail
54	TUO4	*Ae.umbellulata*	UU	14	İsrail
55	TS86*	*Ae.speltoides*	SS	14	İsrail
56	TQ17*	*Ae.tauschii*	DD	14	İsrail
57	TQ27*	*Ae.tauschii*	DD	14	İsrail

* : Mikorizaya bağımlılıkları test edildikten sonra denemenin II. yılı için seçilen genotipler

Bu çalışmada kullanılan buğday grubu olarak adlandırılan *Triticum* (van Slageren, 1994) ve *Aegilops* (Kimber ve Feldman, 1987) türlerinin evrim şeması Şekil 3.1'de verilmiştir (Clayton ve Renvoize, 1986; Miller 1987).



Şekil 3.1. Polyploid buğdayın evrim şeması.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar biyotik ve abiyotik gibi olumsuz stres koşullarına karşı ve diğer bazı özellikleri nedeniyle zengin genetik kaynağa sahip olduğu bildirilen bu yabani gen kaynaklarının (Zaharieva ve ark., 2001) modern ekmeklik ve makarnalık buğday için zengin birer gen kaynağı olduğu ve buğday ıslahında kullanılabileceği saptanmıştır (Feldman ve Sears, 1981; Moseman ve ark., 1985 ve 1990; Nevo ve ark., 1984, 1985, 1992, 1993, 1997, 1998 ve 2002; Forster ve ark., 1990, 1994 ve 1995; Snape ve ark., 1991; Raupp ve ark., 1993; Vida, 1994;

Handley ve ark., 1994 ve 1997; Saponara ve ark., 1995; Kuwabara ve ark., 1996; Sjukov ve Shevclenko, 1996; Krugman ve ark., 1997; Pakniyat ve ark., 1997; Sun ve ark., 1997; Fahima ve ark., 1998; Nevo, 1998; Hedge ve ark., 2000; Peng ve ark., 2000; Valkoun, 2001; Sasanuma, 2002; Loje ve ark., 2003; Buerstmayr ve ark., 2003; Tanyolaç ve ark., 2003; Assefa ve Fehrmann, 2004; Çakmak ve ark., 2004; Peleg ve ark., 2005).

Bu çalışmada kullanılan materyal ile ilgili olarak; I. yıl, denemede kullanılan 57 genotipin mikorizaya bağımlılığı test (screening) edilmiştir. II. yıl ise, bu test edilen genotipler arasında mikorizaya çok yüksek düzeyde bağımlılık gösteren genotipler ile mikoriza inokülasyonundan önemli düzeyde olumsuz etkilenen genotiplerden 20 tanesi seçilmiş ve incelenecek özellikler bakımından kıyaslamak amacıyla kullanılmıştır.

3.1.3. Mikoriza Türü

Araştırmada, yurtdışından getirilerek Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma ve Uygulama Serasında yonca ortamında çoğaltılan *Glomus mosseae* (Nicol. ve Gerd.) mikorizal mantar türü kullanılmıştır. Mikoriza türü, beyazdan sarı kahverengi bir renge sahip olduğu, küresel, yarı-küresel veya elipsoit bir şekil teşkil ettiği ve büyüklüğünün 10-260 µm arasında değişmekle birlikte ortalama 182 µm olduğu bildirilmiştir (Akpınar, 2004).

3.1.4. Toprak Hazırlığı

Denemede, Çukurova Üniversitesi kampus alanında bulunan 'Menekşe Serisine' ait toprak kullanılmıştır. Toprağa ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Toprak Bölümü Rizosfer Laboratuarında Güzel ve ark. (1990)'nın bildirdikleri yönteme göre analiz edilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri *

N	Tuz	O.M	pH	K_2O	P_2O_5	Cu	Mn	Fe	Zn
	(%)			(kg da^{-1})			(mg kg^{-1})		
0.025	0.17	0.513	7.57	106.2	1.33	0.67	2.18	2.59	0.21

*: Çukurova Üniversitesi Rizosfer Laboratuarı, 2003.

Çizelge 3.2'den izlendiği üzere, mikorizanın gerçek etkisini görmek için, bitki besin elementlerince oldukça fakir olan bu toprak serisi kullanılmıştır. Deneme toprağı 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra, otoklavda 121 C^0 ve 2 atmosfer basınç altında 2 saat süreyle sterilize edilmiştir. Böylece toprak ortamında bulunan doğal mikoriza veya mikroorganizmalar mikorizanın gerçek etkisini görmek için ortamdan elemine edilmişlerdir. Topraklar steril edildikten sonra, sera denemesinde kullanılıncaya kadar kapalı polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir.

3. 2. Metod

3.2.1. Deneme Deseni

Denemeler her 2 yılda da 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre (ana faktör : genotip, alt faktör : mikorizalı-mikorizasız uygulama) 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bunun için denemede kullanılan genotiplerin yer aldığı saksıların yarısına mikoriza uygulaması yapılırken, geriye kalan diğer yarısına bunların kontrolleri yerleştirilmiştir.

3.2.2. Saksılara Ekim ve Mikoriza İnokulasyonu

Denemede, 2.75 kg kuru toprak alan saksılar (18.5 cm x 17.0 cm) kullanılmıştır. Toprak saksılara yerleştirilmeden önce tüm saksılar % 0.1'lik HCI asit ile yıkandıktan sonra saf sudan geçirilmiştir.

Deneme toprağı saksılara yerleştirilirken, her saksıya ortalama 1000 mikoriza sporu inokulumu bir tabaka halinde tohum yatağının yaklaşık 3 cm altına serilerek

üzeri yine aynı yetiştirme ortamı ile kapatıldıktan sonra tohumlar ekilmiştir. Her saksıya 10-15 adet tohum ekildikten sonra saksıların yüzeyi hafifçe sulanmıştır.

3.2.3. Büyütme Ortamı

Saksı denemeleri sera koşullarında yürütülmüştür. Çimlenmeden sonra (2-3 yapraklı safha) her saksıda dört bitki kalacak biçimde seyreltme yapılmıştır. Çevresel koşullardan kaynaklanabilecek farklılıkları minimize etmek için, 7 gün aralıklarla saksıların yerleri değiştirilen denemede, deneme süresince bitkilerin ihtiyacına ve iklim koşullarına bağlı olarak tarla su kapasitesine gelecek biçimde sulama yapılmıştır.

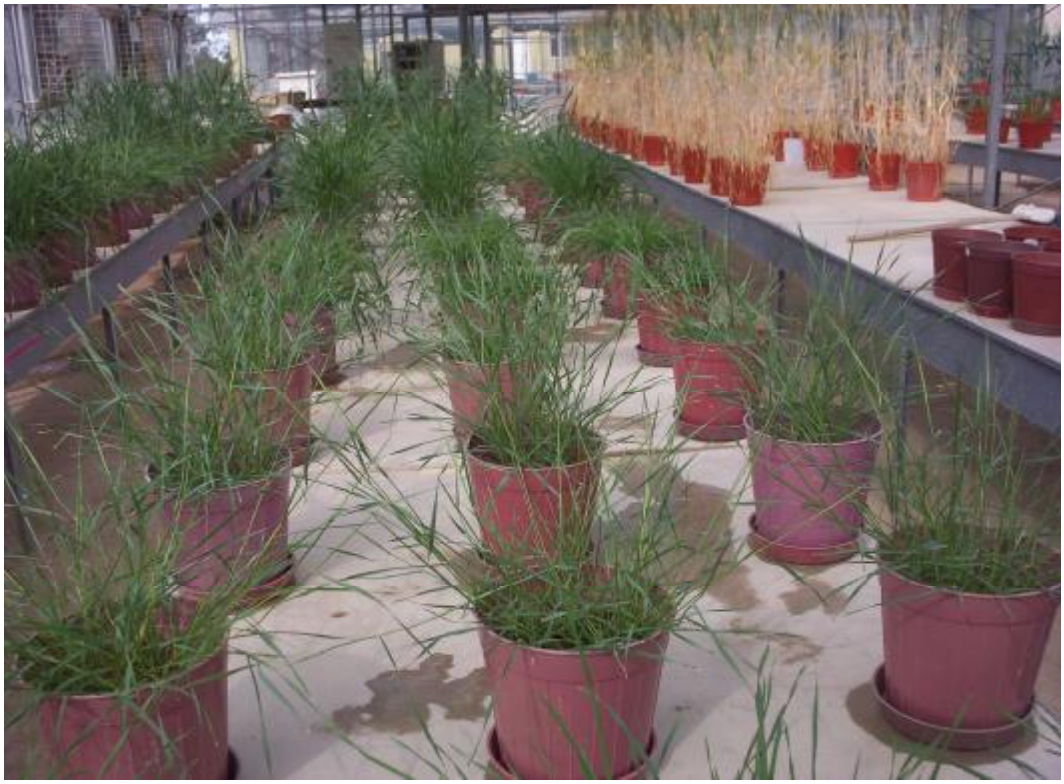
I. yıl çıkıştan sonra bir defaya mahsus olmak üzere kg kuru toprak başına 5 mg çinko, $ZnSO_4$ formunda ve 50 mg azot ise $Ca(NO_3)_2$ (kalsiyum nitrat) formunda haftalık olarak uygulanmıştır. Denemenin II. yılında ise kg kuru toprak başına 200 mg 20-20-0 gübresi, 20 mg demir Fensenit % 11 EDTA ve 5 mg çinko Zineb % 15 EDTA şelatlı formda ekim ile birlikte verilmiştir. Bunlara ilave olarak bitkilerin ihtiyacına göre yetiştirme mevsimi süresince kg kuru toprak başına 250 mg azot amonyum nitrat formunda uygulanmıştır.

3.2.4. Ekim ve Hasat Zamanı

I. yıl 28 Şubat 2003 tarihinde ekimi yapılan denemenin hasadı, ekim tarihinden 71 gün sonra yapılmıştır (Zadoks-33). II. yıl ise, 31 Ocak 2004 tarihinde ekimi yapılan denemenin hasadı, bitkilerin fizyolojik olgunluğa erişmeleri sonucu (Zadoks-94) 1 Haziran tarihinde elle yapılmış ve 3.2.5 kısmında belirtilen özellikler incelenmiştir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Denemenin II. yılında, bitkilerin başaklanması ile birlikte yabani türlerde başak kırıcılığı olması nedeniyle saksılardaki tüm bitkilerin başakları izolasyon poşetleri ile izole edilmiştir.



Şekil 3.2. Denemenin II. yılına ait mikorizalı bitkilerden bir görünüm



Şekil 3.3. Denemenin II. yılına ait mikorizasız bitkilerden bir görünüm

3.2.5. İncelenen Özellikler

Hasadı yapılan bitkilerin kök ve sap kısımları, musluk suyuyla iyice yıkandıktan sonra saf sudan geçirilmiş ve kurutma kağıtları üzerine konulmuştur.

Denemenin I. yılında, kök kuru ağırlığı (g), sap kuru ağırlığı (g), toplam kuru ağırlık (g), mikorizaya bağımlılık (%), büyüme tepkisi (%) ve kök infeksiyonu (%) gibi özellikler incelenmiştir. Denemenin II. yılında ise, I. yılda incelenen bu özelliklere ilave olarak; başaklanma süresi (gün), bitki boyu (cm), başak uzunluğu (cm), başakta dane sayısı (adet), başakta başakcık sayısı (adet), başak dane verimi (g), bin tane ağırlığı (g) ve bitki başak sayısı (adet/bitki) gibi bitkisel özellikler; Bell ve Fischer (1994) ve tohumda besin elementleri analizleri ise Çakmak ve ark. (1999)'nın bildirdiği metodlara göre incelenmiştir. İncelenen özelliklere ilişkin detaylı açıklamalar aşağıda verilmiştir:

Kuru Ağırlık (g) : Hasattan sonra 65 ^{0}C'de 48 saat süreyle kurutulan bitkilerin; kök, sap ve toplam kuru ağırlıkları gr olarak hesaplanmış ve bitki başına düşen kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Mikorizaya Bağımlılık (%) : Bitki başına düşen mikorizalı toplam ağırlık (g) ile kontrol olarak tanımlanan mikorizasız toplam ağırlık (g) arasındaki farkın, mikorizalı toplam ağırlığa (g) bölünmesiyle elde edilen % değer olarak aşağıda belirtildiği gibi ifade edilmiştir:

$$\text{Mikorizaya Bağımlılık (\%)} = \frac{\text{(Mikorizalı kuru ağırlık – Mikorizasız kuru ağırlık)}}{\text{Mikorizalı kuru ağırlık}} \times 100$$

Denemenin I. yılında vejetatif aksama göre hesaplanan değer ''Vejetatif Mikorizaya Bağımlılık'', II. yılında ise generatif organlara göre hesaplanan değer ''Generatif Mikorizaya Bağımlılık'' olarak adlandırılmıştır.

Büyüme Tepkisi (%) : Bitki başına düşen mikorizalı toplam ağırlık (g) ile mikorizasız toplam ağırlık (g) arasındaki farkın, mikorizasız toplam ağırlığa (g) bölünmesiyle elde edilen % değer olarak aşağıda belirtildiği gibi ifade edilmiştir:

$$\text{Büyüme Tepkisi (\%)} = \frac{\text{(Mikorizalı kuru ağırlık – Mikorizasız kuru ağırlık)}}{\text{Mikorizasız kuru ağırlık}} \times 100$$

Yukarıda belirtildiği gibi mikorizaya bağımlılık ve büyüme tepkisi, Hetrick ve ark. (1992, 1993, 1995)'nın bildirdikleri yönteme göre test (screening) edilmiştir.

Kök İnfeksiyonu (%) : Hasattan sonra toplanan bitki köklerindeki toprak ayırt edildikten sonra, bol miktarda çeşme suyu ile yıkanmış ve 2 kez saf sudan geçirilmiştir. Yıkanan bitki kökleri yüzeyindeki su miktarı kurutma kağıdı ile alındıktan sonra bitki köklerinin yaş ağırlığı tartılmıştır. Kök örneklerinin belli bir kısmı kök kuru ağırlığının hesaplanmasında, diğer bir kısmı ise mikorizal infeksiyonun belirlenmesinde kullanılmak üzere ayırt edilmiştir. Kurutmadan önce alınan taze küçük kök örnekleri, canlılıklarını koruyabilmek için mikorizal infeksiyonun belirlenmesinde kullanılmak üzere Etanol, Glasial Asetik Asit ve Formalinden oluşan (250:13:15) karışık çözeltide muhafaza edilmiştir (Ortaş ve ark., 1996).

Kök temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gamma (1989)'nın bildirdikleri yönteme göre yapılmıştır. Bu yönteme göre, ölü kökler ayıklandıktan sonra petri kutusuna alınmış ve 1 cm uzunlukta kesildikten sonra test tüplerine konulmuştur. Köklerin içinde bulunduğu tüplere % 2.5 (w/v) KOH çözeltisi ilave edilmiş ve 90 ^{0}C'de su banyosuna alınmıştır. Bu işlemin tamamlanmasından sonra tüplerdeki KOH boşaltılmış ve aynı tüplere % 1 HCI asit ilave edilerek tüplerin üst kısmı kapatılmıştır. Daha önce ilave edilmiş olan asit ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra aynı tüplerin üzerine asitleştirilmiş Glycerol Trypan Blue ilave edilmiştir. Bunu takiben, boyanmış kökler petri kutusu üzerinde pens yardımıyla kesilerek lamel üzerine dizilerek üzeri lam ile kapatıldıktan sonra, mikroskop slaytlarının üzerine

taşınmış (Akpınar, 2004) ve % infeksiyon mikroskop altında 40-60 büyütmeyle Givonnetti ve Mossea (1980)'nin bildirdiklere yönteme göre incelenerek aşağıda belirtildiği gibi formülize edilmiştir.

$$\text{Kök İnfeksiyonu (\%)} = \frac{\text{İnfeksiyonlu kök sayısı (adet)}}{\text{Toplam kök sayısı (adet)}} \times 100$$

Tohumda Besin Elementleri Analizleri : Tohumda besin elementleri analizleri Çakmak ve ark., (1999)'nın bildirdiği yönteme göre belirlenmiştir. Bu yönteme göre, öğütülmüş tohum örneklerinden 0.2 g alınarak kuru yakma yöntemine göre 550 ^{0}C'de 5 saat süre ile kül fırınında yakılmıştır. Yakılan örneklerin üzerine 1/3'lük HCL asit çözeltisinden 2 ml konularak üzeri saf su ile tamamlandıktan sonra, örnekler filtre kağıdından 20 ml'lik kaplara süzülmüştür. Her bir örnekten 0.5 ml mikro pipetle çekilerek saf su ile 10 ml'ye tamamlanmış ve Murphy ve Riley (1962)'in bildirdiği yönteme göre boyanan örnekler 882 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunarak fosfor içeriği belirlenmiştir.

Kuru yakma metoduna göre elde edilen ekstraksiyon çözeltisinde atomik absorbsiyon yardımıyla Zn konsantrasyonu belirlenmiştir.

Denemenin II. yılında, yukarıda incelenen özelliklere ilave olarak incelenen diğer bazı bitkisel özelliklere ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir:

Başaklanma Süresi (gün) : Saksıdaki bitkilerin yaklaşık % 75'inin çimlendiği tarih ile saksıdaki bitkilerin yaklaşık % 75'inde başağın bayrak yaprak kınından çıktığı tarih arasındaki gün sayılarak hesaplanmıştır.

Bitki Boyu (cm) : Kök boğazından, kılçıklar hariç başakta üst başakcık ucuna kadar olan uzaklık cm olarak ölçülmüştür.

Başak Uzunluğu (cm) : Her saksıdan tesadüfi olarak alınan 10 başakta, başak alt boğumundan, kılçıklar hariç, başakta üst başakcık ucuna kadar olan uzunluk cm olarak ölçülmüştür.

Başakta Başakcık Sayısı (adet) : Başaktaki başakçıklar sayılarak, bir başaktaki başakcık sayısı adet olarak bulunmuştur.

Başakta Tane Sayısı (adet) : Başaklar ayrı, ayrı harman edilip, taneler sayılarak bir başaktaki tane sayısı adet olarak bulunmuştur.

Başakta Tane Ağırlığı (g) : Taneler, 0.01 g'a duyarlı Metler P 1210 terazisi ile tartılarak bir başaktaki ortalama dane ağırlığı g cinsinden bulunmuştur.

Bin Tane Ağırlığı (g) : Her bir saksıdan 4 tekrarlamalı ile şansa bağlı olarak alınan ve sayılan 100 tane, 0.01 g duyarlı Mettler P 1210 terazisi ile tartılarak elde edilen rakam 10 ile çarpılmak suretiyle g cinsinden 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır.

Bitki Başak Sayısı (adet) : Her saksıda bulunan tüm başakların sayılarak, toplam bitki sayısına bölünmesiyle bir bitkideki başak sayısı adet olarak hesaplanmıştır.

3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada her bir özellik için elde edilen değerler, SAS (2002) istatistik paket programı vasıtasıyla ‘‘Genel Lineer Model’’ (PROC GLM) kullanılarak iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiş, sonuçlar F testiyle irdelenmiş ve ortalamalar Duncan testi uyarınca gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

2002-03 (I.yıl) ve 2003-04 (II.yıl) yıllarında iki yıl süreyle yürütülen denemeye ilişkin elde edilen sonuçlar yıllara göre ayrı ayrı verilmiştir. Araştırmanın I. yılında farklı ploidy düzeylerine sahip 57 genotip mikorizaya bağımlılık bakımından test edilmiştir. Bunun için bitkiler vejetatif büyüme safhasında hasat edilmiştir. I. yıl sonucunda, bu genotipler içerisinden mikorizaya yüksek ve düşük düzeyde bağımlılık gösteren 11 farklı türden 20 genotip kıyaslamak amacıyla araştırmanın II. yılı için seçilmiştir. II. yıl (bkz. 4.2), I. yıl incelenen özelliklere ilave olarak (bkz. 4.1), verim ve verim öğelerini saptamak ve bitki besin elementi analizi yapmak için, bitkiler generatif dönemde (fizyolojik olgunluk) hasat edilmiştir.

4.1. Yabani Gen Kaynaklarının Ön Taramaya Tabi Tutulması

Denemenin 2002-03 yılında; kök madde kuru ağırlığı (g/bitki), topraküstü kuru madde ağırlığı (g/bitki), toplam kuru madde ağırlığı (g/bitki), vejetatif mikorizaya bağımlılık (%) ve büyüme tepkisi (%) gibi özellikler incelenerek, denemenin II. yılı için seçilecek genotipler mikorizaya bağımlılık bakımından test edilmiştir..

4.1.1. Kök Kuru Madde Ağırlığı

2002-03 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki başına kök kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, kök kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi kök kuru madde ağırlığı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur.

Kök kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza (0.2610 g/bitki) uygulamasının mikorizasıza (0.0658 g/bitki) göre kök kuru madde ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (3.97 kat) görülmektedir.

Çizelge 4.1. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	56	0.9984	0.0178	12.76**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	3.2574	3.2574	2331.97**
G x MU	56	0.5234	0.0093	6.69**
Hata	228	0.3185	0.0014	
Genel	341	5.0976		
D.K.	22.9			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Mikorizasız koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.0143-0.2033 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer Yayla-305 çeşidinden, en düşük değer ise TL01 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Gerek-79, Adana-99 ve Bezostaya-1 çeşitleri kök kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, TH01, TL05, TMU-38 ve TH02 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır

Mikorizalı koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.1203-0.4793 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer Langdon çeşidinden, en düşük değer ise PI 554581 nolu hattan elde edilmiştir. Bunun yanında Yayla-305, Çakmak-79 ve Gerek-79 çeşitleri kök kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, TR 38534, TMU-38, H TRI 11496/97 ve TL05 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında kök kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada, hekzaploid (0.1266) > tetraploid (0.0685) > diploid (0.0420) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların kök kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 0.0570-0.2033, 0.0350-0.1100 ve 0.0143-0.0783 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Kök kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizalı uygulamada da, hekzaploid (0.3019) > tetraploid (0.2716) > diploid (0.2327) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların kök kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 0.1583-0.4507, 0.1203-0.4793 ve 0.1250-0.3513 g/bitki arasında bulunmuştur (Şekil 4.1). Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu kök kuru madde ağırlığı artışı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 554.0) > tetraploid (% 324.0) > hekzaploid (% 141.0) biçiminde bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

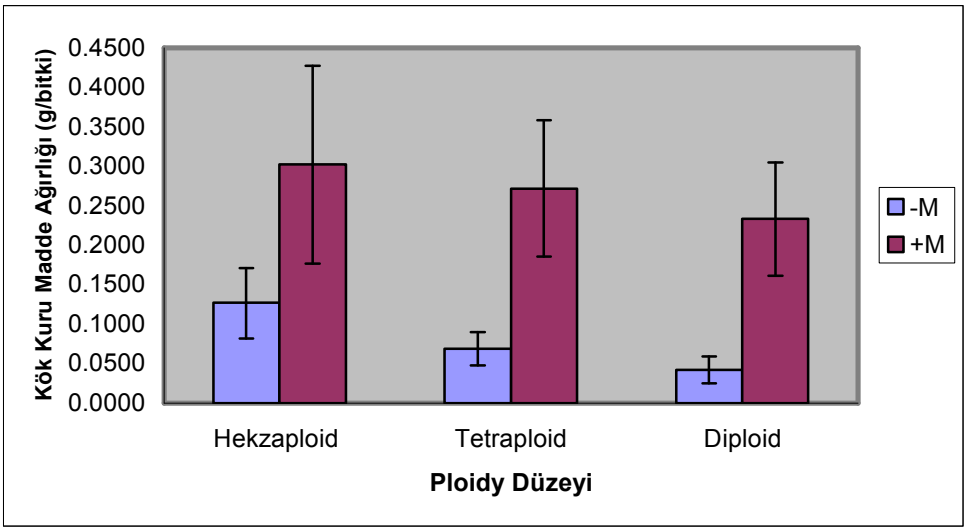
Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	0.1310 bc	0.2470 h-q	88.5
E-2	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Bezostaya-1	0.1293 bcd	0.4507 ab	248.6
E-3	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Cumhuriyet-75	0.1107 cde	0.2627 g-p	137.3
E-4	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Genç-99	0.1057 c-f	0.1593 q-u	50.7
E-5	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Gerek-79	0.1490 b	0.4090 a-d	174.5
E-6	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Seri-82	0.0570 j-r	0.1583 q-u	177.7
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.2033 a	0.4260 abc	109.5
M-1	*T.tur.* ssp *durum* cv. Balcalı-2000	0.1100 cde	0.2087 k-u	89.7
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	0.0737 e-o	0.3710 b-f	403.4
M-3	*T.tur.* ssp *durum* cv. Çakmak-79	0.0843 e-l	0.4183 a-d	396.2
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.0860 e-k	0.2097 j-u	143.8
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	0.1030 c-g	0.2990 e-l	190.3
M-6	*T.tur.* ssp *durum* cv. Langdon	0.0927 d-i	0.4793 a	417.0
17902	*T.tur.* ssp *dicoccoides*	0.0350 o-s	0.1953 m-u	458.0
PI 428013	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0923 d-i	0.3260 d-i	253.2
PI 428063	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0410 m-s	0.1900 m-u	363.4
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0380 n-s	0.3600 c-g	847.4
PI 428097	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0453 l-s	0.1750 p-u	286.3
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0613 h-r	0.1880 n-u	206.7
PI 466926	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0483 j-s	0.2237 j-s	363.1
PI 470988	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0613 h-r	0.2840 f-n	363.3
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0997 c-h	0.2173 j-u	118.0
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0447 l-s	0.2197 j-t	391.5
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0743 e-o	0.2273 j-s	205.9
PI 538719	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0867 e-j	0.2987 e-l	244.5
PI 554580	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0827 e-l	0.2787 f-n	237.0
PI 554581	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0897 e-i	0.1203 u	34.1
PI 554582	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0620 h-r	0.3353 c-i	440.8
PI 554583	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0477 j-s	0.2053 k-u	330.4
PI 503314	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0590 j-r	0.3420 c-h	479.7
IG 116184	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0487 j-s	0.2017 l-u	314.2
IG 110815	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0417 m-s	0.1667 p-u	299.8
IG 46504	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0717 e-o	0.2873 f-m	300.7
IG 45676	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0627 h-r	0.3000 e-l	378.5

Çizelge 4.1'in Devamı

IG 46386	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0643 g-q	0.3933 a-e	511.7
HTRI 13604/83	*T. timopheevii*	0.0800 e-m	0.3553 c-g	344.1
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.0550 j-r	0.2067 k-u	275.8
TR 62201	*T.urartu*	0.0457 k-s	0.1520 q-u	232.6
TMU-38	*T.urartu*	0.0270 q-s	0.1383 s-u	412.2
HTRI 11496/97	*T.urartu*	0.0590 j-r	0.1423 r-u	141.2
TR 38534	*T.urartu*	0.0360 o-s	0.1250 t-u	247.2
A TRI 644/90	*T.monococcum ssp monococcum*	0.0573 j-r	0.3023 e-k	427.6
TR 33248	*T.monococcum ssp monococcum*	0.0627 h-r	0.2410 i-q	284.4
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.0447 l-s	0.2390 i-r	434.7
TR 12739	*T.monococcum ssp monococcum*	0.0783 e-n	0.3477 c-g	344.1
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.0303 p-s	0.2120 j-u	599.7
TR 47095	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.0300 p-s	0.2117 j-u	605.7
TR 51969	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.0493 j-s	0.2677 g-o	443.0
TL01	*Ae. longissima*	0.0143 s	0.3073 e-j	2049.0
TL05	*Ae. longissima*	0.0237 q-s	0.1490 q-u	528.7
TH02	*Ae.sharonensis*	0.0280 q-s	0.1793 p-u	540.4
TH01	*Ae. sharonensis*	0.0223 r-s	0.2650 g-o	1088.3
TB01	*Ae. bicornis*	0.0297 p-s	0.2060 k-u	593.6
TU04	*Ae. umbellulata*	0.0693 f-o	0.2850 f-n	311.3
TS86	*Ae. speltoides*	0.0357 o-s	0.2113 j-u	491.9
TQ17	*Ae. tauschii*	0.0407 m-s	0.3463 c-g	750.9
TQ27	*Ae. tauschii*	0.0377 n-s	0.3513 c-g	831.8
Hekzaploidlerin Ortalaması		0.1266±0.04	0.3019±0.13	141.0
Tetraploidlerin Ortalaması		0.0685±0.02	0.2716±0.09	324.6
Diploidlerin Ortalaması		0.0420±0.02	0.2327±0.07	554.0
Genel Ortalama		**0.0658 B**	**0.2610 A**	**386.6**

Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların kök kuru madde ağırlık artışı sırasıyla, % 141.2-2049.0, % 34.1-847.4 ve % 88.5-248.6 arasında bulunmuştur.

Kök kuru madde ağırlığı bakımından genotipler arasında görünen farklılıklar genotipik özellikten kaynaklanmış olabilir. Hekzaploidlerde kök kuru ağırlığının, tetraploid ve diploid türlerden daha yüksek bulunması modern ıslah sürecinin bir



Şekil 4.1. Ploidy düzeylerine göre mikoriza uygulamasının kök kuru madde ağırlığına etkisi

sonucu olabilir. Bu durum, özellikle kültür çeşitlerinin yabani türlerden, daha kısa süre içerisinde bir kök yapısı oluşturmalarına bağlı olarak hızlı büyümelerinden ve erkenci olmalarından kaynaklanmış olabilir. Ancak, hekzaploidlerde kök kuru ağırlığındaki artış (2.38 kat), tetraploid (3.96 kat) ve diploid türlerden daha düşük (5.54 kat) bulunmuştur (Şekil 4.2). Bu, evrim sürecinden kültür çeşitlerinin yabani türlere göre mikorizaya olan bağımlılıklarının azalmasından kaynaklanmış olabilir.

Mikorizanın mikorizasız uygulamaya göre tüm genotiplerde kök kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırması (Çizelge 4.2), mikorizanın muhtemelen sağlamış olduğu yüksek hifler ve geniş bir absorbsiyon alanı vasıtasıyla (Haselwandter ve ark., 1987) bitkilerin kök gelişmesini (Rives ve ark., 1980; Şekil 4.3), su (Marchner, 1985) ve bazı bitki besin elementlerinin alımını arttırması (Smith ve Read, 1997) ve böylece bitki büyümesinden sağlamış olduğu artışlardan kaynaklanmış olabilir. Bu incelenen özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Azcon ve Ocampo (1981), Kapulnik ve Kushnir (1991) ve Behl ve ark., (2003)'nın bulgularıyla paralellik göstermektedir.



Şekil 4.2. Diploid buğdaylardan *Aegilops tauschii'*a ait kök örnekleri



Şekil 4.3. Diploid buğdaylardan *Aegilops bicornis'*e ait kök örnekleri

4.1.2. Sap Kuru Madde Ağırlığı

2002-03 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen sap kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de, sap kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	56	7.3314	0.1309	18.98**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	20.8350	20.8350	3019.84**
G x MU	56	5.1028	0.0911	13.21**
Hata	228	1.5731	0.0069	
Genel	341	34.8422		
D.K.	22.9			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3'den görüldüğü gibi sap kuru madde ağırlığı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Sap kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza (0.6104 g/bitki) uygulamasının mikorizasıza (0.1168 g/bitki) göre sap kuru madde ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (5.23 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin sap kuru madde ağırlığı 0.0300-0.2373 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer Yayla-305 çeşidinden, en düşük değer ise PI 554581 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Cumhuriyet-75, Dicle-74 ve Balcalı-2000 çeşitleri sap kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, PI 538659, TL05, TS86 ve HTRI 11497/85 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin sap kuru madde ağırlığı 0.2417-1.4917 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer Langdon çeşidinden, en düşük değer ise PI 554581 nolu hattan elde edilmiştir. Bunun yanında Adana-99 ve Capelli çeşitleri sap kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, TMU-38, PI 428097 ve TR 38534 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

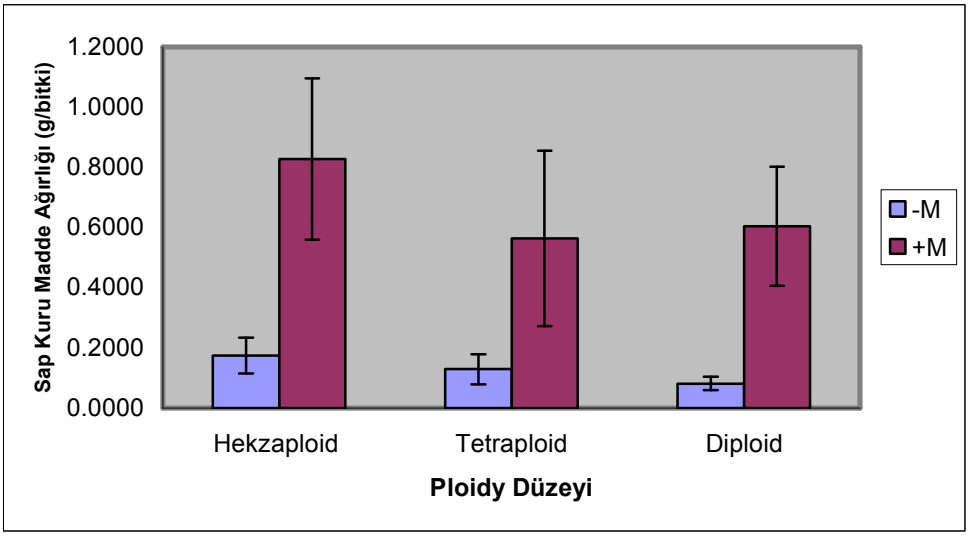
Çizelge 4.4. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	0.1940 a-f	1.3427 ab	592.1
E-2	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Bezostaya-1	0.2027 a-e	0.6997 g-l	245.2
E-3	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Cumhuriyet-75	0.2310 ab	1.0443 c	352.1
E-4	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Genç-99	0.0743 m-r	0.6410 h-n	762.7
E-5	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Gerek-79	0.1327 f-m	0.6220 h-p	368.7
E-6	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Seri-82	0.1433 e-l	0.6963 g-l	385.9
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.2373 a	0.7483 f-j	215.3
M-1	*T.tur.* ssp *durum* cv. Balcalı-2000	0.2190 abc	1.0183 cd	365.0
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	0.1677 b-h	1.2433 b	641.4
M-3	*T.tur.* ssp *durum* cv. Çakmak-79	0.1510 d-j	0.6053 i-q	300.9
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.2200 abc	0.8903 c-g	304.7
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	0.1437 e-l	0.4850 l-v	237.5
M-6	*T.tur.* ssp *durum* cv. Langdon	0.1813 a-g	1.4917 a	722.8
17902	*T.tur.* ssp *dicoccoides*	0.0830 k-r	0.5437 j-s	555.1
PI 428013	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1853 a-g	0.6197 h-p	234.4
PI 428063	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0880 k-r	0.3123 t-w	254.9
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0610 o-r	0.6847 g-m	1022.5
PI 428097	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0957 k-r	0.2637 v-w	175.5
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1300 f-n	0.2970 u-w	128.5
PI 466926	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1130 h-p	0.3350 s-w	196.5
PI 470988	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1130 h-p	0.4653 m-w	311.5
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1480 d-k	0.3957 p-w	167.4
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0420 q-r	0.4167 n-w	892.1
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1370 f-m	0.4363 n-w	218.5
PI 538719	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1657 c-i	0.6283 h-o	279.2
PI 554580	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1313 f-n	0.5640 j-r	329.6
PI 554581	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0300 r	0.2417 w	705.7
PI 554582	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1037 i-q	0.4437 n-w	327.9
PI 554583	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0737 m-r	0.3613 r-w	390.2
PI 503314	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2093 a-d	0.5923 i-q	183.0
IG 116184	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0927 k-r	0.3580 r-w	286.2
IG 110815	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0897 k-r	0.3290 s-w	266.8
IG 46504	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1093 h-q	0.4017 o-w	267.5
IG 45676	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1750 a-h	0.4970 k-u	184.0

Çizelge 4.4'ün Devamı

IG 46386	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1637 c-i	0.5603 j-r	242.3
HTRI 13604/83	*T. timopheevii*	0.1200 g-o	0.8317 d-h	593.1
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.0493 p-r	0.7477 f-j	1416.6
TR 62201	*T.urartu*	0.1193 g-o	0.4163 n-w	249.0
TMU-38	*T.urartu*	0.0813 k-r	0.2513 w	209.1
HTRI 11496/97	*T.urartu*	0.0587 o-r	0.3813 r-w	549.6
TR 38534	*T.urartu*	0.0790 l-r	0.2867 u-w	262.9
A TRI 644/90	*T.monococcum ssp monococcum*	0.1070 i-q	0.8090 e-i	656.1
TR 33248	*T.monococcum ssp monococcum*	0.1137 h-p	0.6413 h-n	464.0
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.0747 m-r	0.6977 g-l	834.0
TR 12739	*T.monococcum ssp monococcum*	0.0890 k-r	0.9207 c-f	934.5
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.0773 l-r	0.6267 h-o	710.7
TR 47095	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.1137 h-p	0.5333 j-t	369.0
TR 51969	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.0693 m-r	0.5623 j-r	711.4
TL01	*Ae. longissima*	0.0910 k-r	0.7213 f-k	692.6
TL05	*Ae. longissima*	0.0430 q-r	0.4560 n-w	960.5
TH02	*Ae.sharonensis*	0.0907 k-r	0.4137 o-w	356.1
TH01	*Ae. sharonensis*	0.0637 n-r	0.5493 j-s	762.3
TB01	*Ae. bicornis*	0.0723 m-r	0.5307 j-t	634.0
TU04	*Ae. umbellulata*	0.0833 k-r	0.7493 f-j	799.5
TS86	*Ae. speltoides*	0.0437 q-r	0.5950 i-q	1261.6
TQ17	*Ae. tauschii*	0.0897 k-r	0.8023 e-i	794.4
TQ27	*Ae. tauschii*	0.0883 k-r	0.9943 c-e	1026.0
Hekzaploidlerin Ortalaması		0.1736±0.06	0.8278±0.27	417.4
Tetraploidlerin Ortalaması		0.1291±0.05	0.5625±0.29	371.9
Diploidlerin Ortalaması		0.0805±0.02	0.6041±0.20	697.8
Genel Ortalama		**0.1168 B**	**0.6104 A**	**497.6**

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, sap kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız koşullarda; hekzaploid (0.1736) > tetraploid (0.1291) > diploid (0.0805) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların sap kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 0.0743-0.2373, 0.0300-0.2200 ve 0.0430-0.1193 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Sap kuru madde ağırlıkları bakımından ise türlerin sıralanışı mikorizalı



Şekil 4.4. Ploidy düzeylerine göre mikoriza uygulamasının sap kuru madde ağırlığına etkisi

uygulamada, hekzaploid (0.8278) > diploid (0.6041) > tetraploid (0.5625) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların sap kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 0.6220-1.3427, 0.2513-0.9943 ve 0.2417-1.4917 g/bitki arasında bulunmuştur (Şekil 4.4). Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu sap kuru madde ağırlığı artışı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 697.8) > hekzaploid (% 417.4) > tetraploid (% 371.9) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların sap kuru madde ağırlık artışı sırasıyla, % 209.1-1416.6, % 215.3-762.7 ve % 128.5-1022.5 arasında saptanmıştır.

Sap kuru madde ağırlığı bakımından gerek ploidy düzeyi, gerekse de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Kök kuru madde ağırlığında olduğu gibi, özellikle kültür buğday çeşitlerinin yabani buğday türlerine göre daha yüksek sap kuru madde ağırlığı oluşturmaları modern ıslah çalışmalarının bir sonucu olabilir. Bu durum, kültür formlarının yabani formlara göre daha hızlı büyümelerinden ve erkenci olmalarından kaynaklanmış olabilir. Diploid türlerin sap kuru ağırlığında sağladıkları artışın (7.50 kat), tetraploid (4.36 kat) ve hekzaploidlerin sağladığı artıştan (4.77 kat) fazla olması, evrim sürecinin kültür çeşitlerinde mikorizaya bağımlılığı azaltmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim denemeye konu olan diploid türler ve özellikle de *Aegilops* türleri,

bu çalışmanın her iki yılında da mikorizaya yüksek düzeyde bağımlılık göstermiştir (Çizelge 4.8).

Mikorizanın mikorizasız uygulamaya göre tüm genotiplerde sap kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırması (Çizelge 4.4), mikorizanın muhtemelen oluşturmuş olduğu geniş bir absorbe ve kök alanı vasıtasıyla (Marschner ve Dell, 1994) topraktan çözmüş olduğu bitki besin elementleri ve diğer maddelerin alımını arttırması sonucu (Haselwandter ve ark., 1987) kök büyümesindeki artışa bağlı olarak sağlamış olduğu bitki büyümesinden kaynaklanmış olabilir (Sing ve Kapoor, 1999). Anılan bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları, Azcon ve Ocampo (1981), Hetrick ve ark., (1995) ve Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulgularıyla paralellik göstermesine rağmen, Zhu ve ark., (2001)'nın araştırma sonuçlarından farklılık göstermesi, onların çalışmasında kullanılan genotiplerin sadece ekmeklik kültür çeşidi olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.1.3. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

2002-03 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen toplam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, toplam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	56	11.6556	0.2081	17.63**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	40.5673	40.5673	3436.12**
G x MU	56	7.0159	0.1253	10.61**
Hata	228	2.6918	0.0118	
Genel	341	61.9305		
D.K.	20.62			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5'den görüldüğü gibi toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	0.3250 bcd	1.5893 b	389.0
E-2	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Bezostaya-1	0.3317 bc	1.1503 c-g	246.8
E-3	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Cumhuriyet-75	0.3417 b	1.3057 cd	282.1
E-4	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Genç-99	0.1800 h-q	0.8003 j-r	344.6
E-5	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Gerek-79	0.2817 b-f	1.0307 d-l	265.9
E-6	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Seri-82	0.2003 g-o	0.8547 h-p	326.7
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.4410 a	1.1747 c-f	166.4
M-1	*T.tur.* ssp *durum* cv. Balcalı-2000	0.3283 bc	1.2270 cde	273.7
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	0.2407 d-k	1.6137 b	570.4
M-3	*T.tur.* ssp *durum* cv. Çakmak-79	0.2353 e-k	1.0237 d-l	335.1
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.3050 b-e	1.0997 c-i	260.6
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	0.2467 c-j	0.7837 j-s	217.7
M-6	*T.tur.* ssp *durum* cv. Langdon	0.2737 b-g	1.9707 a	620.0
17902	*T.tur.* ssp *dicoccoides*	0.1180 o-t	0.7387 l-t	526.0
PI 428013	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2773 b-g	0.9457 e-m	241.0
PI 428063	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1287 m-t	0.5023 s-w	290.3
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0990 q-t	1.0447 d-j	955.3
PI 428097	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1410 l-t	0.4387 u-w	211.1
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1917 g-p	0.4850 t-w	153.0
PI 466926	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1610 j-s	0.5587 q-w	247.0
PI 470988	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1740 i-r	0.7493 k-t	330.6
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2473 c-j	0.6133 o-w	148.0
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.0863 rst	0.6357 n-w	636.6
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2113 g-n	0.6633 m-v	213.9
PI 538719	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2523 c-i	0.9270 f-n	267.4
PI 554580	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2147 f-m	0.8423 h-q	292.3
PI 554581	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1197 o-t	0.3620 w	202.4
PI 554582	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1653 i-s	0.7793 j-s	371.4
PI 554583	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1213 n-t	0.5663 p-w	366.9
PI 503314	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2683 b-h	0.9340 f-m	248.1
IG 116184	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1417 l-t	0.5593 q-w	294.7
IG 110815	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1310 m-t	0.4960 s-w	278.6
IG 46504	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.1810 h-q	0.6887 m-u	280.5
IG 45676	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2370 e-k	0.7970 j-r	236.3

Çizelge 4.6'nın Devamı

IG 46386	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.2280 e-l	0.9537 e-m	318.3
HTRI 13604/83	*T. timopheevii*	0.2000 g-o	1.1873 c-f	493.7
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.1083 q-t	0.9543 e-m	781.2
TR 62201	*T.urartu*	0.1647 i-s	0.5683 p-w	245.1
TMU-38	*T.urartu*	0.1083 q-t	0.3890 vw	259.2
HTRI 11496/97	*T.urartu*	0.1137 o-t	0.5233 r-w	360.2
TR 38534	*T.urartu*	0.1150 o-t	0.4113 u-w	257.7
A TRI 644/90	*T.monococcum ssp monococcum*	0.1643 i-s	1.1117 c-h	576.6
TR 33248	*T.monococcum ssp monococcum*	0.1763 i-r	0.8820 g-o	400.3
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.1193 o-t	0.9363 f-m	684.8
TR 12739	*T.monococcum ssp monococcum*	0.1670 i-s	1.2680 dc	659.3
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.1073 q-t	0.8383 h-q	681.3
TR 47095	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.1437 l-t	0.7453 k-t	418.6
TR 51969	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.1187 o-t	0.8300 h-q	599.2
TL01	*Ae. longissima*	0.1053 q-t	1.0283 d-l	876.5
TL05	*Ae. longissima*	0.0667 t	0.6050 o-w	807.0
TH02	*Ae.sharonensis*	0.1187 o-t	0.5927 o-w	399.3
TH01	*Ae. sharonensis*	0.0860 rst	0.8143 i-r	846.9
TB01	*Ae. bicornis*	0.1023 q-t	0.7373 l-t	620.7
TU04	*Ae. umbellulata*	0.1523 k-t	1.0343 d-k	579.1
TS86	*Ae. speltoides*	0.0787 st	0.8063 j-r	924.5
TQ17	*Ae. tauschii*	0.1297 m-t	1.1487 c-g	785.7
TQ27	*Ae. tauschii*	0.1267 m-t	1.3453 c	961.8
Hekzaploidlerin Ortalaması		0.3002±0.08	1.1294±0.27	288.8
Tetraploidlerin Ortalaması		0.1974±0.06	0.8340±0.35	340.7
Diploidlerin Ortalaması		0.1223±0.02	0.8367±0.26	606.0
Genel Ortalama		**0.1825 B**	**0.8713 A**	**432.1**

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza (0.8713 g/bitki) uygulamasının mikorizasıza (0.1825 g/bitki) göre toplam kuru madde ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (4.77 kat) görülmektedir.

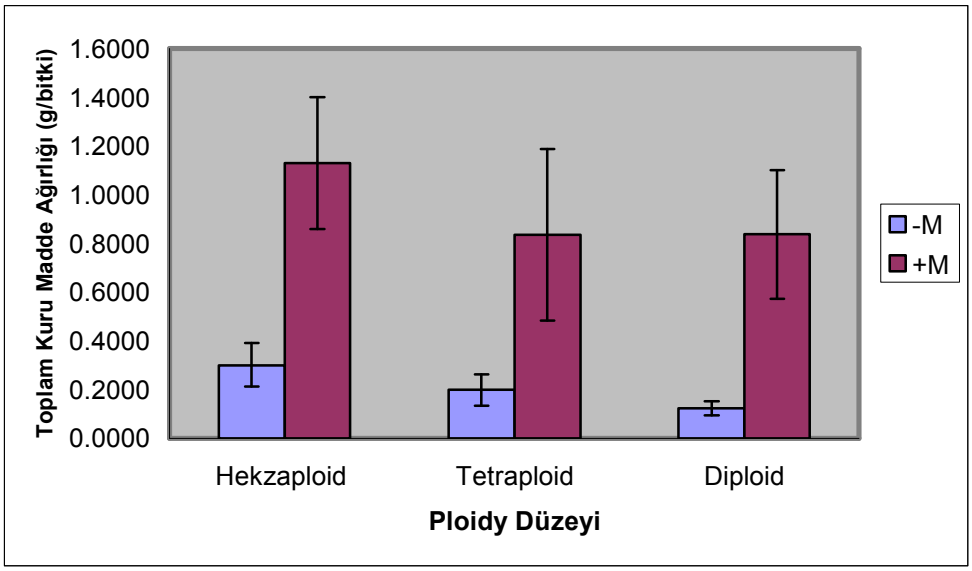
Mikorizasız koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 0.0667-0.4410 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer Yayla-305 çeşidinden, en

düşük değer ise TL05 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Cumhuriyet-75, Bezostaya-1, Balcalı-2000 ve Adana-99 çeşitleri toplam kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, TS86, TH01, PI 538659 ve PI 428086 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 0.3620-1.9707 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer Langdon çeşidinden, en düşük değer ise PI 554581 nolu hattan elde edilmiştir. Bunun yanında Capelli ve Adana-99 çeşitleri toplam kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, TMU-38, TR 38534, PI 428097 ve PI 428132 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, toplam kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; hekzaploid (0.3002) > tetraploid (0.1974) > diploid (0.1223) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların toplam kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 0.1800-0.4410, 0.0863-0.3283 ve 0.0667-0.1763 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada ise toplam kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (1.1294) > diploid (0.8367) > tetraploid (0.8340) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların toplam kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 0.8003-1.5893, 0.3890-1.3453 ve 0.3620-1.1873 g/bitki arasında bulunmuştur (Şekil 4.5). Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu toplam kuru madde ağırlığı artışı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 606.0) > tetraploid (% 340.7) > hekzaploid (% 288.8) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların toplam kuru madde ağırlık artışı sırasıyla, % 245.1-961.8, % 148.0-955.3 ve % 166.4-389.0 arasında saptanmıştır.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından da gerek ploidy düzeyinde, gerekse de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Kültür buğday çeşitlerinin toplam kuru madde ağırlıklarının buğdayın yabani türlerinden daha yüksek olması modern ıslah sürecinin bir sonucu olabilir. Nitekim modern ıslah vasıtasıyla, bitki ıslahçılarının genellikle daha hızlı ve dik büyüyen, bitki başına daha yüksek dane verimi sağlayan, hasat indeksi ve yüksek verimli ve yatmaya dayanıklı buğday çeşitlerini ıslah etme amaçları, kültür buğday çeşitlerinin kısa süre içerisinde, yabani türlerden daha



Şekil 4.5. Ploidy düzeylerine göre mikoriza uygulamasının toplam kuru madde ağırlığına etkisi

yüksek kuru madde üretmelerine neden olmuş olabilir. Diploid türlerin sağlamış olduğu artışın (6.83 kat), tetraploid (4.22 kat) ve hekzaploidlerden (3.76) daha yüksek olması, klasik ıslahın evrim sürecine bağlı olarak genetik çeşitliliği ve benzer biçimde mikorizaya bağımlılığı azaltmasından kaynaklanmış olabilir. Hekzaploidlerin en düşük değeri göstermesi, denemede kullanılan genotiplerin sadece kültür çeşidi olmasından kaynaklanmış olabilir.

Mikorizanın mikorizasız uygulamaya göre tüm genotiplerde toplam kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırması (Çizelge 4.6), mikorizanın muhtemelen kök ve sap kuru madde ağırlıklarına bağlı olarak sağlamış olduğu artışlardan kaynaklanmış olabilir. İncelenen bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Kapulnik ve Kushnir (1991) ve Hetrick ve ark., (1992 ve 1995)'nın araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.1.4. Mikorizaya Bağımlılık

2002-03 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen vejetatif mikorizaya bağımlılığa ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, vejetatif mikorizaya bağımlılığa ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Vejetatif Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip	56	11948.66	213.37	3.93**
Tekerrür	2	203.34	101.67	
Hata	112	6079.82	54.28	
Genel	170	18231.81		
D.K.	9.50			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.7'den görüldüğü gibi vejetatif mikorizaya bağımlılık bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Vejetatif mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması % 56.8-91.1 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. sharonensis* (TH01) hattından, en düşük değer ise PI 487253 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *Ae. tauschii* (TQ27), PI 428086, *Ae. speltoides* (TS86), *Ae. longissima* (TL05 ve TL01) ve *Ae. tauschii* (TQ17) hatları vejetatif mikorizaya bağımlılık bakımından ilk sıralarda, PI 428132, Yayla-305, PI 538680 ve Kunduru 1149 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, vejetatif mikorizaya bağımlılık bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 83.4) > tetraploid (% 74.1) > hekzaploid (% 73.0) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların vejetatif mikorizaya bağımlılıkları sırasıyla, % 70.4-91.1, % 56.8-90.5 ve % 70.9-79.5 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.8'den izlendiği gibi, genotiplerin ortalamasına göre diploid türler arasında tüm *Aegilops* türleri (Şekil 4.6), D genomu vericisi-*Ae. tauschii* (% 89.7), S(B) genomu vericisi–*Ae. speltoides* (% 89.8), *Ae. longissima* (% 89.3), *Ae. sharonensis* (% 85.2) ve *Ae. bicornis* (% 84.8), U genomu vericisi–*Ae. umbellulata* (85.3) ve A genomu vericisi–*T. monococcum* ssp. *monococcum* (% 84.3) ve ssp. *boeoticum* (% 84.3) yüksek düzeyde vejetatif mikorizaya bağımlılık göstermişlerdir (Kapulnik ve Kushnir, 1992; Hetrick ve ark., 1992, 1993). Tetraploid türler arasında ssp. *timopheevii* (% 82.6; AAGG; Kapulnik ve Kushnir, 1991) yüksek düzeyde bağımlılık göstermesine rağmen, ssp. *durum* (Langdon ve Capelli hariç; % 76.6) ve

Çizelge 4.8. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Vejetatif Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)

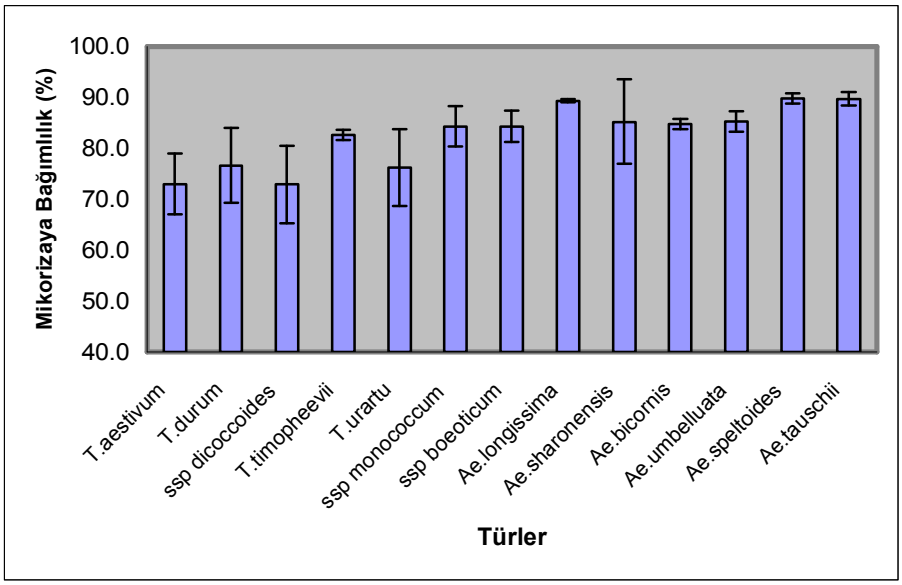
Kod No	Genotip	Mikorizaya Bağımlılık
E-1*	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Adana-99	79.5 a-l
E-2	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Bezostaya-1	70.9 h-o
E-3	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Cumhuriyet-75	73.5 f-n
E-4	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Genç-99	77.4 a-l
E-5	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Gerek-79	71.9 g-n
E-6	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Seri-82	76.5 a-l
E-7*	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Yayla-305	61.4 m-o
M-1	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Balcalı-2000	73.0 f-n
M-2*	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Capelli	84.5 a-j
M-3	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Çakmak-79	77.0 a-l
M-4*	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Dicle-74	72.0 g-n
M-5*	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	66.9 l-o
M-6	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Langdon	85.9 a-h
17902*	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	83.4 a-j
PI 428013	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	70.1 j-o
PI 428063	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	74.6 c-m
PI 428086*	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	90.5 ab
PI 428097	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	67.6 k-o
PI 428132*	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	60.2 n-o
PI 466926	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	70.5 i-o
PI 470988	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	76.6 a-l
PI 487253*	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	56.8 o
PI 538659*	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	85.1 a-j
PI 538680*	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	65.7 l-o
PI 538719	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	73.0 f-n
PI 554580	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	73.8 d-n
PI 554581	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	66.9 l-o
PI 554582	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	78.5 a-l
PI 554583	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	78.4 a-l
PI 503314	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	70.6 i-o
IG 116184	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	72.9 f-n
IG 110815	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	73.6 e-n
IG 46504	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	71.8 g-n

Çizelge 4.8'in Devamı

IG 45676	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	70.3 j-o
IG 46386	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.9 b-l
HTRI 13604/83	*T. timopheevii*	82.6 a-k
HTRI 11497/85*	*T.urartu*	88.5 a-e
TR 62201	*T.urartu*	70.4 j-o
TMU-38	*T.urartu*	71.4 h-n
HTRI 11496/97	*T.urartu*	78.8 a-l
TR 38534	*T.urartu*	72.0 g-n
A TRI 644/90	*T.monococcum ssp monococcum*	84.7 a-j
TR 33248	*T.monococcum ssp monococcum*	78.5 a-l
TR 36938*	*T.monococcum ssp monococcum*	87.2 a-f
TR 12739	*T.monococcum ssp monococcum*	86.9 a-g
TR 62306*	*T.monococcum ssp boeoticum*	86.6 a-g
TR 47095	*T.monococcum ssp boeoticum*	80.7 a-l
TR 51969	*T.monococcum ssp boeoticum*	85.5 a-i
TL01*	*Aegilops longissima*	89.1 abc
TL05	*Aegilops longissima*	89.5 abc
TH02*	*Aegilops sharonensis*	79.3 a-l
TH01	*Aegilops sharonensis*	91.1 a
TB01*	*Aegilops bicornis*	84.8 a-j
TU04	*Aegilops umbelluata*	85.3 a-j
TS86*	*Aegilops speltoides*	89.8 ab
TQ17*	*Aegilops tauschii*	88.7 a-d
TQ27*	*Aegilops tauschii*	90.6 ab
Hekzaploidlerin Ortalaması		73.0±6.0
Tetraploidlerin Ortalaması		74.1±7.6
Diploidlerin Ortalaması		83.4±6.5
Genel Ortalama		**77.5**

* : Mikorizaya bağımlılıkları test edildikten sonra denemenin II. yılı için seçilen genotipler

hekzaploid ssp.*aestivum* (% 73.0; BBAADD) düşük düzeyde tepki göstermişlerdir (Şekil 4.6). Yabani gernik (ssp. *dicoccoides*) türüne ait hatların ortalaması düşük bulunmasına rağmen, mikorizal tepkileri 56.8-90.5 arasında büyük bir varyasyon göstermişlerdir. Özellikle PI 428086, PI 538659 ve 17902 nolu hatlar yüksek



Şekil 4.6. Farklı buğday türlerinin mikorizaya bağımlılık oranları

düzeyde bağımlılık gösterirken, bazı hatlar orta, diğerleri ise düşük düzeyde tepki göstermişlerdir. Bu yabani gernik hatlarının büyük bir varyasyon göstermesi, denemede kullanılan hatların değişik eko-coğrafik yapıya sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim değişik iklim (sıcaklık, yağış, nem ve yükseklik) ve toprak yapısına sahip olan bu hatların bulundukları ekolojiye adapte olma ve bulundukları ortamdaki bitki besin elementlerinden yararlanma yetenekleri mikorizaya bağımlılıkta onların kalıtsal özelliklerini ortaya koyabilir.

Bu araştırma sonuçlarından izlendiği üzere, *Triticum* türlerinin *Aegilops* türlerine göre daha düşük düzeyde mikorizal tepki gösterdikleri görülmektedir. *Aegilops* türlerinin yabani özellikleri, buna bağlı olarak geniş adaptasyon yetenekleri onların yüksek düzeyde bağımlılık göstermesine neden olmuş olabilir (Şekil 4.7). Özellikle bitki ıslah süresince yapılan seleksiyon baskısı, istenilen özelliklerin seçilmesi ve diğer özelliklerin sürekli atılması, evrim süresince makarnalık ve ekmeklik kültür çeşitlerinde mikorizal tepkiye bağlı gen havuzunu daraltmış olabilir. Ayrıca son yıllarda, kültür buğday çeşitlerinin yetiştiriciliğinde yüksek düzeyde kimyasal gübrelerin kullanılması, mikorizal tepkiyle ilişkili genlerin frekans



Şekil 4.7. Diploid buğdaylardan mikorizalı (solda) ve mikorizasız (sağda) genel bir görünüm

sıklığını (Hetrick ve ark., 1992) ve dolayısıyla bu türlerde mikorizal tepkinin azalma nedenlerinden biri olabilir (Hetrick ve ark., 1993). Bu çalışmada gerek ploidy düzeyine bağlı olarak, gerekse de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar kalıtsal özelliklerden kaynaklanmış olabilir (Azcon ve Ocampo, 1981; Kapulnik ve Kushnir, 1991; Hetrick ve ark., 1992, 1993, 1995; Zhu ve ark., 2001). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Hetrick ve ark., (1992) ve Kapulnik ve Kushnir (1991)'in araştırma sonuçlarıyla benzerlik, ancak Hetrick ve ark., (1993)'nın araştırma sonuçlarından farklılık göstermesi denemede kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.1.5. Büyüme Tepkisi

2002-03 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen büyüme tepkisine ilişkin varyans

analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, büyüme tepkisine ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip	56	11134455.18	198829.56	3.82**
Tekerrür	2	417959.45	208979.72	
Hata	112	5846631.76	52202.07	
Genel	170	17399046.39		
D.K.	28.9			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9'dan görüldüğü gibi büyüme tepkisi bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Büyüme tepkisi bakımından genotiplerin ortalaması % 144.1-1029.5 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. sharonensis* (TH01) hattından, en düşük değer ise PI 487253 nolu hattan elde edilmiştir. Bunun yanında HTRI 11497/85, *Ae. speltoides* (TS86), *Ae. tauschii* (TQ27), *Ae.longissima* (TL05) ve PI 428086 hatları büyüme tepkisi bakımından ilk sıralarda, PI 428132, Yayla-305, PI 554581 ve PI 428097 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, büyüme tepkisi bakımından türlerin sıralanışı; diploid (% 647.4) > tetraploid (% 365.6) > hekzaploid (% 294.3) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların büyüme tepkileri sırasıyla, % 243.3-1029.5, % 144.1-990.4 ve % 180.9-389.1 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.10'dan izlendiği gibi, genotiplerin ortalamasına göre diploid türler arasında tüm *Aegilops* türleri, D genomu vericisi-*Ae. tauschii* (% 890.1), S(B) genomu vericisi– *Ae. sharonensis* (% 769.9), *Ae. speltoides* (% 993.5), *Ae. longissima* (930.8) ve *Ae. bicornis* (662.9), U genomu vericisi–*Ae. umbellulata* (579.0) ve A genomu vericisi–*T. monococcum* ssp. *monococcum* (% 590.4) ve ssp. *boeoticum* (% 636.8) ve *T. urartu* (% 450.5; H TRI 11497/85) yüksek düzeyde büyüme tepkisi göstermişlerdir.

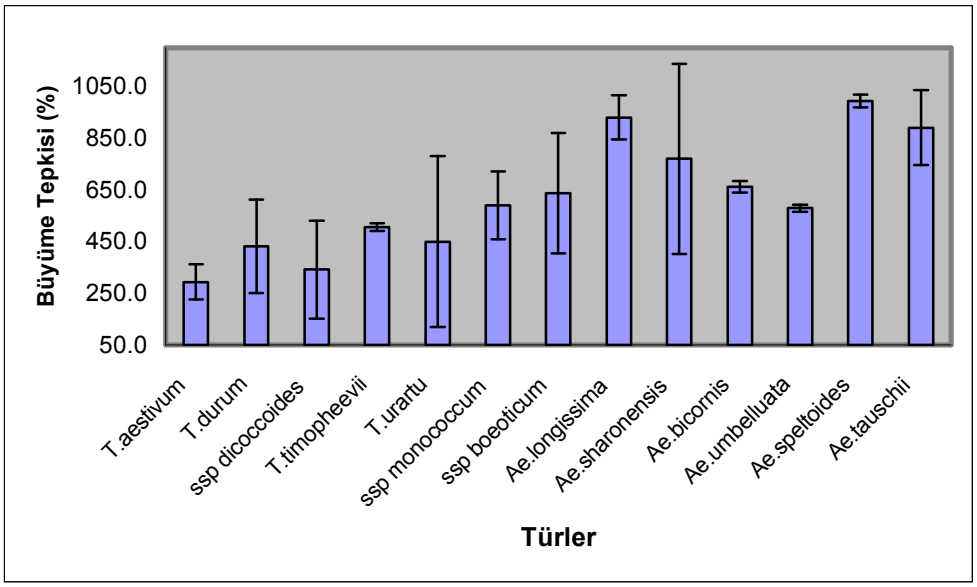
Çizelge 4.10. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	Büyüme Tepkisi
E-1	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Adana-99	389.1 d-i
E-2	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Bezostaya-1	249.2 e-i
E-3	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Cumhuriyet-75	282.8 e-i
E-4	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Genç-99	344.7 d-i
E-5	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Gerek-79	284.8 e-i
E-6	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Seri-82	328.5 d-i
E-7	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Yayla-305	180.9 i
M-1	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Balcalı-2000	274.9 e-i
M-2	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Capelli	582.6 a-i
M-3	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Çakmak-79	335.9 d-i
M-4	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Dicle-74	269.4 e-i
M-5	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	411.0 d-i
M-6	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Langdon	716.3 a-e
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	529.1 b-i
PI 428013	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	242.3 f-i
PI 428063	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	295.7 e-i
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	990.4 a
PI 428097	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	216.8 g-i
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	152.0 i
PI 466926	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	270.6 e-i
PI 470988	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	337.2 d-i
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	144.1 i
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	709.1 a-f
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	242.9 f-i
PI 538719	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	278.8 e-i
PI 554580	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	335.1 d-i
PI 554581	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	203.4 hi
PI 554582	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	370.1 d-i
PI 554583	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	364.8 d-i
PI 503314	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	270.0 e-i
IG 116184	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	349.3 d-i
IG 110815	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	309.3 e-i
IG 46504	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	325.0 d-i

Çizelge 4.10'nun Devamı

IG 45676	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	243.2 f-i
IG 46386	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	327.0 d-i
HTRI 13604/83	*T. timopheevii*	506.4 b-i
HTRI 11497/85	*T.urartu*	1027.5 a
TR 62201	*T.urartu*	243.3 f-i
TMU-38	*T.urartu*	288.9 e-i
HTRI 11496/97	*T.urartu*	417.8 d-i
TR 38534	*T.urartu*	275.0 e-i
A TRI 644/90	*T.monococcum ssp monococcum*	591.4 a-i
TR 33248	*T.monococcum ssp monococcum*	405.8 d-i
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	685.0 a-g
TR 12739	*T.monococcum ssp monococcum*	679.3 a-g
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	884.1 ab
TR 47095	*T.monococcum ssp boeoticum*	424.1 c-i
TR 51969	*T.monococcum ssp boeoticum*	602.2 a-i
TL01	*Aegilops longissima*	869.8 abc
TL05	*Aegilops longissima*	991.8 a
TH02	*Aegilops sharonensis*	510.4 b-i
TH01	*Aegilops sharonensis*	1029.5 a
TB01	*Aegilops bicornis*	662.6 a-h
TU04	*Aegilops umbelluata*	579.0 a-i
TS86	*Aegilops speltoides*	993.5 a
TQ17	*Aegilops tauschii*	787.6 a-d
TQ27	*Aegilops tauschii*	992.5 a
Hekzaploidlerin Ortalaması		294.3±68.1
Tetraploidlerin Ortalaması		365.6±186.4
Diploidlerin Ortalaması		647.4±263.6
Genel Ortalama		**466.7**

Tetraploid türler arasında ssp. *timopheevii* (% 506.4) orta düzeyde büyüme göstermesine rağmen, ssp. *durum* (Langdon ve Capelli hariç) ve ssp. *dicoccoides* (% 341.9) ve hekzaploid ssp. *aestivum* (% 294.3) düşük düzeyde tepki göstermişleridir (Şekil 4.8). Yabani gernik (ssp. *dicoccoides*) türüne ait hatların genel ortalaması düşük bulunmasına rağmen, büyüme tepkileri 144.1-990.4 arasında büyük



Şekil 4.8. Farklı buğday türlerinin büyüme tepkisi oranları

bir varyasyon göstermişlerdir. Özellikle PI 428086 ve PI 538659 nolu hatlar yüksek düzeyde büyüme tepkisi gösterirken, bazı hatlar orta, diğerleri ise düşük düzeyde büyüme tepkisi göstermişlerdir. Mikorizaya bağımlılıkta olduğu gibi (bkz 4.1.4) bu yabani gernik hatlarının büyük bir varyasyon göstermesi, denemede kullanılan hatların makarnalık buğdayın gen merkezi olarak kabul edilen ‘‘Verimli Hilal’’ olarak adlandırılan geniş bir bölge orijinli olmasından kaynaklanmış olabilir. Benzer biçimde *Aegilops* türleri *Triticum* türlerinden daha yüksek düzeyde büyüme tepkisi göstermişlerdir. Buğdayın yabani türlerinin kültür makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinden daha yüksek büyüme tepkisi göstermeleri, onların biyotik ve abiyotik gibi stres koşullarına karşı daha dayanıklı olması ve geniş iklim ve toprak koşullarına olan adaptasyon yeteneklerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, evrim süreci kültür çeşitlerinin mikorizaya bağımlılığını ve buna bağlı olarak da büyüme tepkilerini azaltmış olabilir. Bu da mikorizaya bağımlı genlerin eksikliğinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca ‘‘Yeşil Devrim’’ olarak adlandırılan ıslah süreci sonucu kimyasal gübrelere olumlu tepki veren çeşitlerin ıslah edilmesi, büyüme tepkisini azaltmış olabilir. Hem ploidy düzeyine bağlı olarak, hem de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar kalıtsal özelliklere bağlı farklılıkların bir sonucu olabilir (Hetrick ve ark., 1992, 1993, 1995). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Kapulnik ve Kushnir (1991) ve Hetrick ve ark., (1992)’nın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.1.6. Kök İnfeksiyonu

2002-03 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen kök infeksiyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de, kök infeksiyonuna ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip	56	1723.16	30.77	1.93**
Tekerrür	2	30.78	15.39	
Hata	112	1757.67	15.70	
Genel	170	3511.60		
D.K.	5.38			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11'den görüldüğü gibi kök infeksiyonu bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Mikorizasız tüm bitkilerde kök infeksiyonuna rastlanılmamasına rağmen, mikorizalı bitkilerde ise kök infeksiyonu bakımından genotiplerin ortalaması % 62.5-75-0 arasında değişmiş olup, en düşük değer *T. urartu* (TR 38534), PI 428132, PI 503314, IG 46386 ve PI 554583 hatlarından elde edilmesine rağmen, diğer tüm genotipler ise benzer sonuçları göstermişlerdir.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, kök infeksiyonu bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (% 75.0) > diploid (% 73.9) > tetraploid (% 73.3) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların kök infeksiyonları sırasıyla, % 75.0, % 62.5-75.0 ve % 62.8-75.0 arasında değişim göstermişlerdir.

Çizelge 4.12'den izlendiği üzere, kök infeksiyonu bakımından genotipler arasında çok büyük farklar bulunmamıştır. Bu sonucu açıklamak gerçekten zor görünmektedir. Bu durum belki de kök infeksiyonlarını incelemek ve değerlendirmek için yeni bir yöntem veya stratejiyi belirlemeyi gerektirebilir.

Çizelge 4.12. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	Kök İnfeksiyonu
E-1	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Adana-99	75.0 a
E-2	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Bezostaya-1	75.0 a
E-3	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Cumhuriyet-75	75.0 a
E-4	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Genç-99	75.0 a
E-5	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Gerek-79	75.0 a
E-6	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Seri-82	75.0 a
E-7	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Yayla-305	75.0 a
M-1	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Balcalı-2000	75.0 a
M-2	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Capelli	75.0 a
M-3	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Çakmak-79	75.0 a
M-4	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Dicle-74	75.0 a
M-5	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	75.0 a
M-6	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Langdon	75.0 a
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 428013	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 428063	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 428097	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	73.0 ab
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	62.8 c
PI 466926	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	71.0 ab
PI 470988	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 538719	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 554580	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 554581	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	73.0 ab
PI 554582	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
PI 554583	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	66.0 bc
PI 503314	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	63.0 c
IG 116184	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
IG 110815	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
IG 46504	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a

Çizelge 4.12'nin Devamı

IG 45676	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	75.0 a
IG 46386	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	66.0 bc
HTRI 13604/83	*T. timopheevii*	75.0 a
HTRI 11497/85	*T.urartu*	75.0 a
TR 62201	*T.urartu*	75.0 a
TMU-38	*T.urartu*	75.0 a
HTRI 11496/97	*T.urartu*	75.0 a
TR 38534	*T.urartu*	62.5 c
A TRI 644/90	*T.monococcum ssp monococcum*	75.0 a
TR 33248	*T.monococcum ssp monococcum*	75.0 a
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	71.3 ab
TR 12739	*T.monococcum ssp monococcum*	71.3 ab
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	75.0 a
TR 47095	*T.monococcum ssp boeoticum*	75.0 a
TR 51969	*T.monococcum ssp boeoticum*	75.0 a
TL01	*Aegilops longissima*	75.0 a
TL05	*Aegilops longissima*	75.0 a
TH02	*Aegilops sharonensis*	75.0 a
TH01	*Aegilops sharonensis*	75.0 a
TB01	*Aegilops bicornis*	75.0 a
TU04	*Aegilops umbelluata*	72.5 ab
TS86	*Aegilops speltoides*	75.0 a
TQ17	*Aegilops tauschii*	75.0 a
TQ27	*Aegilops tauschii*	75.0 a
Hekzaploidlerin Ortalaması		75.0
Tetraploidlerin Ortalaması		73.3
Diploidlerin Ortalaması		73.9
Genel Ortalama		**73.7**

Nitekim, materyal ve metod kısmında açıklandığı üzere kök infeksiyonlarını incelerken, belki de infeksiyonun büyüklüğü/oranını belirlemek gerekecektir. Çünkü bu çalışmada, kök yüzeyinde oluşan çok ufak çaplı bir infeksiyon dahi normal infeksiyon olarak kabul edilmiştir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları, Hetrick ve ark., (1992, 1995)'nın araştırma sonuçlarının bazılarıyla benzerlik, bazılarıyla ise farklılık göstermiştir.

4.2. Seçilen Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılıklarının Saptanması

Denemenin ilk yılında test edilen 57 genotipten 20 tanesi, II. yılda incelenmek amacıyla seçilmiştir. Denemenin ikinci yılında (2003-04), denemenin birinci yılında incelenen özelliklere ilave olarak; bitkide başak sayısı (adet), başaklanma süresi (gün), bitki boyu (cm), başak uzunluğu (cm), başakta başakcık sayısı (adet), başakta dane sayısı (adet), başak verimi (g) ve 1000 dane ağırlığı (g) gibi verim ve verim öğeleri ve bitki besin elementi gibi kalite özellikleri incelenmiştir.

Denemenin ikinci yılında incelenen herbir özelliğe ilişkin sonuçlar, aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

4.2.1. Bitkide Başak Sayısı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitkide başak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de, bitkide başak sayısına ilişkin ortalama değerler (adet) ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitkide Başak Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	4026.43	211.92	176.44**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	91.44	91.44	76.13 **
G x MU	19	109.13	5.74	4.78**
Hata	80	96.08	1.20	
Genel	119	4323.08		
D.K.	10.06			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.13'den görüldüğü gibi bitkide başak sayısı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitkide Başak Sayısına İlişkin Ortalama Değerler (adet)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	4.8 gh	5.0 ji	4.2
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	9.6 ef	10.5 f	9.4
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	3.7 h	4.2 j	13.5
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	4.5 gh	4.7 j	4.4
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	4.8 gh	4.8 j	0.0
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	8.3 f	7.7 gh	-7.2
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	5.4 gh	6.8 gh	25.9
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	5.8 g	8.2 g	41.4
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.3 g	6.9 gh	9.5
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	5.0 gh	6.0 hij	20.0
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.3 g	6.8 ghi	7.9
HTRI 11497/85	*T.urartu*	12.8 c	13.7 e	7.0
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	13.4 c	13.9 e	3.7
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	10.4 de	14.0 e	34.6
TL01	*Ae. longissima*	12.0 cd	19.6 bc	63.3
TH02	*Ae. sharonensis*	12.6 c	17.1 d	35.7
TB01	*Ae. bicornis*	20.8 a	22.5 a	8.2
TS86	*Ae. speltoides*	17.3 b	19.3 c	11.6
TQ17	*Ae. tauschii*	17.9 b	21.3 ab	19.0
TQ27	*Ae. tauschii*	18.7 b	22.5 a	20.3
Hekzaploidlerin Ortalaması		7.2	7.8	6.8
Tetraploidlerin Ortalaması		5.6	6.2	12.8
Diploidlerin Ortalaması		15.1	18.2	22.6
Genel Ortalama		**10.0 B**	**11.8 A**	**16.6**

Bitkide başak sayısı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (11.8 adet) mikorizasıza (10.0 adet) göre bitkide başak sayısını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.18 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin bitkide başak sayısı 3.7-20.8 adet arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. bicornis* hattından, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Ae. tauschii* (TQ17 ve TQ27) ve *Ae. speltoides* türleri bitkide başak sayısı bakımından ilk sıralarda, Dicle-74, Kunduru-1149 ve Adana-99 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bitkide başak sayısı 4.2-22.5 adet arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. bicornis* ve *Ae. tauschii* (TQ27) hatlarından, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Ae. tauschii* (TQ17) hattı bitkide başak sayısı bakımından ilk sıralarda, Dicle-74, Kunduru-1149, Adana-99 ve PI 538659 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, bitkide başak sayısı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (15.1) > hekzaploid (7.2) > tetraploid (5.6) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların bitkide başak sayıları sırasıyla, 10.4-20.8, 4.8-9.6 ve 3.7-8.3 adet arasında değişim göstermiştir. Benzer biçimde bitkide başak sayısı bakımından türlerin sıralanışı mikorizalı koşullarda, diploid (18.2) > hekzaploid (7.8) > tetraploid (6.2) olarak saptanmıştır. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların bitkide başak sayıları sırasıyla, 13.7-22.5, 5.0-10.5 ve 4.2-8.2 adet arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu bitkide başak sayısı artışı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 22.6) > tetraploid (% 12.8) > hekzaploid (% 6.8) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların bitkide başak sayısı artışı sırasıyla, % 3.7-63.3, % -7.2-41.4 ve % 4.2-9.4 arasında saptanmıştır.

Çizelge 4.14'den izlendiği üzere, bitkide başak sayısı bakımından tür içi ve türler arasında büyük bir varyasyon görülmesi denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Denemede kullanılan diploid buğdaylar ve özellikle de *Aegilops* türlerinin makarnalık ve ekmeklik kültür buğday çeşitlerinden daha yüksek bitkide başak sayısı üretmiş olmaları, onların doğada soylarını sürdürebilmeleri için genetik yapılarına bağlı olarak yüksek düzeyde oluşturmuş oldukları kardeşlenme yeteneklerinden kaynaklanmış olabilir. Yabani gernik (ssp. *dicoccoides*) hatları orta düzeyde başak oluşturmalarına rağmen, kültür buğday çeşitlerinin ve özellikle makarnalık çeşitlerin az sayıda başak oluşturmaları,

onlardan maksimum verim elde etmek için istenilen optimum sayıdaki kardeş sayısıyla ilişkili olabilir. Bu durum, klasik ıslah sürecinin bir sonucu olabilir.

Bu çalışma sonuçlarından, mikoriza uygulamasının iki genotip dışındaki tüm genotiplerde bitkide başak sayısını arttırdığı görülmektedir. Bu sonuç, mikorizanın hifleri vasıtasıyla konukçu bitkiyle oluşturmuş olduğu ortak yaşam sonucu, onun kök alanını, toplam kuru madde üretimini ve buna bağlı olarak bitki büyüme ve gelişmesini arttırmış olmasından kaynaklanabilir (Marchner, 1995). Literatür bilgisine göre bu özelliğe ilişkin bulgular bulunmamasına rağmen, bu araştırma sonuçları Kapulnik ve Kushnir (1991)'in bitkideki kardeş sayısına ilişkin bulgularını desteklemektedir.

4.2.2. Başaklanma Süresi

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen başaklanma süresine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de, başaklanma süresine ilişkin ortalama değerler (gün) Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başaklanma Süresine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	19711.83	1037.46	3557.02**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	37.41	37.41	128.26**
G x MU	19	331.43	17.44	59.82**
Hata	80	23.33	0.29	
Genel	119	20103.99		
D.K.	0.57			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15'den görüldüğü gibi başaklanma süresi bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başaklanma Süresine İlişkin Ortalama Değerler (gün)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	76.3 n	76.3 l	0.0
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	102.7 e	100.3 e	-2.3
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	90.0 k	90.0 i	0.0
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	67.7 o	69.0 m	2.0
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	92.0 i	96.0 g	4.3
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	81.3 l	79.0 k	-2.9
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	102.0 e	103.0 d	1.0
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	93.0 h	98.3 f	5.7
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	91.0 j	96.0 g	5.5
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	100.0 f	96.0 g	-4.0
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	79.0 m	79.0 k	0.0
HTRI 11497/85	*T.urartu*	110.0 c	107.0 b	-2.7
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	110.0 c	107.0 b	-2.7
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	112.0 b	107.0 b	-4.5
TL01	*Ae. longissima*	90.3 jk	89.0 j	-1.5
TH02	*Ae. sharonensis*	94.0 g	92.0 h	-2.1
TB01	*Ae. bicornis*	79.0 m	76.0 l	-3.8
TS86	*Ae. speltoides*	115.0 a	115.0 a	0.0
TQ17	*Ae. tauschii*	112.0 b	104.0 c	-7.1
TQ27	*Ae. tauschii*	109.0 d	104.0 c	-4.6
Hekzaploidlerin Ortalaması		89.5	88.3	-1.15
Tetraploidlerin Ortalaması		88.4	89.6	1.29
Diploidlerin Ortalaması		103.5	100.1	-3.22
Genel Ortalama		**95.3 A**	**94.2 B**	**-0.99**

Başaklanma süresi bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (94.2 gün) mikorizasıza (95.3) göre başaklanma süresini istatistiki olarak önemli düzeyde azalttığı (0.99 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin başaklanma süresi 67.7-115.0 gün arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. speltoides* hattından, en düşük değer ise Dicle-74 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. boeoticum* ve *Ae. tauschii* (TQ17) hatları başaklanma süresi bakımından ilk sıralarda, Adana-99, *Ae. bicornis* ve PI 538680 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin başaklanma süresi 69.0-115.0 gün arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. speltoides* hattından, en düşük değer ise Dicle-74 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. boeoticum, T. monococcum* ve *T. urartu* hatları başaklanma süresi bakımından ilk sıralarda, *Ae. bicornis* ve Adana-99 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, başaklanma süresi bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (103.5) > hekzaploid (89.5) > tetraploid (88.4) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların başaklanma süresi sırasıyla, 79.0-115.0, 76.3-102.7 ve 67.7-102.0 gün arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada ise başaklanma süresi bakımından türlerin sıralanışı, diploid (100.1) > tetraploid (89.5) > hekzaploid (88.3) olarak saptanmıştır. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların başaklanma süresi sırasıyla, 79.0-115.0, 69.0-103.0 ve 76.3-100.3 gün arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması tetraploid buğdaylarda başaklanma süresini uzatmasına rağmen (% 1.29), hekzaploid (% -1.15) ve diploid buğdaylarda (% -3.22) bu sureyi kısaltmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16'dan izlendiği üzere, başaklanma süresi bakımından tür içi ve türler arasında büyük bir varyasyon görülmesi denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Yabani gernik ve diploid türlerin, kültür makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinden daha geç başaklanmaları, onların yabani özellikleriyle ilişkili olabilir. Nitekim yabanilerin çoğu zaman dik olmayan büyüme formu, yavaş büyüme ve gelişmeye bağlı fenolojileri ve değişik eko-coğrafyaya sahip olmaları bunun bir sonucu olabilir. Klasik ıslah süreci, başta Akdeniz iklim kuşağı olmak üzere kültür çeşitlerinin yabanilere göre daha erken başaklanmalarını sağlamış olabilir.

Bu çalışmada görüldüğü gibi genel ortalamaya göre, mikoriza uygulamasının başaklanma süresini az da olsa azaltması gerçekten ilginç bir sonuçtur. Bu durum, belki de mikorizanın bitki büyüme ve gelişmesini hızlandırmanın bir sonucu olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçlarına literatürde ulaşılamamıştır.

4.2.3. Bitki Boyu

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de, bitki boyuna ilişkin ortalama değerler (cm) ise Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	24686.09	1299.27	83.87**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	1639.84	1639.84	105.86**
G x MU	19	1082.65	56.98	3.68**
Hata	80	1239.31	15.49	
Genel	119	28647.89		
D.K.	5.20			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.17'den görüldüğü gibi bitki boyu bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Bitki boyu bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (79.3 cm) mikorizasıza (71.9 cm) göre bitki boyunu istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.10 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin bitki boyu 51.6-93.0 cm arasında değişmiş olup, en yüksek değer Capelli çeşidinden, en düşük değer ise *Aegilops tauschii* (TQ27) hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *T. urartu*, *T. monococcum, T. boeoticum* ve Kunduru 1149 genotipleri bitki boyu bakımından ilk sıralarda, PI 538680, Adana-99, PI 538659, 17902 ve PI 538659 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Çizelge 4.18. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bitki Boyuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	59.7 d	63.1 hi	5.7
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	78.1 b	80.1 ef	2.6
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	93.0 a	110.5 a	18.8
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	61.7 cd	84.7 e	37.3
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	88.3 a	103.1 b	16.8
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	60.3 cd	62.3 hi	3.3
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	76.5 b	82.9 ef	8.4
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	62.9 cd	71.1 g	13.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	60.3 cd	66.8 gh	10.8
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	61.5 cd	64.5 hi	4.9
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	56.8 de	58.7 i	3.3
HTRI 11497/85	*T.urartu*	92.5 a	98.8 bc	6.8
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	92.3 a	94.9 cd	2.8
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	91.3 a	96.3 cd	5.5
TL01	*Ae. longissima*	64.1 cd	78.8 ef	22.9
TH02	*Ae. sharonensis*	68.9 c	78.5 f	13.9
TB01	*Ae. bicornis*	77.4 b	81.4 ef	5.2
TS86	*Ae. speltoides*	79.2 b	92.3 d	16.5
TQ17	*Ae. tauschii*	62.3 cd	65.7 gh	5.5
TQ27	*Ae. tauschii*	51.6 e	52.3 j	1.4
Hekzaploidlerin Ortalaması		68.9	71.6	4.1
Tetraploidlerin Ortalaması		69.0	78.3	13.0
Diploidlerin Ortalaması		75.5	82.1	8.9
Genel Ortalama		**71.9 B**	**79.3 A**	**10.3**

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bitki boyu 52.3-110.5 cm arasında değişmiş olup, en yüksek değer Capelli çeşidinden, en düşük değer ise *Aegilops tauschii* (TQ27) hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Kunduru 1149, *T. urartu, T.*

boeoticum ve *T. monococcum* genotipleri bitki boyu bakımından ilk sıralarda, PI 538680, 17902 ve Adana-99 genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, bitki boyu bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (75.5) > tetraploid (69.0) > hekzaploid (68.9) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların bitki boyu sırasıyla, 51.6-92.5, 56.8-93.0 ve 59.7-78.1 cm arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da bitki boyu bakımından türlerin sıralanışı, diploid (82.1) > tetraploid (78.3) > hekzaploid (71.6) olarak saptanmıştır. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların bitki boyu sırasıyla, 52.3-98.8, 58.7-110.5 ve 63.1-80.1 cm arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu bitki boyu artışı bakımından türlerin sıralanışı, tetraploid (% 13.0) > diploid (% 8.9) > hekzaploid (% 4.1) biçiminde bulunmuştur. Tetraploid, diploid ve hekzaploid buğdayların bitki boyu artışı sırasıyla, % 3.3-37.3, % 1.4-22.9 ve % 2.6-5.7 arasında saptanmıştır.

Çizelge 4.18'den izlendiği üzere, bitki boyu bakımından tür içi ve türler arasında büyük bir farklılık görülmesi denemede kullanılan genotiplerin genotipik özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Bu çalışmada kullanılan makarnalık buğday çeşitlerinin daha uzun bitki boyuna sahip olmaları onların genetik yapılarıyla ilgili olmasına rağmen, diploid türler de yüksek bitki boyu göstermişlerdir. Normalinde klasik bitki ıslahı sayesinde, ''Yeşil Devrim'' olarak adlandırılan süreçle birlikte cücelik geni aktarılan yeni, kısa boylu, hasat indeksi ve buna bağlı olarak yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi, bitki ıslah programlarında kısa boylu bitkilerin seleksiyonunu ön plana çıkarmıştır. Diploid türlerin bazılarının yüksek bitki boyu göstermeleri onların yabani özellikleriyle ilişkili olabilir.

Bu çalışmada mikoriza uygulamasının tüm genotiplerde bitki boyunu arttırması, mikorizanın bitki besin maddeleri alımını arttırmasına bağlı olarak büyüme ve gelişmeyi arttırıcı etkisinden kaynaklanmış olabilir. Bu özelliğe ilişkin sonuçlar Kapulnik ve Kushnir (1991)'in bulgularını destekler niteliktedir.

4.2.4. Başak Uzunluğu

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen başak uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, başak uzunluğuna ilişkin ortalama değerler (cm) ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Uzunluğuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	1167.67	61.46	310.52**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	12.29	12.29	62.09**
G x MU	19	23.73	1.25	6.31**
Hata	80	15.83	0.20	
Genel	119	1219.52		
D.K.	5.42			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.19'dan görüldüğü gibi başak uzunluğu bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Başak uzunluğu bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (8.52 cm) mikorizasıza (7.88 cm) göre başak uzunluğunu istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.08 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin başak uzunluğu 5.87-18.00 cm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops longissima* hattından, en düşük değer ise PI 538680 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops sharonensis* ve *Aegilops speltoides* hatları başak uzunluğu bakımından ilk sıralarda, Dicle-74, PI 538659 ve *T. boeoticum* genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin başak uzunluğu 5.80-21.73 cm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops longissima* hattından, en düşük değer ise Dicle-74 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops speltoides* ve *Aegilops sharonensis* hatları başak uzunluğu bakımından ilk sıralarda, PI 538659, *T. boeoticum* ve Capelli genotipleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Çizelge 4.20. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Uzunluğuna İlişkin Ortalama Değerler (cm)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	8.47 d	9.60 d	13.3
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	8.63 d	9.53 d	10.4
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	6.20 f-i	6.57 ji	6.0
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	5.93 hi	5.80 k	-2.2
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	6.77 e-i	6.87 hij	1.5
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.67 e-i	6.77 hij	1.5
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.93 e-h	7.13 ghi	2.9
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	7.03 efg	7.83 f	11.4
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	7.27 e	7.37 fgh	1.4
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.00 ghi	5.93 k	-1.2
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	5.87 i	6.97 hi	18.7
HTRI 11497/85	*T.urartu*	6.90 e-i	7.63 fg	10.6
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	6.60 e-i	7.00 hi	6.1
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	6.10 ghi	6.30 jk	3.3
TL01	*Ae. longissima*	18.00 a	21.73 a	20.7
TH02	*Ae. sharonensis*	11.70 b	11.93 c	2.0
TB01	*Ae. bicornis*	7.17 ef	7.13 ghi	-0.6
TS86	*Ae. speltoides*	10.33 c	12.53 b	21.3
TQ17	*Ae. tauschii*	8.33 d	8.73 e	4.8
TQ27	*Ae. tauschii*	6.73 e-i	7.07 ghi	5.1
Hekzaploidlerin Ortalaması		8.55	9.57	11.9
Tetraploidlerin Ortalaması		6.52	6.80	4.6
Diploidlerin Ortalaması		9.10	10.01	8.1
Genel Ortalama		**7.88 B**	**8.52 A**	**6.8**

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, başak uzunluğu bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (9.10) > hekzaploid (8.55) > tetraploid (6.52) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların başak uzunlukları sırasıyla, 6.73-18.00, 8.47-8.63 ve 5.87-7.27

cm arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da başak uzunluğu bakımından türlerin sıralanışı, diploid (10.01) > hekzaploid (9.57) > tetraploid (6.80) olarak saptanmıştır. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların başak uzunluğu sırasıyla, 6.30-21.73, 9.53-9.60 ve 5.80-7.83 cm arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu başak uzunluğu artışı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (% 11.9) > diploid (% 8.1) > tetraploid (% 4.6) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların başak uzunluğu artışı sırasıyla, % 10.4-13.3, % -0.6-21.3 ve % -2.2-18.7 arasında saptanmıştır.

Çizelge 4.20'den görüldüğü gibi, başak uzunluğu bakımından genotipler arasında görülen farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin genotipik özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Özellikle diploid türler ve bunlar içerisinde *Aegilops* türlerinin daha uzun başak uzunluğuna sahip olmaları ve ekmeklik çeşitlerin, makarnalık çeşitlerden daha yüksek başak uzunluğu göstermeleri onların tür özellikleriyle ilişkili olabilir.

Bu çalışmada kullanılan 20 genotipten 3'ü dışındakiler, mikoriza uygulamasına olumlu tepki göstererek başak uzunluğunu arttırmışlardır. Bu durum muhtemelen mikorizanın büyüme ve gelişmeyi arttırıcı özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Bu özelliğe ilişkin literatür bilgisine ulaşılamamıştır.

4.2.5. Başakta Başakcık Sayısı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen başakta başakcık sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de, başakta başakcık sayısına ilişkin ortalama değerler (adet) ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21'den görüldüğü gibi başakta başakcık sayısı bakımından genotip ve uygulama istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmasına rağmen, genotip x uygulama interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Başakcık Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	3555.20	187.12	82.97**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	66.31	66.31	29.40**
G x MU	19	56.06	2.96	1.31^{öd}
Hata	80	180.43	2.26	
Genel	119	3857.99		
D.K.	10.09			

*** : P≤0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil

Başakta başakcık sayısı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (15.63 adet) mikorizasıza (14.15 adet) göre başakta başakcık sayısını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.10 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin başakta başakcık sayısı 7.40-25.93 adet arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. monococcum* hattından, en düşük değer ise *Aegilops tauschii* (TQ17) hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *T. boeoticum* ve *T. urartu* hatları başakta başakcık sayısı bakımından ilk sıralarda, PI 538680, *Aegilops tauschii* (TQ27) ve 17902 hattı ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin başakta başakcık sayısı 7.80-27.53 adet arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. boeoticum* hattından, en düşük değer ise *Aegilops tauschii* (TQ17) hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *T. urartu ve T. monococcum* hatları başakta başakcık sayısı bakımından ilk sıralarda, PI 538680, 17902 ve *Aegilops tauschii* (TQ27) hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, başakta başakcık sayısı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (15.70) > hekzaploid (14.84) > tetraploid (12.44) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların başakta başakcık sayısı sırasıyla, 7.40-25.93, 14.60-15.07 ve 7.47-15.73 adet arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada ise başakta başakcık sayısı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (17.23) > diploid (16.93) > tetraploid (13.99) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların başakta başakcık sayısı sırasıyla, 16.73-17-73, 7.80-27.53 ve 7.87-18.53 adet arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.22. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Başakcık Sayısına İlişkin Ortalama Değerler (adet)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	15.07 bcd	17.73 bcd	17.7
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	14.60 bcd	16.73 b-e	14.6
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	15.73 bc	18.53 b	17.8
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	12.80 def	15.73 c-g	22.9
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	17.00 b	18.07 bc	6.3
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	8.13 gh	8.93 ij	9.8
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	13.67 cde	15.00 d-g	9.7
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	10.60 fg	13.67 fgh	29.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	12.73 def	13.07 gh	2.7
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	13.87 cde	15.00 d-g	8.1
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	7.47 h	7.87 j	5.4
HTRI 11497/85	*T.urartu*	25.07 a	26.20 a	4.5
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	25.93 a	25.33 a	-2.3
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	25.27 a	27.53 a	8.9
TL01	*Ae. longissima*	12.27 def	14.20 efg	15.7
TH02	*Ae. sharonensis*	11.27 ef	16.33 b-f	44.9
TB01	*Ae. bicornis*	14.93 bcd	14.27 efg	-4.4
TS86	*Ae. speltoides*	11.20 ef	11.27 hi	0.6
TQ17	*Ae. tauschii*	7.40 h	7.80 j	5.4
TQ27	*Ae. tauschii*	7.93 h	9.40 ij	18.5
Hekzaploidlerin Ortalaması		14.84	17.23	16.1
Tetraploidlerin Ortalaması		12.44	13.99	12.4
Diploidlerin Ortalaması		15.70	16.93	10.2
Genel Ortalama		**14.15 B**	**15.63 A**	**11.8**

Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu başakta başakcık sayısı artışı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (% 16.1) > tetraploid (% 12.4) > diploid (% 10.2) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların

başakta başakcık sayısı artışı sırasıyla, % 14.6-17.7, % 2.7-29.0 ve % -4.4-44.9 arasında saptanmıştır.

Çizelge 4.22'den görüldüğü gibi, başakta başakcık sayısı bakımından tür içi ve türler arasında görülen farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Özelikle diploid türlerde başak uzunluğunda olduğu gibi, başakta başakcık sayısının genellikle yüksek olması muhtemelen onların yabani karakterlerinin bir sonucu olabilir. Anılan çalışmada makarnalık ve ekmeklik kültür buğday çeşitlerinin yüksek sayıda başakcık oluşturmaları, yüksek verim elde etmek için yürütülen ıslah programlarının bir neticesi olabilir.

Bu çalışmada mikoriza uygulamasının denemede kullanılan 20 genotipten 18'nin başakta başakcık sayısını arttırması, mikorizanın konukçu bitki ile oluşturmuş olduğu ortak yaşam sonucu bitki beslenmesine paralel olarak sağlamış olduğu bitki büyüme ve gelişmesindeki artıştan kaynaklanmış olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma bulguları Kapulnik ve Kushnir (1991)'in bulgularını destekler niteliktedir.

4.2.6. Başakta Dane Sayısı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen başakta dane sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'de, başakta dane sayısına ilişkin ortalama değerler (adet) ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Dane Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	8931.31	470.07	58.32**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	104.35	104.35	12.95**
G x MU	19	1070.39	56.34	6.99**
Hata	80	644.82	8.06	
Genel	119	10750.87		
D.K.	12.70			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başakta Dane Sayısına İlişkin Ortalama Değerler (adet)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	40.93 a	47.53 a	16.12
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	20.53 def	25.07 d	22.08
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	33.33 b	38.67 b	16.00
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	33.40 b	33.07 c	-1.00
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	29.60 bc	35.93 bc	21.4
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	10.47 i	11.23 gh	7.3
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	21.80 def	15.00 fgh	-31.2
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	16.00 f-i	22.07 de	37.9
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	22.53 de	22.40 de	-0.6
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	22.60 de	23.60 d	4.4
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	11.00 i	10.33 h	-6.1
HTRI 11497/85	*T.urartu*	11.33 i	14.80 fgh	30.6
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	20.73 def	18.20 ef	-12.2
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	24.20 cd	12.73 gh	-47.4
TL01	*Ae. longissima*	19.30 d-g	33.37 c	72.9
TH02	*Ae. sharonensis*	20.53 def	33.73 c	64.3
TB01	*Ae. bicornis*	25.37 cd	20.53 de	-19.1
TS86	*Ae. speltoides*	17.30 e-h	15.80 fg	-8.7
TQ17	*Ae. tauschii*	13.20 hi	13.20 gh	0.00
TQ27	*Ae. tauschii*	14.40 ghi	18.60 ef	29.2
Hekzaploidlerin Ortalaması		30.73	36.30	19.10
Tetraploidlerin Ortalaması		22.30	23.59	5.34
Diploidlerin Ortalaması		18.48	20.11	12.18
Genel Ortalama		**21.43 B**	**23.29 A**	**9.8**

Çizelge 4.23'den görüldüğü gibi başakta dane sayısı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur.

Başakta dane sayısı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (23.29 adet) mikorizasıza (21.43 adet) göre başakta dane sayısını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.09 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin başakta dane sayısı 10.47-40.93 adet arasında değişmiş olup, en yüksek değer Adana-99 çeşidinden, en düşük değer ise 17902 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Dicle-74, Capelli ve Kunduru 1149 çeşitleri başakta dane sayısı bakımından ilk sıralarda, PI 538680, *T. urartu*, *Aegilops tauschii* (TQ17 ve TQ27) hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin başakta dane sayısı 10.33-47.53 adet arasında değişmiş olup, en yüksek değer Adana-99 çeşidinden, en düşük değer ise PI 538680 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Capelli ve Kunduru-1149 çeşitleri başakta dane sayısı bakımından ilk sıralarda, 17902, *T. boeoticum* ve *Aegilops tauschii* (TQ17) hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, başakta dane sayısı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; hekzaploid (30.73) > tetraploid (22.30) > diploid (18.48) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların başakta dane sayısı sırasıyla, 20.53-40.93, 10.47-33.40 ve 11.00-25.37 adet arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da başakta dane sayısı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (36.30) > tetraploid (23.59) > diploid (20.11) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların başakta dane sayısı sırasıyla, 25.07-47.53, 10.33-38.67 ve 12.73-33.73 adet arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu başakta dane sayısı artışı hekzaploid buğdayda (% 19.10), diploid (% 12.18) ve tetraploid türlerden (% 5.34) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.24'den görüldüğü gibi, başakta dane sayısı bakımından tür içi ve türler arasında görülen farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinin yüksek sayıda başakta dane sayısı oluşturmaları onların yüksek oranda fertil başakcık sayısı oluşturmalarından kaynaklanabilir. Anacak diploid türler ve yabani gernik hatlarının düşük sayıda dane sayısı oluşturmaları ise başaktaki steril başakcık

sayısının yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Benzer biçimde yabani türlerin dane tutma oranının düşük olması bunun diğer bir nedeni olabilir.

Mikoriza uygulamasının başakta dane sayısını arttırması, bitki beslenmesine bağlı olarak sağladığı bitki büyüme ve gelişmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Kapulnik ve Kushnir (1991)'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

4.2.7. Başak Verimi

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen başak verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de, başak verimine ilişkin ortalama değerler (g) ise Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Verimine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	38.16	2.00	101.30**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	0.06	0.06	$3.25^{öd}$
G x MU	19	0.25	0.13	$0.67^{öd}$
Hata	80	1.59	0.02	
Genel	119	40.06		
D.K.	24.91			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil

Çizelge 4.25'den görüldüğü gibi başak verimi bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmasına rağmen, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Başak verimi bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (0.588 g) mikorizasıza (0.542 g) göre başak verimini istatistiki olarak önemli düzeyde arttırmadığı görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin başak verimi 0.070-1.880 g arasında değişmiş olup, en yüksek değer Capelli çeşidinden, en düşük değer ise *Aegilops speltoides* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında Dicle-74 ve Adana-99 çeşitleri

Çizelge 4.26. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Başak Verimine İlişkin Ortalama Değerler (g)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	1.517 b	1.717 ab	13.2
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.647 c	0.813 c	25.7
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	1.880 a	1.853 a	-1.4
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	1.623 b	1.773 a	9.2
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	1.250 c	1.513 b	21.0
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.333 ef	0.383 d-g	15.0
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.300 ef	0.220 e-i	-26.7
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.260 ef	0.390 d-g	50.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.357 ef	0.310 d-h	-13.2
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.423 de	0.430 def	1.7
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.313 ef	0.260 d-i	-16.9
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.417 de	0.500 d	19.9
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.483 de	0.463 de	-4.1
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.287 ef	0.340 d-g	18.5
TL01	*Ae. longissima*	0.087 f	0.153 ghi	75.9
TH02	*Ae. sharonensis*	0.100 f	0.153 ghi	53.0
TB01	*Ae. bicornis*	0.103 f	0.070 hi	-32.0
TS86	*Ae. speltoides*	0.070 f	0.053 i	-24.3
TQ17	*Ae. tauschii*	0.190 ef	0.160 ghi	-15.8
TQ27	*Ae. tauschii*	0.200 ef	0.210 f-i	5.0
Hekzaploidlerin Ortalaması		1.082	1.265	19.5
Tetraploidlerin Ortalaması		0.749	0.792	4.3
Diploidlerin Ortalaması		0.215	0.234	10.7
Genel Ortalama		**0.542**	**0.588**	**8.7**

başak verimi bakımından ilk sıralarda, *Aegilops longissima*, *Aegilops sharonensis, Aegilops bicornis* ve *Aegilops tauschii* (TQ17) türleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin başak verimi 0.053-1.853 g arasında değişmiş olup, en yüksek değer Capelli çeşidinden, en düşük değer ise *Aegilops*

speltoides türünden elde edilmiştir. Bunun yanında Dicle-74, Adana-99 ve Kunduru-1149 çeşitleri başak verimi bakımından ilk sıralarda, *Aegilops bicornis*, *Aegilops longissima*, *Aegilops sharonensis* ve *Aegilops tauschii* (TQ17) türleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, başak verimi bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; hekzaploid (1.082) > tetraploid (0.749) > diploid (0.215) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların başak verimi sırasıyla, 0.647-1.517, 0.260-1.880 ve 0.087-0.483 g arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da başak verimi bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (1.265) > tetraploid (0.792) > diploid (0.234) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların başak verimi sırasıyla, 0.813-1.717, 0.220-1.853 ve 0.053-0.500 g arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması 20 genotipten 8'inde başak verimini azaltmıştır.

Çizelge 4.26'dan görüldüğü gibi, kültür ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde başakta dane sayısının, yabani gernik ve diploid buğday türlerinden daha yüksek olması, başaktaki fertil başakcık sayısı ve buna bağlı olarak artan dane sayısından kaynaklanmış olabilir. Buna ilave olarak, kültür çeşitlerinde artan dane iriliğine bağlı olarak bin dane ağırlığının artması bunun diğer bir sonucu olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma bulguları Kapulnik ve Kushnir (1991) ve Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'in bulgularını destekler niteliktedir.

4.2.8. Bin Dane Ağırlığı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bin dane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de, bin dane ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g) ise Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.27'den görüldüğü gibi bin dane ağırlığı bakımından genotip ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmasına karşın, uygulama önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bin Dane Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	26063.23	1371.75	121.05**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	1.32	1.32	$0.12^{öd}$
G x MU	19	577.49	30.39	2.68**
Hata	80	906.59	11.33	
Genel	119	27548.63		
D.K.	14.64			

** : P≤0.01, ^{öd} : önemli değil

Bin dane ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (23.10 g) mikorizasıza (22.89 g) göre bin dane ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırmadığı görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin bin dane ağırlığı 4.00-56.37 g arasında değişmiş olup, en yüksek değer Capelli çeşidinden, en düşük değer ise *Aegilops bicornis* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında Dicle-74 ve Kunduru-1149 çeşitleri bin dane ağırlığı bakımından ilk sıralarda, *Aegilops speltoides, Aegilops longissima* ve *Aegilops sharonensis* türleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bin dane ağırlığı 3.37-53.23 g arasında değişmiş olup, en yüksek değer Dicle-74 çeşidinden, en düşük değer ise *Aegilops speltoides* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında Capelli, Kunduru-1149 ve Adana-99 çeşitleri bin dane ağırlığı bakımından ilk sıralarda, *Aegilops bicornis*, *Aegilops longissima*, *Aegilops sharonensis* ve *Aegilops tauschii* (TQ27) türleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, bin dane ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; hekzaploid (34.05) > tetraploid (30.14) > diploid (13.15) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların bin dane ağırlığı sırasıyla, 31.37-36.73, 13.77-56.37 ve 4.00-37.03 g arasında değişim göstermiştir. Benzer biçimde mikorizalı uygulamada bin dane ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (34.27) > tetraploid (29.66) > diploid (14.05) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların bin dane ağırlığı sırasıyla, 32.33-36.20, 13.97-53.23 ve 3.37-34.47 g arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması 13 genotipte bin dane ağırlığını azaltmıştır.

Çizelge 4.28. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bin Dane Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	36.73 cd	36.20 bc	-1.4
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	31.37 de	32.33 cd	3.1
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	56.37 a	47.83 a	-15.1
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	48.07 b	53.23 a	10.7
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	42.23 c	41.77 b	-1.1
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	32.10 de	34.33 c	6.9
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	13.77 hi	14.80 fg	7.5
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	16.07 hi	17.77 f	10.6
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	15.87 hi	13.97 fg	-12.0
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	18.80 gh	18.20 f	-3.2
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	28.00 ef	25.07 e	-10.5
HTRI 11497/85	*T.urartu*	37.03 cd	34.47 c	-6.9
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	23.80 fg	25.53 e	7.3
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	11.57 i	27.07 de	134.0
TL01	*Ae. longissima*	4.50 j	4.47 h	-0.7
TH02	*Ae. sharonensis*	4.87 j	4.60 h	-5.5
TB01	*Ae. bicornis*	4.00 j	3.60 h	-10.0
TS86	*Ae. speltoides*	4.27 j	3.37 h	-21.1
TQ17	*Ae. tauschii*	14.50 hi	12.10 fg	-16.6
TQ27	*Ae. tauschii*	13.80 hi	11.20 g	-18.8
Hekzaploidlerin Ortalaması		34.05	34.27	0.8
Tetraploidlerin Ortalaması		30.14	29.66	-0.7
Diploidlerin Ortalaması		13.15	14.05	6.8
Genel Ortalama		**22.89**	**23.10**	**2.9**

Çizelge 4.28'den görüldüğü gibi, kültür ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde bin dane ağırlığı, yabani gernik ve diploid buğday türlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu muhtemelen kültür çeşitlerinde danelerin daha iri ve dolgun olmasından kaynaklanmış olabilir. Yabani Gernik ve diğer türlerde görünen

varyasyon genetik yapıdan kaynaklanmış olabilir. Özellikle *Aegilops* türlerinin bin dane ağırlıklarının düşük olması danelerin zayıf ve küçük olmasından kaynaklanmış olabilir.

Mikoriza uygulamasının mikorizasıza göre bazı genotiplerde bin dane ağırlığını arttırmaması, özellikle dane dolum döneminde sera koşullarında ortaya çıkan yüksek sıcaklıktan dolayı mikorizal işlevin yavaşlamış olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu araştırma sonuçlarına ilişkin bulgular Kapulnik ve Kushnir (1991) ve Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'in bazı bulgularıyla benzerlik göstermesine rağmen, onların bazı bulgularıyla ise farklılık göstermesi kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.9. Kök Kuru Madde Ağırlığı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen kök kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da, kök kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) ise Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	218.98	11.53	15.61**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	8.51	8.51	11.53**
G x MU	19	24.89	1.31	1.77**
Hata	80	59.07	0.74	
Genel	119	311.45		
D.K.	35.25			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.29'dan görüldüğü gibi kök kuru madde ağırlığı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	1.027 de	0.793 h	-22.8
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	2.877 bcd	3.210 de	11.6
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	1.693 cde	1.780 fgh	5.1
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.653 e	0.880 gh	34.8
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	2.520 b-e	2.210 efg	-12.3
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	1.777 cde	1.437 gh	-19.1
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	2.867 bcd	2.970 def	3.6
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	1.107 de	2.850 def	157.5
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	1.137 de	1.913 e-h	68.2
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.900 de	1.207 gh	34.1
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	1.843 cde	1.720 fgh	-6.7
HTRI 11497/85	*T.urartu*	4.193 ab	5.180 ab	23.5
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	3.777 ab	4.587 bc	21.4
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	2.343 b-e	6.177 a	163.6
TL01	*Ae. longissima*	1.067 de	1.317 gh	23.4
TH02	*Ae. sharonensis*	1.500 cde	1.990 e-h	32.7
TB01	*Ae. bicornis*	0.887 de	1.003 gh	13.1
TS86	*Ae. speltoides*	5.377 a	5.467 ab	1.7
TQ17	*Ae. tauschii*	2.603 b-e	3.733 cd	43.4
TQ27	*Ae. tauschii*	3.287 bc	3.663 cd	11.4
Hekzaploidlerin Ortalaması		1.952	2.002	-5.6
Tetraploidlerin Ortalaması		1.611	1.886	29.5
Diploidlerin Ortalaması		2.782	3.680	37.1
Genel Ortalama		**2.172 B**	**2.704 A**	**29.4**

Kök kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (2.704 g/bitki) mikorizasıza (2.172 g/bitki) göre kök kuru madde ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.25 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.653-5.377 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Dicle-74 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. urartu, T. monococcum* ve *Aegilops tauschii* (TQ27) türleri kök kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, *Aegilops bicornis,* PI 538659, Adana-99 ve *Aegilops longissima* türü ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin kök kuru madde ağırlığı 0.793-6.177 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. boeoticum* türünden, en düşük değer ise Adana-99 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Ae. speltoides, T. urartu* ve *T. monococcum* türleri kök kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, Dicle-74, *Aegilops bicornis*, PI 538659 ve *Aegilops longissima* türleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, kök kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (2.782) > hekzaploid (1.952) > tetraploid (1.611) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların kök kuru madde ağırlığı sırasıyla, 0.887-4.193, 1.027-2.877 ve 0.653-2.867 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Benzer biçimde mikorizalı uygulamada ise kök kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (3.680) > hekzaploid (2.002) > tetraploid (1.886) olarak saptanmıştır. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların kök kuru madde ağırlığı sırasıyla, 1.003-6.177, 0.793-3.210 ve 0.880-2.970 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması kök kuru madde ağırlığını hekzaploid buğdayda azaltırken (% -5.6), diploid (% 37.1) > ve tetraploid türlerde (% 29.5) artırıcı etkide bulunmuştur. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların kök kuru madde ağırlığı değişim oranları sırasıyla, % -22.8-11.6, % -19.1-157.5 ve % 1.7-163.6 arasında saptanmıştır.

Generatif döneme ait kök kuru madde ağırlıkları arasında görünen farklılıklar kalıtsal özellikten kaynaklanmış olabilir. Mikoriza uygulamasının diploid türlerde sağlamış olduğu kök kuru madde ağırlığı artışının (1.32 kat), tetraploid (1.17 kat) ve hekzaploidlerden (1.03 kat) daha yüksek olması, diploid türlerin genellikle mikoriza uygulamasına olumlu tepki göstermelerinden kaynaklanmış olabilir. Vejetatif kök kuru madde ağırlığı ile karşılaştırıldığında, generatif kök kuru madde ağırlığına göre

çoğu yabani ve *Aegilops* türü daha yüksek miktarda kuru madde ağırlığı oluşturmuştur. Bu da muhtemelen onların artan vejetasyon süresine bağlı olarak, yabani özellikleri vasıtasıyla topraktaki bitki besin elementi ve su gibi diğer maddelerden yararlanmak için daha fazla kardeş sayısı ve buna bağlı olarak kök kuru maddesi oluşturmalarından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.30'dan izlendiği üzere, mikorizanın çoğu genotipte görüldüğü gibi kök kuru madde ağırlığını arttırması, mikorizanın muhtemelen sağlamış olduğu yüksek hifler ve geniş bir absorbe alanı vasıtasıyla bitkilerin kök gelişmesini sağlaması vasıtasıyla sağlamış olduğu bitki büyüme ve gelişmesindeki artışlardan kaynaklanmış olabilir (Smith ve Read, 1997). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Zhu ve ark., (2001) ve Behl ve ark., (2003)'nın araştırma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

4.2.10. Sap Kuru Madde Ağırlığı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen sap kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de, sap kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) ise Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	1757.17	92.48	27.68**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	340.71	340.71	101.99**
G x MU	19	100.98	5.31	$1.59^{öd}$
Hata	80	267.26	3.34	
Genel	119	2466.12		
D.K.	13.29			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil

Çizelge 4.31'den görüldüğü gibi sap kuru madde ağırlığı bakımından genotip ve uygulama istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmasına rağmen, genotip x uygulama interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.32. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Sap Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	12.17 def	16.00 c-f	31.5
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	16.97 ab	19.77 abc	16.5
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	15.23 bc	20.07 ab	31.8
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	11.30 efg	14.37 e-h	27.2
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	15.33 bc	18.70 bcd	22.0
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	11.57 efg	13.43 fgh	16.1
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	11.57 efg	16.07 c-f	38.9
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	9.60 fg	13.70 fgh	42.7
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	9.13 g	12.30 f-i	34.7
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	9.53 fg	9.33 ij	-2.1
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	9.67 fg	11.00 hi	13.8
HTRI 11497/85	*T.urartu*	18.57 a	22.90 a	23.3
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	19.03 a	21.80 ab	14.6
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	10.63 efg	19.73 abc	85.6
TL01	*Ae. longissima*	9.53 fg	12.30 f-i	29.1
TH02	*Ae. sharonensis*	5.83 h	11.47 ghi	96.7
TB01	*Ae. bicornis*	4.63 h	7.13 j	54.0
TS86	*Ae. speltoides*	13.03 cde	15.53 def	19.2
TQ17	*Ae. tauschii*	14.63 bcd	18.13 b-e	23.9
TQ27	*Ae. tauschii*	13.23 cde	15.07 d-g	13.9
Hekzaploidlerin Ortalaması		14.57	17.89	24.0
Tetraploidlerin Ortalaması		11.44	14.33	25.0
Diploidlerin Ortalaması		12.12	16.01	40.0
Genel Ortalama		**12.06 B**	**15.44 A**	**31.7**

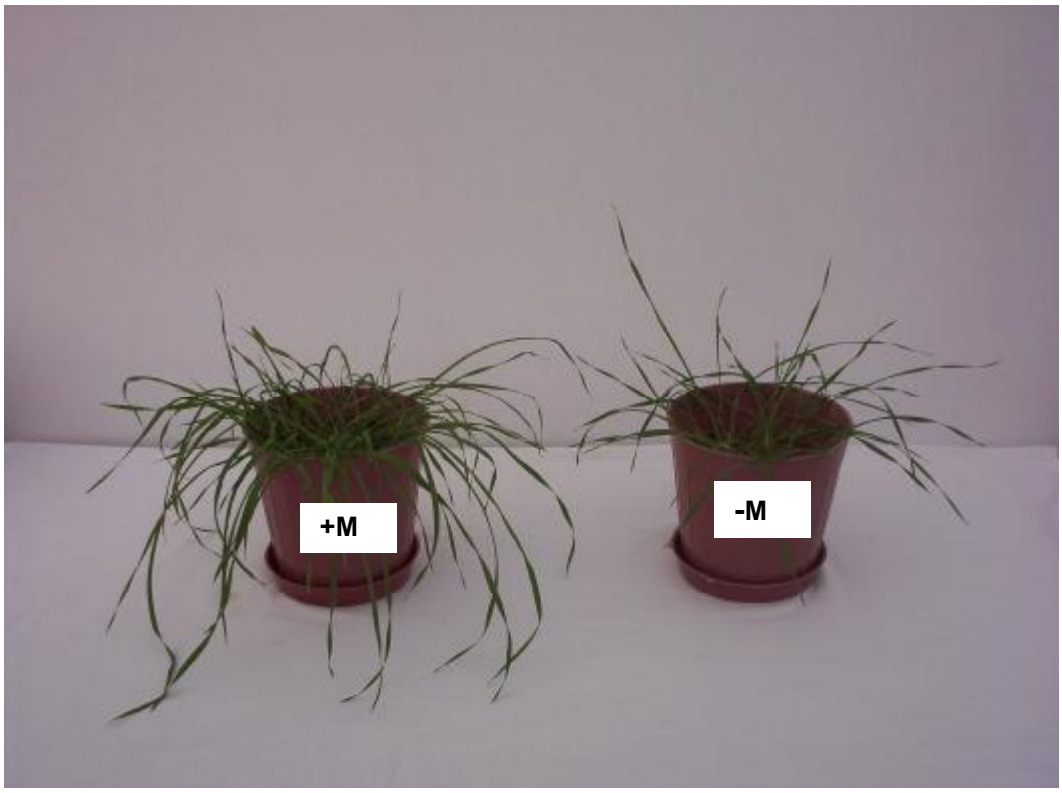
Sap kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (15.44 g/bitki) mikorizasıza (12.07 g/bitki) göre sap kuru madde ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.28 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin sap kuru madde ağırlığı 4.63-19.03 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. monococcum* türünden, en düşük değer ise *Aegilops bicornis* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. urartu,* Yayla-305, Kunduru-1149 ve Capelli çeşidi sap kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, *Aegilops sharonensis,* PI 538659, PI 487253 ve *Aegilops longissima* türü ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin sap kuru madde ağırlığı 7.13-22.90 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. urartu* türünden, en düşük değer ise *Aegilops bicornis* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. monococcum,* Capelli ve Yayla-305 çeşidi sap kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, PI 538659, PI 538680 ve *Aegilops sharonensis* türü ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, sap kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; hekzaploid (14.57) > diploid (12.12) > tetraploid (11.44) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların sap kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 12.17-16.97, 4.63-19.03 ve 9.13-15.33 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Benzer biçimde mikorizalı uygulamada sap kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (17.89) > diploid (16.01) > tetraploid (14.33) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların sap kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 16.00-19.77, 7.13-22.90 ve 9.33-20.07 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu sap kuru madde ağırlığı artışı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 40.0) > tetraploid (% 25.0) > hekzaploid (% 24.0) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların sap kuru madde ağırlığı değişim oranları sırasıyla, % 13.9-96.7, % -2.1-42.7 ve % 16.5-31.5 arasında saptanmıştır.

Sap kuru madde ağırlığı bakımından gerek ploidy düzeyi, gerekse de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Kök kuru madde ağırlığında olduğu gibi, özellikle yabani buğday türlerinin kültür buğday çeşitlerine göre daha yüksek sap kuru madde ağırlığı oluşturmaları vejetasyon süresinin uzunluğuna bağlı olarak topraktaki bitki besin elementlerinden daha iyi yararlanmak için, yabani özelliklerine bağlı olarak oluşturmuş oldukları



Şekil 4.9. Tetraploid yabani buğdaylardan *T. dicoccoides*'den (PI 487253) genel bir görünüm

fazla sayıdaki kardeş sayısı ve buna bağlı olarak ürettikleri sap kuru madde atışından kaynaklanmış olabilir.

Mikorizanın mikorizasız uygulamaya göre genotiplerin sap kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırması (Çizelge 4.32; Şekil 4.9), mikorizanın muhtemelen oluşturmuş olduğu geniş bir absorbe ve kök alanı vasıtasıyla (Marschner ve Dell, 1994) topraktan çözmüş olduğu bitki besin elementleri ve diğer maddelerin alımını arttırması sonucu (Haselwandter ve ark., 1987) kök büyümesindeki artışa bağlı olarak sağlamış olduğu bitki büyüme ve gelişmesinden kaynaklanmış olabilir (Sing ve Kapoor, 1999). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Azcon ve Ocampo (1981)'nın bulgularıyla paralellik göstermesine rağmen, Zhu ve ark., (2001)'nın araştırma sonuçlarından farklı göstermesi, onların çalışmasında kullanılan genotiplerin sadece kültür çeşidi olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.11. Toplam Kuru Madde Ağırlığı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen toplam kuru madde ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'de, toplam kuru madde ağırlığına ilişkin ortalama değerler (g/bitki) ise Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	2776.02	146.11	30.85**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	460.60	460.60	97.24**
G x MU	19	196.98	10.37	2.19**
Hata	80	378.93	4.74	
Genel	119	3812.53		
D.K.	13.44			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.33'den görüldüğü gibi toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Toplam kuru madde ağırlığı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (18.15 g/bitki) mikorizasıza (14.23 g/bitki) göre toplam kuru madde ağırlığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.28 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 5.53-22.80 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. monococcum* türünden, en düşük değer ise *Aegilops bicornis* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. urartu,* Yayla-305 ve *Aegilops speltoides* türü toplam kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, *Aegilops sharonensis,* PI 487253, PI 538659 ve *Aegilops longissima* türü ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin toplam kuru madde ağırlığı 8.13-28.03 g/bitki arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. urartu* türünden, en düşük değer

Çizelge 4.34. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Toplam Kuru Madde Ağırlığına İlişkin Ortalama Değerler (g/bitki)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	13.17 efg	16.80 efg	27.6
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	19.83 ab	22.97 bcd	15.8
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	16.90 bcd	21.83 cd	29.2
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	11.93 fg	15.27 fg	28.0
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	18.03 bc	20.90 de	15.9
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	13.33 d-g	14.87 fgh	11.6
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	14.40 c-f	19.07 def	32.4
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	10.73 fgh	16.60 fg	54.7
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	10.23 gh	14.17 gh	38.5
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	10.43 gh	10.57 hi	1.3
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	11.50 fg	12.67 gh	10.2
HTRI 11497/85	*T.urartu*	22.73 a	28.03 a	23.3
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	22.80 a	26.43 ab	15.9
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	12.97 efg	25.93 abc	99.9
TL01	*Ae. longissima*	10.57 gh	13.57 gh	28.4
TH02	*Ae. sharonensis*	7.33 hi	13.43 gh	83.2
TB01	*Ae. bicornis*	5.53 i	8.13 i	47.0
TS86	*Ae. speltoides*	18.37 b	21.07 d	14.7
TQ17	*Ae. tauschii*	17.23 bc	21.90 cd	27.1
TQ27	*Ae. tauschii*	16.53 b-e	18.73 def	13.3
Hekzaploidlerin Ortalaması		16.50	19.89	21.7
Tetraploidlerin Ortalaması		13.05	16.22	24.7
Diploidlerin Ortalaması		14.90	19.69	39.2
Genel Ortalama		**14.23 B**	**18.15 A**	**30.9**

ise *Aegilops bicornis* türünden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. monococcum, T. boeoticum* ve Yayla-305 çeşidi toplam kuru madde ağırlığı bakımından ilk sıralarda, PI 538659, PI 538680 ve *Aegilops sharonensis* türü ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, toplam kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; hekzaploid (16.50) > diploid (14.90) > tetraploid (13.05) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların toplam kuru madde ağırlıkları sırasıyla, 13.17-19.83, 5.53-22.80 ve 10.23-18.03 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Benzer biçimde mikorizalı uygulamada toplam kuru madde ağırlığı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (19.89) > diploid (19.69) > tetraploid (16.22) olarak saptanmıştır. Hekzaploid, diploid ve tetraploid buğdayların toplam kuru madde ağırlığı sırasıyla, 16.80-22.97, 8.13-28.03 ve 10.57-21.83 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu toplam kuru madde ağırlığı artışı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (% 39.2) > tetraploid (% 24.7) > hekzaploid (% 21.7) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların toplam kuru madde ağırlığı değişim oranları sırasıyla, % 13.3-99.9, % 1.3-54.7 ve % 15.8-27.6 arasında saptanmıştır.

Kök ve sap kuru madde ağırlığında olduğu gibi, toplam kuru madde ağırlığı bakımından da gerek ploidy düzeyinde, gerekse de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar denemede kullanılan genotiplerin kalıtsal özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Hekzaploidlerin en yüksek toplam kuru madde ağırlığı oluşturmaları, belki de denemede kullanılan genotiplerin sadece kültür çeşidi olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.34'den izlendiği üzere, mikorizanın mikorizasız uygulamaya göre tüm genotiplerde toplam kuru madde ağırlığını önemli düzeyde arttırdığı görülmektedir (Marchner ve Dell, 1994; Tarafdar ve Marschner, 1994, 1995; Marchner, 1995). Bu durum mikorizanın muhtemelen kök ve sap kuru madde ağırlıklarına bağlı olarak, kök salgıları (Sun ve Fries, 1992) ve konukçu bitkinin kimyasal bileşenleri (Fries, 1989) vasıtasıyla sağlamış olduğu büyüme ve gelişme artışlarından kaynaklanmış olabilir (Şekil 4.10 ve 4.11). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Hetrick ve ark., (1992 ve 1995)'nın araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.10. Diploid buğdaylardan *T.monococcum* ssp. *boeoticum'*dan genel bir görünüm



Şekil 4.11. Diploid buğdaylardan *Ae. tauschii'*den (TQ17) genel bir görünüm

4.2.12. Mikorizaya Bağımlılık

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen mikorizaya bağımlılığa ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'de, mikorizaya bağımlılığa ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip	19	8410.72	442.67	2.07*
Tekerrür	2	101.35	50.67	
Hata	38	7429.14	195.50	
Genel	59	15941.22		
D.K.	27.97			

* : P≤0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.35'den görüldüğü gibi mikorizaya bağımlılık bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.05) önemli bulunmuştur.

Mikorizaya bağımlılık bakımından genotiplerin ortalaması % -0.10-50.0 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. boeoticum* hattından, en düşük değer ise PI 538659 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops sharonensis*, PI 428132 ve *Aegilops bicornis* türü mikorizaya bağımlılık bakımından ilk sıralarda, PI 538680 ve 17902 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, mikorizaya bağımlılık bakımından türlerin sıralanışı; diploid (% 24.8) > hekzaploid (% 17.3) > tetraploid (% 17.1) biçiminde bulunmuştur. Diploid, hekzaploid ve tetraploid buğdayların mikorizaya bağımlılıkları sırasıyla, % 11.5-50.0, % 13.4-21.2 ve % -0.10-35.4 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.36'dan görüldüğü gibi, genotiplerin ortalamasına göre makarnalık buğdaylar (% 18.9) ekmeklik buğdaylardan (% 17.3) biraz daha yüksek düzeyde generatif mikorizaya bağımlılık göstermişlerdir (Suvercha ve Mukerji, 1988). Yabani

Çizelge 4.36. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılığa İlişkin Ortalama Değerler (%)

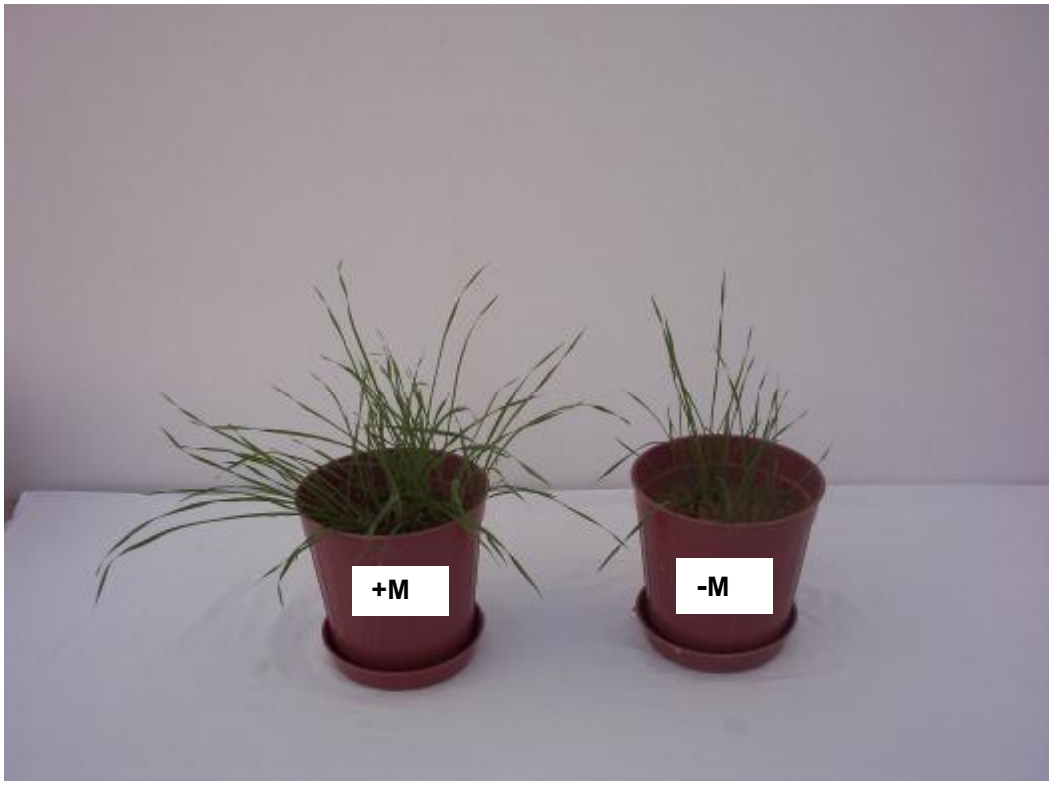
Kod No	Genotip	Mikorizaya Bağımlılık
E-1	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Adana-99	21.2 b-e
E-7	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Yayla-305	13.4 cde
M-2	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Capelli	22.2 b-e
M-4	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Dicle-74	20.7 b-e
M-5	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	13.4 cde
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	8.5 cde
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	23.2 b-e
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	35.4 abc
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	25.0 a-e
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	-0.10 e
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	5.77 de
HTRI 11497/85	*T.urartu*	18.8 b-e
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	13.1 cde
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	50.0 a
TL01	*Ae. longissima*	22.3 b-e
TH02	*Ae. sharonensis*	42.1 ab
TB01	*Ae. bicornis*	31.3 a-d
TS86	*Ae. speltoides*	12.2 cde
TQ17	*Ae. tauschii*	21.7 b-e
TQ27	*Ae. tauschii*	11.5 cde
Hekzaploidlerin Ortalaması		17.3
Tetraploidlerin Ortalaması		17.1
Diploidlerin Ortalaması		24.8
Genel Ortalama		**20.6**

Gernik hatların (ssp. *dicoccoides*) ortalaması % 16.3 bulunmasına rağmen, % -10.0-35.4 arasında geniş bir varyasyon göstermişlerdir. Bu da muhtemelen denemede kullanılan hatların değişik ekolojik ve genetik yapıya sahip olmalarından

kaynaklanmış olabilir. Bu çalışmada diploid türler ve özellikle *Aegilops* türleri vejetatif mikorizaya bağımlılıkta olduğu gibi en yüksek düzeyde generatif mikorizaya bağımlılık göstermişlerdir. Denemede kullanılan tüm genotiplerin ortalamasına göre, generatif mikorizaya bağımlılık (% 20.6) vejetatif mikorizaya bağımlılıktan (% 77.5, bkz Çizelge 4.8) daha düşük bulunmuştur. Bu muhtemelen mikorizanın genetik yapısıyla ilişkili olabilir. Buna ilave olarak, yüksek düzeyde vejetatif mikorizaya bağımlılık gösteren bazı genotipler, benzer biçimde yüksek düzeyde generatif mikorizaya bağımlılık gösterirken diğer bazı genotiplerde ise bunun tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Mikorizaya bağımlılık kalıtsal bir özellik olması nedeniyle, bağımlılık görülmesi mikorizaya bağımlı genlerle ilişkili olmasına rağmen, bazı genotiplerin mikorizal depresyon göstermesi ise mikorizaya bağımlılığı sağlayan genlerin eksikliğinden kaynaklanmış olabilir (Madjo ve Herdik, 1986; Hetrick ve ark., 1992). Çünkü bağımlılık gösteren genotiplerde biomas artışı sağlanmasına karşın (Şekil 4.12 ve 4.13), büyüme depresyonu gösteren genotiplerde ise biomasta azalma görülmektedir. Bu araştırma sonucunda, ssp. *dicoccoides* (PI 428086), ssp. *boeoticum*, *Ae. longissima*, *Ae. sharonensis*, *Ae. bicornis* ve *Ae. tauschii* (TQ17) hem yüksek düzeyde mikorizaya bağımlılık, hem de benzer biçimde yüksek düzeyde büyüme tepkileri göstermeleri nedeniyle (bkz Çizelge 4.8, 4.10, 4.36 ve 4.38) bitki ıslah programlarında mikorizaya olumlu tepki veren kültür buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde yabani gen kaynağı olarak kullanılabilirler. Sonuç itibariyle gerek ploidy düzeyine bağlı olarak, gerekse de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar kalıtsal özelliklerden kaynaklanmış olabilir (Azcon ve Ocampo, 1981; Kapulnik ve Kushnir, 1991; Hetrick ve ark., 1992, 1993 ve 1995; Zhu ve ark., 2001). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Hetrick ve ark., (1992) ve Kapulnik ve Kushnir (1991)'in araştırma bulgularıyla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.12. Diploid buğdaylardan *T. monococcum* ssp *boeoticum*'dan genel bir görünüm



Şekil 4.13. Diploid buğdaylardan *Ae. sharonensis*'den genel bir görünüm

4.2.13. Büyüme Tepkisi

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen büyüme tepkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de, büyüme tepkisine ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip	19	35484.88	1867.63	2.88**
Tekerrür	2	110.71	55.35	
Hata	38	22353.59	588.25	
Genel	59	57949.18		
D.K.	25.86			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.37'den görüldüğü gibi büyüme tepkisi bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Büyüme tepkisi bakımından genotiplerin ortalaması % 3.2-101.7 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *T. boeoticum* hattından, en düşük değer ise PI 538659 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops sharonensis*, PI 428132 ve *Aegilops bicornis* türü büyüme tepkisi bakımından ilk sıralarda, PI 538680 ve 17902 hatları ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, büyüme tepkisi bakımından türlerin sıralanışı; diploid (% 40.3) > tetraploid (% 25.6) > hekzaploid (% 23.0) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların büyüme tepkisi sırasıyla, % 15.0-101.7, % 3.2-55.9 ve % 17.2-28.7 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.38'den izlendiği üzere, genotiplerin ortalamasına göre makarnalık buğdaylar (% 25.9) ekmeklik buğdaylardan (% 23.0) biraz daha yüksek düzeyde generatif büyüme tepkisi göstermişlerdir. Yabani Gernik hatların (ssp. *dicoccoides*)

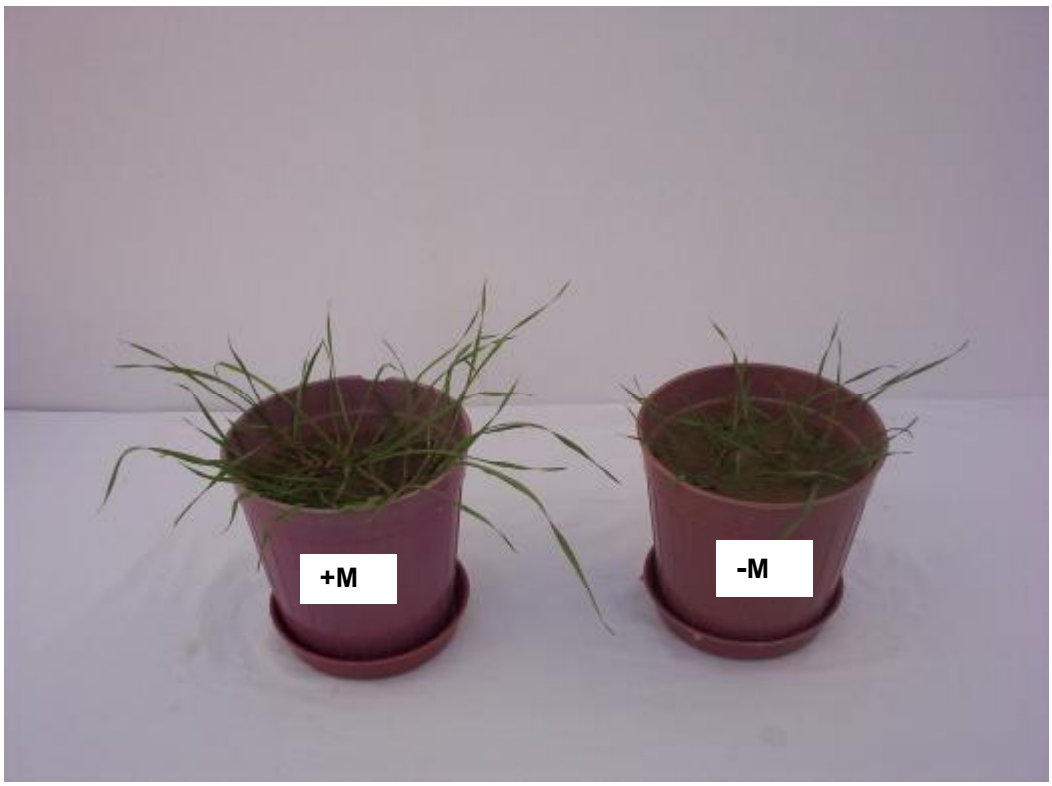
Çizelge 4.38. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Büyüme Tepkisine İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	Büyüme Tepkisi
E-1	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Adana-99	28.7 cd
E-7	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Yayla-305	17.2 cd
M-2	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Capelli	30.6 cd
M-4	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Dicle-74	31.1 cd
M-5	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	15.9 cd
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	12.0 cd
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	33.2 cd
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	55.9 bc
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	40.2 cd
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	3.2 d
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	8.7 cd
HTRI 11497/85	*T.urartu*	23.9 cd
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	15.9 cd
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	101.7 a
TL01	*Ae. longissima*	28.9 cd
TH02	*Ae. sharonensis*	86.0 ab
TB01	*Ae. bicornis*	47.4 bcd
TS86	*Ae. speltoides*	15.0 cd
TQ17	*Ae. tauschii*	28.7 cd
TQ27	*Ae. tauschii*	15.5 cd
Hekzaploidlerin Ortalaması		23.0
Tetraploidlerin Ortalaması		25.6
Diploidlerin Ortalaması		40.3
Genel Ortalama		**32.0**

ortalaması % 25.5 bulunmasına rağmen, % 3.2-55.9 arasında geniş bir varyasyon göstermişlerdir. Bu da muhtemelen denemede kullanılan hatların değişik eko-coğrafik ve genetik yapıya sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir. Bu çalışmada



Şekil 4.14. Diploid buğdaylardan *Ae. bicornis*'den genel bir görünüm



Şekil 4.15. Diploid buğdaylardan *Ae. longissima*'dan genel bir görünüm

diploid türler ve özellikle *Aegilops* türleri vejetatif büyüme tepkisinde olduğu gibi en yüksek düzeyde generatif büyüme tepkisi göstermişlerdir (Şekil 4.14 ve 4.15). Denemede kullanılan tüm genotiplerin ortalamasına göre, generatif büyüme tepkisi (% 32.0) vejetatif büyüme tepkisinden (% 466.7, bkz Çizelge 4.10) daha düşük bulunmuştur. Bu muhtemelen mikorizanın genetik yapısıyla ilişkili olabilir. Buna ilave olarak, yüksek düzeyde vejetatif büyüme tepkisi gösteren bazı genotipler, benzer biçimde yüksek düzeyde generatif büyüme tepkisi gösterirken diğer bazı genotiplerde ise bunun tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Mikorizaya bağımlılıkta olduğu gibi büyüme tepkisinin kalıtsal bir özellik olması nedeniyle, bağımlılık ve buna bağlı olarak büyüme tepkisi görülmesi mikorizaya bağımlı genlerle ilişkili olabilir. Nitekim mikorizaya bağımlılık ile büyüme tepkisi arasında olumlu bir ilişki olduğu açıktır. Bu çalışmada hem ploidy düzeyine bağlı olarak, hem de tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar kalıtsal özelliklerden kaynaklanmış olabilir (Azcon ve Ocampo, 1981; Kapulnik ve Kushnir, 1991; Hetrick ve ark., 1992, 1993 ve 1995; Zhu ve ark., 2001). Bu özelliğe ilişkin araştırma bulguları Hetrick ve ark., (1992)'nın araştırma bulgularıyla benzerlik, ancak aynı araştırıcıların diğer bir çalışmasından (Hetrick ve ark., 1993) farklılık göstermesi, denemede kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.14. Kök İnfeksiyonu

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen kök infeksiyonuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39'da, kök infeksiyonuna ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip	19	1351.67	71.14	2.73**
Tekerrür	2	103.33	51.67	
Hata	38	963.33	25.35	
Genel	59	2418.33		
D.K.	9.65			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.40. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Kök İnfeksiyonuna İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	Kök İnfeksiyonu
E-1	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Adana-99	50.0 abc
E-7	*T.aestivum* ssp *aestivum* cv. Yayla-305	46.7 bc
M-2	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Capelli	43.3 c
M-4	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Dicle-74	50.0 abc
M-5	*T.turgidum* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	43.3 c
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	50.0 abc
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	60.0 a
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	56.7 a
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	53.3 ab
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	50.0 abc
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	50.0 abc
HTRI 11497/85	*T.urartu*	53.3 ab
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	53.3 ab
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	60.0 a
TL01	*Ae. longissima*	53.3 ab
TH02	*Ae. sharonensis*	60.0 a
TB01	*Ae. bicornis*	50.0 abc
TS86	*Ae. speltoides*	50.0 abc
TQ17	*Ae. tauschii*	53.3 ab
TQ27	*Ae. tauschii*	56.7 ab
Hekzaploidlerin Ortalaması		48.4
Tetraploidlerin Ortalaması		50.7
Diploidlerin Ortalaması		54.4
Genel Ortalama		**52.2**

Çizelge 4.39'dan görüldüğü gibi kök infeksiyonu bakımından genotipler arasındaki fark istatistiki olarak (P≤0.01) önemli bulunmuştur.

Mikorizasız tüm bitkilerde kök infeksiyonuna rastlanılmamasına karşın, mikorizalı bitkilerde ise kök infeksiyonu bakımından genotiplerin ortalaması % 43.3-

60.0 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Ae. sharonensis* hattından, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *ssp. boeoticum,* , PI 428086, PI 428132 ve *Aegilops tauschii* (TQ27) türü kök infeksiyonu bakımından ilk sıralarda, Kunduru-1149, Adana-99 ve Yayla-305 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, kök infeksiyonu bakımından türlerin sıralanışı; diploid (% 54.4) > tetraploid (% 50.7) > hekzaploid (% 48.4) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların kök infeksiyonu sırasıyla, % 50.0-60.0, % 43.3-60.0 ve % 46.7-50.0 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.40'dan izlendiği üzere kök infeksiyonu bakımından tür içi ve türler arasında görünen farklılıklar kalıtsal özelliklerden kaynaklanmış olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları, Hetrick ve ark., (1992, 1995)'nın araştırma sonuçlarının bazılarıyla benzerlik, bazılarıyla ise farklılık göstermesi denemede kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.15. Fosfor Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen fosfor alımına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41'de, fosfor alımına ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Fosfor Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	0.6022	0.0317	20.91**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	0.0472	0.0472	31.14**
G x MU	19	0.0850	0.0045	2.95**
Hata	80	0.1213	0.0015	
Genel	119	0.8556		
D.K.	10.28			

*** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.42. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Fosfor Alımına İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	0.23 k	0.27 g	17.4
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.29 g-k	0.36 ef	24.1
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	0.25 ijk	0.33 fg	32.0
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.32 fgh	0.28 g	-12.5
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	0.34 d-h	0.27 g	-20.6
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.43 bc	0.50 a	16.3
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.24 jk	0.41 b-e	70.8
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.38 c-f	0.39 def	2.6
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.43 bc	0.47 abc	9.3
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.46 ab	0.48 ab	4.3
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.44 bc	0.50 a	13.7
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.35 d-g	0.46 abc	31.4
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.33 e-h	0.40 c-f	21.2
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.39 b-f	0.46 a-d	17.9
TL01	*Ae. longissima*	0.41 bcd	0.42 b-e	2.4
TH02	*Ae. sharonensis*	0.41 bcd	0.42 b-e	2.4
TB01	*Ae. bicornis*	0.39 b-e	0.37 ef	-5.1
TS86	*Ae. speltoides*	0.51 a	0.51 a	0.0
TQ17	*Ae. tauschii*	0.30 g-j	0.34 efg	13.3
TQ27	*Ae. tauschii*	0.28 h-k	0.35 ef	25.0
Hekzaploidlerin Ortalaması		0.26	0.32	20.8
Tetraploidlerin Ortalaması		0.37	0.40	12.9
Diploidlerin Ortalaması		0.37	0.41	12.1
Genel Ortalama		**0.36 B**	**0.40 A**	**13.3**

Çizelge 4.41'den görüldüğü gibi fosfor alımı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak ($P \leq 0.01$) önemli bulunmuştur.

Fosfor alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (% 0.40) mikorizasıza (% 0.36) göre fosfor alımını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.11 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin fosfor alımı % 0.29-0.51 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Adana-99 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında PI 538659, PI 538680, 17902 ve PI 487253 hatları fosfor alımı bakımından ilk sıralarda, PI 428086, Capelli, *Aegilops tauschii* (TQ17) ve Yayla-305 çeşidi ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin fosfor alımı % 0.27-0.51 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Adana-99 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında PI 538680, 17902, PI 538659 ve PI 487253 hatları fosfor alımını bakımından ilk sıralarda, Kunduru 1149, Dicle-74 ve Capelli çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, fosfor alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (0.37) > tetraploid (0.37) > hekzaploid (0.26) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların fosfor alımı sırasıyla, 0.28-0.51, 0.24-0.46 ve 0.23-0.29 arasında değişim göstermiştir. Benzer biçimde mikorizalı uygulamada fosfor alımı bakımından türlerin sıralanışı; diploid (0.41) > tetraploid (0.40) > hekzaploid (0.32) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların fosfor alımı sırasıyla, 0.34-0.51, 0.27-0.50 ve 0.27-0.36 arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu fosfor alımı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (% 20.8) > tetraploid (% 12.9) > diploid (% 12.1) > biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların fosfor alımı sırasıyla, % 17.4-24.1, % -20.6-70.8 ve % -5.1-31.4 arasında saptanmıştır.

Çizelge 4.42'den izlendiği üzere, tetraploid ve diploid yabani buğday türlerinin makarnalık ve ekmeklik kültür çeşitlerinden daha yüksek düzeyde fosfor alımı sağladıkları görülmektedir. Bu durum, muhtemelen onların yabani özelliklerine bağlı olarak kalıtsal özellikleri nedeniyle sağlamış oldukları bitki besin alımını artırıcı özelliklerinden kaynaklanmış olabilir.

Mikorizanın 4 genotip dışında tüm genotiplerde fosfor alımını arttırması, mikorizanın kök bölgesinde oluşturmuş olduğu hifler vasıtasıyla besin alımını arttırıcı etkisi nedeniyle olmuş olabilir (Marchner ve Dell, 1994). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Taraftar ve Marschner (1995), Srivastava ve ark., (1996), Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998), Zhu ve Smith (2001) ve Zhu ve ark., (2001)'nın bulgularını desteklemektedir..

4.2.16. Potasyum Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen potasyum alımına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43'de, potasyum alımına ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Potasyum Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	0.5771	0.0304	9.52**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	0.0126	0.0126	$3.95^{öd}$
G x MU	19	0.0935	0.0049	$1.54^{öd}$
Hata	80	0.2551	0.0032	
Genel	119	0.9384		
D.K.	11.67			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil

Çizelge 4.43'den görüldüğü gibi potasyum alımı bakımından genotipler arasındaki fark önemli (P≤0.01) bulunmasına rağmen, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Potasyum alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (% 0.49) mikorizasıza (% 0.47) göre potasyum alımını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırmadığı görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin potasyum alımı % 0.30-0.62 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise *Aegilops tauschii* (TQ27) hattından elde edilmiştir. Bunun yanında Kunduru 1149,

Çizelge 4.44. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Potasyum Alımına İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	0.42 e-h	0.46 c-g	9.5
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.49 b-f	0.58 abc	18.4
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	0.47 b-f	0.45 d-g	-4.3
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.40 fgh	0.55 a-e	37.5
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	0.55 ab	0.48 b-f	-12.7
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.55 ab	0.59 ab	7.3
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.46 c-f	0.51 b-f	10.9
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.45 d-g	0.45 d-g	0.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.49 b-f	0.51 b-f	4.1
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.50 b-e	0.57 a-d	14.0
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.55 abc	0.56 a-d	1.8
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.50 b-e	0.47 b-f	-6.0
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.46 b-f	0.40 fg	-13.0
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.53 bcd	0.43 efg	-18.9
TL01	*Ae. longissima*	0.49 b-f	0.50 b-f	2.0
TH02	*Ae. sharonensis*	0.51 b-e	0.54 b-e	5.9
TB01	*Ae. bicornis*	0.37 ghi	0.41 fg	10.8
TS86	*Ae. speltoides*	0.62 a	0.66 a	6.5
TQ17	*Ae. tauschii*	0.36 hi	0.40 fg	11.1
TQ27	*Ae. tauschii*	0.30 i	0.35 g	16.7
Hekzaploidlerin Ortalaması		0.46	0.52	14.0
Tetraploidlerin Ortalaması		0.49	0.52	6.4
Diploidlerin Ortalaması		0.46	0.46	1.9
Genel Ortalama		**0.47**	**0.49**	**5.1**

17902 ve PI 538680 hatları potasyum alımını bakımından ilk sıralarda, *Aegilops tauschii* (TQ17), *Aegilops bicornis* ve Dicle-74 çeşidi ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin potasyum alımı % 0.35-0.66 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise

Aegilops tauschii (TQ27) hattından elde edilmiştir. Bunun yanında 17902, Yayla-305, PI 538659 ve PI 538680 hatları potasyum alımını bakımından ilk sıralarda, *Aegilops tauschii* (TQ17), *T. monococcum* ve *Aegilops bicornis* türleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, potasyum alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; tetraploid (0.49) > diploid (0.46) > hekzaploid (0.45) biçiminde bulunmuştur. Tetraploid, diploid ve hekzaploid buğdayların potasyum alımı sırasıyla, 0.40-0.55, 0.30-0.62 ve 0.42-0.49 arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada ise potasyum alımı bakımından türlerin sıralanışı, hekzaploid (0.52) = tetraploid (0.52) > diploid (0.46) biçiminde bulunmuştur. Hekzaploid, tetraploid ve diploid buğdayların potasyum alımı sırasıyla, 0.46-0.58, 0.45-0.59, 0.35-0.66 arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması denemede kullanılan 20 genotipten 16'sında potasyum alımını arttırıcı etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.44'den izlendiği üzere, kültür ve yabani buğday türlerinin potasyum alımları birbirlerine yakın bulunmuştur. Mikorizanın 20 genotipten 14'ünün potasyum alımını arttırmasına rağmen, tüm genotiplerin ortalaması arasında önemli bir fark bulunmaması, mikorizanın potasyum alımına ilişkin genetik yapısı ve potasyumun taşınma mekanizmasıyla ilişkili olabilir. Anılan özelliğe ilişkin araştırma sonuçları, Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulguları ile benzerlik göstermesine rağmen, Marschner ve Dell (1994)'in bulguları ile farklılıklar göstermektedir.

4.2.17. Magnezyum Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen magnezyum alımına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.45'de, magnezyum alımına ilişkin ortalama değerler (%) ise Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Magnezyum Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	0.2009	0.0106	36.78**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	0.0007	0.0007	$2.44^{öd}$
G x MU	19	0.0086	0.0005	$1.58^{öd}$
Hata	80	0.0230	0.0003	
Genel	119	0.2333		
D.K.	10.47			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil

Çizelge 4.45'den görüldüğü gibi potasyum alımı bakımından genotipler arasındaki fark önemli (P≤0.01) bulunmasına rağmen, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Magnezyum alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (% 0.16) mikorizasıza (% 0.16) göre magnezyum alımını istatistiki olarak arttırmadığı görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin magnezyum alımı % 0.12-0.24 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops sharonensis* türünden, en düşük değer ise Kunduru 1149 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops bicornis, Aegilops speltoides* ve *Aegilops longissima* türleri magnezyum alımını bakımından ilk sıralarda, Adana-99 ve Dicle-74 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin magnezyum alımı % 0.11-0.26 arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops sharonensis* türünden, en düşük değer ise Adana-99 çeşidinden edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops longissima, Aegilops speltoides* ve *Aegilops bicornis* türleri magnezyum alımını bakımından ilk sıralarda, Capelli, Kunduru 1149 ve Dicle-74 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, magnezyum alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (0.18) > tetraploid (0.15) > hekzaploid (0.13) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların magnezyum alımı sırasıyla, 0.14-24.0, 0.12-0.17 ve 0.12-0.13, arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada ise magnezyum alımı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (0.18) > tetraploid (0.15) >

Çizelge 4.46. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Magnezyum Alımına İlişkin Ortalama Değerler (%)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	0.12 d	0.11 g	-8.3
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	0.13 cd	0.13 fg	0.0
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	0.12 cd	0.11 g	-8.3
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	0.12 d	0.12 g	0.0
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	0.12 d	0.12 g	0.0
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.17 b	0.16 de	-5.9
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.12 cd	0.16 de	33.3
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.16 bc	0.17 de	6.3
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.17 b	0.19 c	11.8
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.17 b	0.17 de	0.0
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	0.17 b	0.18 cd	5.9
HTRI 11497/85	*T.urartu*	0.14 bcd	0.13 fg	-7.1
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	0.14 bcd	0.13 fg	-7.1
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	0.17 b	0.13 fg	-23.5
TL01	*Ae. longissima*	0.22 a	0.24 ab	9.1
TH02	*Ae. sharonensis*	0.24 a	0.26 a	8.3
TB01	*Ae. bicornis*	0.22 a	0.23 b	4.5
TS86	*Ae. speltoides*	0.22 a	0.24 ab	9.1
TQ17	*Ae. tauschii*	0.14 bcd	0.15 ef	7.1
TQ27	*Ae. tauschii*	0.14 bcd	0.15 ef	7.1
Hekzaploidlerin Ortalaması		0.13	0.12	-4.2
Tetraploidlerin Ortalaması		0.15	0.15	4.8
Diploidlerin Ortalaması		0.18	0.18	0.8
Genel Ortalama		**0.16**	**0.16**	**2.1**

hekzaploid (0.12) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların magnezyum alımı sırasıyla, 0.13-0.26, 0.11-0.19, 0.11-0.13 arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması denemede kullanılan 20 genotipten 10'nunda magnezyum alımını arttırıcı etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.46'dan izlendiği üzere, yabani tetraploid ve diploid buğdayların kültür çeşitlerinden daha yüksek magnezyum alımı sağlamaları onların yabani özelliklerine bağlı kalıtsal özellikleriyle ilişkili olabilir.

Mikoriza uygulamasının birçok genotipte mikorizasız uygulamaya benzer magnezyum alımı sağlaması, mikorizanın magnezyum alımına ilişkin genetiksel yapısıyla ve magnezyumun taşınma mekanizmasıyla ilişkili olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları, Azcon ve Ocampo (1981) ve Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulgularıyla benzerlik, Marschner ve Dell (1194)'in araştırma sonuçları ile ise farklılık göstermektedir.

4.2.18. Çinko Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen çinko alımına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47'de, çinko alımına ilişkin ortalama değerler (ppm) ise Çizelge 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Çinko Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	15907.31	837.23	41.17**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	231.27	231.27	11.37**
G x MU	19	1483.12	78.06	3.84**
Hata	80	1626.73	20.33	
Genel	119	19248.23		
D.K.	8.98			

** : P≤0.001 düzeyinde önemli

Çizelge 4.47'den görüldüğü gibi çinko alımı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu (P≤0.01) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çinko alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (51.59) mikorizasıza (48.82) göre çinko alımını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı (1.06 kat) görülmektedir.

Çizelge 4.48. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Çinko Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	35.77 fg	35.20 ij	-1.6
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	39.13 efg	39.97 hij	2.1
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	34.63 g	34.73 j	0.3
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	37.67 fg	39.67 hij	5.3
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	39.40 efg	43.27 fgh	9.8
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	45.23 def	57.57 c	27.3
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	37.90 fg	51.80 cde	36.7
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	44.90 def	56.13 cd	25.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	44.00 d-g	40.40 hij	-8.2
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	55.90 bc	49.70 def	-11.1
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	53.07 bcd	54.83 cde	3.3
HTRI 11497/85	*T.urartu*	61.03 b	48.50 efg	-20.5
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	52.03 bcd	51.80 cde	-0.4
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	74.03 a	68.73 b	-7.2
TL01	*Ae. longissima*	55.20 bc	71.17 b	28.9
TH02	*Ae. sharonensis*	42.47 efg	49.20 def	15.8
TB01	*Ae. bicornis*	59.60 b	69.23 b	16.2
TS86	*Ae. speltoides*	77.87 a	78.53 a	0.8
TQ17	*Ae. tauschii*	48.67 cde	49.40 def	1.5
TQ27	*Ae. tauschii*	37.80 fg	42.00 ghi	11.1
Hekzaploidlerin Ortalaması		37.45	37.59	0.3
Tetraploidlerin Ortalaması		43.63	47.57	9.8
Diploidlerin Ortalaması		56.52	58.73	5.1
Genel Ortalama		**48.82 B**	**51.59 A**	**6.8**

Mikorizasız koşullarda genotiplerin çinko alımı 34.63-77.87 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *T. boeoticum, T. urartu* ve

Aegilops bicornis türleri çinko alımını bakımından ilk sıralarda, Adana-99 ve Dicle-74 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin çinko alımı 34.73-78.53 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops longissima, Aegilops bicornis* ve *T. boeoticum* türleri çinko alımını bakımından ilk sıralarda, Adana-99, Dicle-74 ve Yayla-305 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, çinko alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (56.52) > tetraploid (43.63) > hekzaploid (37.45) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların çinko alımı sırasıyla, 37.80-77.87, 34.63-55.90 ve 35.77-39.13 arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da çinko alımı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (58.73) > tetraploid (47.57) > hekzaploid (37.59) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların çinko alımı sırasıyla, 42.00-78.53, 34.73-57.57, 35.20-39.97 arasında değişim göstermişlerdir. Mikoriza uygulamasının sağlamış olduğu çinko alımı artışı bakımından türlerin sıralanışı, tetraploid (% 9.8) > diploid (% 5.1) > hekzaploid (% 0.3) > biçiminde bulunmuştur.

Çizelge 4.48'den izlendiği üzere, yabani tetraploid ve diploid buğdayların kültür çeşitlerinden daha yüksek çinko alımı sağlamaları, onların yabani özelliklerine bağlı olarak kalıtsal özellikleri nedeniyle yüksek düzeyde besin alımı sağlamalarıyla ilişkili olabilir. Tüm genotiplerin ortalamasına göre mikorizanın çinko alımını arttırması, onun besin alımını artırıcı besleyici işleviyle ilgili olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Marchner ve Dell (1994)'in bulgularıyla benzerlik göstermesine rağmen, Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulgularıyla uyumsuzluk göstermesi, onların çalışmasında kullanılan genotiplerin sadece kültür çeşidi olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.19. Demir Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen demir alımına ilişkin varyans analiz

sonuçları Çizelge 4.49'da, demir alımına ilişkin ortalama değerler (ppm) ise Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Demir Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	43219.91	2274.73	34.62**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	204.89	204.89	3.12^{öd}
G x MU	19	2792.95	146.99	2.24**
Hata	80	5255.97	65.70	
Genel	119	51473.71		
D.K.	13.85			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli; ^{öd} : önemli değil

Çizelge 4.49'dan görüldüğü gibi demir alımı bakımından genotip ve genotip x uygulama interaksiyonu (P≤0.01) istatistiksel olarak önemli bulunmasına karşın, uygulama önemsiz bulunmuştur.

Demir alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (59.84) mikorizasıza (57.22) göre demir alımını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırmadığı görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin demir alımı 30.70-91.30 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops bicornis* türünden, en düşük değer ise Dicle-74 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops speltoides* ve PI 538680 hattı demir alımı bakımından ilk sıralarda, Capelli, Yayla-305, Kunduru 1149 ve Adana-99 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin demir alımı 30.43-110-50 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında PI 538680, *Aegilops bicornis* ve *Aegilops sharonensis* türleri demir alımı bakımından ilk sıralarda, Dicle-74, Kunduru 1149, Adana-99 ve Yayla-305 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, demir alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (68.56) > tetraploid (50.03) > hekzaploid (38.57) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid

Çizelge 4.50. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Demir Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	41.23 ghi	35.67 hij	-13.5
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	35.90 hi	40.03 g-j	11.5
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	35.70 hi	30.43 j	-14.8
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	30.70 i	31.83 ij	3.7
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	39.33 ghi	32.50 ij	-17.4
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	52.27 efg	65.97 def	26.2
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	43.60 f-i	49.80 fgh	14.2
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	47.30 fgh	51.57 fgh	9.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	56.80 ef	65.47 def	15.3
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	60.70 de	54.80 gf	-9.7
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	83.90 ab	96.97 ab	15.6
HTRI 11497/85	*T.urartu*	63.87 cde	48.53 f-i	-24.0
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	56.83 ef	49.57 fgh	-12.8
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	55.00 ef	54.60 fg	-0.7
TL01	*Ae. longissima*	72.37 bcd	72.13 de	-0.3
TH02	*Ae. sharonensis*	62.43 cde	81.20 bcd	30.1
TB01	*Ae. bicornis*	91.30 a	89.87 bc	-1.6
TS86	*Ae. speltoides*	84.13 ab	110.50 a	31.3
TQ17	*Ae. tauschii*	74.90 bc	75.70 cde	1.1
TQ27	*Ae. tauschii*	56.20 ef	59.60 ef	6.0
Hekzaploidlerin Ortalaması		38.57	37.85	-1.0
Tetraploidlerin Ortalaması		50.03	53.26	4.7
Diploidlerin Ortalaması		68.56	71.30	3.2
Genel Ortalama		**57.22**	**59.84**	**3.5**

ve hekzaploid buğdayların demir alımı sırasıyla, 55.00-91.30, 30.70-83.90 ve 35.90-41.23 arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da demir alımı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (71.30) > tetraploid (53.26) > hekzaploid

(37.85) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların demir alımı sırasıyla, 48.53-110.50, 30.43-96.97, 35.67-40.03 arasında değişim göstermiştir. Mikoriza uygulaması denemede kullanılan 20 genotipten ancak 11'inde demir alımı bakımında artışlar sağlamıştır.

Çizelge 4.50'den izlendiği üzere, yabani tetraploid ve diploid buğdayların kültür çeşitlerinden daha yüksek demir alımı sağlamaları onların yabani özelliklerine bağlı olarak kalıtsal özellikleri nedeniyle yüksek düzeyde besin alımı sağlamalarıyla ilişkili olabilir.

Tüm genotiplerin ortalamasına göre mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli bulunmaması, mikorizanın demir alımına ilişkin kalıtsal özelliği ve demirin taşınma mekanizmasıyla ilişkili olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları, Marchner ve Dell (1994) ve Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

4.2.20. Mangan Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen mangan alımına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51'de, mangan alımına ilişkin ortalama değerler (ppm) ise Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mangan Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	35717.14	1879.85	98.83**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	221.41	221.41	11.64**
G x MU	19	1058.26	55.70	2.93**
Hata	80	1521.69	19.02	
Genel	119	38518.50		
D.K.	8.73			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.52. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mangan Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	37.03 f	30.20 i	-18.4
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	37.20 f	35.03 hi	-5.8
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	37.80 f	27.73 i	-26.6
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	38.97 f	31.47 hi	-19.2
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	38.63 f	32.27 hi	-16.5
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	41.33 f	34.03 hi	-17.7
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	28.40 g	34.10 hi	20.1
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	37.60 f	38.10 gh	1.3
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	42.07 f	43.00 fg	2.2
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	40.50 f	46.30 ef	14.3
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	64.53 bc	52.37 de	-18.8
HTRI 11497/85	*T.urartu*	53.50 de	50.40 def	-5.8
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	56.40 de	47.83 ef	-15.2
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	60.10 cd	60.80 c	1.2
TL01	*Ae. longissima*	56.00 de	56.07 cd	0.1
TH02	*Ae. sharonensis*	67.37 bc	57.23 cd	-15.0
TB01	*Ae. bicornis*	50.60 e	53.40 cde	5.5
TS86	*Ae. speltoides*	99.40 a	109.40 a	10.1
TQ17	*Ae. tauschii*	72.30 b	72.07 b	-0.3
TQ27	*Ae. tauschii*	66.70 bc	60.30 c	-9.6
Hekzaploidlerin Ortalaması		37.12	32.62	-12.2
Tetraploidlerin Ortalaması		41.09	37.71	-6.9
Diploidlerin Ortalaması		64.71	63.06	-3.2
Genel Ortalama		**51.32 A**	**48.61 B**	**-5.7**

Çizelge 4.51'den görüldüğü gibi mangan alımı bakımından genotip, uygulama ve genotip x uygulama interaksiyonu (P≤0.01) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Mangan alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (48.61) mikorizasıza (51.32) göre mangan alımını istatistiki olarak önemli düzeyde azalttığı (0.95 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin mangan alımı 28.40-99.40 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise PI 428086 hattından elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops tauschii* (TQ17 ve TQ27) ve *Aegilops sharonensis* türleri mangan alımı bakımından ilk sıralarda, Adana-99 ve Yayla-305 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin mangan alımı 27.73-109.40 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops speltoides* türünden, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops tauschii* (TQ17 ve TQ27) ve *T. boeoticum* türleri mangan alımı bakımından ilk sıralarda, Adana-99, Dicle-74 ve Kunduru 1149 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, mangan alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (64.71) > tetraploid (41.09) > hekzaploid (37.12) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların mangan alımı sırasıyla, 50.60-99.40, 28.40-64.53 ve 37.03-37.20 arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da mangan alımı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (63.06) > tetraploid (37.71) > hekzaploid (32.62) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların mangan alımı sırasıyla, 47.83-109.40, 27.73-52.37, 30.20-35.03 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.52'den izlendiği üzere, yabani tetraploid ve diploid buğdayların kültür çeşitlerinden daha yüksek mangan alımı sağlamaları onların yabani özelliklerine bağlı kalıtsal özellikleriyle ilişkili olabilir.

Tüm genotiplerin ortalamasına göre mikoriza uygulamasının mangan alımını azaltıcı etkide bulunması, mikorizanın mangan alımına ilişkin kalıtsal özelliği ve mangan elementinin taşınma mekanizmasıyla ilişkili olabilir. Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

4.2.21. Bakır Alımı

2003-04 yetiştirme yılında mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotipleri ile yürütülen çalışmadan elde edilen bakır alımına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53'de, bakır alımına ilişkin ortalama değerler (ppm) ise Çizelge 4.54'de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bakır Alımına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genotip (G)	19	1060.05	55.79	45.80**
Mikoriza Uygul. (MU)	1	17.21	17.21	14.13**
G x MU	19	37.66	1.98	$1.63^{öd}$
Hata	80	97.45	1.22	
Genel	119	1212.36		
D.K.	13.23			

** : P≤0.01 düzeyinde önemli, ^{öd} : önemli değil

Çizelge 4.53'den görüldüğü gibi bakır alımı bakımından genotip ve uygulama (P≤0.01) istatistiksel olarak önemli bulunmasına karşın, genotip x uygulama interaksiyonu önemsiz bulunmuştur.

Bakır alımı bakımından genotiplerin ortalamasına göre, mikoriza uygulamasının (7.96) mikorizasıza (8.72) göre bakır alımını istatistiki olarak önemli düzeyde azalttığı (0.91 kat) görülmektedir.

Mikorizasız koşullarda genotiplerin bakır alımı 5.47-16.20 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops sharonensis* türünden, en düşük değer ise Capelli çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops speltoides, Aegilops bicornis* ve *Aegilops longissima* türleri bakır alımı bakımından ilk sıralarda, Adana-99, Yayla-305 ve Dicle-74 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Mikorizalı koşullarda genotiplerin bakır alımı 3.69-14.72 ppm arasında değişmiş olup, en yüksek değer *Aegilops sharonensis* türünden, en düşük değer ise Adana-99 çeşidinden elde edilmiştir. Bunun yanında *Aegilops speltoides, Aegilops bicornis* ve *Aegilops longissima* türleri bakır alımı bakımından ilk sıralarda, Capelli, Yayla-305 ve Dicle-74 çeşitleri ise alt sıralarda yer almışlardır.

Çizelge 4.54. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Bakır Alımına İlişkin Ortalama Değerler (ppm)

Kod No	Genotip	- Mikoriza	+ Mikoriza	% Değişim
E-1	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Adana-99	5.81 hi	3.69 k	-36.5
E-7	*T.aes.* ssp *aes.* cv. Yayla-305	5.83 hi	4.91 jk	-15.8
M-2	*T.tur.* ssp *durum* cv. Capelli	5.47 i	4.12 k	-24.7
M-4	*T.tur.* ssp *durum* cv. Dicle-74	6.09 ghi	5.04 ijk	-17.2
M-5	*T.tur.* ssp *durum* cv. Kunduru 1149	6.47 f-i	5.69 h-k	-12.1
17902	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.18 ghi	5.08 ijk	-17.8
PI 428086	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	6.36 f-i	8.18 d-g	28.6
PI 428132	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	7.42 e-i	7.42 e-h	0.0
PI 487253	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	9.07 cde	7.09 e-i	-21.8
PI 538659	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	7.65 d-h	6.75 f-j	-11.8
PI 538680	*T.turgidum* ssp *dicoccoides*	8.35 c-f	6.31 g-j	-24.4
HTRI 11497/85	*T.urartu*	8.16 c-g	6.45 g-j	-21.0
TR 36938	*T.monococcum ssp monococcum*	7.71 d-h	9.57 cd	24.1
TR 62306	*T.monococcum ssp boeoticum*	8.18 c-g	8.64 c-f	5.6
TL01	*Ae. longissima*	12.58 b	10.43 c	-17.1
TH02	*Ae. sharonensis*	16.20 a	14.72 a	-9.1
TB01	*Ae. bicornis*	13.04 b	12.48 b	-4.3
TS86	*Ae. speltoides*	14.30 b	13.90 ab	-2.8
TQ17	*Ae. tauschii*	9.93 c	9.68 cd	-2.5
TQ27	*Ae. tauschii*	9.67 cd	9.10 cde	-5.9
Hekzaploidlerin Ortalaması		5.82	4.30	-26.1
Tetraploidlerin Ortalaması		7.00	6.19	-11.2
Diploidlerin Ortalaması		11.09	10.55	-3.6
Genel Ortalama		**8.72 A**	**7.96 B**	**-9.3**

Ploidy düzeylerine göre genotiplerin ortalaması karşılaştırıldığında, bakır alımı bakımından türlerin sıralanışı mikorizasız uygulamada; diploid (11.09) > tetraploid (7.00) > hekzaploid (5.82) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların bakır alımı sırasıyla, 8.16-16.20, 5.47-9.07 ve 5.81-5.83

arasında değişim göstermiştir. Mikorizalı uygulamada da bakır alımı bakımından türlerin sıralanışı, diploid (10.55) > tetraploid (6.19) > hekzaploid (4.30) biçiminde bulunmuştur. Diploid, tetraploid ve hekzaploid buğdayların bakır alımı sırasıyla, 6.45-14.72, 5.04-8.18, 3.69-4.91 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.54'den izlendiği üzere, yabani tetraploid ve diploid buğdayların kültür çeşitlerinden daha yüksek bakır alımı sağlamaları onların yabani özelliklerine bağlı kalıtsal özellikleriyle ilişkili olabilir.

Tüm genotiplerin ortalamasına göre mikoriza uygulamasının bakır alımını azaltıcı etkide bulunması, mikorizanın bakır alımına ilişkin kalıtsal özelliği ve bakırın taşınma mekanizmasıyla ilişkili olabilir. Bu durum, özellikle kök bölgesinde toplanan bakırın sap ve daneye taşınmamış olmasından kaynaklanabilir (Manjunath ve Habte, 1988). Bu özelliğe ilişkin araştırma sonuçları Eivazi ve Weir (1989) ve Karagiannidis ve Hadjisavva-Zinoviadi (1998)'nin bulgularını destekler niteliktedir.

Besin elementi alımı bakımından bitki dokularından +M ve –M arasında belirgin bir fark bulunmaması, bitki dokularındaki konsantrasyon düzeyi ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bitkinin P ve Zn içeriklerinin kritik düzeyin çok üzerinde olması nedeniyle bitkinin mikoriza olmadan da iyi geliştiğini göstermektedir. Normalinde bitki besin elementlerinde P, Zn ve Cu gibi besin elementleri eksikliğinde mikorizaya gereksinim duyar (Ortaş, 2003). Ortaş ve ark., (2002a, 2002b) belirttiği üzere bitkinin mikorizaya bağımlılığı P beslenmesi ile ilişkilidir.

4.3. İncelenen Karakterler Arası İlişkiler

Mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotiplerinin, mikorizaya bağımlılıklarını test etmek amacıyla denemenin I. yılında incelenen özellikler arasındaki ilişki katsayıları Çizelge 4.55'de, I. yıl incelenen bu özelliklere ilave olarak, verim ve verim öğeleri ve bitki besin elementi analizlerine ilişkin incelenen özellikler (II. yıl) arasındaki ilişki katsayıları ise Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.55. Mikoriza Uygulanan Ploidy Düzeyleri Farklı Buğday Genotiplerinin Mikorizaya Bağımlılıklarını Test Etmek Amacıyla İncelenen Özellikler Arasındaki İlişki Katsayıları (r)

Özellik[&]	Uygulama	KKA	SKA	TKA	MB	BT	Kİ
KKA	**+M**	1.000	0.546***	0.728***	0.202**	0.168*	0.075^{öd}
	- M	-	0.618***	0.850***	-0.491***	-0.465***	-
SKA	**+M**	-	-	0.972***	0.399***	0.317***	0.177*
	- M	-	-	0.940***	-0.561***	-0.547***	-
TKA	**+M**	-	-	-	0.384***	0.306***	0.166*
	- M	-	-	-	-0.590***	-0.570***	-
MB	**+M**	-	-	-	-	0.831***	0.126^{öd}
	- M	-	-	-	-	-	-
BT	**+M**	-	-	-	-	-	0.124^{öd}
	- M	-	-	-	-	-	-

* ** ***: P≤0.05, P≤0.01 ve P≤0.001 düzeyinde önemli, ^{öd}: Önemli değil

[&]: KKA: Kök kuru madde ağırlığı, SKA: Sap kuru madde ağırlığı, TKA: Toplam kuru madde ağırlığı, MB: Mikorizaya bağımlılık, BT: Büyüme tepkisi, Kİ: Kök infeksiyonu, +M: Mikorizalı, -M: Mikorizasız

Çizelge 4.55'den görüldüğü gibi, mikoriza uygulanan ploidy düzeyleri farklı buğday genotiplerinin mikorizalı ve mikorizasız koşullarda incelenen özelliklerden, kök kuru madde ağırlığı ile sap kuru madde ağırlığı, toplam kuru madde ağırlığı, mikorizaya bağımlılık ve büyüme tepkisi arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmasına karşın, mikorizalı koşullarda kök infeksiyonu ile önemli ilişki bulunmamıştır. Benzer biçimde, sap kuru madde ağırlığı ve toplam kuru ağırlık ile incelenen diğer özellikler arasında önemli ve olumlu ilişki saptanmıştır. Mikorizaya bağımlılık ile büyüme tepkisi arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmasına rağmen, mikorizaya bağımlılık ve büyüme tepkisi ile kök infeksiyonu arasında önemli ilişkiye rastlanılmamıştır.

Denemenin ilk yılından test edilen 57 genotipten seçilen 20 tanesinin mikorizaya bağımlılıklarının saptanması amacıyla incelenen özellikler arasındaki ilişki katsayıları Çizelge 4.56'da verilmiştir. Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda bitkide başak sayısı ile başaklanma süresi, başak uzunluğu, kök kuru madde ağırlığı, kök infeksiyonu, Mg, Zn, Fe, Mn ve Cu alımı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmasına karşın, bitkide başak sayısı ile başakta başakcık sayısı, başak verimi, bin dane ağırlığı ve P alımı arasında önemli ve olumsuz ilişki saptanırken, bitkide başak sayısı ile diğer özellikler arasında önemli ilişkiye rastlanılmamıştır.

Çizelge 4.56. Seçilen Buğday Genotiplerinin (II. yıl) Mikorizaya Bağımlılıkları Test Etmek Amacıyla İncelenen Özellikler Arasındaki İlişki Katsayıları (r)[&]

		BSÜ	BB	BU	BBS	BDS	BV	BDA	KKA	SKA	TKA	MB	BT	Kİ	PA	KA	MgA	ZnA	FeA	MnA	CuA
BS	+ **M**	0.35*	-0.09^{öd}	0.42***	-0.13 ^{öd}	-0.33*	-0.64**	-0.70***	0.38***	-0.08^{öd}	0.05^{öd}	0.17^{öd}	0.14^{öd}	0.26*	0.12^{öd}	-0.28*	0.51***	0.52***	0.56***	0.71***	0.75***
	- M	0.45*	0.05^{öd}	0.27*	-0.04^{öd}	-0.40**	-0.59***	-0.59***	0.36**	-0.03^{öd}	0.09^{öd}	0.04^{öd}	0.02^{öd}	-	0.15^{öd}	-0.29*	0.42***	0.43***	0.61***	0.68***	0.62***
BSÜ	+ **M**	-	-0.28*	0.06^{öd}	-0.27*	-0.41**	-0.42**	-0.34***	0.80***	0.49**	0.63***	0.03^{öd}	0.04^{öd}	0.25^{öd}	0.28*	-0.09^{öd}	-0.01^{öd}	0.21^{öd}	0.09^{öd}	0.51***	0.33*
	- M	-	0.39**	0.04^{öd}	0.31*	-0.42**	-0.46***	-0.38**	0.64***	0.44***	0.55***	0.3^{öd}	0.05^{öd}	-	0.04^{öd}	0.09^{öd}	0.03^{öd}	0.42***	0.18^{öd}	0.47***	0.20^{öd}
BB	+ **M**	-	-	-0.02^{öd}	0.69***	0.19^{öd}	0.36**	0.36**	0.35**	0.55***	0.54***	0.20^{öd}	0.16^{öd}	-0.18^{öd}	-0.13^{öd}	-0.05^{öd}	-0.21^{öd}	-0.08^{öd}	-0.30*	-0.02^{öd}	0.02^{öd}
	- M	-	-	-0.11^{öd}	0.78***	0.18^{öd}	0.21^{öd}	0.23^{öd}	0.36**	0.46***	0.48***	0.16^{öd}	0.15^{öd}	-	-0.14^{öd}	0.28*	-0.15^{öd}	0.28*	-0.12^{öd}	-0.01^{öd}	-0.09^{öd}
BU	+ **M**	-	-	-	-0.13^{öd}	0.26*	-0.26*	-0.46***	-0.06^{öd}	-0.14^{öd}	-0.13^{öd}	0.07^{öd}	0.03^{öd}	0.08^{öd}	0.09^{öd}	0.17^{öd}	0.57**	0.41**	0.33*	0.36**	0.41**
	- M	-	-	-	-0.17^{öd}	-0.04^{öd}	-0.28*	-0.44***	-0.02^{öd}	-0.20^{öd}	-0.16^{öd}	0.08^{öd}	0.06^{öd}	-	0.18^{öd}	0.10^{öd}	0.48***	0.14^{öd}	0.26*	0.30*	0.56***
BBS	+ **M**	-	-	-	-	0.18^{öd}	0.28*	0.36**	0.40**	0.54***	0.55***	0.23^{öd}	0.26*	0.08^{öd}	-0.09^{öd}	-0.22^{öd}	-0.39**	-0.06^{öd}	-0.50**	-0.19^{öd}	-0.13^{öd}
	- M	-	-	-	-	0.28*	0.19^{öd}	0.20^{öd}	0.20^{öd}	0.41**	0.39**	0.17^{öd}	0.19^{öd}	-	-0.12^{öd}	0.11^{öd}	-0.20^{öd}	0.28*	-0.17^{öd}	-0.14^{öd}	-0.20^{öd}
BDS	+ **M**	-	-	-	-	-	0.72***	0.33*	-0.49**	0.33*	0.16^{öd}	-0.07^{öd}	-0.11^{öd}	-0.45**	-0.62**	-0.02^{öd}	-0.16^{öd}	-0.46***	-0.49**	-0.43**	-0.26*
	- M	-	-	-	-	-	0.77***	0.40**	-0.31*	-0.03^{öd}	-0.12^{öd}	0.09^{öd}	0.09^{öd}	-	-0.39**	-0.18^{öd}	-0.32*	-0.35**	-0.49**	-0.42**	-0.27**
BV	+ **M**	-	-	-	-	-	-	0.86***	-0.32**	0.33*	0.16^{öd}	-0.07^{öd}	-0.11^{öd}	-0.45**	-0.64**	-0.01^{öd}	-0.65**	-0.64***	-0.72**	-0.60**	-0.67**
	- M	-	-	-	-	-	-	0.87***	-0.20^{öd}	0.33**	0.20^{öd}	-0.13^{öd}	-0.17^{öd}	-	-0.53***	-0.10^{öd}	-0.63**	-0.51***	-0.67**	-0.49**	-0.59**
BDA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-0.12^{öd}	0.47***	-0..34**	-0.12^{öd}	-0.14^{öd}	-0.38**	-0.40**	-0.01^{öd}	-0.78**	-0.56***	-0.71**	-0.62**	-0.79**
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-0.09^{öd}	0.50***	0.38**	0.25*	-0.29*	-	-0.45***	0.01^{öd}	-0.69**	-0.46***	-0.63**	-0.49**	-0.73**
KKA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59***	0.77***	0.21^{öd}	0.24^{öd}	0.25^{öd}	0.24^{öd}	-0.09^{öd}	-0.13^{öd}	0.31*	0.10^{öd}	0.53***	0.26*
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55***	0.74***	-0.25^{öd}	-0.27*	-	0.01^{öd}	0.19^{öd}	-0.05^{öd}	0.32*	0.12^{öd}	0.46***	0.08^{öd}
SKA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.97***	0.16^{öd}	0.09^{öd}	-0.05^{öd}	-0.22^{öd}	-0.21^{öd}	-0.62**	-0.27*	-0.47**	-0.07^{öd}	-0.28*
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.97***	-0.38**	-0.42**	-	-0.40**	0.03^{öd}	-0..58*	0.13^{öd}	-0.33*	-0.04^{öd}	-0.45**
TKA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19^{öd}	0.15^{öd}	0.03^{öd}	-0.10^{öd}	-0.19^{öd}	-0.53**	-0.12^{öd}	-0.34**	0.10^{öd}	-0.14^{öd}
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.38**	-0.42**	-	-0.32*	0.08^{öd}	-0.48**	-0.01^{öd}	-0.22^{öd}	0.11^{öd}	-0.33**
MB	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95***	0.30*	-0.06^{öd}	-0.13^{öd}	-0.16^{öd}	-0.14^{öd}	-0.02^{öd}	-0.01^{öd}	-0.25*
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BT	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37**	0.01^{öd}	-0.06^{öd}	0.18^{öd}	0.16^{öd}	0.06^{öd}	0.04^{öd}	0.30*
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KI	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21^{öd}	-0.15^{öd}	0.22^{öd}	0.24*	0.17^{öd}	0.19^{öd}	0.38**
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37**	0.47***	0.48***	0.56***	0.40**	0.30*
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48***	0.69***	0.60***	0.57***	0.43***	0.50***
KA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25^{öd}	0.16^{öd}	0.23^{öd}	0.08^{öd}	-0.05^{öd}
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.27*	0.39**	0.11^{öd}	0.13^{öd}	0.07^{öd}
MgA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.60***	0.80***	0.54***	0.79***
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.53***	0.69***	0.51***	0.84***
ZnA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67***	0.66***	0.63***
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.62***	0.62***	0.44***
FeA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75***	0.72***
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63***	0.70***
MnA	+ **M**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72***
	- M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.68***

* ** ***: P≤0.05, P≤0.01 ve P≤0.001 düzeyinde önemli, ^{öd}: Önemli değil

&:BS: Bitkide başak sayısı, BSÜ: Başaklanma süresi, BB: Bitki boyu, BU: Başak uzunluğu, BBS: Başakta başakcık sayısı, BDS: Başakta dane sayısı, BV: Başak verimi, BDA: Bin dane ağırlığı, KKA: Kök kuru madde ağırlığı, SKA: Sap kuru madde ağırlığı, TKA: Toplam kuru madde ağırlığı, MB: Mikorizaya bağımlılık, BT: Büyüme tepkisi, Kİ: Kök infeksiyonu, PA: Fosfor alımı, KA: Potasyum alımı, MgA: Magnezyum alımı, ZnA: Çinko alımı, FeA: Demir alımı, MnA: Mangan alımı,+M: Mikorizalı, -M: Mikorizasız

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda başaklanma süresi ile kök, sap ve toplam kuru madde ağırlığı ve Mn alımı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmasına karşın, başaklanma süresi ile başakta dane sayısı, başak verimi ve bin dane ağırlığı arasında önemli ve olumsuz ilişki, buna ilave olarak mikorizalı koşullarda başaklanma süresi ile P ve Cu alımı, mikorizasız koşullarda ise bitki boyu ve Zn alımı arasında önemli ve olumlu ilişki saptanmasına karşın, incelenen bu özellik ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda bitki boyu ile başakta başakcık sayısı, kök, sap ve toplam kuru madde ağırlığı, mikorizalı koşullarda ise bitki boyu ile başak verimi ve bin dane ağırlığı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmasına karşın, bitki boyu ile diğer özellikler arasındaki ilişki önemsiz bulunmuştur.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda başak uzunluğu ile Mg, Fe, Mn ve Cu alımı, mikorizalı koşullarda ise başak uzunluğu ile başakta dane sayısı ve Zn alımı arasında önemli ve olumlu ilişki saptanmasına karşın, başak uzunluğu ile başak verimi ve bin dane ağırlığı arasında önemli ve olumsuz ilişki, başak uzunluğu ile diğer özellikler arasında ise önemli bir ilişki görülmemiştir.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda başakta başakcık sayısı ile sap ve toplam kuru madde ağırlığı arasında, mikorizalı koşullarda başakta başakcık sayısı ile başak verimi, bin dane ağırlığı, kök kuru madde ağırlığı ve büyüme tepkisi, buna karşın mikorizasız koşullarda başakta başakcık sayısı ile başakta dane sayısı ve Zn alımı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmasına karşın, mikorizalı koşullarda başakta başakcık sayısı ile Mg ve Fe alımı arasında önemli ve olumsuz ilişki bulunmasına karşın, başakta başakcık sayısı ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda başakta dane sayısı ile başak verimi ve bin dane ağırlığı arasında önemli ve olumlu, buna karşın başakta dane sayısı ile kök kuru madde ağırlığı, P, Zn, Mn ve Cu alımı arasında önemli ve olumsuz ilişki saptanmıştır.

Mikorizalı koşullarda başakta dane sayısı ile sap kuru madde ağırlığı, mikorizasız koşullarda ise başakta dane sayısı ile kök infeksiyonu arasında önemli ve olumsuz ilişki saptanmasına karşın, başakta dane sayısı ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda başak verimi ile bin dane ağırlığı ve sap kuru madde ağırlığı arasında önemli ve olumlu, buna karşın başak verimi ile P, Mg, Zn, Fe, Mn ve Cu arasında önemli ve olumsuz ilişki saptanmıştır. Mikorizalı koşullarda başak verimi ile kök kuru madde ağırlığı ve kök infeksiyonu arasında önemli ve olumsuz ilişki bulunurken, başak verimi ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişki ortaya çıkmamıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda bin dane ağırlığı ile sap kuru madde ağırlığı arasında önemli ve olumlu ilişki, buna karşın bin dane ağırlığı ile P, Mg, Zn, Fe, Mn ve Cu alımı arasında önemli ve olumsuz ilişki saptanmıştır. Mikorizalı koşullarda bin dane ağırlığı ile toplam kuru madde ağırlığı ve kök infeksiyonu arasında önemli ve olumsuz ilişki, mikorizasız koşullarda ise bin dane ağırlığı ile büyüme tepkisi arasında önemli ve olumsuz ilişki bulunmuştur.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda kök kuru madde ağırlığı ile sap kuru madde ağırlığı ve toplam kuru madde ağırlığı arasında önemli ve olumlu, mikorizasız koşullarda kök kuru madde ağırlığı ile büyüme tepkisi arasında önemli ve olumsuz, Mn alımı arasında ise önemli ve olumlu ilişki saptanmıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda sap kuru madde ağırlığı ile toplam kuru madde ağırlığı arasında önemli ve olumlu, buna karşın sap kuru madde ağırlığı ile Mg, Fe ve Cu alımı arasında önemli ve olumsuz ilişki saptanmıştır. Mikorizalı koşullarda sap kuru madde ağırlığı ile Zn alımı arasında önemli ve olumsuz, mikorizasız koşullarda ise sap kuru madde ağırlığı ile mikorizaya bağımlılık, büyüme tepkisi ve P alımı arasında önemli ve olumsuz ilişki bulunmuştur.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda toplam kuru madde ağırlığı ile Mg alımı arasında önemli ve olumsuz, mikorizasız koşullarda ise toplam kuru madde ağırlığı ile mikorizaya bağımlılık, büyüme tepkisi, P ve Cu alımı arasında önemli ve olumsuz ilişkiye rastlanılmıştır.

Mikorizalı koşullarda mikorizaya bağımlılık ile büyüme tepkisi ve kök infeksiyonu arasında önemli ve olumlu, mikorizaya bağımlılık ile Cu alımı arasında ise önemli ve olumsuz ilişki bulunmuştur.

Mikorizalı koşullarda büyüme tepkisi ile kök infeksiyonu ve Cu alımı arasında önemli ve olumlu ilişkiye rastlanırken, büyüme tepkisi ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Mikorizalı koşullarda kök infeksiyonu ile Cu alımı arasında önemli ve olumlu, buna karşın diğer kök infeksiyonu ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişkiye rastlanılmamıştır.

Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda P alımı ile diğer tüm besin elementleri arasında önemli ve olumlu ilişkiye rastlanılmıştır. Mikorizasız koşullarda K alımı ile Mg ve Zn alımı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmuştur. Mikorizalı ve mikorizasız koşullarda Mg alımı ile Zn, Fe, Mn ve Cu alımı, Zn ile Fe, Mn ve Cu alımı, Fe alımı ile Mn ve Cu alımı, Mn alımı ile Cu alımı arasında önemli ve olumlu ilişkiye rastlanılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buğday ve yabani türlerinin beslenme ve verim yönünden mikorizaya bağımlığını test etmek amacıyla yapılan iki yıllık çalışma sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmanın ilk yılında, değişik orijinli 21 diploid, 29 tetraploid ve 7 hekzaploid türe ait buğday genotipi kullanılmıştır. İlk yıl mikorizal tepkileri test edilen 13 türe ait 57 genotip içerisinden, mikorizaya yüksek ve düşük düzeyde tepki gösteren 11 değişik türe ait 20 genotip kıyaslamalı olarak II. yıl verim ve verim öğelerini saptamak ve bitki besin analizlerini gerçekleştirmek için denenmiştir (bkz. Çizelge 3.1).

Deneme sonuçlarına göre, mikorizaya bağımlılık ve büyüme tepkisi, tür içi ve türler arasında büyük bir varyasyon göstermiştir. Bu durum, mikorizaya bağımlılığın kalıtsal bir özellik olmasından kaynaklanmış olabilir. Mikoriza inokule edilen bitkilerde biomas artışı sağlanması, mikorizaya bağımlı genlerle ilişkili olup, mikorizal depresyon gösteren bitkilerde ise biomas azalması, mikorizal genlerin eksikliğinden kaynaklanmış olabilir.

Genotiplerin ortalamasına göre buğdayın yabani türleri, incelenen özellikler bakımından kültür çeşitlerine göre daha yüksek bir varyasyon göstermişlerdir. Kültür çeşitlerinde mikorizaya bağımlılık ve büyüme tepkisi daha düşük düzeyde bulunmuştur. Evrim süreci ve son yıllarda kültür çeşitlerinin seleksiyonunda yüksek oranda kimyasal gübrelerin kullanılması, muhtemelen kültür çeşitlerinde mikorizaya olan bağımlılığı azaltmış olabilir. Denmede kullanılan Yabani Gernik hatlarının hem mikorizal bağımlılık, hem de bağımsızlık göstermeleri onların kalıtsal özellikleri ve değişik eko-coğrafik yapıya sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir.

I. yıl denemesinden ayrı olarak, II. yıl denemesinde bitkilerin beslenmesi de dikkate alındığı için kimyasal gübre ilavesi de yapılmıştır. Muhtemeldir ki II. yıl denemesi için alınan topraktan doğal olarak farklı olabileceği düşünülerek iki yıl sonuçları arasında farklılıklar oluşmuştur. Birinci yılda daha düşük düzeyde besin elementi içeren verimliliği düşük toprakta yüksek düzeyde mikorizaya bağımlılık sağlanırken, ikinci yıl denemesinde toprağa ilave edilen ilave gübreleme sonucu mikorizaya bağımlılık daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Ancak bu değişim

diploid > tetraploid > hekzaploid buğday düzeylerindeki bağımlılık sıralamasını her iki deneme yılında da benzer özellikte göstermiştir.

Denemenin ikinci yılında, mikoriza uygulaması bitki başak verimini ve 1000-dane ağırlığını istatistiki olarak arttırmamış ve tohumdaki diğer besin elementleri konsantrasyonunu ya değiştirmemiş (K, Mg, Fe) yada azaltmıştır (Mn, Cu). Ancak diğer incelenen özelliklerde artışlar sağlamıştır. Nitekim, iki yıllık deneme sonuçları karşılaştırıldığında, bitki dokularında kritik düzeyin üzerinde P için % >0.20 ve Zn için 20 mg/kg düzeyinde besin elementi bulunmaktadır (Jones, 1998). Deneme toprağı besin elementi yönünden son derece fakir olmasına rağmen, bitki dokularında fazla besin elementi görülmesi mevcut bilgiyle açıklanamamaktadır. Denemenin I. yılında yalnızca Zn kullanılırken, II. yılında Zn ile birlikte 20-20-0 kompoze gübreden 200 mg kullanılması, denemeler arasında önemli düzeyde fark oluşmasına neden olmuş olabilir.

Bitki kök infeksiyonu değerleri I. yıl % 70, II. yıl % 50'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Bu farklılık I. ve II. yıl toprağa uygulanan gübre miktarı ile ilişkili olsa gerekir.

Bu çalışma sonuçları, buğdayın S(B) genomunun en yüksek düzeyde mikorizal tepki gösterdiğini, AA ve BBAA genomunun hem bağımlılık, hem de bağımsızlık, buna karşın BBAADD genomunun ise en düşük tepki sağladığını göstermiştir. Araştırma sonucunda mikorizaya en yüksek düzeyde bağımlılık gösteren, ssp. *boeoticum*, *Ae. sharonensis*, *Ae. bicornis* ve ssp. *dicoccoides* (PI 428132) genotipleri seçilmişlerdir. Bu genotipler, beslenme ve verim yönünden mikorizadan etkin bir biçimde yararlanmak, kimyasal gübre kullanımını azaltmak, tarımsal üretimde kullanılan girdileri en aza indirmek ve tüm canlılar için sağlıklı bir çevre ve besin zinciri oluşturmak için, bitki ıslah programlarında yeni kültür buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde yabani gen kaynağı olarak kullanılabilirler.

Araştırma bulguları ile ilgili geleceğe yönelik olarak, yabani türlerin mikorizaya bağımlılık geninin korunarak yeni ıslah programlarının sağlanarak, bitkinin mikoriza özelliğinin bitkilerin beslenme yönünden değerlendirilmesi sağlanabilir. Konunun yeniden daha detaylı olarak incelenmesi ve ekolojik tarım yönünden değerlendirilmesi önem ve öncelik taşımaktadır. İleriye yönelik yapılacak

çalışmada söz konusu diploid, tetraploid ve hekzaploid buğday türlerinin değişik P düzeyleri ile yeniden denenmesi konunun anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

AKPINAR, Ç., 2004. Farklı mikoriza türleri ve spor sayılarının değişik kültür bitkilerinde mikorizal infeksiyon ve bitki gelişimine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 79 s., Adana.

AL-KARAKI, G. N., 1998. Benefit, cost and water-use efficiency of arbuscular mycorrhizal durum wheat grown under drought stress. Mycorrhiza, 8: 41-45.

AL-KARAKI, G. M., 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. Mycorrhiza, 10: 51-54.

AL-KARAKI, G. N., AL-RADDAD, A., 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient up-take of two wheat genotypes differing in drought resistance. Mycorrhiza, 7: 83-88.

ALLEN, E. B., ALLEN, M. F., 1986. Water relations of xeric grasses in the field: interactions of mycorrhizae and competition. New Phytologist, 104: 559-571.

ALLEN, M. F., MOORE, T. S., CHRISTENSEN, M., 1980. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Cytokinin increases in the host plant. Can. J. Bot., 58: 371-374.

ALLEN, M. F., SMITH, N. K., MOORE, T. S., CHRISTENSEN, M., 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal Bouteloua gracilis (HBK) Lag ex steud. New Phytologist, 88: 683-693.

AMERIAN, M. R., STEWART, W., 2001. Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays*). Aspects of Applied Biology, 63: 1-6.

ANDERSON, A. J., 1988. Mycorrhizae-host specificity and recognition. Phytopat., 78: 375-378.

ANGLE, I. S., HECKMAN, J. R., 1986. Effect of soil pH and sewage sludge on. VA mycorrhizal infection of soybeans. Plant and Soil, 93: 437-441.

ARINES, J., VILARINO, A., SAINZ, M., 1989. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on Mn uptake by red clover. Agricul. Ecosys. and Environ., 29: 1-4.

AUGE, R. M., 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza, 11: 3-42.

AUGE, R. M., SCHEKEL, K. A., WAMPLE, R. L., 1986a. Greater leaf conductance of well-watered VA mycorrhizal rose plants is not related to phosphorus nutrition. New Phytologist, 103: 107-116.

AUGE, R. M., SCHEKEL, K. A., WAMPLE, R. L., 1986b. Osmotic adjustment in leaves of VA mycorrhizal and non-mycorrhizal rose plants in response to drought stress. Plant Physiology, 82: 765-770.

AUGE, R. M., STODOLA, A. J. W., 1991. Mycorrhizal fungi and non-hydraulic root signals of soil drying. Plant Physiology, 97: 821-824.

AZCON, R., AZCON, G., DE AGUILAR, C., BAREA, J. M., 1978. Effects of plant hormones present in bacterial cultures on the formation and responses to VA endomycorrhiza. New Phytologist, 80: 359-364.

AZCON, R., BAREA, J. M., HAYMAN, D. S., 1976. Utilization of rock phosphate in akaline soil by plant inoculated with mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria. Soil Biology Biochemistry, 8: 135-138.

AZCON, R., EL-ATRASH., M., 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth, nodulation and N_2 fixation (15N) in *Medicago sativa* at four salinity levels. Biol. Fertil Soils, 24: 81-86.

AZCON, T., OCAMPO, J. A., 1981. Factors affecting the vesicular- arbuscular infection and mycorrhizal dependency of thirteen wheat cultivars. New Phytol., 87: 677-685.

ASSEFA, S., FEHRMANN, T., 2004. Evaluation of *Aegilops tauschii* Coss. for resistance to wheat stem rust and inheritance of resistance genes in hexaploid wheat. Gen. Res. and Cro. Evol., 51: 663-669.

BAATH, E., AND SPOKES, J., 1988. The effect of added nitrogen and phosphorus on mycorrhizal growth response and infection in *Allium schoenoprasum*. Can. J. Bot., 67: 3227-3228.

BAGAYOKO, M., 1999. Site-Specific Effects of Cereal/Legume Rotations in West Africa: Soil Mineral Nitrogen, Mycorrhizae and Nematodes. Verlag Grauer, Stuttgart.

BAGYARAJ, D. J., MANJUNATH, A., GOVINDO RAO, Y. S., 1988. Mycorrhizal inoculation effect on different crops. J. of Soil Biology and Ecology, 8: 98-103.

BAGYARAJ, D. J., MANJUNATH, A., REDDY, D. D. R., 1979. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhiza with root knot nematodes in tomato. Plant and Soil, 51: 397-403.

BAGYARAJ, D. J., MENGE, J. A., 1978. Interaction between a VA Mycorhiza and Azotbacter and their effects on rhizosphere mycoflora and plant growth. New Phytologist, 80: 567-573.

BAJWA, R., READ, D. J., 1986. Utilization of mineral and amino N sources by the Ericoid mycorrhizal endophyte *Hymenoscyphus cricae* and by mycorrhizal and non-mycorrhizal seedlings of *Vaccinium*. Transactions British Mycological Society, 87: 269-277

BANSAL, M., MUKERJI, K. G., 1994. Positive correlation between VAM induced changes in root exudation and mycorrhizosphere mycoflora. Mycorrhiza, 5: 39-44.

BAREA, J. M., BROWN, M. E., MOSSE, B., 1973. Association between VA mycorrhiza and Azotobacter, Rothemsted Experimental Station Report for 1972, pp. 81-82.

BAYLIS, G. T. S., 1975. The magnolioid mycorrhizal and mycotrophy in root systems derived from it. In ‘’Endomycorrhizas (eds. Sander, F. E., Mosse, B., and Tinker, P. B)

BRAYLA, D. R., KOIDE, R. T., 1990. Role of mycorrhizal infection in the growth and reproduction of wild cultivated plants. II. Eight wild accesions and two cultivars or *Lycopersicon esculentum*. Mill. Oecolog. 84: 82-92.

BEHL, R. K., SHARMA, H., KUMAR, V., NARULA, N., 2003. Interactions among mycorrhiza, azotobacter chroococcum and root characteristics of wheat varieties. J. Agron. & Crop Sci., 189: 151-155.

BELL, M. A., FISCHER, R. A., 1994. Guide to Plant and Crop Sampling: Measurements and Observations For Agronomic and Physiological Research In Small Grain Cereals. Wheat Special Report, No:32. CIMMYT, Mexico.

BETHLENFALVAY, G. J., BROWN, M. S., AMES, R. N., THOMAS, R. S., 1998. Effects of drought on host and endophyte development in mycorrhizal soybeans in relation to water use and phosphate uptake. Physiol. Plan., 72: 565-571.

BIELESKI, R. I., 1973. Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. Annual Review of Plant Physiology, 24: 225-252.

BOWEN, G. D., 1980. Mycorrhizal roles in tropical plants and ecosystems. In 'Tropical Mycorrhiza Research' (Ed. Mikola), Clarendon Press, Oxford, pp. 165-190.

BOWEN, G. D., 1984. Tree roots and the use of soil nutrients. In Nutrition of Plantation Forest. Eds. G. D. Bowen and E. K. S. Nambiar, pp. 147-179. Academic Press, London, Orlando and New York.

BRYLA, D. R., DUNIWAY, J. M., 1998. The influence of the mycorrhiza *Glomus etunicatum* on drought acclimation in safflower and wheat. Physiol. Plantar., 104: 87-96.

BUERSTMAYR, H., STIERSCHNEIDER, M., STEINER, B., LEMMENS, M., GRIESSER, M., NEVO, E., FAHIMA, T., 2003. Variation of resistance to *head blight* caused by *Fusarium graminearum* in wild emmer *Triticum dicoccoides* originating from Israel. Euphytica, 92: 17-23.

BUWALDA, J. G., STRIBLEY, D. P., TINKER, P. B., 1985. Vesicular-arbuscular mycorrhizae of winter and spring cereals. J. of Agriculture Science, 104: 649-657.

CLARK, R. B., 1983. Plant genotype differences in the uptake, translocation, accumulation and use of mineral elements required for plant growth. Plant and Soil, 72: 175-196.

CLAYTON, W. D., RENVOIZE, S. A., 1986. *Genera Graminum, Grasses of the World*, Royal Botanic Gardens at Kew, Kew Bulletin Additional Series XIII, H, London, UK.

COPEMAN, R. H., MARTIN, C. A., STUTZ, J. C., 1996. Tomato growth in response to salinity and mycorrhizal fungi from saline or non-saline soils. Hort. Sci., 31: 341-344.

CORDIER, C., POZO, M. J., BAREA, J. M., GIANINAZZI-PEARSON, V., 1998. Workshop Kurs Notları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. 7-9 Haziran, 2001, Adana.

CAKMAK, I., TOLAY, I., OZDEMIR, A., OZKAN, H., D KLING, C. I., 1999. Differences in zinc efficiency among and within diploid, tetraploid and hexzaploid wheats. Ann. Bot., 84: 163-171.

CAKMAK, I., TORUN, A., MILLET, E., FELDMAN, M., FAHIMA, T., KOROL, A., NEVO, E., BRAUN, H. J., OZKAN, H., 2004. *Triticum dicoccoides:* An Important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. Soil Sci. Plant Nutr., 50: 1047-1054.

CARVER, B. F., NEVO, E., 1990. Genetic diversity of photosynthetic characters in native populations of *Triticum dicoccoides*. Photosynth. Res., 25: 119-128.

DAFT, M. J., 1991. Influences of genotypes, rock phosphate and plant densities on mycorrhizal development an the growth responses of five different crops. Agric. Ecos. Environ., 35: 151-169.

DAFT, M. J., EL-GIAHMI, A. A., 1978. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal on plant growth. VIII. Effects of defoliation and light on selected hosts. New Phytologist, 80: 365-372.

DAFT, M., HACSKAYLO, E., 1976. Arbuscular mycorrhizas in the anthratcite and bituminous coal wastes of pennsyvania. J. of App. Ecol., 13: 523-531.

DANIELSON, R., 1985. Mycorrhiza and reclamation of stressed terrestrial environments. In Soil Reclamation Processes. Ed. by Tate, R., A. Klein. Dekker. M. Inc. pp.173-201.

DAVIES, F. T., POTTER, J. R., LINDERMAN, R. G., 1992. Mycorrhiza and repeated drought expouse affect drought resistance and extraradical hyphae development of peper plants indepent of plant size and nutrient content. J. Plant Physiol., 139: 289-294.

DEHNE, H. W., 1982. Interaction between vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. Phtopot., 72: 1115-1119.

DEHNE, H. W., SCHONBECK, E., 1978. Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mykorrhiza auf Pflanzenkrankheiten II. Phenolstoffwechsel and Lignifizierung. Phytopat., 95: 210-216.

DIXON, R. K., 1988. Cytokinin-like activity in Citrus jambhiri seedlings colonized by mycorrhizal fungi. In 'Mycorrhizae for gren Asia' (eds. Mahadevan A., Raman, N., and Natarajan, K). University of Madras, Madras, India, pp. 136-138.

DODD, J. C., KRIKUN, J., HAAS, J., 1983. Relative effectiveness of indigenous populations of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi from four sites in the Negev. Israel J. of Bot., 32: 10-21.

DUC, G., TROUVELOT, A., GIANINAZZİ-PEARSON, V., GIANNINAZZI, S., 1989. First report of non-mycorrhizal plant mutants (myc$^-$) obtained in Pea (*Pisum sativum* L.) and Fababean (*Vicia faba* L.). Plant and Soil, 124: 1-6.

DUCHESNE, L. C., PETERSON, R. L., ELLIS, B. E., 1989. The future of ectomycorrhizal fungi as Biological control agents. Phytoprotec., 70: 51-58.

DUVERT, P., PERRIN, R., PLENCHETTE, C., 1990. Soil receptiveness to VA mycorrhizal association: Concept and Method. Plant and Soil, 124: 1-6.

EIVAZI, F., WEIR, C. C., 1989. Phosphorus and mycorrhizal interaction on uptake of P and trace elements by mazie. Fert. Res., 21: 9-22.

EPSTEIN, E., NORLYN, D. J., RUSH, D. W., KINGSBUSY, R. W., KELLRY, D. S., CUNNINGHAM, G. A., WRONA, A. F., 1980. Saline culture of crops: A agenetic approach. Science, 219: 397-404.

ERNST, W. H. O., 1990. Mine vegetation in Europe. In 'Heavy metal tolerance in plants; Evolutionary aspects' (ed. Shaw, A. J), CRS, Press, Boca Raton, Florida, pp. 21-73.

ESTAUN, V., CALVET, C., HAYMAN, D. S., 1987. Influence of plant genotype on mycorrhizal infection. Response of three pea cultivars. Plant and Soil, 103: 295-298.

FABER, B. A., ZASOSKI, R. J., MUNN, D. N., SHACKEL., K. A., 1991. Method for measuring hypal nutrient and water uptake in mycorrhizal plants. Can. J. Bot., 69: 87-94.

FAHIMA, T., RODER, M., GRAMA, A., NEVO, E., 1998. Microsatellite DNA polymorphism divergence in *Triticum dicoccoides* accesions highly resistant to yellow rust. Theor. Appl. Genet., 96: 187-195.

FELDMAN, M., SEARS, E. R., 1981. The wild gene resources of wheat. Scientific Amer., 244, 102-112.

FENG, G., LI, X. L., ZHANG, F. S., LI, S. X., 2000. Effect of phosphorus and arbuscular mycorrhizal fungus on response of maize plant to saline environment. Plant Resour. Environ., 9: 22-26.

FENG, G., ZHANG, F. S., LI, X. L., TIAN, C. Y., TANG, C., RENGEL, Z., 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza, 12: 185-190.

FESTER, T., AND KIESS, M., STRACK, D., 2002. A mycorrhiza-responsive protein in wheat roots. Mycorrhiza, 12: 219-222.

FITTER, A. H., GARBAYS, J., 1994. Interactions between mycorrhizal fungi and other soil organisms. Plant and Soil, 159: 123-132.

FORSTER, B. P., HANDLEY, L. L., PAKNIYAT, H., SCRIMGEOUR, C. B., NEVO, E., RAVEN, J. A., 1994. Genetic and ecological factors controlling carbon isotope discrimination in barley. Aspec. Appl. Biol., 38: 139-143.

FORSTER, B. P., LAW, C. N., NEVO, E., POWELL, W., 1990. Genetics strategies for improving the salt tolerance of wheat and barley. In Proceedings of the Inter. Symp. on Molecular and Genetic Approaches to Plant Stress. New Delhi, India, T31: 1-3.

FORSTER, B. P., PAKNIYAT, H., SIMPSON, C. G., HANDLEY, L. L., 1995. Genetic control of salt tolerance in barley. In Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement. Vienna, Austria. IAEA/FAO; 347-353.

FRIES, N., 1989. The influence of tree roots on spore germination of ectomycorrhizal fungi. Agric. Ecosyst. Environ. 28: 139-144.

FUGE, E., 1986. An assessment of vesicular-arbuscular mycoorhiza on lead/zinc mine tailings. Thesis. University of Minnesota.

FURLAN, V., FORTIN, J. V., 1977. Effects of light intensity on the formation of vesicular-arbuscular endomycorrhizas on *Allium cepa* by *Gigaspora calospora*. New Phytologist, 79: 335-340.

GEORGE, E., HAUSSLER, K., KOTHARI, S. K., LI X-L., MARSCHNER, H., 1992. Contribution of mycorrhizal hyphae to nutrient uptake from soil by mycorrhizal hyphae. In Mycorrhizas in Integrated Systems from Genes to Plant Development. Eds. C. Azcon-Aguilar and J. M. Barea, pp. 689. European Community, Luxembourg.

GEMMA, J. M., KOSKE, R. E., 1988. Seasonal variation in spore abundance and dormancy of *Gigaspora gigantea* and in mycorrhizal inoculum potential of a dune soil. Mycologia, 80: 211-216.

GERDEMANN, J. W., 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annual Review of Phytopathology, 6: 397-418.

GERDEMANN, J. W., 1975. Vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: Torry, J. G., and Clarkson, D. T. (eds.). The development of function of roots, pp. 575-591. Academic Press, New York.

GILDON, A., TINKER, P. B., 1981. A heavy metal tolerant strain of mycorrhizal fungus. Transactions British Mycological Society, 77: 648-649.

GILMORE, A. E., 1971. The influence of endotrophic mycorrhizae on the growth of peach seedlings. J. Am. Soc. Hort. Sci., 6: 35-38.

GIRI, B., MUKERJI, K. G., 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza, 14: 307-312.

GIVONNETTI, M., MOSSEA, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhiza in roots. New Phytol., 84: 489-500.

GLENN, M. G., CHEW, F. S., WILLIAMS, P. H., 1988. Influence of glucosinolate content of Brassica (Cruciferae) roots on growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol., 110: 217-225.

GOGALA, N., 1991. Regulation of mycorrhizal infection by hormonal factors produced by hosts and fungi. Experimentia, 47: 331-340.

GOPINATHAN, S., RAMAN, N., 1992. Indole 3-acetic acid production by ectomycorrhizal fungi. Ind. J. Exper. Biol., 30: 142-143.

GRAHAM, J. H., MENGE, J. A., 1982. Influence of vesicular – arbuscular mycorrhizae and soil phosphorus on take-all disease of wheat. Phytopat., 72: 95-98.

GUO, Y., GEORGE, E., MARSCHNER, H., 1996. Contribution of an arbuscular mycorrhizal fungus to the uptake of cadmium and nickel in bean and maize plants. Plant and Soil, 184: 195-205.

GÜZEL, N., GÜLÜT, K., ORTAŞ, İ., İBRİKÇİ, H., 1990. Toprakta Verimlilik Analiz Yöntemleri Laboratuvar El Kitabı. Çuk. Üniv. Yayınları, No:117, Adana.

HALE, K. A., SANDERS, E. E., 1982. Effects of benomyl on vesicular arbuscular mycorrhizal infection of red clover (*Trifolium pratense*, L.) and consequences for phosphorus inflow. J. of Plant Nutrit., 5: 1355-1367.

HANDLEY, L. L., NEVO, E., RAVEN, J. A., MARTINEZ-CARRASCO, R., SCRIMGEOUR, C. M., PAKNIYAT, H., FORSTER, B. P., 1994. Chrosome 4 controls potential water use efficiency (delta ^{13}C) in barley. J. Exper. Bot., 45: 1661-1663.

HANDLEY, L. L., ROBINSON, D. R., SCRIMGEOUR, C. M., FORSTER, B. P., ALLIS, R. P., NEVO, E., 1997. Correlating molecular markers with physiological expression in *Hordeum*, a developing approach using stable isotopes. New Phytologist, 137: 159-163.

HARDIE, K., 1985. The effect of removal of extraradical hyphae on water uptake by vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. New Phytologist, 101: 677-684.

HARDIE, K., LEYTON, L., 1981. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and water relations of red clover. I. In phosphate deficient soil. New Phytologist, 89: 599-608.

HARLAN, J. R., ZOHARY, D., 1966. Distribution of wild emmer wheat and barley. Science, 153: 1074-1080.

HARLEY, J. L., 1989. The significance of mycorrhiza. Mycol. Res., 92: 129-139.

HARRIS, D., PAUL, E. A., 1987. Carbon requirments of vesicular arbuscular mycorrhizae. In 'Ecophysiology of VA mycorrhizal plants' (eds. Safir, G. R.). CRC Press, Boca Raton, FL. USA, pp. 93-105.

HASELWANDTER, K., BONN, G., READ, D. J., 1987. Degradation and utilization of lignin by mycorrhizal fungi. In 'Mycorrhizae in the next decade: Practical applications and research priorities'. (eds, Sylvia, D. M., Hung, L. L., and Graham, J. H.). IFAS, Gainesville, FL., USA, p. 131.

HAYMAN, D. S., 1974. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. VI Effect of light and temperature. New Phytologist, 73: 71-80.

HAYMAN, D. S., 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology, 72: 1119-1125.

HAYMAN, D. S., 1983. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. Can. J. Bot., 61: 944-963.

HAYMAN, D. S., MOSSE, B., 1971. Plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza. I. Growth of Endogone-inoculated plants in phosphate deficient soils. New Phytologist, 70: 19-22.

HEDGE, S. G., VALKOUN, J., WAINES, J. G., 2000. Genetic diversity in wild wheats and goat grass. Theor Appl. Genet., 101: 309-316.

HEGGO, A., ANGLE, J. S., CHANEY, R. L., 1990. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on heavy metal uptake by soybeans. Soil Biology Biochemistry, 22: 865-869.

HEPPER, C. M., SEN. M. R., MASKELL, C. S., 1987. Identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in roots of *Leek* (*Allium porum* L.) and *Maize* (*Zae mays* L.) on the basis of enzyme mobility during polyacrylamide gel electrophoresis. New. Phytol., 102: 259-359.

HETRICK, B. A. D., 1984. Ecology of VA mycorrhizal fungi. In 'VA mycorrhiza' (eds. Powell, C. Li., and Bagyaraj, D. J), CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 351-355.

HETRICK, B. A. D., WILSON, G. W. T., COX, T. S., 1992. Mycorrhizal depence of modern wheat cultivars, landraces, and ancestors. Can. J. Bot., 70: 2032-2040.

HETRICK, B. A. D., WILSON, G. W. T., COX, T. S., 1993. Mycorrhizal depence of modern wheat cultivars and ancestors: a Synthesis. Can. J. Bot., 71: 512-518.

HETRICK, B. A. D., WILSON, G. W. T., COX, T. S., 1995. Chrosome location of mycorrhizal responsive genes in wheat. Can. J. Bot., 72: 1002-1008.

HETRICK, B. A. D., WILSON, G. W. T., AND TODOL, T. C., 1990. Differential responses of C_3 and C_4 grasses to mycorrhizal symbiosis, phosphorus fertilization, and soil microorganisms. Canadian Journal of Botany, 68: 461-467.

HEUN, M., SCHAFER-PREGL, R., KLAWAN, D., CASTAGNA, R., ACCERBI, M., BORGHI, B., SALAMINI, F., 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. Science, 278: 1312-1314.

HIRREL, M. C., GERDEMANN, J. W., 1980. Improved growth of onion and bell pepper in saline by two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 654-655.

HUSSEY, R. S., RONCADORI, R. W., 1982. Vesicular arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. Plant Disease, 66: 9-14.

IBRAHIM, M. A., CAMMPBELL, W. F., RUPP, L. A., ALLEN, E. B., 1990. Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis and stomatal conductance under drought conditions. Arid Soil Rest. Rehabil., 4: 99-107.

JALALUDDIN, M., 1993. Effect of VAM fungus (*Glomus intraradices*) on the growth of sorghum, maize, cotton and pennisetum under salt stress. Pak. J. Bot., 25: 215-218.

JALALI, B. L., JALALI, I., 1991. Mycorrhiza in Plant Disease Control. In 'Handbook of Applied Mycology' (eds. Arora, D. K., Rai, B., Mukerji, K. G.,

Kundsen, G. R.). Vol. I. Soil and Plants. Marcel and Dekker, New York, pp. 131-154.

JENSEN, A., JAKOBSEN, I., 1980. The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhiza in barley and wheat grown in some Danish soils with different fertiliser treatments. Plant and Soil, 55: 403-414.

JOHN, ST, T. V., 1980. Root size root hairs and mycorrhizal infection a reexamination of Baylis's hypothesis with tropical trees. New Phytologist, 84: 483-487.

JOHNSON, N. C., COPELAND, P. J., CROOKSON, R. K., PFLEGER, F. L., 1992. Mycorrhizae: A possible explanation for yield decline associated with continuous cropping of corn and soybean. Agronomoy Journal, 84: 387-390.

JOHNSTON, A., 1949. Vesicular arbuscular mycorrhiza in Sea Island Cotton and other tropical plants. Tropical Agriculture Trinidad, 26: 118-121.

JONES, J.B. Jr., 1998. Phosphorus toxicity in tomato: When and how does it occur. Com. in Soil Sci. and Plant Anal., 29: 1779-1784.

JUN, D. J., ALLEN, E. B., 1991. Physiological responses of six wheatgrass cultivars to mycorrhizae. J. Range Manage, 44: 336-341.

JUNIPER, S., ABBOTT, L., 1983. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 654-655.

KAPULNIK, Y., KUSHNIR, U., 1991. Growth depency of wild, primitive and modern cultivated wheat lines on vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi. Euphytica, 56: 27-36.

KARAGIANNIDIS, N., BLETSOS, F., STAVROPOULOS, N., 2001. Effect of Verticillium wilt (*Verticillum dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. Scie. Hortic., 94: 145-156.

KARAGIANNIDIS, N., HADJISAVVA-ZINOVIADI, S., 1998. The mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* enhanches growth, yield and chemical composition of a durum wheat variety in 10 differnet soils. Nutri. Cycli. Agro., 52 (1): 1-7.

KESAVA-RAO, P. S., TILAK, K. V. B. R., ARUNACHALAM, V., 1990. Genetic variation for VA mycorrhiza-depent phosphate mobilisation in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Soil, 122: 137-142.

KHAN, A. G., 1974. The occurance of mycorrhizas in halophytes, soils. Journal of General Microbiology, 81: 7-14.

KILLHAM, K., FIRESTON, M. K., 1983. Vesicular arbuscular mycorrhizal mediation of grass response to acid and heavy metal depositions. Plant and Soil, 72: 39-48.

KIM, C., WEBBER, D. J., 1985. Distribution of VA mycorrhiza on halophytes on inland salt playas. Plant and Soil, 83: 207-214.

KIMBER, G., FELDMAN, M., 1987. Wild wheat, An Introduction, Special Report 353, pp. 146, Columbia.

KLEIJER, G., 1988. Resistance to snow molds of our wheat varieties. Revue Suisse Agric., 20: 65-67.

KOIDE, R., 1985. The nature of growth depressions in sunflower caused by vesicular – arbuscular mycorrhizal infection. New Phytologist, 99: 449-462.

KOIDE, R. T., 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. Tanslay Review No: 29. New Phytol., 117: 365-386.

KOSKE, R. E., GAMMA, J. N., 1989. A mofified procedure for staining roots to detect VAM. Mycol. Resear., 92: 486-505.

KOTHARI, S. K., MARSCHNER, H., ROMHELD, V., 1991a. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc in maize growth in a calcareous soil. Plant and Soil., 131: 177-185.

KOTHARI, S. K., MARSCHNER, H., ROMHELD, V., 1991b. Direct and indirect effects of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on acquisition of mineral nutrients by maize (*Zea mays* L.) in a calcareous soil. New Phytologist, 116: 637-645.

KNITH, W. G., ALLEN, M. F., JURINAK, J. J., DUDLEY, L. M., 1989. Elevated carbon dioxide and solution phosphorus in soil with vesicular arbuscular mycorrhizal western wheat-grass. Soil Sci. Soc. of Americ. J., 53: 1075-1082.

KRISHNA, K. R., SHELTY, K. E., DART, P. J., ANDREWS, D. J., 1985. Genotype dependent variation in mycorrhizal colonization and response to inoculation of pearl millet. Plant Soil, 86: 113-125.

KRUCKELMAN, H. W., 1975. Effect of fertilizer, soil tillage and plant species on frequency of *Endogone* chlamydospores and mycorrhizal infection in arable soils. In 'Endomycorrhizas' (eds. Sanders, F. E., Mosse, B., and Tinker, P. B), Academic Press, London, pp. 511-525.

KRUGMAN, T. , LEVY, O., SNAPE, J. W., RUBIN, B., KOROL, A., NEVO, E., 1997. Comporative RFLP mapping of the chlorotoluron resistance gene (*Su1*) in cultivated wheat (*Triticum aestivum*) and wild wheat (*Triticum dicoccoides*). Theor. Appl. Genet., 94: 46-51.

KUWABARA, T., ABE, J., IRIKI, N., TSUCHIYA, T., NAKAJIMA, T., 1996. New genetic resources for resistance to snow molds in wheat (*Triticum aestivum* L.). Breed Sci., 46: 409-411.

LACKIE, S. M., BOWLEY, S. R., PETERSON, R. C., 1988. Comparison of colonization among half-sib families of *Medicago sativa* L. by *Glomus versiforme* Bench. New Phytol., 108: 477-482.

LAMBERT, D. H., COLE, JR. H., BAKER, D. E., 1980. Variation in the responses of Alfalfa clone and cultivars to mycorrhizae and phosphorus. Crop Science, 20: 615-618.

LAMBERT, D. H., WEIDENSAUL, T. C., 1991. Element uptake by mycorrhizal soybean from sewage-sludge-treated soil. Soil Sci. Soc. Amer. J., 55: 393-398.

LEVY, Y., KRIKUM, J., 1980. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza on *Citrus jambhiri* water relations. New Phytol., 85: 25-31.

LEVY, T., SYVERSEN, J. P., NEMEC, S., 1983. Effect of drought stress and vesicular-arbuscular mycorrhizae on *citrus* transpiration and hydraulic conductivitity of roots. New. Phytol., 93: 61-66.

LINDERMANN, R. G., 1998. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora. The mycorrhizosphere effect. Phytopathology, 78: 366-371.

LINDERMANN, R. G., 2000. Effects of mycorrhizas on plant tolerance to diseases. Y. Kapulnik and D. D. Douds, Jr (eds). Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function, pp. 345-365.

LIU, A., WANG, B., HAMEL, C., 2004. Arbuscular mycorrhiza colonization and development at suboptimal root zone temperature. Mycorrhiza, 14: 93-101.

LOJE, H., MOLLER, B., LAUSTSEN, A. M., HANSEN, A., 2003. Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). J. of Cere. Sci., 37: 231-240.

LOSEL, D. M., COOPER, K. M., 1979. Incorporation of ^{14}C – labelled substrates by uninfected roots of onion. New Phytologist, 83: 415-426.

LUO, M. C., YANG, Z. L., YOU, F. M., KAWAHARA, T., WAINES, J. G., DVORAK, J., 2007. The structure of wild and domesticated emmer wheat populations, gene flow between them, and the site of emmer domestication. Theor. Appl. Genet., 114: 947: 959.

MANJUNATH, A., HABTE, M., 1991a. Development of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and the uptake of immobile nutrients in *Leucaena leucocephala*. Plant and Soil, 81: 247-256.

MANJUNATH, A., HABTE, M., 1991b. Root morphological characteristics of host species having distinct mycorrhizal dependency. Canad. J. of Botany, 69: 671-676.

MANSKE, G. G. B., 1990. Genetical analysis of the efficiency of VA mycorrhiza with spring wheat. Agricul. Ecosys. and Environ., 29: 273-280.

MARSCHNER, H., 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press London, New York, 674 p.

MARSCHNER, H., 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Second Edition. Academic Press, London.

MARSCHNER, H., DELL, B., 1994. Nutreint uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil, 159: 89-102.

MARSCHNER, H., ROMHELD, V., HORST, S., MARTIN, P., 1991. Ammonium and nitrate uptake rates und rhizosphere pH in non-mycorrhizal roots of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Trees (Berlin) 5: 14-21.

MARX, C., DEXHEIMER, J., GIANINAZZI-PEARSON, V., GIANINAZZI, S., 1982. Enzymatic studies on the metabolism of vesicular-arbuscular mycorrhiza. IV. Ultra cytoenzy-mological evidence (ATP ase) for active transfer Processes in the host-arbuscular interface. New Phytologist, 90: 37-43.

MELIN, E., 1953. Physiology of mycorrhizal relations in plants. Annual Review of Plant Physiology, 4: 325-346.

MENGE, J. A., JOHNSON, E. L. V., PLATT, R. G., 1978. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars and three nutrient regimes. New Phytol., 81: 553-559.

MENGE, K., KIRBY, E. A., 1982. Principles of plant nutrition. 3rd Edition, International Potash Institute Bern, Switzerland.

MERCY, M. A., SHIVASHANKAR, G., BAGYARAJ, D. J., 1990. Mycorrhizal colonization in *cowpea* is host dependent and heritable. Plant Soil, 121: 292-294.

MERRY-WEATHER, J., FITTER, A., 1996. Phosphorus nutrition of an obligately mycorrhizal plant treated with the fungicide benomyl in the field. New Phytol., 132: 307-311.

MITCHELL, R. J., GARETT, H. E., COX, G. S., ATALAY, A., 1990. Boron and ectomycorrhizal influences on mineral nutrition of container-grown *Pinus ehinata* Mill. J. Plant Nutr., 13: 1555-1574.

MILLER, T. E., 1987. Systematics and Evolution. In: Lupton FGH (ed) Wheat breeding. Its Scientific basis. Chapman and Hall, London, pp. 1-30.

MICHELSEN, A., ROSENDAHL, S., 1990. The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephale* seedlings. Plant and Soil, 124: 7-13.

MOSSEA, B., POWELL, C. LI., HAYMAN, D. S., 1976. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza IX. Interactions between VA mycorrhiza rock phosphate and symbiotic nitrogen fiaxation. New Phytologist, 76: 331-342.

MOSSEA, B., 1973. The rol of mycorrhiza in phosphorus solubilization. Global Impacts of Applied Microbialogy. 4th Intern. Conf. Sao Paulo, Brazil, pp. 543-561.

MOSSEA, B., 1981. Vesicular-Mycorrhizae Research For Tropical Agriculture. Research Bulletin, Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, 82p.

MOSEMAN, J. G., NEVO, E., EL-MORSHIDY, M. A., 1990. Reactions of *Hordeum spontaneum* to infection with 2 cultures of *Puccunia hordei* from Israel and the United States. Euphytica, 49: 169-176.

MOSEMAN, J. G.., NEVO, E., GERECHTER-AMITAI, Z. K., EL-MORSHIDY, M. A., ZOHARY, D., 1985. Resistance of *Triticum dicoccoides* collected in Israel to infection with *Puccunia recondita tritici*. Crop Sci., 25: 262-265.

MUNNS, D. N., MOSSE, B., 1980. Mineral nutrition of legume crops. In advances in legume science. Edited by R. J. Summerfield., A. H. Bunting. HMSO, London, pp. 115-125.

MUKERJI, K. G., 1996. Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers, London.

MUKERJI, K. G., CHAMOLA, B. P., SINGH, J., 1999. Mycorrhizal Biology. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York.

MURPHY, J., RILEY, J. P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta., 27: 31-36.

NELSEN, C. E., 1987. The water relations of vesicular-arbuscular mycorrhizal systems. In 'Ecophysiology of VA mycorrhizal plants' (ed. G. K. Safir). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA., pp. 71-92.

NEMEC, S., MEREDITH, E. I., 1981. Amino-acid content of leaves in mycorrhizal and non-mycorrhizal citrus root stocks. Annals of Botany, 47: 351-358.

NEVO, E., 1998. Genetic diversity in wild cereals: regional and local studies and their bearing on conservation *ex situ* and *in situ*. Genet. Res. and Cro. Evol., 45: 355-370.

NEVO, E., APELBAUM-ELKAHER, I., GARTY, J., BEILES, A., 1997. Natural selection causes microscale allozyme diversity in wild barley and a lichen at "Evolution Canyon", Mt. Carmel, Israel. Heredity, 78: 373-382.

NEVO, E., BAUM, B., BEILES, A., JOHNSON, D. A., 1998. Ecological correlates of RAPD DNA diversity of wild barley, *Hordeum spontaneum* in the Fertile Crescent. Genet. Res. Crop. Evol., 45: 151-159.

NEVO, E., BEILES, A., GUTTERMAN, Y., STORCH, N., KAPLAN, D., 1984. Genetic resources of wild cereals in Israel and vicinity: I. Phenotypic variation within and between populations of wild wheat, *Triticum dicoccoides*. Euphytica, 33: 717-735.

NEVO, E., KOROL, A. B., BEILES, A., FAHIMA, T., 2002. Evoluation of Wild Emmer and Wheat Improvement: Population Genetics, Genetic Resources, and Genome Organization of Wheat's Progenitor, *Triticum dicoccoides*, Springer Verlag, Berlin.

NEVO, E., KRUGMAN, T., BEILES, A., 1993. Genetic reseources for salt tolerance in the wild progenitors of wheat (*Triticum dicoccoides*) and barley (*Hordeum spontaneum*) in Israel. PI. Breed., 110: 338-341.

NEVO, E., MOSEMAN, J. G., BEILES, A., ZOHARY, D., 1985. Patterns of resistance of Israel wild emmer wheat to pathogens. I. Predictive method by ecology and alozyme genotypes for powdery mildew and leaf rust. Genetica, 67: 209-222.

NEWMAN, E. I., REDDELL, P., 1987. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. New Phoyt., 106: 745-751.

NORLAND, M., 1993. Soil factors affecting mycorrhizal use in surface mine reclamation bureau of mines information circular. United States Department of The Interior.

NYABYENDA, P., 1977. Einfluss der Bodentemperature und organischer Stoffe im Boden auf die wirkung der Vesikular arbuskularon Mykorrhiza. Dissertaion, Gottingen.

OCAMPO, J. A., MARTIN, J., HAYMAN, D. S., 1980. Influence of plant interactions on vesicular-arbuscular mycorrhizal infections. I. Host and non-host plants grown together. New Phytol., 84: 27-35.

OJALA, J. C., JARELL, W. N., MENGE, J. A., AND JOHNSON, E. L. V., 1983. Influence of mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. Agronomy Journal, 75: 255-259.

ORTAŞ, İ., 1996. The influence of use of diferentrates of inoculum on root infection plant growth and phosphorus uptake. Com. Soil Scien. and Plant Analyses, 27/18-20: 2935-2946.

ORTAŞ, İ., 1997. Mikoriza Nedir? TÜBİTAK Dergisi. Şubat 1997. Sayı 351, s.92-95. Ankara.

ORTAŞ, İ., 1998. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 20-22 Mayıs, Adana.

ORTAS, I., HARRIS, P. J., ROWELL, D. L., 1996. Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen. Plant and Soil, 184: 255-264.

ORTAŞ, I., ORTAKÇI, D., KAYA, Z., ÇINAR, A., ÖNELGE, N. 2002a. Mycorrhizal dependency of sour orange (*Citrus aurantium* L.) in term of phosphorus and zinc nutrition by different levels of phosphorus and zinc application. J. of Plant Nutrit., 25 (3 –4) .

ORTAŞ, I., ORTAKÇI, D., KAYA, Z. 2002b. Various mycorrhizal fungi propagated on different hosts have different effect on citrus growth and nutrient uptake. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 33 (1&2).

ORTAŞ, 2003. Effect of selected mycorrhizal inoculation on phosphorus sustainability in sterile and non-sterile soils in the Harran Plain in South Anatolia. J. of Plant Nutrit., 26(1): 1-17.

OSONUBI, O., 1994. Comparative effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilization on growth and phosphorus uptake of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*sorghum bicolor* L.) plants under drought-stressed condition. Biol. Fertil. Soils., 18: 55-59.

OZKAN, H., BRANDOLINI, A., POZZI, C., EFFGEN, S., SALAMINI, F., 2005. A reconsideration of the domestication geography of tetraploid wheat. Theor. Appl. Genet., 110: 1052-1060.

OZKAN, H., BRANDOLINI, A., SCHAFER-PREGL, R., SALAMINI, F., 2002. AFLP analysis of a collection of tetraploid wheats indicates the origin of emmer and hard wheat domestication in Southeast Turkey. Mol. Biol. Evol., 19(10): 1797-1801.

PAKNIYAT, H., POWELL, W., BAIRD, E., HANDLEY, L. L., ROBIMSON, D., SCRIMGEOUR, C. M., NEVO, E., HACKETT, C. A., CALIGARI, P. D. S., FORSTER, B. P., 1997. AFLP variation in wild barley (*Hordeum spontaneum* C. Koch) with referance to salt tolerance and associated ecogeography. Genome, 40: 332-341.

PANG, P. C., PAUL, E. A., 1980. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on ^{14}N and ^{15}N distribution in nodulated fababeans. Canad. J. of Soil Sci., 60: 241-250.

PARIDA, S. K., DAS, A. B., 2005 . Salt tolerance and salinity effects on plants, Ecotoxicol. Environ. Safety. 60 (3) : 324-349. Pascal SD, Maggio A, Barbieri G (2005). Soil salinization affects growth, yield and mineral composition of cauliflower and broccoli. Eur. Agronomy, In Press.

PASTERNAK, R., 1995. In Res. Archaeobotanicae. Ninth Symposium International Workgroup for Palaoeethnobotany, Kroll, H. & Pasternak, R. (eds), Germany, pp. 30-38.

PAULITZ, T. C., LINDERMAN, R. G., 1991. Mycorrhizal interactions with soil organisms. In 'Handbook of Applied Mycology' (eds. Arora, D. K., Rai, B., Mukerji, K. G., Kundsen, G. R.). Vol. I. Soil and Plants. Marcel and Dekker, New York, pp. 77-129.

PEDERSEN, C. T., SYLVIA, D. M., 1996. Mycorhiza: ecological implications of plant interactions. K. G. Mukerji (ed.). Concepts in Mycorrhizal Reserch, pp. 195-222.

PELEG, Z., FAHIMA, T., ABBO, S., KRUGMAN, T., NEVO, E., YAKIR, D., SARANGA, Y., 2005. Genetic diversity for drought resistance in wild emmer wheat and its ecogeographical associations. Plant, Cell Envir., 28: 176-191.

PENG, J. H., FAHIMA, T., RODER, M. S., HUANG, Q. Y., DAHAN, A., LI, Y. C., GRAMA, A., NEVO, E., 2000. High-density molecular map of chrosome region harboring stripe-rust resistance genes YrH52 and Yr15 derived from wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*. Genetica, 109: 199-210.

PETERSON, R. L., PICHE, Y., PETERSON, R. H., 1984. Mycorrhiza and their potential use in the agriculture and forestry industries. Biotechnol. Avdan., 2: 101-120.

PLENCHETTE, C., FORTIN, J. A., D FURLAN, V., 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. Plant and Soil, 70: 199-209.

POND, E. C., MERGE, J. A., JARRELL, W. M., 1984. Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soils. Mycologia, 76: 74-84.

POSS, J. A. , POND, E., MENGE, J. A., JARRELL, W. M., 1985. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. Plant Soil, 88: 307-319.

POWELL, C. L., SITHAMPARANATHUM, J., 1977. Mycorrhizas in hill country soils N. Infection rate in grass and legume species by indigenous mycorrhizal fungi under field conditions, New Zealand Journal of Agricultural Research, 20: 489-494.

RAMAN, N., MAHADEVAN, A., 1996. Mycorhizal research – a priority in agriculture. K. G. Mukerji (ed.). Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers, pp. 41-75.

RATNAYAKE, R. T., LEONARD, R. T., MENGE, J. A., 1978. Root exudation in relation to supply of phorphorus and its possible relevance to mycorrhizal infection. New Phytologist, 81: 543-52.

RAUPP, W. J., AMRI, A., HATCHETT, J. H., GILL, B. S., WILSON, D. L., COX, T. S., 1993. Chromosal location *Hessian fly*-resistance genes *H22, H23*, and

H24 derived from *Triticum tauschii* in the D genome of wheat, Hereditas, 84: 142-145.

RIVES, C. S., BASWA, M. I., LIBERTA, A. E., 1980. Effects of topsoil during surface mining on the viability of VA mycorrhiza. Soil Science, 129: 253-257.

RONCADORI, R. W., HUSSEY, R. S., 1977. Interaction of the endomycorrhizal fungus Gigaspora margarita and root - knot nematode on cotton. Phytopath., 67: 1507-1511.

ROSENDAHL, C. N., ROSENDAHL, S., 1991. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* spp) on the response of cucumbers (*Cucumis sativus* L.,) to salt stress. Environmental and Experimental Botany, 31: 313-318.

RUIZ-LOZANO, J. M., 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. New perspectives for molecular studies. Mycorrhiza, 13: 309-317.

RUIZ-LOZANO, J. M, AZCON, R., 2000. Symbiotic efficiency and infectivity of an autochonous arbuscular mycorrhizal *Glomus* sp. from saline soils and *Glomus deserticola* under salinity. Mycorrhiza, 10: 137-143.

RUIZ-LOZANO, J. M., AZON, R., GOMEZ, M., 1995. Effects of arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. Appl. Environ. Microbical., 61: 456-460.

RUIZ-LOZANO, J. .M, AZCON, R., GOMEZ, M., 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. Physiol Plant, 98: 767-772.

RUNJIN, L., 1989. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza and phosphorus on water status and growth of apple. J. Plant Nutr., 12: 997-1017

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

RUOTSALAINEN, A. L., KYTOVIITA, M-M., 2004. Mycorrhiza does not alter low temperature impact on *Gnaphalium norvegicum*. Oecologia, 140: 226-233.

SANDERS, F. E., 1975. The effect of foliar-applied phosphate on the mycorrhizal infections of onion roots. In 'Endomycorrhizas' (eds. Sanders, E. F., Moss, B., and Tinker, P. B.). Academic Press, London, pp. 261-276.

SANDERS, F. E., TINKER, P. B., 1973. Phosphate flow into mycorrhizal roots. Pesticide Sci., 4: 423-442.

SAPONARA, C., POGNA, N. E., CASTAGNA, R., PASQUINI, M. CACCIATORI, P., REDAELLI, R., 1995. Allelic variation at the *Gli-A1*^{m}, *Gli-A2*^{m} and G*lu-A1*^{m} loci and breadmaking quality in diploid wheat *Triticum monococcum*. Genet. Res. Camb., 66: 127-137.

SAS, 2002. The SAS system for windows, release 9.00 SAS Institute, Cary, NC.

SASANUMA, T., CHABANE, K., ENDO, T. R., VALKOUN, J., 2002. Genetic diversity of wheat wild relatives in the Near East detected by AFLP. Euphytica, 127: 81-93.

SCHENCK, N. C., 1981. Can mycorrhiza control root disease? Plant Disease Report 65: 230.

SCHENCK, N. C., GRAHAM, S. O., GREEN, N. E., 1975. Temperature and light effect on contamination and spore germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Mycologia, 67: 1189-1192.

SCHENCK, N. C., KELAM, M. K., 1978. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on disease development. Agriculture Experimental Station Technical Bulletin, Florida, 798.

SCHENCK, N. C., SCHRODER, V. N., 1974. Temperature responses of *Endogone* mycorrhiza on soybean roots. Mycologia, 66: 600-605.

SCHONBECK, E., DEHNE, H. W., 1979. The influence of endotropic mycorrhiza on plant parts, *Olpidium brassicae*, TMV. J. of Plant Disease Protec., 86: 103-112.

SHARMA, M., MUKERJI, K. G., 1992. Mycorhiza-tool for biological control of plant diseases. In 'Recent developments in biocontrol of plants disease' (eds. Mukerji, K. G., Tewari, J. P., Arora, D. K., Saxena, G.). Aditya Boks, New Delhi, India, pp.52-80.

SHEIKH, N. A., SAIF, S. E., KHAN, A. G., 1975. Ecology of *Endogone* II. Relationship of *Endogone* spore population with chemical soil factors. Islamabad Journal of Science, 2: 6-9.

SIEVERDING, E., 1980. Influence of soil moisture on development and efficient of vesicular-arbuscular mycorrhiza. Thesis, Univ. of Göttingen.

SIEVERDING, E., 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Technical Cooperation-Rebublic of Germany.

SIMITH, S. E., BE, G. D., 1979. Soil temperature, mycorrhizal infection and nodulation of *Medicago truncatula* and *Trifolium subterraneum*. Soil Biology Biochemistry, 11: 469-473.

SIMSON, D., DAFT, M. J., 1990. Interactions between water-stress and different mycorrhizal inoculation on plant growth and mycorrhizal development in maize and sorghum. Plant and Soil, 121: 179-186.

SLEZACK, S., DUMAS-GAUDOT, E., PAYNOT, M., GIANINAZZI, S., 2000. Workshop Kurs Notları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. 7-9 Haziran, 2001, Adana.

SJUKOV, V. V., SHEVCLENKO, S. N., 1996. A new gene of resistance to *Erysiphe graminis* F. sp. *Tritici* introgressed from *Triticum spelta* ssp. *kuckuckianum*. Abstracts. In: 5th Int. Wheat Conference, Ankara, Turkey, pp. 157.

SMITH, S. E., 1982. Inflow of phosphate into mycorrhizal and non-mycorrhizal *Trifolium subterraneum* at different levels of soil phosphate. New Phytologist, 90: 293-303.

SMITH, S. E., GIANINAZZI-PEARSON, V., KOIDE, R., CAIRNEY, J. W. G., 1994. Nutrient transport in mycorrhizas: structure, physiology and consequences for efficiency of the symbiosis. Plant Soil, 159: 103-113.

SMITH. S. E., READ, D. J., 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London, pp. 453-469.

SMITH, F. A., SMITH, S. E., 1981. Mycorrhizal infection and growth of *Trifolium subterraneum* use of sterilized soil as control treatment. New Phytologist, 88: 299-309.

SMITH, S. E., ST. JOHN, B. J., SMITH, F. A., NICHOLAS, D. J. D., 1985. Activity of glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L. effects of mycorrhizal infection and phosphate nutrition. New Phytol., 99: 211-27.

SNAPE, J. W., NEVO, E., PARKER, B. B., LECKIE, D., MORGUNOV, A., 1991. Herbicide response polymorphisms in wild populations of emmer wheat. Heredity, 66: 251-257.

SNELLGROVE, R. C., SPLITTSTROSSER, W. E., STRIBLEY, D. P., TINKER, P. B., 1982. The distribution of carbon and the demand of the Fungal symbiont in leek plants with vesicular-arbuscular mycorrhizas. New Phytologist, 92: 75-87.

SONDERGAARD, M., LAEGAARD, S., 1977. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in some aquatic vascular plants. Nature, 168: 232-233.

SRIVASTAVA, D., KAPOOR, R., SRIVASTAVA, S. K., MUKERJI, K. G., 1996. Vesicular arbuscular mycorrhiza-an overview. K. G. Mukerji (ed.), Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers, pp. 1-39.

SRIVASTAVA, D., MUKERJI, K. G., 1995. Field response of mycorrhizal and nonmycorrhizal *Medicago sativa* var. local F_1 generation. Mycorrhiza, 5: 219-221.

STOPPLER, H., KOLSCH, E., VOGTMANN, H., 1990. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in varieties of winter wheat in a low external input system. Biol. Agric. Hort., 7: 191-199.

SUBRAMANIAN, K. S., SANTHANAKRISHNAN, P., BALASUBRAMANIAN, P., 2005. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Sci. Horticul., (in press).

SUN, G., FAHIMA, T., KOROL, A., TURPEINEN, T., GRAMA, A., RONIN, Y., NEVO, E., 1997. Identification of molecular markers linked to the Yr15

stripe rust resistance gene of wheat originated in wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*. Theor. Appl. Genet., 95: 622-628.

SUN, Y. P., FRIES, N., 1992. The effect of tree root exudates on the growth rate of ectomycorrhizal and saprophytic fungi. Mycorrhiza, 1: 63-69.

SUVERCHA, M., MUKERJI, K. G., 1988. Mycorrhizal colonization in roots of tetraploid and hexaploid wheat species. In Plant Roots and Their Environment. Proceedings of ISSR Syposium, 21-26 August.

TAIN, C. Y., FENG, G., LI, X. L., ZHANG, F. S., 2004. Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. Appl. Soil Ecol., 26(2): 143-148.

TANYOLAC, B., LINTON, E., OZKAN, H., 2003. Low genetic diversity in wild emmer (*T. turgidum* L. subsp. *dicoccoides* (Körn. ex Asch. Et Graebn.) Thell.) from South-eastern Turkey revealed by Restriction Fragment Length Polymorphism. Genet. Res. and Cro. Evol., 50: 829-833.

TARAFDAR, J. C., MARSCHNER, H., 1994. Efficiency of vam hyphae in utilisation of organic phosphorus by wheat plants. Soil and Plant Nutrit., 40 (4): 593-600.

TARAFDAR, J. C., MARSCHNER, H., 1995. Dual inoculation with *Aspergillus funigatus* and *Glomus mossea* enhances biomass production and nutrient uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) supplied with organic phosphorus as Na-phytate. Plant and Soil, 173: 97-102.

TESTER, M., SMITH, E. A., SMITH, S. E., 1985. Phosphate inflow into *Trifolium subterraneum* L., effects of photon irradiance and mycorrhizal infection. Soil Boilogy Biochemistry, 17: 807-810.

THOMSON, B. D., ROBSON, A. D., ABBOTT, L. K., 1990. Mycorhizas formed by *Gigaspora calospara* and *Glomus fasciculatum* on subterranean clover in relation to soluble carbohydrate concentrations in roots. New Phytol., 114: 217-225.

TINKER, P. B., 1978. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizas on plant nutrition and plant growth. Physiology Vegetable, 16: 743-775.

TINKER, P. B., 1980. Role of rhizosphere mikro-organisms in phosphorus uptake by plants. In The Role of Phosphorus in Agriculture (Ed F. E Khasawneh., 1980). Madison, USA.

TISDALL, J. M., 1994. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. Plant and Soil, 159: 115-121.

TOTH, R., TOTH, D., STARKE, D., SMITH, D. R., 1980. Vesicular- arbuscular mycorrhizal colonization in *Zea mays* affected by breeding for resistance to fungal pathogens. Can. J. Bot., 68(5): 1039-1044.

TSANTRIZOS, Y. S., KOPE, H. H., FORTIN, J. A., OGILIVE, K. K., 1991. Antifungal antibiotics from *Pisolithus tinctorius*. Phytochem., 30: 1113-1118.

TYLKA, G. L., HUSSEY, R. S., RONCADORI, R. W., 1991. Interactions of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi, phosphorus, and *Heterodera glycines* on soybean. J. Nematol., 23: 122-133.

VALKOUN, J. J., 2001. Wheat pre-breeding using wild progenitors. Euphytica, 119: 17-23.

VAN SLAGEREN, M. V., 1994. "Wild Wheats: A monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. & Spach) Eig (Poaceae)" Veenman Drukkers, Wageningen, Netherlands.

VIDA, G., 1994. Global issuses of genetic diversity. In: Loeschcke, V., Tomiuk, J. & Jain, S. K. (eds), Conservations Genetics. Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland.

VIERHEILIG, H., AND OCAMPO, J. A., 1991. Receptivity of varios wheat cultivars to infection by VA- mycorrhizal fungi as influenced by inoculum potential and the relation of VAM- effectiveness to succinic dehydrogenase activity of themycelium in the roots. Plant and Soil, 133 (2): 291-296.

VOSATKA, M., GRYNDLER, M., PRIKRYL, Z., 1992. Effect of rhizosphere bacterium *Pseudomonas putiola* arbuscular mycorrhizal fungi and substrate composition on the growth of strawberry. Agronomica, 12: 859-863.

WEISSENHORN, I., 2002. Mycorrhiza and salt tolerance of trees. The Use of Mycorrhizal Fungi in Phytoremediation Projects (www. coriza.nl/ download/MycoremReport.pdf).

WILCOX, H. E., 1991. Mycorrhizae. In The Plant Root, 'the Hidden Half'. Eds. Y. Waisel, A. Eshel, and U. Kafkafi, pp. 731-765. Marcel Dekker, New York.

YANO-MELO, A. M., SAGGIN, O. J., MAIA, L. C., 2002. Tolerance of mycorrhized banana (*Musa sp*. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. Ag. Ecosys. and Envir., pp.1-6.

YANO-MELO, A. M., SAGGIN, O. J., MAIA, L. C., 2003. Tolerance of mycorrhized banana (*Musa sp*. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. Ag. Ecosys. and Envir., 95: 343-348.

ZADOKS, J. C., CHANG, T. T., KONZAK, C. F., 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res., 14: 415-421.

ZAHARIEVA, M., MONNEVEUX, P., HENRY, M., RIVOAL, R., VALKOUN, J., 2001. Evaluation of collection of wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth and identification of potential sources for useful traits. Euphytica, 119: 33-38.

ZANDAVALLI, R. B., DILLENBURG, L. R., PAULO, V. D., 2004. Growth responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) to inoculation with the mycorrhizal fungus *Glomus clarum*. Appl. Soil Ecol., 25(3) : 245-255.

ZEYBEK, N., ZEYBEK, U., 1994. Farmasötik Botanik. Kapalı Tohumlu Bitkiler (*Angiospermae*) Sistematiği ve Önemli Maddeleri. Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:2, Bornova, İzmir.

ZHU, Y-G., SMITH., S. E. 2001. Seed phosphorus (P) affects growth, and P uptake of wheat plants and their association with arbuscular mycorrhizal (AM) fungi. Plant and Soil, 231: 105-112.

ZHU, Y-G., SMITH, S. E., BARRITT, A. R., SMITH, F. A., 2001. Phosphorus (P) efficiencies and mycorrhizal responsiveness of old and modern wheat cultivars. Plant and Soil, 237: 249-255.

ZOHARY, D., HOPF, M., 1988. Domestication of plants in the Old World. Oxford Science Publications, Oxford.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimimi K. Maraş'ta tamamladım. 1992 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünü okumaya hak kazandım. 1996 yılında aynı bölümden bölüm birincisi olarak mezun olduktan sonra, 1996-97 eğitim-öğretim yılında yüksek lisansa başladım. Bir yıl yabancı dil hazırlık sınıfını okuduktan sonra askerlik hizmetimi yerine getirdim. 2001 yılında yüksek lisansı bitirerek doktora proğramına kayıt yaptırdım. Aynı yıl başvurmuş olduğum TÜBİTAK-Yurtiçi Doktora Bursunu almaya hak kazandım. 2004-05 yılında üç ay süre ile Almanya'da Max Plance Enstitüsü'nde moleküler genetik çalışmalarında bulundum. 2006-07 yılında İspanya'da 11 ay süreli ve CIHEAM tarafından düzenlenen ''Bitki Islahı Uzmanlık Kursu''na katıldım. 2002 yılından beri Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Arş. Gör. olarak görev yapmaktayım.