

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**MİKROALGLERİN MİKROBİYAL GÜBRE POTANSİYELİNİN BUĞDAY
BİTKİSİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Nuray TUNÇ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ANKARA
2015**

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

23.12.2015

Nuray TUNÇ

ÖZET

Doktora Tezi

MİKROALGLERİN MİKROBİYAL GÜBRE POTANSİYELİNİN BUĞDAY BİTKİSİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Nuray TUNÇ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayten NAMLI

Son yıllarda birim alandan daha fazla ürün elde etmek amacıyla kimyasal girdi kullanımı oldukça artmıştır. Tarım alanlarındaki bu yoğun girdi kullanımı sonucu verim ve üretim artmış, fakat sürdürülebilir toprak verimliliği ve doğal dengeler tehlikeye girmiştir. Toprak verimliliğinin sürdürülebilir olması amacıyla doğal içerikli ve üretimi kolay girdilerin tercih edilmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında tamamen doğal ve üretimi kolay olan mikroalglerin pilot bitki seçilen buğday üzerinde denenerek biyogübre potansiyeli incelenmiştir. Çalışma kapsamında inkübasyon, sera ve tarla denemeleri gerçekleştirilmiş, bu denemeler sonucunda toprakta pH, EC, nitrat azotu, amonyum azotu, toplam azot, organik karbon, C/N oranı, kation değişim kapasitesi, agreekt stabilitesi, bitkiye yarayışlı fosfor, alınabilir potasyum, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Ni, Pb ve üreaz, beta glukosidaz ve alkali fosfataz enzim aktivite tayinleri, bitkide ise bitki boyu, verim, protein, N, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Cd, Pb, Co analizleri yapılmıştır.

Sonuçlar denenen yaklaşık 10 alg türü arasında en etkin olan türün *Oscillatoria amoena* (OA) olduğunu göstermiş olup, bu mikroalg türünün mikrobiyal gübre olarak kullanılmasına yönelik daha detaylı doz çalışmaları (tek başlarına ve kimyasal gübrelerle kombine) ve farklı bitki çeşitleri ile sulu ve kuru koşullarda tarla denemelerinin kurulması yararlı olacaktır.

Aralık 2015, 248 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mikroalg, mikrobiyal gübre, toprak kalitesi, enzim aktivitesi, buğday

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DETERMINATION OF MICROALGAE'S POTENTIAL OF MICROBIAL FERTILIZER WITH THE USE OF WHEAT

Nuray TUNÇ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Ayten NAMLI

In order to produce more crops in unit area, use of chemicals have increased in recent years. Efficiency and producton have increased due to intensive chemical usage, however sustainable soil efficiency and naturel balance of agriculture have endangered. It is necessary to prefer more naturel and easily produced inputs for sustainable soil efficiency.

In this thesis wheat was selected as pilot plant to study biofertilization potential of microalgae's. Within the scope of this study, experiment of incubation, plant-house, and field were performed; during these experiments pH, EC, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, total nitrogen, organic carbon, C/N, cation exchange capacity, agregate stability, useful phosporus for plant, takable potassium, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Ni, Pb and urease, beta glucosidase and alkaline phospatase enzyme activities in the soil samples, high of plant, yield, protein, N, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Cd, Pb, Co analyzes in plant samples were done.

Results of this study showed that *Oscillatoria amoena* (OA) was the most efficient species of all experimented algal species. Detailed dose experiments (on their own and combined with chemical fertilizers) of this microalgae species shall be performed) towards using as microbial fertilizer. In addition it is beneficial to set up form experiments within different plant varieties in irrigated and dried conditions.

December 2015, 248 pages

Key Words: Microalgae, microbial fertilizer, soil quality, enzyme activity, wheat

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca eğitimle ilgili ve kişisel olarak destek duyduğum tüm zamanlarda yakınlığını gördüğüm, desteğini, yardımını, şefkatini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden çokça faydalandığım, birçok güzel özelliği kendisinde taşıyan, her zaman güler yüzlü canım danışmanım Prof. Dr. Ayten NAMLI'ya (Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD), doktora eğitimim süresince kendisinden aldığım derslerde ve tez çalışmalarımnda her zaman yapıcı yaklaşımı ve verdiği destek ile her durumda bana katkı sağlayan Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Oğuz Can TURGAY'a, ve projelendirdiğimiz çalışmamıza ortak olup, gerek tecrübesinden gerekse laboratuvar ortamındaki desteğinden çokça faydalandığım, Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü Doç. Dr. Turgay TEKİNAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamız için gerekli bazı materyalleri sağlama konusunda ve diğer bazı aşamalarda yanımda olan, yardımlarını, desteklerini esirgemeyen, her zaman güler yüzlü Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden Uzm. Dr. Burcu ERTİT TAŞTAN'a, çalışmamızın bazı analizlerini yapmamız sırasında yardımcı olan Uzm. Dr. Kuddusi KARABODUK'a, toprak ve bitki element analizlerinde katkı veren Biyotar A.Ş. çalışanları ve Sn Yaşar ÇELİK'e, Polatlı TİGEM arazisinde tarla denemesinin kurulması, takibi ve hasat işlemlerinde katkı veren Ziraat Mühendisi Ertuğrul KILINÇ'a, Dr. Derya SÜREK'e, tez çalışmasının analizlerinde destek ve yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Muhittin Onur AKÇA'ya ve okuldaki diğer araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Analizlerimi yaparken destek gördüğüm diğer lisans ve yüksek lisans arkadaşlarıma başta Dr. Shima FARASAT ve Dr. Aliye Sepken BERBER'e ve tez yazımım sırasında desteklerini benden esirgemeyen başta AB Uzm. İrem ŞAFAK ŞİMŞEK olmak üzere tüm işyeri arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Ayrıca doktora eğitimim boyunca ders aldığım, kendilerinden özellikle akademik katkı gördüğüm tüm bölüm hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Maddi-manevi desteklerinden dolayı, kayınvalidem, kayınpederim, annem, babam, kardeşlerim, özellikle akademisyen olan aile fertlerim ve tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Benimle hayatı paylaşan, iyi-kötü tüm zamanlarımda yanımda olan, tezimle ilgili bana teknik destek sağlayan, özellikle çalışmam sırasında yanlarındayken olmadığım çocuklarıma bakıp beni aratmayan, sevgisi ve ilgisiyle her zaman desteğini hissettiğim canım eşim Yusuf Bilge TUNÇ'a ve özellikle olmadığım zamanlarda küçük yaşlarına rağmen oldukça olgun ve sabırlı davranan, zaman zaman belki de ihmal ettiğim, canımdan çok sevdiğim, sevgileriyle motive olduğum canım çocuklarıma çok teşekkür ederim.

Nuray TUNÇ

Ankara, Aralık 2015

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	11
2.1 Alglerin Genel Özellikleri Ve Kullanım Alanları.....	11
2.2 Alglerin Yaşam Koşulları.....	13
2.3 Alglerin Tarımda Kullanımı	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1 Materyal	22
3.1.1 Alg üretimi ve yapılan ön denemeler sonucu alglerin seçimi.....	23
3.1.2 Tarımsal uygulamalar	45
3.1.2.1 İnkübasyon denemesi.....	45
3.1.2.2 Sera denemesi	48
3.1.2.3 Tarla denemesi	51
3.2 Laboratuvar Yöntemleri	59
3.2.1 Alg üretim yöntemleri.....	59
3.2.2 Toprak ve bitki analiz yöntemleri	62
3.3 İstatistiksel Değerlendirme Yöntemleri	65
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	66
4.1 Buğday Büyütme Ön Denemelerinin Sonuçları	66
4.1.1 Suda buğday büyütme ön deneme sonuçları	66
4.1.2. Toprakta I. buğday büyütme ön deneme sonuçları	73
4.1.3 Toprakta II. buğday büyütme öndeneme sonuçları	76
4.2 İnkübasyon Denemesi Sonuçları.....	85
4.2.1 İnkübasyon denemesi toprak örneklerinin organik madde (OM) miktarlarındaki değişimler	85
4.2.2 İnkübasyon denemesi toprak örneklerinin alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum (k) miktarlarındaki değişimler	88
4.2.3 İnkübasyon denemesi topraklarının ph ve ec kapsamlarındaki değişimler.....	89
4.2.4 İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinin toplam azot (N), amonyum (NH ₄ ⁺ -N) ve nitrat (NO ₃ ⁻ N) azotu miktarlarındaki değişimler	91
4.2.5 İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinin toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr kapsamlarındaki değişimler	97
4.2.6 İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinin B-Glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivitesi miktarlarındaki değişimler:	100
4.3 Sera Denemesi Sonuçları	106
4.3.1 Sera denemesi topraklarının ph ve ec miktarlarındaki değişimler	107

4.3.2 Sera denemesi toprak örneklerinin organik madde (om) miktarlarındaki değişimler.....	110
4.3.3 Sera denemesi toprak örneklerinin alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum miktarlarındaki değişimler	110
4.3.4 Sera denemesi toprak örneklerinin toplam azot (N), amonyum azotu (NH_4^+ -N) ve nitrat azotu (NO_3^- -N) miktarlarındaki değişimler	112
4.3.5 Sera denemesi toprak örneklerinin toplam iz element ve ağır metal miktarlarındaki değişimler	116
4.3.6 Sera Denemesi toprak örneklerinin B-glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivite değerlerindeki değişimler	123
4.3.7 Sera Denemesi uygulamalarının buğday bitkisi azot ve fosfor içerikleri ile bitki boy ve ağırlığına etkisi.....	127
4.3.8 Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni (mg/kg) kapsamaları üzerine etkisi.....	131
4.4 Tarla Denemesi Sonuçları	136
4.4.1 Tarla denemesi toprak örneklerinin ph ve elektriksel iletkenlik (EC) miktarlarındaki değişimler	136
4.4.2 Tarla denemesi toprak örneklerinin organik madde (OM) miktarlarındaki değişimler	138
4.4.3 Tarla denemesi toprak örneklerinin azot miktarlarındaki değişimler	139
4.4.4 Tarla denemesi toprak örneklerinin fosfor ve potasyum miktarlarındaki değişimler.....	143
4.4.5 Tarla denemesi toprak örneklerinin toplam iz element ve ağır metal miktarlarındaki değişimler	145
4.4.6 Tarla denemesi toprak örneklerinin B-glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivitelerindeki değişimler.....	153
4.4.7 Tarla denemesi bitki örnekleri analiz sonuçları.....	157
4.4.7.1 Bitki boyu.....	157
4.4.7.2 Dekara tane verimi.....	158
4.4.7.3 Tarla denemesi uygulamalarının buğday bitkisi azot, fosfor içeriklerine etkisi.....	161
4.4.7.4 Tarla denemesi uygulamalarının buğday bitkisi ağır metal içeriklerine etkisi.....	163
5. SONUÇ	168
KAYNAKLAR	182
EKLER.....	190
EK 1 Alg türlerinin eğim grafikleri.....	191
EK 2 Hasatın Yapıldığı Deneme Biçerdöveri	192
EK 3 Çimlenme Sonrası Parsel Resimleri	193
EK 4 İstatistik Sonuçları	196
ÖZGEÇMİŞ.....	247

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kireç
CO ₂	Karbondioksit
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
HCl	Hidroklorik Asit
K	Potasyum
K ₂ O	Değişebilir potasyum
K ₂ SO ₄	Sülfrik Asit
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ni	Ni
nm	Nanometre
N-NH ₄	Amonyum azotu
N-NO ₃	Nitrat azotu
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Yarayışlı (alınabilir) fosfor
pH	Toprak reaksiyonu
Zn	Çinko

Kısaltmalar

BG11	BlueGreen Medium - Mikroalglerin çoğaltıldığı ortam
C/N	Karbon/Azot
EC	Elektriksel iletkenlik
KDK	Kasyon değişim kapasitesi
OM	Organik madde
Sd	Standart deviation (Standart Sapma)
TAP	Tris Acetate Phosphate – Mikroalglerin çoğaltıldığı ortam

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Buğdayda sırasıyla N, P ve K'un noksan olduğu durumlar.....	5
Şekil 1.2 Mikroalg kullanılarak fasulye üzerinde yapılan denemeden görüntüler.....	8
Şekil 3.1 Büyütme kabinlerinde büyütülmesi öngörülen buğday için hazırlanmış olan çözelti ve algler	32
Şekil 3.2 I. Buğday büyütme düzeneği (Çimlenme sonrası).....	36
Şekil 3.3 II. Buğday büyütme düzeneği	37
Şekil 3.4 Kışlık buğday örtüsü altındaki topraktan izole edilmiş mikroalg.....	39
Şekil 3.5 Asetilen redüksiyon testinin aşamaları	41
Şekil. 3. 6 Buğday tarlasından izole edilen mikroalg/ON (4.saat ölçümü).....	42
Şekil. 3. 7 Buğday tarlasından izole edilen mikroalg/ON (18.saat ölçümü).....	42
Şekil. 3. 8 Çimenlikten izole edilen mikroalg/OA (4.saat ölçümü)	43
Şekil. 3. 9 Çimenlikten izole edilen mikroalg/OA (18.saat ölçümü)	43
Şekil. 3.10 Gazi Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarı mikroalg koleksiyonundan temin edilen mikroalg/DT (4.saat ölçümü).....	44
Şekil. 3.11 Gazi Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarı mikroalg koleksiyonundan temin edilen mikroalg/ DT (18.saat ölçümü).....	44
Şekil 3.12 İnkübasyon denemesinin kurulumu	46
Şekil 3.13 İnkübasyon denemesinde kullanılan algler	47
Şekil 3.14 Sera denemesinden bir görünüm (denemenin ilk hali)	50
Şekil 3.15 Sera denemesinden bir görünüm (algle sulama sonrası).....	50
Şekil 3.16 Sera denemesinden bir görünüm (çimlenme sonrası)	51
Şekil 3.17 Tarla deneme alanı coğrafi konumu	52
Şekil 3.18 Oscillatoria amoena	55
Şekil 3.19 Tarla deneme alanı	57
Şekil 3.20 Standart miktarda tohum ve gübre atabilen mibzer	57
Şekil 3.21 Tarla denemesi tohum ekim işlemi	58
Şekil 4.1 Kontrol denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	67
Şekil 4.2 #1 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	68
Şekil 4.3 #2 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	68
Şekil 4.4 #6 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	69
Şekil 4.5 #4 Green 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	69
Şekil 4.6 #4 Green 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	70
Şekil 4.7 #4 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	70
Şekil 4.8 #6 Green 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	71
Şekil 4.9 #6 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)	71
Şekil 4.10 Kontrol denemesinin bir hafta sonrasındaki gelişimi	72

Şekil 4.11 #1 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonrasındaki gelişimi	72
Şekil 4.12. #2 Orange 10C denemesinin bir hafta sonrasındaki gelişimi	73
Şekil 4.13 I. Buğday büyütme düzeneği (Çimlenme sonrası).....	75
Şekil 4.14 I. Buğday büyütme denemesi çimlenme sayısı grafiği	75
Şekil 4.15. I. Buğday büyütme denemesi çim boyu grafiği	76
Şekil 4.16 II. Buğday büyütme düzeneği (Çimlenme sonrası)	78
Şekil 4.17 II. Buğday büyütme denemesi çimlenme sonuçları	78
Şekil 4.18 II. Buğday büyütme denemesi boy ölçüm sonuçları (3 farklı gündeki ölçümler)	80
Şekil 4.19 II. Buğday büyütme denemesi boy ölçüm sonuçları (3 farklı gündeki ölçümlerin ortalaması).....	81
Şekil 4.20 Kontrolün 3 tekerrürü	82
Şekil 4.21 CC#400 1X'in 3 tekerrürü	83
Şekil 4.22 CC#400 2X'in 3 tekerrürü	83
Şekil 4.23 CC#400 3X'in 3 tekerrürü	84
Şekil 4.24 II. Buğday büyütme denemesi kuru ve yaş ağırlık ortalamaları	84
Şekil 4.25 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak organik madde kapsamı (OM) üzerine etkileri	87
Şekil 4. 26 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın yarıyışlı fosfor kapsamı üzerine etkileri	88
Şekil 4.27 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın değişebilir K kapsamı üzerine etkileri	89
Şekil 4.28 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak pH'sı üzerine etkileri.....	90
Şekil 4.29 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak EC'si üzerine etkileri.....	91
Şekil 4.30 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın toplam azot kapsamı üzerine etkileri	96
Şekil 4.31 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın amonyum azotu kapsamı üzerine etkileri	96
Şekil 4.32 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın nitrat azotu kapsamı üzerine etkileri	97
Şekil 4.33 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın β -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri (mg pNP g ⁻¹ toprak).....	101
Şekil 4.34 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri.....	105
Şekil 4.35 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın üreaz enzim aktivitesi üzerine etkileri	106
Şekil 4.36 Sera denemesi uygulamalarının toprakların pH değerleri üzerine etkileri.....	108
Şekil 4.37 Sera denemesi uygulamalarının toprakların EC değerleri üzerine etkileri.....	108
Şekil 4.38 Sera denemesi uygulamalarının toprakların OM değerleri üzerine etkileri.....	110
Şekil 4.39 Sera denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir fosfor değerleri üzerine etkileri.....	111

Şekil 4.40 Sera denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Potasyum değerleri üzerine etkileri.....	112
Şekil 4.41 Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam azot değerleri üzerine etkileri.....	114
Şekil 4.42. Sera denemesi uygulamalarının toprakların amonyum azotu değerleri üzerine etkileri.....	115
Şekil 4.43 Sera denemesi uygulamalarının toprakların nitrat azotu değerleri üzerine etkileri.....	116
Şekil 4.44 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Fe değerleri üzerine etkileri ...	118
Şekil 4.45. Sera denemesi uygulamalarının toprakların Cu değerleri üzerine etkileri..	119
Şekil 4.46 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Mn değerleri üzerine etkileri..	119
Şekil 4.47 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Zn değerleri üzerine etkileri...	120
Şekil 4.48 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Ca değerleri üzerine etkileri...	121
Şekil 4.49 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Mg değerleri üzerine etkileri..	121
Şekil 4.50 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Cr değerleri üzerine etkileri ...	122
Şekil 4.51. Sera denemesi uygulamalarının toprakların Ni değerleri üzerine etkileri ..	122
Şekil 4.52 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Pb değerleri üzerine etkileri...	123
Şekil 4.53 Sera denemesi uygulamalarının toprakların beta glukozidaz enzim değerleri üzerine etkileri.....	125
Şekil 4.54 Sera denemesi uygulamalarının toprakların alkali fosfataz enzim değerleri üzerine etkileri.....	126
Şekil 4.55 Sera denemesi uygulamalarının toprakların üreaz enzim değerleri üzerine etkileri.....	127
Şekil 4.56 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin azot içerik değerleri üzerine etkileri.....	129
Şekil 4.57 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin fosfor içerik değerleri üzerine etkileri.....	130
Şekil 4.58 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin boy değerleri üzerine etkileri	130
Şekil 4.59 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin ağırlık değerleri üzerine etkileri.....	131
Şekil 4.60 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Fe değerleri üzerine etkileri	133
Şekil 4.61. Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Cu değerleri üzerine etkileri	133
Şekil 4.62 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Mn değerleri üzerine etkileri.....	134
Şekil 4.63 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Zn değerleri üzerine etkileri.....	134
Şekil 4.64 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Cr değerleri üzerine etkileri	135
Şekil 4.65 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Ni değerleri üzerine etkileri	135
Şekil 4.66 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların pH miktarı üzerine etkisi	137
Şekil 4.67 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların EC miktarı üzerine etkisi	138
Şekil 4.68 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların OM miktarı üzerine etkisi.....	139
Şekil 4.71 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların azot kapsamı üzerine etkisi...	143
Şekil 4.72 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların fosfor kapsamı üzerine etkisi	144
Şekil 4.73 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların potasyum kapsamı üzerine etkisi	145
Şekil 4.74 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	149
Şekil 4.75 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ni kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	149

Şekil 4.76 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	150
Şekil 4.77 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Zn kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	150
Şekil 4.78 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cu kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	151
Şekil 4.79 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	151
Şekil 4.80 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Mn kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	152
Şekil 4.81 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ca kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	152
Şekil 4.82 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Mg kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)	153
Şekil 4.83 Tarla denemesi uygulamalarının beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri.....	156
Şekil 4.84 Tarla denemesi uygulamalarının alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri.....	156
Şekil 4.85 Tarla denemesi uygulamalarının üreaz enzim aktivitesi üzerine etkileri.....	157
Şekil 4.86 Tarla denemesi uygulamalarının bitki boyu kapsamı üzerine etkisi.....	159
Şekil 4.87 Tarla denemesi uygulamalarının tane verimi üzerine etkisi	160
Şekil 4.88 Tarla denemesi uygulamalarının biyolojik verim üzerine etkisi.....	160
Şekil 4.89 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği azot kapsamı üzerine etkisi	162
Şekil 4.90 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği fosfor kapsamı üzerine etkisi	162
Şekil 4.91 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Fe kapsamı üzerine etkisi	164
Şekil 4.92 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Cu kapsamı üzerine etkisi	164
Şekil 4.93 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Zn kapsamı üzerine etkisi	165
Şekil 4.94 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Mn kapsamı üzerine etkisi	166
Şekil 4.95 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Cr kapsamı üzerine etkisi	166
Şekil 4.96 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Ni kapsamı üzerine etkisi	167

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri (Dennis 1971, Kacar ve Katkat 1998).....	2
Çizelge 1.2 Başlıca ülkelerin buğday ekiliş, üretim ve verim değerleri (http://www.gencziraat.com, 1997).....	5
Çizelge 1.3 Tespit Edilmiş Mikroalglerin Matrisi (Vilchez 1997)	7
Çizelge 1.4 Organik gübrelerin ihtiva edebileceği minimum ağır metal değerleri.....	9
Çizelge 2.1 Bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri (Dennis 1971, Kacar ve Katkat 1998).....	12
Çizelge 3.1 Toprak örneklerinin lokasyonları ve kültivasyon durumları	23
Çizelge 3.2 Alg yetiştirme ortamı için gerekli bileşikler ve miktarları.....	25
Çizelge 3.3 Kültür koşullarının özeti	26
Çizelge 3.4 İzole edilen alg türlerinin belli özelliklerine göre verilen isimleri	30
Çizelge 3.5 Buğday yetiştirme çözeltisi için gerekenler	31
Çizelge 3.6 Santrifüj sonrası alg hücrelerinden elde edilen kütle miktarı	33
Çizelge 3.7 İlk toprak denemesinde kullanılan algler	34
Çizelge 3.8 Kullanılan toprağın özellikleri	35
Çizelge 3.9 İkinci toprak denemesinde kullanılan algler	37
Çizelge 3.10 İnkübasyona alınan örnek sayısı bilgileri	46
Çizelge 3.11 İnkübasyon denemesi alg uygulamaları.....	48
Çizelge 3.12 Sera denemesi uygulama konuları	49
Çizelge 3.13 Polatlı Tarım İşletmesi Müdürlüğü 2001-2015 yılları arası toplam ve ekilişe düşen yağış miktarları (Kaynak: Polatlı TİGEM Aylık Klimatoloji Rasat Cetveli).....	54
Çizelge 3.14 Tarla denemesi deseni.....	56
Çizelge 3.15 Tarla denemesi uygulama konuları	56
Çizelge 3.16 BG11 besiyeri bileşenleri.....	61
Çizelge 4.1 Uygulanan kültürlerin gelişen tohum sayısına etkileri	66
Çizelge 4.2 I. Buğday büyütme denemesi sonuçları	74
Çizelge 4.3 Buğday büyütme denemesi çimlenme sayısı sonuçları (Ekim işlemi 22 Mart'ta yapılmıştır)	77
Çizelge 4.4 Buğday büyütme denemesi çim boylarına göre gelişim sonuçları (cm).....	79
Çizelge 4.5 II. Buğday büyütme denemesi çim boylarının ortalaması (cm).....	80
Çizelge 4.6 Buğday büyütme denemesi çimlerin topraktan temizlendikleri ağırlıkları (gr)	82
Çizelge 4.7 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak organik madde kapsamı (OM), alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, pH ve EC üzerine etkileri.....	86
Çizelge 4.7 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak organik madde kapsamı (OM), alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, pH ve EC üzerine etkileri-devam.....	87
Çizelge 4. 8 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam ve amonyum- nitrat azotu üzerine etkisi	93
Çizelge 4.9 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam iz element ve ağır metal içerikleri üzerine etkisi (mg/kg)	98

Çizelge 4.10 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların enzim aktiviteleri üzerine etkileri.....	102
Çizelge 4.11 Sera denemesi uygulamalarının toprakların pH, EC, OM, alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum kapsamaları üzerine etkisi	109
Çizelge 4.12 Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam azot (N), amonyum azotu (NH_4^+ -N) ve nitrat azotu (NO_3 -N) kapsamaları üzerine etkisi.....	113
Çizelge 4.13 Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe, Cu, Mn, Zn, Ca, Mg, Cr, Ni, ve Pb (mg/kg) kapsamaları üzerine etkisi	117
Çizelge 4.14 Sera denemesi uygulamalarının toprakların beta glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivite değerleri üzerine etkisi	124
Çizelge 4.15 Sera denemesi buğday bitkilerinin azot, fosfor içerikleri ile boy ve ağırlığına etkisi	127
Çizelge 4.16 Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni (mg/kg) kapsamaları üzerine etkisi	132
Çizelge 4.17 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların pH ve EC değerler üzerine etkisi	137
Çizelge 4.18 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların OM kapsamaları üzerine etkisi	139
Çizelge 4.19 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların azot kapsamaları üzerine etkisi	141
Çizelge 4.20 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların yarayışlı fosfor ve değişebilir potasyum kapsamaları (mg/kg) üzerine etkisi.....	144
Çizelge 4.21 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb ve Ni kapsamaları üzerine etkisi	146
Çizelge 4.22 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr, Zn ve Cu kapsamaları üzerine etkisi (mg/kg)	147
Çizelge 4.23 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe, Mn, Ca, Mg kapsamaları üzerine etkisi (mg/kg)	148
Çizelge 4.24 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların enzim aktiviteleri üzerine etkisi	155
Çizelge 4. 25 Tarla denemesi uygulamalarının bitki boyu ve verim üzerine etkisi	159
Çizelge 4.26 Tarla denemesi uygulamalarının bitkilerin içerdiği azot ve fosfor içeriklerine etkisi	161
Çizelge 4. 27 Tarla denemesi uygulamalarının bitkilerin içerdiği Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni içeriklerine etkisi	163

1. GİRİŞ

Dünyada tarım yapılabilecek arazilerin giderek azalmasıyla birlikte artan nüfusun beslenmesi için daha fazla gıda üretimine ihtiyaç duyulunca birim alandan daha fazla ürün elde etmek zorunda kalınmış ve bunun sonucu olarak kimyasal girdi kullanımı oldukça artmıştır. Tarım alanlarındaki bu yoğun girdi kullanımı sonucu verim ve üretim artmış, fakat sürdürülebilir toprak verimliliğini ve doğal dengeleri tehlikeye sokmuştur. (Tortopoğlu 2000, Kendirli 2010). Önceleri, her gün bir yenisi bulunan sentetik kimyasal gübreler ve mücadele ilaçları bilinçsizce ve çok kullanılarak verim artışı elde edilmeye çalışılmıştır. Bu bilinçsiz kullanım tarımı, özellikle de modern üretim yöntemlerini çevre kirliliğinin bir nedeni haline getirmiş ve bu bilinçsiz kullanım çevreye zararlı olmanın yanında tarımsal ürün fiyatları açısından uzun vadede ekonomik olamayabilmiştir (Osman vd. 2010). Buna ilaveten yine değişen zaman içerisinde, genetik biliminin tüm teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. Bitki ve hayvanların DNA yapıları değiştirilmiş, melezleme ve klonlama yöntemleri bile uygulanmıştır. Sonuçta ekolojik denge bozulmakta, gıdaların doğal aromaları değişmekte, kullanılan sentetik kimyasal maddeler canlılar üzerinde kalıtsal birtakım hastalıklara yol açabilmektedir (Kozak 1996). Buna karşın; toprak iyileştirici, doğal dengelere zarar vermeyen, özellikle sağlığa zararlı olmayan, ürün miktarını ve kalitesini arttırıcı bazı teknolojiler ve yöntemler geliştirilmek üzere çalışmalar yapılmaktadır.

Başta gelir düzeyi yüksek ülkelerde olmak üzere birçok ülkede üretici ve tüketiciler örgütlenerek insanlarda toksik etki yapmayan, doğayı tahrip etmeyen yöntemlerle üretilen tarımsal ürünleri tercih etmeye başlamışlardır. Bu amaçla insan ve çevreye dost üretim sistemlerini içeren kimyasal gübre ve ilaçların kullanımını yasaklayan, organik ve yeşil gübreleme ile ekim nöbeti uygulamayı parazit ve predatörler gibi doğal kaynaklardan yararlanmayı tavsiye eden ve üretimde ürün kalitesinin yükselmesini amaçlayan bir üretim şekli olan organik tarım ortaya konmuştur. (Akkaya 1999, Kendirli 2010).

Sayılan bu yararlı etkilerden dolayı doğal bir kaynak olarak yosunların da organik tarımda geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Geçmişten bu yana deniz yosunlarının

tarımda ve özellikle biyolojik tarımda verim ve kaliteyi arttırmak, bitki büyümesini düzenlemek, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı arttırmak, toprak yapısını iyileştirmek amacıyla ve hayvan besiciliği için dünyanın birçok bölgesinde kullanıldığı bilinmektedir. (Yazıcı ve Kaynak 2001, Kendirli 2010).

Bununla birlikte organik tarım uygulamaları gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Dünya marketlerinde organik gübre kullanılarak üretilen ve pestisit uygulamaları içermeyen ürünler büyük rağbet görmektedir. Bu tercihler çeşitli organik materyallerin tarımda kullanım olanaklarının daha ayrıntılı olarak araştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır (İnal vd. 1996). Bunlardan biri de geçmişten bu yana bazı alg çeşitlerinin gübre olarak kullanımınıdır (Yazıcı ve Kaynak 2001).

Bitkiler için mutlak gerekli bitki besin elementleri vardır (Çizelge 1). Birçok alg türü de hemen hemen tüm makro ve mikro besin elementlerini yapısında bulunduran ve tarımda da kullanılabilir türlerdir. Alglerin içeriğindeki en önemli maddelerden bazıları; alginik asit, vitaminler, oksinler, en az iki tür giberilin ve antibiyotiklerdir. Bu maddelerden alginik asit, toprak düzenleyicisi; diğerleri ise bitki düzenleyicileri olarak değerlendirilebilir (Dennis 1971, Kacar ve Katkat 1998, Anonim 2007)

Çizelge 1.1 Bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri (Dennis 1971, Kacar ve Katkat 1998)

Organik Besin Elementleri	Temel Besin Elementleri	Yardımcı Besin Elementleri	Mikro Besin Elementleri	Fonksiyonel Besin Elementleri
C	N	Mg	B	Na
H	P	Ca	Mn	Si
O	K	S	Cu	V
			Mo	Cl
			Fe	Co
			Zn	

Ekstrakt halinde kullanılan bazı alglerin sebze, meyve ve diğer ürünlerin gelişimini sağladığı bilinmektedir (Blunden 1991, Crouch ve van Staden 1994, Washington vd.

1999). Tohumlara deniz algı ekstraktları uygulandığında, toprağa ilave edildiğinde ya da sebze, çiçek veya diğer ürünlere spreylendiğinde tohum filizlenmesini (Hong vd. 2007), bitki gelişimini (Moore 2004, Khan vd. 2009), birçok ürünün verimini (Masny vd. 2004, Ei-Zeiny 2007, Kumar 2008) arttırdığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca bu ekstraktların bitkilerde oluşabilecek hastalıklara karşı direnç artırıcı etkisinin olduğu (Allen vd. 2001; Cluzet vd. 2004), tuzlaşma (Mancuso vd. 2006), kuraklık (Zhang ve Ervin 2004) ve sıcaklığa karşı (Zhang ve Ervin 2008) toleranslarının da arttığı belirtilmiştir (Kumar ve Sahoo 2011).

Çeşitli alg türleri, bugüne kadar birçok tarım ürünü üzerinde denenmiş ve sonuçta tarımda kullanımlarıyla şu avantajlar elde edilmiştir:

- Kök gelişimini sağlayarak topraktan daha fazla su ve besin elementi alımını sağlarlar,
- Bitkilerde klorofil oluşumunu sağlayarak yeşil aksamın artmasını, dolayısıyla karbonhidrat, protein vb. maddelerin daha fazla oluşumunu sağlarlar,
- Bitkilerin hastalıklara, zararlılara ve çevresel streslere karşı direncini arttırırlar,
- Toprakta bitki tarafından alınamayan özellikle mikro elementleri şelat formuna sokarak en yüksek düzeyde alımını sağlar ve bunları bitkide dengeli hale getirir,
- Meyve ağaçlarında yan dallanmayı ve meyve tutumunu arttırır. Ayrıca çiçek ve meyve dökümünü azaltır. Bitkilerde % 30'a kadar verim artışı sağlar,
- Ürünlerin depolama dayanıklılığını arttırır,
- Virüslerin çoğalmasını engeller, nematodların zararlarını azaltır,
- Tarım ilaçlarının etkilerini % 25 arttırır. (Blunden 1992)

Alg türleri arasında mikroalgler nazaran diğer alg türlerinin yetiştirilmesi daha zor ve kontrolsüzdür, mikroalgler daha kolay ve kontrollü bir şekilde büyütülebilir, bu sebeple mikroalglerin biyogübre olarak kullanımı yaygınlaşmakta ve bunun üzerine yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Yapılan çalışmalarda mikroalglerin toprak düzenleyici ve bitki büyüme düzenleyici (PGR) olarak kullanımının yanında gübre olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Mikroalgler içermiş oldukları yüksek düzeyde protein, vitamin, mineral, yağ asitleri ve pigmentler nedeniyle de son zamanlarda üzerinde en çok durulan organizma gruplarından biri haline gelmiştir. Mikroalgler arasında bitkilere en çok faydalı olacak türler ise azot fikse edebilen türler olarak değerlendirilmiştir.

Biyolojik azot fiksasyonu genelde fotosentetik olarak fikse edilen karbon yıkımıyla açığa çıkan enerjiye ihtiyaç duyarlar. Azot fikse eden mikroorganizmalar arasında sadece mavi-yeşil algler karbondioksit ve sudan faydalanarak kendi karbonlarını üretebilirler. Bu trofik bağımsızlık mavi-yeşil algleri özellikler cazip bir biyokütle kılmaktadır (Roger ve Reynaud 1982).

Mavi-yeşil algler fotosentetik ve prokaryotik mikroorganizmalardır ve azot fikse edebilirler. Bu, sonuçta tropik bağımsızlık ve çevresel stres içeren faktörlere karşı yüksek adaptasyon gücü, bunların birçok yerde yaygın bir şekilde yaşamalarına olanak sağlamaktadır (Roger ve Reynaud 1982). Ancak kıyas yapılacak olursa elbetteki mavi-yeşil algler tropik ve tropikaltı bölgelerde, ılıman ve ılımanaltı bölgelere göre daha fazla yaşayabilmektedirler. (Roger ve Reynaud, 1982).

Şu anda ülkemizde üretimi yurtdışında yapıp, piyasada olan mikroalg gübre ürünleri mevcuttur. Yalnız bu ürünler ithal edilmektedir, ticari yerli üretim bulunmamaktadır.

Bu çalışmayla mikroalglerin biyogübre olarak kullanılabilirliği araştırılmış, pilot bitki olarak da buğday tercih edilmiştir. Buğdayın pilot bitki olarak seçilmesinin nedeni; Türkiye ve Dünya’da en çok üretilen tarım ürünü olmasıdır. Ayrıca Dünya’da besinlerden sağlanan kaloringin % 20’si buğdaya aittir. Gluteninin elastikiyeti nedeniyle ekmek yapımına uygun rakipsiz bir bitkidir. Tarımının kolay ve tamamen makineye dayalı oluşu, yetiştiricileri buğday tarımına yöneltmektedir. Telafi yeteneğinin çok yüksek olması, yetiştirici hatalarını ve olumsuz koşulları belli oranda telafi edebilmesi, kültür bitkileri içerisinde buğdaya farklı bir yer kazandırmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı buğday geçmişte ve günümüzde olduğu gibi, gelecekte de stratejik bir bitki olma özelliğini sürdürecektir (<http://www.gencziraat.com>, 2015).

Çizelge 1.2 Başlıca ülkelerin buğday ekiliş, üretim ve verim değerleri (www.gencziraat.com, 1997)

Ülkeler	Ekiliş (Mil. ha)	Üretim (Mil. ton)	Verim (kg/da)
Çin	29.359	102.636	350
A.B.D.	25.020	62.628	250
Hindistan	24.961	59.782	240
Rusya	23.588	35.264	150
Fransa	4.612	30.226	655
Kanada	11.489	25.261	220
Türkiye	9.772	18.848	193
Ukrayna	5.244	17.320	330
Almanya	2.472	16.688	675
Pakistan	8.168	16.124	197
Avustralya	8.745	14.001	160
Dünya	220.0	563.6	256.2

Bu kadar çok kullanılan bitki olan buğdayın içeriğindeki özellikle azot, fosfor ve potasyum noksanlığı bitkinin sağlıklı büyümesine ve dolayısıyla elde edilecek ürün verimine olumsuz etkiler yapmaktadır. Aşağıda buğdaydaki azot, fosfor ve potasyum noksanlığı görülmektedir (şekil 1.1).



Şekil 1.1 Buğdayda sırasıyla N, P ve K'un noksan olduğu durumlar

Buğday ve diğer bitkisel ürünlere uygun gübre seçimi, bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementleri ile ihtiyaç duyduğu diğer maddeleri ihtiva etmelidir. Ancak sadece ihtiyaç gidermesi değil, fiyatı, çevreye ve bitkiye zararlı yan ürün teşkil edip etmediği ve ortaya konulacak verim de biliniyor olmalıdır.

Buna karşın son yıllarda yeni üretim ve çevresel teknolojilerin gelişmesiyle mikroalg biyoteknolojilerinin önemine odaklanılmıştır. Çünkü mikroalgler büyümeleri için güneş ışığı ve CO₂ gibi pahalı olmayan substratlara ihtiyaç duyarlar. Mikroalgler basit metabolitlerden kompleks moleküllere kadar kimyasallar, vitaminler, karotenoidler, pigment veya polisakkaritler gibi yüksek değerli bileşikler elde etmek için ucuz ve etkili biyokatalistler olarak kullanılabilirler. Üretim prosesi boyunca alg içerikli biyokütle formu protein gibi gıda kaynağı olabilirler. Diğer yandan özellikle azot, fosfor ve sülfür bileşiklerini içeren kirliliği biyolojik olarak elimine edecek proseste de kullanılabilirler (Vilchez vd. 1997). Bununla birlikte diğer alg türleri ve mikroalgler ortamdaki N ve P'un dönüşümünü sağlamak amacıyla bünyelerine aldıklarından, ortama verilen nitrat gibi bazı kimyasal gübrelerin tutulumunu arttırabilmekte ve kullanılan kimyasalların daha az kullanılmasına yardımcı olmaktadır (Mulbry vd. 2005). Çizelge 1.3'de tespit edilmiş bazı mikroalglerin matrisi verilmektedir, bunlardan tarımla ilgili olanlar (+) ile işaretlenmiştir.

Çizelge 1.3 Tespit Edilmiş Mikroalglerin Matrisi (Vilchez 1997)

Alg türü	Matris Karşılığı
Anabaena	Alginat (+) Poliüretan Köpük Cam boncuk Agar (+) Carrageenan
Anacystis	Agar (+) Agarose (+)
Botryococcus	Alginat (+)
Chlamydomonas	Alginat (+) Agar (+)
Chlorella	Alginat (+) Poliüretan Köpük Agar (+) Agarose (+)
Dunaliella	Alginat (+) Agar (+) Poliüretan Köpük
Porphyridium	Poliüretan Köpük
Scenedesmus	Alginat (+) Poliüretan Köpük Albumin/Glutaraldehit (+) Carrageenan

Yapılacak çalışmaya bir ön araştırma niteliğinde tarafımızca yapılan ön denemede (halihazırda mevcut olan tür olduğundan dolayı) Chlamydomonas türü, fasulye bitkisi üzerinde denenmiştir. Deneme şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Eşit büyüklükte iki saksıya aynı miktarlarda, aynı cins toprak konarak biri sadece su (1 numaralı saksı) ile diğeri ise su+alg (2 numaralı saksı) ile yetiştirilmiştir (numaralar saksı üzerine yazılmıştır). Sonuçta algin bitkinin büyümesine oldukça etkili olduğu, algli bitkinin

yapraklarının daha yeşil olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bir süre çevresel streslere maruz bırakılan iki bitkide; algle sulanan bitkinin dayanıklılığının artmış olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara ait fotoğraflar şekil 1.2’de verilmiştir



Şekil 1.2 Mikroalg kullanılarak fasulye üzerinde yapılan denemeden görüntüler

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayınlanan ve Haziran 2010 itibariyle güncellenen “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik”te belirtildiğine göre deniz yosunundan elde edilmiş gübrelerin beyan edilmesi zorunlu parametreleri organik madde, alginik, giberallik ve suda çözünür potasyum oksit (K_2O)’tir. Yine aynı yönetmelikte elde edilen gübrenin minimum ağır metal içeriği ppm cinsinden çizelge 1.4’te verildiği gibidir.

Çizelge 1.4 Organik gübrelerin ihtiva edebileceği minimum ağır metal değerleri

Kadmiyum	Cd	3
Bakır	Cu	450
Nikel	Ni	120
Kurşun	Pb	1
Çinko	Zn	10
Civa	Hg	5
Krom	Cr	350

Bu çalışmada kullanılan alg gübresinin/toprak düzenleyicinin ilgili yönetmelikte belirtildiği şekilde beyan edilmesi zorunlu olan organik madde, ve suda çözünür potasyum oksit (K_2O) içerik analizleri ve ağır metal kapsamlarının yanısıra azot ve yarıyışlı fosfor kapsamları da belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında geliştirilen alg gübresinin yarıyışlılığını ortaya koymak amacıyla yapılan inkübasyon, sera ve tarla denemelerinde algin toprakta EC, pH, amonyum ve nitrat azotu, toplam azot, organik karbon, C/N oranı, agregat stabilitesi, bitkiye yarıyışlı fosfor, alınabilir potasyum, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Ni, Pb kapsamları üzerine etkileri ortaya konmuştur. Aynı zamanda toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla N, P ve C döngüsünde görevli sırasıyla üreaz, fosfataz ve glikosidaz enzim aktivite tayinleri de yapılmıştır.

Bu amaçla Ankara'nın Polatlı ilçesinde bulunan Tarım Bakanlığı'na bağlı Tarım İşletmeleri Müdürlüğü tarım arazilerinde tarla denemesi kurulmuştur. Deneme kuru tarım koşullarında yürütülmüştür. Bütün denemelerde buğday tarımının ağırlıklı olarak yapıldığı İç Anadolu bölgesini temsil edecek nitelikte toprak örneği kullanılmıştır. Ayrıca seçilen buğday türü de İç Anadolu bölgesi dikkate alınarak Tarım Bakanlığı'nın verimine göre sınıflandırıp tavsiye ettiği türlerden olan "Tosun Bey" olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler tarla denemesi başlangıcı ve sonunda olmak üzere 2 kez olup, parametreler sera denemesindekilerle aynıdır. Bunlara ilaveten tane verimine yönelik başka parametreler de eklenmiş ve değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; bu çalışma sonunda kullanılan alg türünün

- Biyogübre potansiyeli,
- Toprak düzenleyici etkisi
- Bitki düzenleyici etkisi ile

• Bitkinin çevresel streslere karşı dayanımına etkisi ortaya konmuştur. Ayrıca bu çalışma başka alg türleri ve buğday dışındaki diğer bitkilerle yapılacak çalışmalar için de bir ön bilgi niteliği taşımaktadır.

Tüm bunlar dışında; kullanılan kimyasal gübre ihtiyacını azaltması beklenmekte ve çalışmanın asıl hedefleri arasında yer almasa da, bakılan ağır metal analizleriyle aslında alglerin ağır metalleri adsorbe etme potansiyeli de kabaca ortaya konmuştur.

Böylece, buğday bitkisi üzerinde denenen, oldukça kapsamlı olan bu araştırma ve analizlerle toprağa ve bitki yetiştirilmesine uygun bir alg türü belirlenmiş, böylelikle direkt buğday bitkisinde elde edilecek verim ve diğer çıktılar ortaya konmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Algler, uzun yıllardan bu yana bilim ve teknolojiye araştırma konusu olmuş ve sonuçta bu çalışmalardan güzel neticeler alınmıştır. Önceleri daha çok Uzak doğu'nun ilgilendiği bu canlıların, faydaları ortaya çıktıkça Dünya'daki kullanım alanları da artmıştır.

2.1 Alglerin Genel Özellikleri Ve Kullanım Alanları

Algler, yararlı yan ürünleri olan, yüksek üretim verimine sahip canlılardır. Yalnızca suda yaşamaz, karayosunları gibi duvarlarda, kayalarda, ağaç gövdelerinde ve yeterli nem bulunan her yerde, hatta kaplumbağaların kabuklarında bile yaşayabilirler. Büyük çoğunluğunun fotosentetik olmasına ve bitkilere benzemesine karşın bitkiler alemiyle yakın akraba olmayan bir canlı grubudur. Yetiştirilmesi oldukça kolay olan algler, güneş ışığının girebildiği birçok ortamda yetişebilmektedirler. Ayrıca karbondioksiti yüksek miktarda tüketiyor olmaları sera gazı salınımlarına (iklim değişikliği sürecine) azımsanmayacak ölçüde olumlu katkıda bulunmaktadır. Bunun yanında algler; tarımda, kirlilik kontrolünde, enerji kaynağı olarak, beslenmede ve daha birçok alanda hammadde veya faydalı yan ürün olarak da kullanılmaktadır.

Algler ve kullanım olanakları üzerindeki çalışmalar çok uzun yıllardan beri yapılmaktadır. M.Ö. 2700 yıllarında Kral Shen Nung, algleri ilk kullanan kişi olarak bilinmektedir. M.S. ise algler, tıp alanında ve besin maddesi olarak kullanılmış, Çin, Japonya ve Kore'de büyük öneme sahip olmuştur. Alglerden kozmetik sanayiinde renk maddesi olarak Roma imparatorluğunda Virjil ve Heros zamanında yararlanılmıştır. Alglerin bilinen en eski kullanım sahası gübre yapımı olup, bu alanda en çok Uzakdoğuda kullanılmıştır. Çağımız alg endüstrisinde iyot ve brom bugün yan ürün durumundadır. Ayrıca alglerden elde edilen diğer önemli maddelerin başında agar, carragenan ve alginat gelmektedir (Cirik 1981).

Algler sanayinin hemen hemen her alanında kullanılmaktadır. Özellikle Uzakdoğu ve Güney Asya ülkelerinde besin maddesi olarak, ayrıca tıp, eczacılık ile kozmetik

sanayiinde, tarımda gübre yapımında geniş bir kullanım alanı olan makroalgler, doğal olarak toplanmalarının yanı sıra, kültürleri de yapılmakta ve denizlerde de karalar gibi ekilip biçilmektedir. (Atay 1984, Zaccaro vd.1999, Ordog 1999). Mikroalgler ise yine denizler, tatlısular ve karasal ortamlarda kolaylıkla yaşarlar (Issa vd. 2007). Makroalgler, brom, iyot, organik asitler, monosakkaritler, polisakkaritler, agar, alginik asit, steroller, proteinler ve vitaminler içermektedirler (Atay 1984, Zaccaro vd. 1999, Ordog 1999). Mikroalgler bitkilerin gelişmesine faydalı olan oksinler, amino asitler, şeker ve bazı vitaminler içermektedirler (Misra ve Kaushik 1989a-b, Shariatmadari vd. 2011). Kaushik (2007)'e göre bazı mikroalgler, toprağın yapısı, geçirgenliği ve su tutma kapasitesini geliştirip, toprak partikülleri ve toprak agregasyonunu arttıran kompleks organik karbon bileşenleri salgılamaktadır (Shariatmadari vd. 2011).

Algler bitkiler için mutlak gerekli bitki besin elementleri içermektedir (çizelge 2.1). Birçok alg türü hemen hemen tüm makro ve mikro besin elementlerini yapısında bulunduran ve tarımda da kullanılabilir türlerdir. Alglerin içeriğindeki en önemli maddelerden bazıları; alginik asit, vitaminler, oksinler, en az iki tür giberilin ve antibiyotiklerdir. Bu maddelerden alginik asit, toprak düzenleyicisi; diğerleri ise bitki düzenleyicileri olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 2.1 Bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri (Dennis 1971, Kacar ve Katkat 1998)

Organik Besin Elementleri	Temel Besin Elementleri	Yardımcı Besin Elementleri	Mikro Besin Elementleri	Fonksiyonel Besin Elementleri
C	N	Mg	B	Na
H	P	Ca	Mn	Si
O	K	S	Cu	V
			Mo	Cl
			Fe	Co
			Zn	

Ekstrakt halinde kullanılan bazı alglerin sebze, meyve ve diğer ürünlerin gelişimini sağladığı bilinmektedir (Blunden 1991, Crouch ve van Staden 1994, Washington vd.

1999). Tohumlara deniz algi ekstraktları uygulandığında, toprağa ilave edildiğinde ya da sebze, çiçek veya diğer ürünlere spreylendiğinde tohum filizlenmesini (Hong vd. 2007), bitki gelişimini (Moore 2004, Khan vd. 2009), birçok ürünün verimini (Masny vd. 2004, Ei-Zeiny 2007, Kumar 2008) arttırdığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca bu ekstraktların bitkilerde oluşabilecek hastalıklara karşı direnç arttırıcı etkisinin olduğu (Allen vd. 2001, Cluzet vd. 2004), kuraklık (Zhang ve Ervin 2004), tuzlaşma (Mancuso vd. 2006) ve sıcaklık (Zhang ve Ervin 2008) toleranslarının da arttığı belirtilmiştir (Kumar ve Sahoo 2011).

Khan vd. (2009), alg ekstraktlarının kullanım alanı ve faydalarının çok olmasına rağmen yeteri kadar kullanılmamasına dikkat çekmiş ve bu yüzden tarımdaki önemine, özellikle toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilir ve yenilenebilir bir biyokaynak olduğuna dikkat çekmişlerdir.

2.2 Alglerin Yaşam Koşulları

Yetiştirilmesi oldukça kolay olan algler, güneş ışığının girebildiği birçok ortamda yetişebilmektedirler. Thakur vd.'nin (2008) belirttiğine göre özellikle makroalgler ıslak formda yılda yaklaşık 8 milyon ton miktarında hasat edilmekte (McHugh 2003) ve gıda, gübre ya da birçok endüstriyel alanda hammadde olarak kullanılmaktadır (Kirkman ve Kendrick 1997). Ancak makroalglerin yetiştirilmesi için ihtiyaç duyulan alan ve hasat edilme zorluğu özellikle tarımda gübre olarak kullanılmasını zora sokmaktadır.

Bununla birlikte; yapılan çalışmalarda özellikle azot fiksasyonu yapabilen türlerin bitkilere faydalı olduğu belirtilmiş ve bu özelliğin daha çok mavi-yeşil alglerde mevcut olduğu belirtilmiştir. Mikroalglerin yaşam koşullarının birçok parametre açısından geniş aralıklarda olduğu da birçok çalışmayla kanıtlanmıştır. 1981 yılında Venkantaraman toprakta yaşayabilen siyanobakterlerin laboratuvar ortamında gerekli şartlar sağlanarak üretilebileceğini belirtmiştir. Galvanizli demirden 5X1'lik bir platformda gerekli şartları deneyerek sağlamaya çalışmış ve elde ettiği siyanobakter yaşam koşullarını şu şekilde aktarmıştır: 5 m²'lik bir alana, 20 kg toprak, 50 g süperfosfat, 5 g sodyum molibdat ilave etmiştir. Zeminin su seviyesini 12-15 cm civarında tutmuş, bir miktar

havalandırma sağlamış, pH'yı 7-7,6 civarında dengelemiş, bekletme süresini 7-8 gün olarak ayarlamıştır. Kontaminasyon kontrolünü sağlamak amacıyla ise 50 g karbofuron (% 3 granül) ilave etmiştir. Sonuçta havuz başına yaklaşık 2 kg toprak bazlı siyanobakter elde etmiştir (Sharma vd. 2010).

Roger ve Reynaud (1982), biyolojik azot fiksasyonu için “genelde fotosentetik olarak fikse edilen karbon yıkımıyla açığa çıkan enerjiye ihtiyaç duyarlar” şeklinde açıklamıştır. Buna göre azot fikse eden mikroorganizmalar arasında sadece mavi-yeşil algler karbondioksit ve sudan faydalanarak kendi karbonlarını üretebilirler. Bu trofik bağımsızlık özellikleri mavi-yeşil algleri cazip bir biyokütle kılmaktadır (Roger ve Reynaud 1982).

Roger ve Reynaud (1984) yaptığı çalışmalarında mavi-yeşil alglerin fotosentetik ve prokaryotik mikroorganizmalar olduğunu ve azot fikse edebildiklerine vurgu yaparak, sonuçta tropik bağımsızlık ve çevresel stres içeren faktörlere karşı yüksek adaptasyon gücünün, bunların birçok yerde yaygın bir şekilde yaşamalarına olanak sağladığını belirtmişlerdir (Roger ve Reynaud 1984). Ancak kıyas yapılacak olursa; Watanabe ve Yamamoto'nun çalışmalarına atfen, elbetteki mavi-yeşil alglerin tropik ve tropikaltı bölgelerde, ılıman ve ılımanaltı bölgelere göre daha fazla yaşayabildiklerini belirtmişlerdir (Roger ve Reynaud 1982). Ancak Roger ve Reynaud (1984)'a göre bu türlerin yaşam koşullarını sadece sıcaklık etkilememektedir. Bununla ilgili olarak New Delphi-IARI'da (pH 7,8-8,3) deneysel yüksek arazi alanlarından alınan kuru toprak örneklerinde; alg floralarına dair nitelikli bir çalışma yapıldığını ve mavi-yeşil alglerin tüm toprak örneklerinde baskın olduğunu gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. İstisna olarak; mevcut olmayan tür *xantophyceae*, zayıf görülen tür ise *chlorophyceae* olarak belirtilmiştir. Mavi-yeşil algler arasında da sayısız azot fikse edebilen form gözlenmiştir.

Durrel de 1964'te yaptığı bir çalışmada Mexico-Gulf, Ecuador ve Colombia'dan aldığı toprak örneklerinde çalışmış, 120 örnekte 62 tür alg, 46 tür ise mavi-yeşil alglerin alt türünü tespit etmiştir. Bunların ise yaklaşık % 21'ini ise *Nostoc Poludasum* olarak rapor etmiştir (Roger ve Reynaud 1982).

2.3 Alglerin Tarımda Kullanımı

Uzun yıllardır tarım ürünlerinden iyi mahsul alabilmek için kimyasal gübrelere ihtiyaç duyulmaktadır, ancak bunun bilinçsiz kullanımı çevreye zararlı olabilmekte ve tarımsal ürün fiyatları açısından ekonomik olamayabilmektedir (Elanwar vd. 2010, Dubey ve Dubey).

Hong vd. (2007), deniz alglerini, tarım, gıda ve tıp alanlarında değerlendirmiş, protein, yağ, vitamin, pigment, makro ve mikro elementler açısından oldukça zengin olduklarını ortaya koymuşlardır. Tarımsal açıdan ise biyogübre olarak yüksek kalitede olduğunu savunmuşlardır.

İçerikleri dolayısıyla iyi gübre özelliği taşıdığı düşünülen alg türlerinden bugüne kadar özellikle deniz algleri yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ancak son zamanlarda mikroalgler üzerine de çalışmalar yapılmakta ve bu çalışmalardan güzel sonuçlar alınmaktadır.

Bazı alg türleri bugüne kadar birçok tarım ürünü üzerinde denenmiş ve sonuçta tarımda kullanımıyla ilgili faydaları şu şekilde ortaya konmuştur:

- Kök gelişimini sağlayarak topraktan daha fazla su ve besin elementi alımını sağlarlar,
- Bitkilerde klorofil oluşumunu sağlayarak yeşil aksamın artmasını, dolayısıyla karbonhidrat, protein vb maddelerin daha fazla oluşumunu sağlarlar,
- Bitkilerin hastalıklara, zararlılara ve çevresel streslere karşı direncini arttırırlar,
- Toprakta bitki tarafından alınamayan özellikle mikro elementleri şelat formuna sokarak en yüksek düzeyde alımını sağlar ve bunları bitkide dengeli hale getirir,
- Meyve ağaçlarında yan dallanmayı ve meyve tutumunu arttırır. Ayrıca çiçek ve meyve dökümünü azaltır. Bitkilerde % 30'a kadar verim artışı sağlar,
- Ürünlerin depolama dayanıklılığını arttırır,
- Virüslerin çoğalmasını engeller, nematodların zararlarını azaltır,
- Tarım ilaçlarının etkilerini % 25 arttırır (Blunden 1992).

Vonshak (1997) yaptığı çalışmanın sonuçlarına dayanarak mikroalglerin biyokütle kaynağı olarak yetiştirilmesine yönelik birçok avantajı olduğunu belirtmiş ve bu avantajları şu şekilde sıralamıştır:

- Mikroalgler, fotosentetik işleme yoluyla organik bileşenlerin üretimi için güneş enerjisinin kullanıldığı en verimli biyolojik sistem olarak düşünülmektedir.
- Mikroalgler kompleks üreme organları olmayan damarsız bitkilerdir. Bu, bütün biyokütlenin hasatına ve kullanılmasına olanak sağlar.
- Mikroalglerin birçok türü, proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve pigmentler gibi ticari değeri olan ve istenen bileşenlerin özellikle yüksek konsantrasyonlarda üretilmesinde kullanılabilir.
- Tatlı su eksikliğinden veya fakir topraklardan dolayı verimin az olduğu birçok bölgede, verimliliği arttırmanın ve basit protein üretimini güvence altına almanın neredeyse tek yolu, değersiz topraklarda deniz suyu veya acı su kullanılarak yetiştirilen mikroalglerin üretilmesidir.
- Mikroalgal biyokütle üretim sistemleri, yoğun emek harcanan üretim birimlerinden yüksek yatırımlar gerektiren tam otomatik sistemlere kadar çeşitli işlemsel veya teknolojik yetenek seviyelerine kolaylıkla uyum gösterebilir.

(Vonshak 1997, Kendirli 2010)

Düzenli bir şekilde algleri ekstrakt halinde kullanan çiftçiler; yonca, soya, karnabahar, hıyar, domates, patates ve çilekte yüksek verim ve kalite elde etmişlerdir. Yine turunçgil, elma, şeftali, kiraz, üzüm ve domateste bu ekstraktların meyve tutumunu arttırdığı bildirilmiştir (Kumbul 2000). Domates bitkilerine, kökten ve yapraktan uygulanması sonucu yapraklardaki yeşil rengini farkedilir bir biçimde arttırdığı saptanmıştır (Whapham vd. 1993). Yine, Ecklonia laboratuvar koşullarında yetiştirilen domates bitkilerinde köklenmeyi arttırdığı kaydedilmiştir (Finnie ve Staden 1985; Şimşek 1995). Buğdayda alg ekstraktlarının gerek yaprak gerekse topraktan uygulanması sonucunda, bitkilerin boyunu uzattığı ve kuru ağırlığını arttırdığı bulunmuştur (Allwright 1992).

Ördög vd. (2004), tarımsal ürün zararlılarına karşı yapılan mücadeleye yönelik olan çalışmalarında 200 mikroalg türüne (174 klorofit, 23 siyaobakter) karşılık bakteri,

mantar ve küfleri izlemişlerdir. Bu izleme sonucunda yüksek antimikrobiyal özelliklerinden dolayı 3 gen arasından 10 klorofit seçilmiş ve çeşitli testlere tabi tutmuşlardır. Bunun sonucunda alg türleri hem gram pozitif (10 türün 9'undan), hem de gram negatif (10 türün 7'sinden) bakterilere göre antibakteriyel olacak şekilde daha iyi oranda etki göstermişlerdir. Ayrıca ekstraktları bazı tümör hücrelerine karşı da daha etkili olmuştur.

Farklı alg türlerinin farklı tarım ürünlerinde denenmesiyle yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Mulbry vd. (2005), tarım ürünleri yetiştirmenin bir yolunun da N ve P'nin alana dağılmasını sağlamak olduğu düşüncesiyle anaerobik olarak yetiştirilen kuru algli biyokütlenin gübre değerini araştırmış, 2 ayrı toprak örneğine söz konusu biyokütleyi uygulamıştır. Sonuçta bahçe sistemlerinde kullanılan geleneksel gübrelerin yerine alg biyokütlesinin kullanımının bitkiler açısından daha verimli olduğunu ortaya koymuştur.

Bunun yanında Mulbry vd. (2005) çalışmaları kapsamında toprakta mevcut olan veya kimyasal olarak verilen N ve P'un bitki tarafından alınımı arttırmak amacıyla toprağa kuru algli biyokütle vermişler ve başlangıçta düşük olan N ve P miktarında 20-21 gün sonunda oldukça yüksek miktarda (% 33, % 46-60, % 38-60) artış olduğunu gözlemişlerdir.

Pandey vd. (2005), Gangetik ovanın üst kısımlarında; alfisol, solonets ve bazik topraklarda çalışmış ve ilk sağanak yağışı takiben 10 ay içerisinde (örn: Temmuz-Nisan) bir düzine siyanobakteri türü belirlemişlerdir. Çalışmalarında belirlemiş oldukları türler şunlardır: *Microcoleus* sp., *Calothrix brevissima*, *Scytonema* sp., *Cylindrosprum licheniformae*, *Cylindrosprum fertilissima*, *Nostoc calcicola*, *Nostoc punctiformae*, *Aphanothece parietina*, *Nostoc commune*, *Aulosira fertilissima*, *Phormidium* sp., and *Oscillatoria* sp. Bunlar arasında *N. Calcicola*'nın baskın olduğuna vurgu yapmışlardır. Çalışmalarında belirttiklerine göre; siyanobakteri türü bazik toprağa, laboratuvar ortamında ışık altında aşılınmış, bunun piritle (FeS_2) birleşmesi sonucu uygulandığı toprak özelliklerini hızla değiştirdiği gözlenmiştir. Ayrıca yine bu türün bikarbonatla (HCO_3^{-R}) mutasyona uğramasıyla toprak pH'sının modifikasyonuna daha iyi cevap verdiği gözlenmiştir.

Zancan vd (2006), topraktan izole edilen alglerin tarımsal ekosistemin izole edildiği toprak kalitesini temsil eden önemli bir biyoindikatör görevi gördüğünü ortaya koymuştur. Mısır tarlası, bağ, çayır ve 12 yıldır terk edilmiş bir alanda gerçekleştirdikleri çalışmada farklı ekosistemlerde 92 tür alg belirlemişlerdir. Bazı örnekleri Mart ve Mayıs aylarında olmak üzere 2 kez tekrarlamış, 2001 yılında elde ettikleri temel alg türleri *Cyanophyceae*, *Chlamydomphyceae* ve *Chlorophyceae* olmuştur. Zancan vd. (2006)'ne göre topraklar algler için sucul olmayan en önemli ekosistemlerdir. Bu ortamlarda alglerin yaşamı; toprak yapısına, stabilitesine, enerjisine ve ekosistemdeki değişken madde içeriğine bağlıdır. Yine çalışmalarında türlerin yaşam koşulları, içerdikleri ağır metaller (özellikle Cu bulunmuş bazı türlerde) ve yapılarındaki diğer maddeler hem toprak yapısı, hem içeriği, hem de o toprağın hangi ürün için kullanılmış olduğuna ya da kullanılabileceğine işaret ettiğini vurgulamışlardır. Ayrıca toprakta bulunan ağır metal kalıntılarının (özellikle Cu) topraktaki siyanobakteri miktarını olumlu yönde etkileyebileceği de araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Zancan vd 2006).

Karthikeyan vd. (2007), çalışmalarında buğday alanının rizosfer tabakasından 3 mikroalg izole ettiklerini, bunları özellikle bitki büyümesi hızlanan saksı kültürlerinden elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yaptıkları tüm çalışmaları kontrollü koşullarda, steril topraklarda yaptıklarını vurgulamışlardır. Buna göre 1/3 N+P+K verilen toprağa izole edilen algler ilave edilmiş ve tamamen kimyasal gübre verilen topraklarla kıyaslanmıştır. Sonuçlar kıyaslandığında parametrelerin tümünde istatistiksel olarak eşit sonuçlar alınmış, aşısız kontrol topraklarına göre ise mikrobiyal biyokütle karbonunda ciddi artış gözlenmiştir.

Tarım ürünü üretimi konusunda yararlı olduğu bilinen biyogübreler; azotobakter, azospirilyum, mavi-yeşil algler, azotla, fosforu yarayışlı hale çevirebilen mikroorganizmalar, mikorizalar ve sinorizobiumlardır (Hedge vd. 1999). Yeşil algler kök gelişimi ve iyi verim almaya katkı sağlamışlardır (Boussiba 1987, Mandimba vd. 1998). Kuru yeşil algler ise yüksek oranda makro besin elementi, önemli miktarda mikro besin elementi ve amino asit içermektedirler (El Fouly vd. 1992, Mahmoud 2001, Faheed vd. 2008).

Mikroalg türlerinin ticari üretimi konusundaki araştırmalar, özellikle 1980'li yıllarda siyanobakteri türleri ile gerçekleştirilen çalışmalar ile hız kazanmış olup, son yıllarda bu konuda biyoteknolojik olarak önemli gelişmeler kaydedilmiştir (Cirik vd. 2008).

Faheed ve ark. (2008), *Chlorella vulgaris* mikroalg türünü marul bitkisi üzerinde biyogübre olarak denemiş ve büyüme parametreleri ile metabolik etkilerini incelemişlerdir. Kültür ortamında yetiştirdikleri mikroalg türünü 3, 6, 9, 12, 15 günlük aralıklarda gözlemlemiş, büyüme parametreleri yanında tohum filizlenmesinin fiziksel tepkilerini de izlemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda mikroalg uygulamasının gelişmeyi önemli ölçüde arttırdığı, tohum filizinin çözünebilir karbonhidrat, çözünebilir protein ve toplam serbest amino asit içeriğini ise steril kültür ortamında, kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığını gözlemlemişlerdir. Kültür ortamı veya toprağa mikroalg ilavesinin canlı ve kuru filiz ağırlığını, pigment içeriğiyle birlikte önemli ölçüde arttırdığını, en iyi uygulamaların ise 2 ve 3 g mikroalg/toprak (kg) olduğunu belirtmişlerdir.

Sharma vd. (2010), mavi-yeşil alglerin beslenmede (besin katkı maddesi ve koruyucu kimyasallar yerine), tarımda (biyogübre olarak veya tuzlu toprakların iyileştirilmesinde), atıksu arıtımında (eksopolisakkarit ve flokülant üretiminde) geniş kullanım alanları olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu yüzden siyanobakteriler üzerine bir araştırma yaparak mavi-yeşil alglerin gıda, enerji ve çevresel bozunmadaki problemleri çözmek için sürdürülebilir bir alternatif olduklarını belirtmişlerdir.

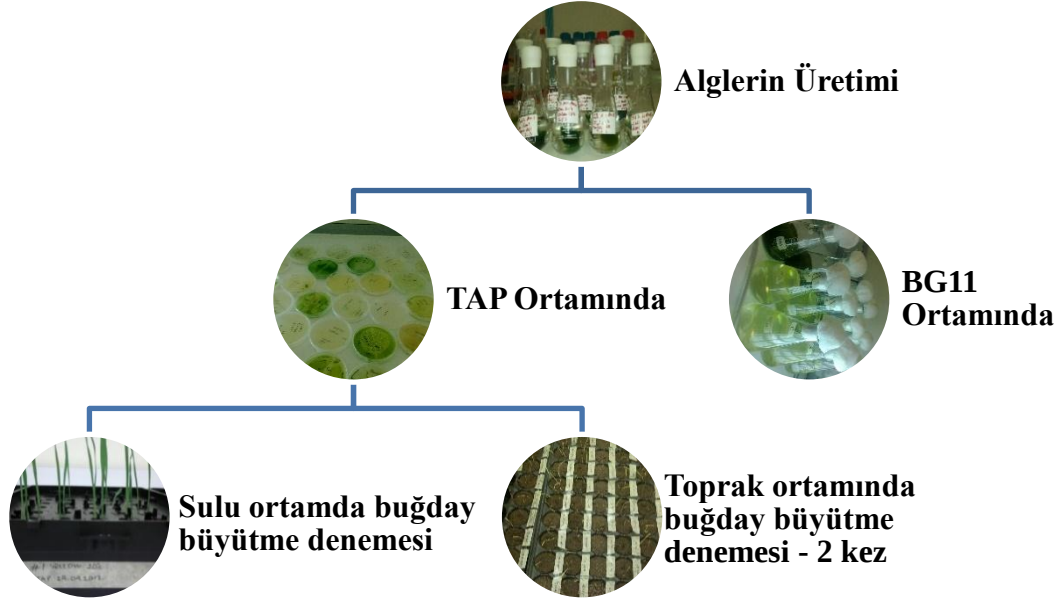
Osman vd. (2010) iki siyanobakteri türünü (*Nostoc Entophytum* ve *Oscillatoria Angustissima*) nohut bitkisi üzerine normalde kullanılan gübre yerine biyogübre olarak denemişlerdir. Herbir türün ayrı süspansiyonları veya iki türün kombinasyonu ile toprağı aşılamaş, bu aşılarda ise çimlenme yüzdesini, ilgili ölçülen diğere parametreleri ve nohutun fotosentetik pigment fraksiyonlarını arttırdığını saptamışlardır. Ancak toprağın sadece bir siyanobakteri türüyle ve tavsiye edilen ya da tavsiye edilenin yarısı dozlarında kimyasal gübre ekleme yapılarak daha iyi etki elde edildiğini ve ayrıca üretilen nohut tohumlarının karbonhidrat ve protein içeriklerinin de arttığını ifade etmişlerdir. Ancak kimyasal gübrenin tavsiye edilen dozunun yarısı kadarıyla yapılan

biyogübrelemenin, kimyasal gübrenin tamamının eklenmesi uygulamasından daha etkili olduğunu, bunun da kullanılan kimyasal gübrenin % 50'sinden tasarruf edilmesini sağladığını göstermişlerdir. Üretilen tohumların protein içeriğinin görünen ve görünmeyen bazı protein bağlarının kontrole kıyasla gübrelemeye verdiği tepkiyi de ortaya koymuşlardır. Bu çalışmayla mavi-yeşil alg analizleri; *N entophytum*'un *O. angustissima*'dan daha iyi N fıkse ettiği, daha fazla eksopolisakkarit üretiyor ve daha fazla auxin ile sitokinin içeriyor olduğu, dahası daha fazla giberellin içeriyor olduğu ortaya konmuştur. Araştırmacılar bu çalışmada elde edilen verilere göre nohutun verimini ve gelişmesi üzerinde mikroalglerin olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir.

Singh ve Dhar (2010) yılında yayınladıkları bir araştırmada siyanobakterilerin sadece yaşama konusunda değil, zor çevre koşulları altında iyi yetişmeye de yetenekleri olduğunu vurgulamışlardır. Yaptıkları araştırmalara göre tuz etkili bazık toprakların temizlenmesinde kullanılabilecekleri ve tahıl ürünleri, şeker pancarı ile bahçe bitkilerinin ürün verimini arttırmada da kullanılabilecekleri sonuçlarını belirtmişlerdir.

Kumar ve Sahoo (2011), Hindistan'da yapmış oldukları çalışmada alglerin sıvı ekstraktlarını, buğday bitkisinde kullanmış ve toplam tohum çimlenmesinin kontrole göre %20 arttığını izlemişlerdir. Ayrıca algin sıvı ekstraktlarının çevre dostu, ucuz, verimli kullanıma sahip ve çiftçilere çevresel faydaları olan ürünler olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM



Üretilen alglerin eliminasyonu ve kullanılmaları

Tarımsal Uygulamalar



İnkübasyon



Sera



Tarla

3.1 Materyal

Bu çalışma kapsamında kullanılan alglerin ön denemeleri ve çalışma boyunca ihtiyaç duyulan miktardaki üretimleri ile üretilen alglerin eliminasyon işlemi için yapılan buğday ön denemeleri Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

Tarımsal uygulamalar inkübasyon, sera ve tarla denemeleri olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiş, inkübasyon ve sera denemeleri için topraklar İç Anadolu bölgesini temsil edebilecek özelliklere sahip olan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinden 0-20 cm derinlikten alınarak kullanılmıştır. Tarla denemesi ise Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Polatlı Tarım İşletmesi arazisinde kurulmuştur.

Test bitkisi olarak Türkiye ve Dünya'da çokça üretilen ve kullanılan bitki olması dolayısıyla buğday kullanılmıştır. Buğday türü seçilirken Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı- Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM)'nün belirlediği sertifikalı türler dikkate alınmış olup, ekim yapılan bölge özelliklerine göre sınıflandırılan ve tavsiye edilen tohum çeşitlerinden 'Tosun bey' kullanılmıştır. TİGEM tarafından genetik üstünlüğün sağladığı verim artışlarından ayrı olarak, sertifikalı tohumluklardaki, yüksek çimlenme ve sürme gücünün aynı çeşide ait olduğu sertifikasız tohumlara göre (benzer şartlarda) ortalama % 25 verim artışı sağladığı belirtilmektedir (Anonim 2014).

İç Anadolu Bölgesi'nde önerilen buğday türleri arasında yer alan 'Tosun bey'in özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Ekmeklik, beyaz, sert ve kılçıklıdır
- Ekmeklik kalitesi çok iyidir
- Sarı pasa orta dayanıklı, kahverengi pasa hassastır
- Soğuğa, kurağa ve yatmaya dayanıklıdır
- Alternatif geliştirme tabiatlıdır
- İç Anadolu ve geçit bölgelerinin taban ve yarı taban alanları için önerilmektedir.

1000 dane Ağırlığı (gr)	Hektolitire (kg/l)	Protein (%)	Sedim (mL)
28-35	79-80	13-14	37

3.1.1 Alg üretimi ve yapılan ön denemeler sonucu alglerin seçimi

Bu çalışma kapsamında, inkübasyon öncesi izolasyon işlemi için, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nin 3 farklı yerinden 6 toprak örneği alınmıştır. Örnekler toprak yüzeyinin 10 cm derinliğinden alınarak, 15 ml'lik UltraCruzTM santrifüj tüplerine konulmuş ve bu tüplerde depolanmıştır. Alınan toprak örneklerinin lokasyonları da belirlenmiş ve kayıtları tutulmuştur. Çizelge 3.1 toprak örneklerinin koordinasyonları ve kültivasyon durumlarını göstermektedir.

Çizelge 3.1 Toprak örneklerinin lokasyonları ve kültivasyon durumları

Toprak Örneği	Lokasyon	Koordinat	Kültivasyon Durumu
1	Haymana	39° 36' 43" N 32° 42' 08" E 1100m yükseklik	Nadas
2	Haymana	39° 36' 42" N 32° 42' 10" E 1090m yükseklik	Ekim öncesi buğday tarlası
3	Haymana	39° 36' 53" N 32° 42' 23" E 1085m yükseklik	Üçgül (Tirfil) ile ekili alan (yüzey toprağı)
4	Haymana	39° 36' 53" N 32° 42' 23" E 1085m yükseklik	Üçgülün kök bölgesinden
5	Haymana	39° 36' 53" N 32° 42' 23" E 1085m yükseklik	Killi nadas toprak
6	Haymana	39° 36' 53" N 32° 42' 23" E 1085m yükseklik	Buğdayın kök bölgesinden

Bu aşamada üretilen algler henüz tanımlanmamış olduklarından kodlanarak kullanılmış ve çalışmalar ışığında elenmişlerdir. Sera ve tarla denemelerinde kullanılan alg türlerinin tanımlaması yapılmış ve türleri belli algler olarak kullanılmışlardır.

İlk aşamada algler çok sayıda üretilmiş, bunlardan bir kısmı kontaminasyona uğramıştır. Elde kalan diğer alg türleri ile sulu – toprak ortamında buğday ön denemeleri yapılmış ve çim sayısı, boy ağırlık gibi bazı parametrelere göre yapılan değerlendirmeler sonucu en yaygınlı 3 alg türü seçilmiş, böylece çalışmalara belirlenen bu alglerle devam edilmiştir.

Alglerin Kültür ve İzolasyonu

Alınan toprak kültürlerinin her birinden 0,5 g kullanılmıştır. 0,5 g'lık bu topraklar 2 ml'lik çizelge 3.2'de belirtilen mediumlarda çözülmüş ve 24 kuyucuktan oluşan deney plakalarına yerleştirilmiştir. Sıralı seyreltme metodu kullanılarak saf kültür elde edilmiştir. Bu metotta seyreltme 3 kez, 10 – 100 - 1000 katlarında yapılmıştır. 1000'lik seyreltmeden seçilen örnekler platelere ekilmiş ve koloniler bu şekilde seçilmiştir.

TAP Medium

TAP yetiştirme ortamı, Gorman ve Levine (1965)'in çalışmasına göre hazırlanmış olup, halihazırda yapılan deneysel çalışmalar arasında en yaygın kullanılan metod olduğu bilinmektedir. Alglerin büyüme ortamları için aşağıda anılan stok solüsyonlar hazırlanmıştır:

1. TAP Çözeltileri

Azotu havadan fikse edebilen algleri kontrollü bir şekilde üretmek ve bunları belirlemek için kullanılan azotsuz TAP ve normal TAP ayrı ayrı kullanılmıştır. Azotsuz TAP için NH_4Cl çıkartılır, TAP Glikoz için %2'lik glikoz eklenir.

15.0 g NH_4Cl	}	1 lt suya eklenir.
4.0 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		
2.0 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		

2. Fosfat Çözeltisi

28.8 g K_2HPO_4

14.4 g KH_2PO_4



100 ml suya eklenir

3. Hutner'in İzelementleri

Hunter ve ark.'larının (1950) çalışmasında alglerin yetiştirme ortamında bulunması gereken izelementlerin minimum miktarlarının hazırlanmasına dair detaylı bilgi yer almaktadır. Söz konusu izelementlerin hazırlanması buna göre gerçekleştirilmiştir: 1 lt'lik son karışım için her bir bileşik belli miktarlardaki su içerisinde çözülmüştür. EDTA ise oksitlenmesini önlemek amacıyla en sonda hazırlanmıştır.

Çizelge 3.2 Alg yetiştirme ortamı için gerekli bileşikler ve miktarları

Bileşik	Miktarı	Su Miktarı
EDTA disodyum çözeltisi	50 g	250 ml
$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$	22 g	100 ml
H_3BO_3	11.4 g	200 ml
$MnCl_2 \cdot 4 H_2O$	5.06 g	50 ml
$CoCl_2 \cdot 6 H_2O$	1.61 g	50 ml
$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	1.57 g	50 ml
$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4 H_2O$	1.10 g	50 ml
$FeSO_4 \cdot 7 H_2O$	4.99 g	50 ml

Hazırlık aşamaları şu şekildedir: EDTA haricindeki tüm çözeltiler karıştırılır. Kaynamaya bırakılır, sonrasında EDTA çözeltisi ilave edilir. Karışım yeşile döner. İçindeki tüm maddeler çözülünce 70 °C'ye kadar soğutulur ve 70 °C'deyken 85 ml % 20'lik KOH çözeltisi (20 gr'ı 100 ml'ye tamamlanır) ilave edilir. Çözelti hacmi 1 lt ye tamamlanır. Çözelti başlarda açık yeşil renginde olur. Pamuk tıkaçla erlen tıkaçlanır ve 1-2 hafta soğuk odada bekletilir, günde bir defa çalkalanır. Çözelti zamanla mor rengine dönüşür ve sonrasında Whatman#1 filtre kağıdıyla filtrelenince ayrılabilir olan koyu kahverengindeki çökelti dibe çöktürülür. Filtreleme işlemine çözelti temizlenene kadar devam edilir. Çökelti oluşmazsa, çözelti hala kullanılabilir halde olur. Ancak bu

durumda pH'sına bakmak isteyebilirsiniz ve ihtiyaç durumunda KOH veya HCl kullanarak pH 7'ye ayarlanabilir.

Son mediumu hazırlamak için aşağıdakiler karıştırılır:

2.42 g Tris

25ml çözelti #1 (TAP Çözeltisi)

0.375 ml çözelti #2 (Fosfat)

1.0 ml çözelti #3 (Hutner)

1.0 ml glasiyal asetik asit

(Karbon kaynağı olarak asetat halinde eklenir)

1 lt ye tamamlanır.

Katı ortam için her bir litreye 15 g agar eklenir ve ardından bunlar otoklavda bekletilir.

İzolasyon işlemleri yapılan alglerin üreyebilecekleri tahmini ortamlar hazırlanmış ve düzenekler bu ortamlara göre kurulup izolasyon işlemi denenmiştir. Kurulan düzenekler (sıcaklıklara göre ayrılmıştır) ve üretilen algler kodlarıyla birlikte çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kültür koşullarının özeti

	Yeşil Algler				Sıcaklık	Mavi Yeşil Algler			
	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1.Örnek	-	+	+	+	10 °C	-	+	+	+
2.Örnek	-	+	+	+	20 °C	-	+	+	+
3.Örnek	-	+	+	+	30 ve 37 °C	-	+	+	+
4.Örnek	-	-	+	+	10 C	-	-	+	+
5.Örnek	-	-	+	+	20 °C	-	-	+	+
6.Örnek	-	-	+	+	30 ve 37 °C	-	-	+	+

N+ TAP: Azotlu TAP

N- TAP: Azotsuz TAP

İzole edilen alg türleri bir genel olarak, bir de farklı çeşitleri olan siyanobakteriler olarak ele alınmıştır. Aslında siyanobakteriler de genel alg türleri altında yer alsa da kendi alt türleri de fazla olduğu için ayrıca değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

10 °C Sıcaklık

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	2.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	3.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	4.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	5.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	6.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	2.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	3.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	4.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	5.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	6.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	2.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	3.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	4.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	5.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	6.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	2.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	3.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	4.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	5.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	6.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	2.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	3.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	4.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	5.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	6.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	2.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	3.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	4.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	5.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	6.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+

20 °C Sıcaklık

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	2.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	3.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	4.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	5.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	6.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	2.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	3.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	4.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	5.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	6.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	2.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	3.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	4.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	5.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
	6.Örnek	+	-	+	-	+	-	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	2.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	3.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	4.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	5.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+
	6.Örnek	+	-	-	+	+	-	-	+

30 °C Sıcaklık

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	2.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	3.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	4.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	5.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
	6.Örnek	-	+	+	-	-	+	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	2.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	3.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	4.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	5.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+
	6.Örnek	-	+	-	+	-	+	-	+

37 °C Sıcaklık

		Yeşil Algler				Mavi Yeşil Algler			
		Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP	Işık	Glikoz	N+ TAP	N- TAP
1. Düzenek	1.Örnek	-	+	+	-	+	-	+	-
	2.Örnek	-	+	+	-	+	-	+	-
	3.Örnek	-	+	+	-	+	-	+	-
	4.Örnek	-	+	+	-	+	-	+	-
	5.Örnek	-	+	+	-	+	-	+	-
	6.Örnek	-	+	+	-	+	-	+	-
2. Düzenek	1.Örnek	-	+	-	+	+	-	-	+
	2.Örnek	-	+	-	+	+	-	-	+
	3.Örnek	-	+	-	+	+	-	-	+
	4.Örnek	-	+	-	+	+	-	-	+
	5.Örnek	-	+	-	+	+	-	-	+
	6.Örnek	-	+	-	+	+	-	-	+

İzole edilebilen alg türleri N’lu ve N’suz TAP’lardan elde edilmiştir. Çizelge 3.4’te tür adları henüz belirlenmemiş olan alg türleri, renklerine, büyüme sıcaklıklarına ve alındığı toprak numaralarına göre isimlendirilmişlerdir. İzole edilen alg türlerinden #5 Green 20C/HG520 ve #6 Green 20C/HG6 N’suz TAP’dan, diğerleri ise N’lu TAP’dan elde edilmiştir.

Çizelge 3.4 İzole edilen alg türlerinin belli özelliklerine göre verilen isimleri

Kod İsmi
#2 Orange 10C/HO2
#6 Orange 10C/HO6
#1 Yellow 20C/HY1
#4 Yellow 20C/HY4
#3 Green 20C/HG3
#6 Green 20C/HG6

Çizelge 3.4 İzole edilen alg türlerinin belli özelliklerine göre verilen isimleri (devam)

#4 Green 10C/HG410

#4 Green 20C/HG420

#5 Green 10C/HG510

#5 Green 20C/HG520

Çizelge 3.4’de görüldüğü üzere izole edilen alg türlerinden 6’sı yeşil (green), 2’si sarı (yellow) ve 2’si de turuncu (orange) olmuştur. Özellikleri bu şekilde belirlenen alg türlerinin buğdayın büyümesine etkisinin araştırılmasına yönelik buğday mediumları hazırlanmış ve alg türleri santrifüjde sudan uzaklaştırılmak üzere yoğunlaştırılmışlardır. Buğdayın hidrofonik yetiştirme ortamına eklenmek üzere 0,5-1 g kuru kültür elde etmek amacıyla 400 ml’lik izole kültürlerle başlanmıştır.

A. Sulu Ortamda Buğday Büyütme Öndenemesi

Buğday yetiştirme mediumu’nu hazırlamak amacıyla KNO_3 , KH_2PO_4 , MgSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Fe-EDTA ve micronutrient karışımı kullanılmıştır. Çizelge 3.5’de 800 ml’lik buğday yetiştirme çözeltisi hazırlamak için kullanılan bileşik, miktarı ve stoğu, Şekil 3.1’de ise büyütme kabinlerinde büyütülmesi öngörülen buğday için hazırlanmış olan yetiştirme çözeltisi ve algler yer almaktadır.

Çizelge 3.5 Buğday yetiştirme çözeltisi için gerekenler

Bileşik	Miktarı	Stok
2.5 mM KNO_3	2 ml	1 M KNO_3
1.25 mM KH_2PO_4 (pH5.6)	1 ml	1 M KH_2PO_4

Çizelge 3.5 Buğday yetiştirme çözeltisi için gerekenler (devam)

1 mM MgSO ₄	0,8 ml	1 M MgSO ₄
1 mM Ca(NO ₃) ₂	0,8 ml	1 M Ca(NO ₃) ₂
25 mM Fe-EDTA	1 ml	20 mMFe-EDTA(+4°C)
micronutrient mix*	0,4 ml	*

*70.0 mM H₃BO₃, 14 mM MnCl₂, 0.5 mM CuSO₄, 1 mM ZnSO₄, 0.2 mM NaMoO₄, 10 mM NaCl and 0.01 mM CoCl₂



Şekil 3.1 Büyütme kabinlerinde büyütülmesi öngörülen buğday için hazırlanmış olan çözelti ve algler

Buğday yetiştirme çözeltisi hazırlanıp belli bir süre otoklavda bekletilmiştir. Ardından soğumaya bırakılmış ve kullanıma hazır hale gelince otoklavdan çıkarılmıştır. Otoklav işlemi sırasında buğday taneleri hidrofonik büyüme haznelerine (kuyucuklara) tek tek yerleştirilmişlerdir. İzole edilen alg hücreleri de santrifüjde çöktürülüp, çöktürme sonrası elde edilen miktarları tek tek belirlenmiştir çizelge 3.6’da hangi hücreden kaç gr elde edildiği belirtilmiştir.

Çizelge 3.6 Santrifüj sonrası alg hücrelerinden elde edilen kütle miktarı

Kod İsmi	Gram cinsinden hücre miktarı
#2 Orange 10C/HO2	0,503
#6 Orange 10C/HO6	0,198
#1 Yellow 20C/HY1	0,273
#4 Yellow 20C/HY4	0,502
#3 Green 20C/HG3	0.660
#6 Green 20C/HG6	0,718
#4 Green 10C/HG410	0,222
#4 Green 20C/HG420	0,289
#5 Green 20C/HG520	1,200
#5 Green 10C/HG510	Devam etmedi, kontaminasyon oluştu.

İzole edilen hücreler santrifüjde çöktürüldükten sonra elde edilen net hücreler 1600 ml'lik buğday yetiştirme ortamlarına eklenmişlerdir. Yetiştirilen kültürlerin 4 ml'si erlenlerdeki 400 ml'lik TAP solüsyonlarına aşılanmıştır. Bu kültürlerin buğday tanelerine uygulanmasıyla, buğday taneleri bir hafta boyunca 22 °C'de 6 saatlik bir fotoperiyotta (ışık hassasiyeti 40 mmol m⁻²s⁻¹) bekletilmişlerdir. 1 hafta sonunda 10 kültürden #5 Green 10C isimli kültürde kontaminasyon olduğu, #5 Green 20C ve #3 Green 20C numaralı kültürlerin geç büyüdüğü görülmüştür. Ancak bu kültürler büyümeye alınmış, buğday tanelerine bunlar da daha sonradan uygulanmıştır.

B. Toprak Ortamında Buğday Büyütme Ödenemesi

Çalışmaların başlarında izole edilen algler, sıvı ortamda buğday büyütmek üzere denenmiş, ancak sonuçların değerlendirilmesi sonucu; sıvı ortamda denenip toprak ortamına direkt geçirilmesi yerine, toprak ortamında alglerin buğday büyümlerine

etkisinin araştırılmasının daha gerçekçi olacağı sonucuna varılmıştır. Toprakta gerçekleştirilen buğday büyütme denemeleri iki aşamadan oluşmuştur (I. ve II. Buğday büyütme denemeleri).

Toprakta I. Buğday Büyütme Denemesi

İlk aşama; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama İşletmesi toprağından izole edilen alglerden üretimi ve yaşam toleransı yüksek olan 5 alg türü ile deneme amaçlı olarak Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi kültür koleksiyonundan başka çalışmalar için üretilmiş olan 3 alg türü ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan alglerin çizelgesi izole edilen ve mevcut algler şeklinde çizelge 3.7’de yer almaktadır.

Çizelge 3.7 İlk toprak denemesinde kullanılan algler

İzole edilen algler	Mevcut algler
HO#2	CC#400
HO#6	HY#6
HY#1	BedSC1
HY#4	
HG#420	

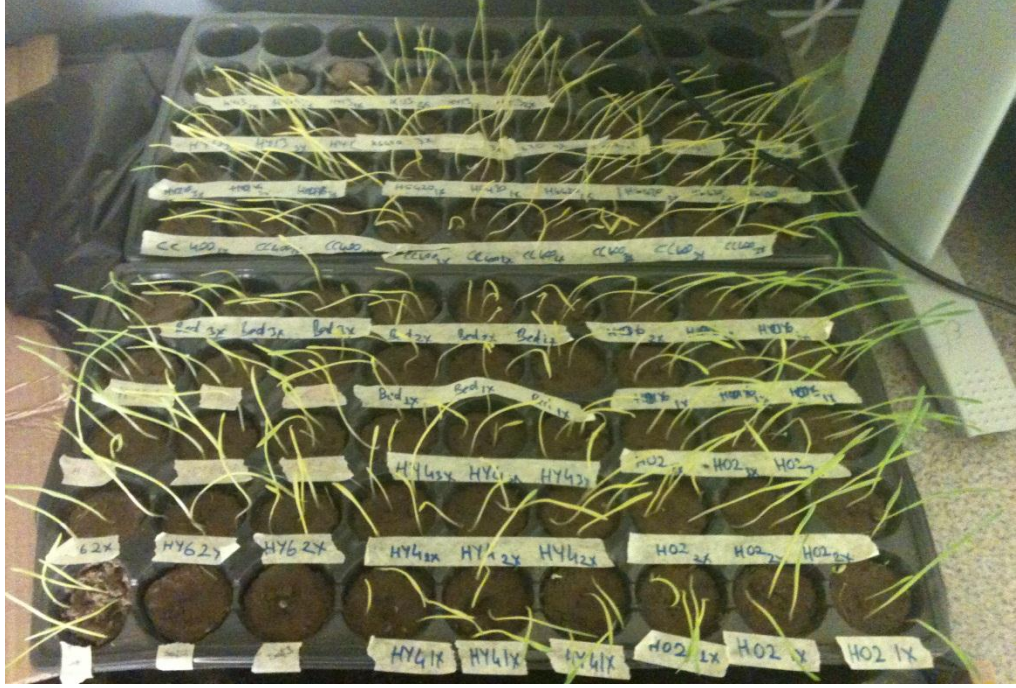
Deneme viyoller içeren düzeneklerde yapılmış olup, her viyole 5’er buğday tanesi ekilecek şekilde yaklaşık 75’er gr toprak konulmuştur. Kullanılan toprağın içeriğı değerlendirilmiş ve her bir viyoldeki toprak miktarı fazla olmadığı için ilave kimyasal gübreye ihtiyaç duyulmamıştır. (Çalışmamızın ilerleyen aşamalarında kullanılacak toprak miktarları artacağından kimyasal gübrelerin ilerleyen aşamalarda kullanımı daha uygun olacak ve bu şekilde alglerin kullanılan kimyasal miktarına etkisi de değerlendirilebilecektir). Toprak içeriğı çizelge 3. 8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Kullanılan toprağın özellikleri

Toprak özelliği	Birim	Miktar
	% Kil	39.70
Tekstür Sınıfı (Killi tın)	% Silt	33.70
	% Kum	26.60
	1:2.5 (toprak/su)	7.92
pH		
Elektriksel İletkenlik (EC)	dS m ⁻¹	0.29
Kireç (CaCO ₃)	%	5.70
Organik madde	%	1.70
Toplam Azot (N)	%	0.25
Toplam Alüminyum	g kg ⁻¹	38.78
	Fosfor (P)	mg kg ⁻¹
	Demir (Fe)	mg kg ⁻¹
	Çinko (Zn)	mg kg ⁻¹
	Mangan (Mn)	mg kg ⁻¹
	Potasyum (K)	mg kg ⁻¹
	Kalsiyum (Ca)	mg kg ⁻¹
	Magnezyum (Mg)	mg kg ⁻¹

Kullanılan cansuyu miktarı ve daha sonraki sulama miktarları genelde toprağın nemli olmasını sağlayacak şekilde ayarlanmış olup, algler sadece cansuyuna ilave edilmiştir. Devam eden sulamalar sadece saf su ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan algler; 1 kat (1X), 2 kat (2X) ve 3 kat (3X) şeklinde ve üçer tekerrürlü yapılmış, çimlenme sayıları, çimlerin boyları ve yaş- kuru ağırlıkları bazında değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Şekil 3.2’de oluşturulan deney düzeneği görülmektedir.

İlk sulama ile birlikte verilen alg miktarları literatürde geçenlerin ortalaması şeklinde belirlenmiştir (Faheed ve Fattah., 2008, Osman vd. 2010)



Şekil 3.2 I. Buğday büyütme düzeneği (Çimlenme sonrası)

I. buğday büyütme deneyi sonuçları itibariyle üretim kolaylığı da göz önünde bulundurularak, II. deneyde kullanılmak üzere üç alg türü CC#400, HG#420 ve HO#2 olarak belirlenmiştir ve bu alg türleriyle II. Buğday büyütme düzeneği kurulmuştur. Ayrıca ilk aşamada tespit edilmiş 3 alg türü ile birlikte, literatürde etkili oldukları belirtilen başka 3 alg türü (Vilchez vd. 1997, Zancan vd. 2006, Faheed ve Fattah 2008) seçilmiş olup (bir türün üretiminde kirlilik olduğu için kullanılamamıştır), ortam koşulları Ankara koşullarına uygun olacak şekilde ayarlanmıştır (ortalama sıcaklık, ışık kaynağı eklenmesi gibi faktörlere dikkat edilmiştir. Ayrıca toprak da Ankara toprağı olduğu için toprak özelliklerinin de (çizelge 3.8) uyumlu olduğu kabul edilmiştir). Yine her viyole 5'er buğday ekilmiştir. Algler ilk sulama suyunda çözülüp (ilk topraktaki büyütme denemesinin iki katı miktarınca) verilmiş ve sonraki sulamalarda sadece saf su kullanılmıştır. Kullanılan alg türleri çizelge 3.9'da yer almaktadır.

Çizelge 3.9 İkinci toprak denemesinde kullanılan algler

Önceki deneme sonuçlarına göre belirlenen algler	Literatürden tespit edilen algler
CC#400	<i>Lyngbyanordgardii</i> (Kontaminasyon)
HG#420	<i>Chlorella</i>
HO#2	<i>Scenedesmus</i>

II. aşamada yapılan deneyde I. aşamada kullanılan düzenekle aynı düzenekte gerçekleştirilmiştir. Her viyole yaklaşık 75'er gr toprak konulmuş, içlerine 5'er adet buğday tohumu ilave edilmiş ve her algden 3 farklı dozda (1X, 2X, 3X) üçer tekerrürlü (HG#420'den üretilen miktar yeterli olmadığı için ikişer tekerrür yapılmıştır) viyollerin bulunduğu düzenek oluşturulmuştur. Deney düzeneği şekil 3.3'te yer almaktadır.



Şekil 3.3 II. Buğday büyütme düzeneği

II. deney I.'ye göre daha sık aralıklarla kontrol edilmiş ve özellikle çimlenmenin ortalama zamanı düşünülüp çimler üç kez sayılmıştır. Çim sayısının yanında ilk

deneyde olduğu gibi çimlerin boyları da ölçülmüş ve bu değer de 3 ayrı kez, her üç tekerrürden rastgele seçilen 10 çimin boylarının toplamı şeklinde kaydedilmiştir ve bunların ortalamaları değerlendirmeye alınmıştır. (10 çim çıkmayan denemelerden mevcut sayıdaki çimlerin boy toplamaları ile ortalamaları değerlendirilmiştir). Son olarak herbir viyoldeki çimler topraklarından yıkanarak yaş ve kuru ağırlıkları tartılmıştır. Kuru ağırlıklarını almak için örnekler yaş tartım sonrası 65 °C'deki inkübatörde en az 1 gün bekletilmiştir.

Asetilen Redüksiyon Testi

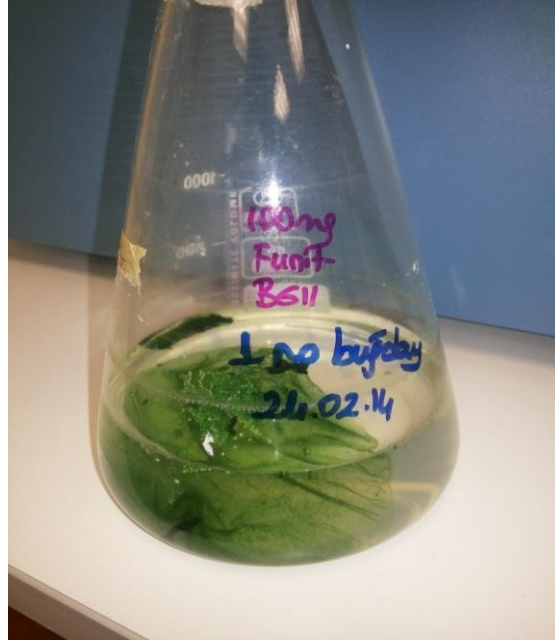
Toprak ve sucul ekosistemlerde yaşayan birçok mavi-yeşil algin fotosentetik olarak azot fikse etme yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir (Dilworth 1966, Weaver ve Danso 1994 ve Zuberer 1998). Ancak Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarından izole edilen izolatların bu yeteneğe sahip olup-olmadıkları çalışmanın bu aşamasına kadar bilinmediğinden; atmosferik azotu fikse ederek toprağa bağlayabilen mikroalglerden üretilmiş bir mikrobiyolojik gübre modelinin, bitkisel üretim için toprağa uygulanması gereken azot düzeyi açısından bir tasarruf sağlayacağı ve bu nedenle projenin inkübasyon, sera ve tarla denemeleri aşamalarında kullanılacak mikroalglerin atmosferik azot fiksasyonu yeteneğine sahip izolatlar arasından seçilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu düşünceye yönelik olarak projenin laboratuvar çalışmalarına asetilen redüksiyonu testi (ART) dahil edilmiştir. ART çalışmalarında BAP-Alg proje ekibimizin yanı sıra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Nurdan Güneş ve Araş. Gör. Özge Özipek'ten katkı alınmış ve ilgili bölümün laboratuvar imkanlarından yararlanılmıştır.

Bu kapsamda; çalışmanın başlangıcında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarından elde edilmiş olan farklı izolatlar laboratuvar çalışmaları sırasında kontaminasyona maruz kaldığından araştırma çiftliği koşullarında beş farklı alandan yeni örneklemeler yapılarak ikinci bir mikroalg izolasyonuna gidilmiştir.

5 farklı bölgeden yapılan örneler şu şekildedir:

- Birinci örneğ: Buğday
- İkinci örneğ: Yonca
- Üçüncü örneğ: Nadas
- Dördüncü örneğ: Ağaçlık
- Beşinci örneğ: Çim

İzolasyon için 1 g toprak örneği 5 ml dH₂O ile sulandırılmıştır. Elde edilen karışım petri içindeki katı BG11 kùltür ortamına ekilerek (Rippka, 1988), 25 ± 2 °C’de 48 µmol/m²s (2400 lx) ışık altında inkübasyona bırakılmıştır. Kùltür ortamının pH’sı 0.01 M seyreltik ve 1 M konsantre H₂SO₄ ve NaOH solüsyonları ile 7.5’e ayarlanmıştır. Petri plaklarında yaklaşık 15 günlük inkübasyon periyodunun ardından oluşan mikrokoloniler mikromanipulasyonla izole edilmiştir. Topraktan gelen fungal kontaminasyonun önlenmesi için kùltür ortamına 1/1000 oranında fungusit eklenmiştir. Bakteriyal ortamda yapılan son kontroller neticesinde tam olarak saf olduğu belirlenen izolatlar çalışmaların ileriki basamaklarında kullanılmak üzere stoklanmıştır (şekil 3.4).



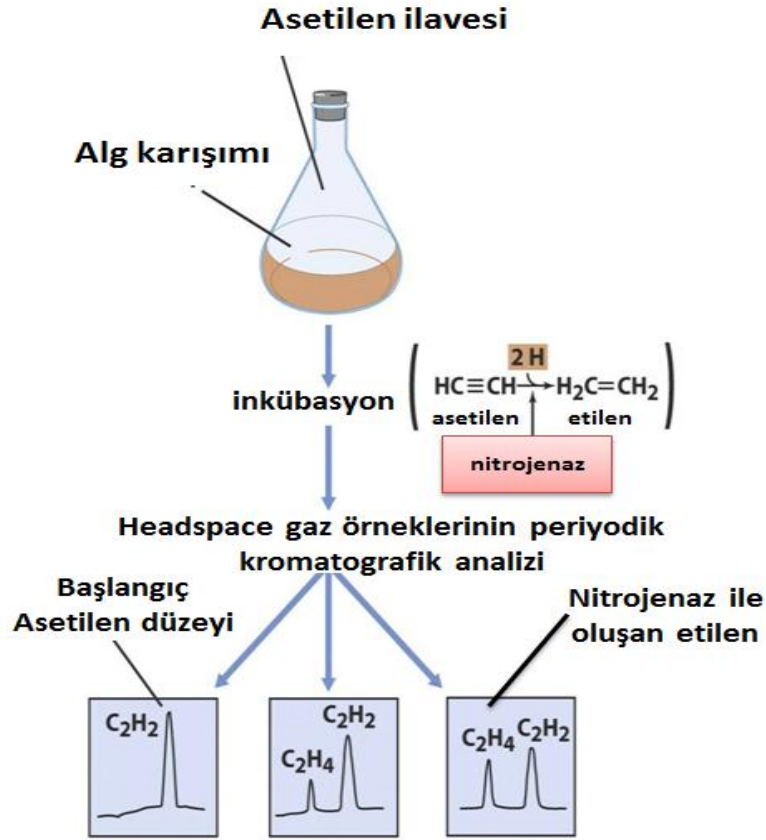
şekil 3.4 Kırışlık buğday örtüsü altındaki topraktan izole edilmiş mikroalg

Sadece buğday ve çim koşullardan azot fiksasyonu yapan mikroalgler (mavi-yeşil algler, Cyanobacteria veya Cyanophyta) izole edilebilmiş; yonca, nadas ve ağaçlık alan koşullarından izole edilen mikroalgler ise azot fiksasyon yeteneği sergilemeyen yeşil algler (Chlorophyta) grubundan olmuştur.

Çalışmanın amacına uygun olan 1 ve 5 nolu örneklerden elde edilen siyanobakteriyal izolatlar önce BG 11 sıvı besiyerlerinde 15 gün boyunca inkübe edilmiştir. Ardından bu besiyerinden azot uzaklaştırılarak hazırlanan BG 11- Azot besiyerlerine aktarılmışlar ve yukarıdaki çalışma koşullarında inkübe edilmişlerdir. Son olarak içinde 20 ml BG 11- Azot bulunan 50 ml'lik erlenlerde erlenin ağzına lastik tıpa kapatılarak inkübasyona bırakılmışlardır.

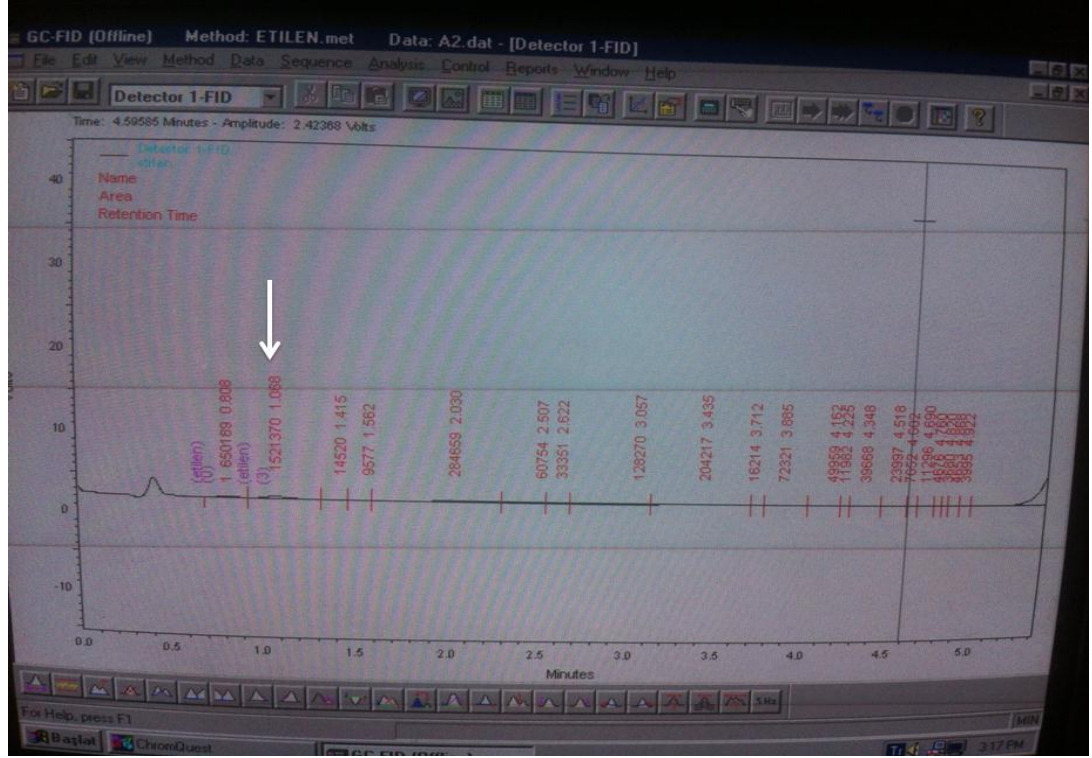
Asetilen redüksiyonu testi (ART): ART'nin dayandığı prensip atmosfere kapalı koşullarda mikroorganizmalarca sentezlenen nitrojenaz enzim aktivitesinin ölçülmesidir. Bu ölçüm ortama asetilen zerkedilerek asetilenin ne kadarının etilene indirgendiğinin belirlenmesi yoluyla yapılmaktadır ki söz konusu kimyasal dönüşümün düzeyi, mikroorganizma tarafından ortama salınan nitrojenaz enzimi miktarı ile ilgilidir (Şekil 3.5).

Bu çalışma kapsamında kullanılabilecek bir ART prosedürünün oluşturulabilmesi için Haymana Uygulama ve Araştırma Çiftliği koşullarında buğday tarlası (1) ve doğal çimenlik alan (5) topraklarından elde edilen mikroalg izolatları ve ayrıca Gazi Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarı koleksiyonundan temin edilen ve azot fiksasyonu özelliği bilinen bir mikroalg izolatının optimum düzeyde geliştirilen aksenik kültürleri septa kapaklarla izole edilmiş ve erlenlere 2 ml asetilen zerkedilerek 4 ve 18. saat sonunda alınan headspace hava örneklerinde etilen varlığı Thermo Quest 2000 gaz kromatograf (GC) ile analiz edilmiştir. Aktive edilmiş alüminyum oksit dolgulu çelik kolon (1 m, 80/100 mesh, Supelco 120-99) bulunan alev iyonlaşma dedektörlü (FID); GC'nin fırın sıcaklığı 100 °C; enjeksiyon sıcaklığı 100 °C ve dedektör sıcaklığı: 120 °C ayarlanmış; taşıyıcı faz olarak azot, hidrojen, ve kuru hava karışımı kullanılmıştır.

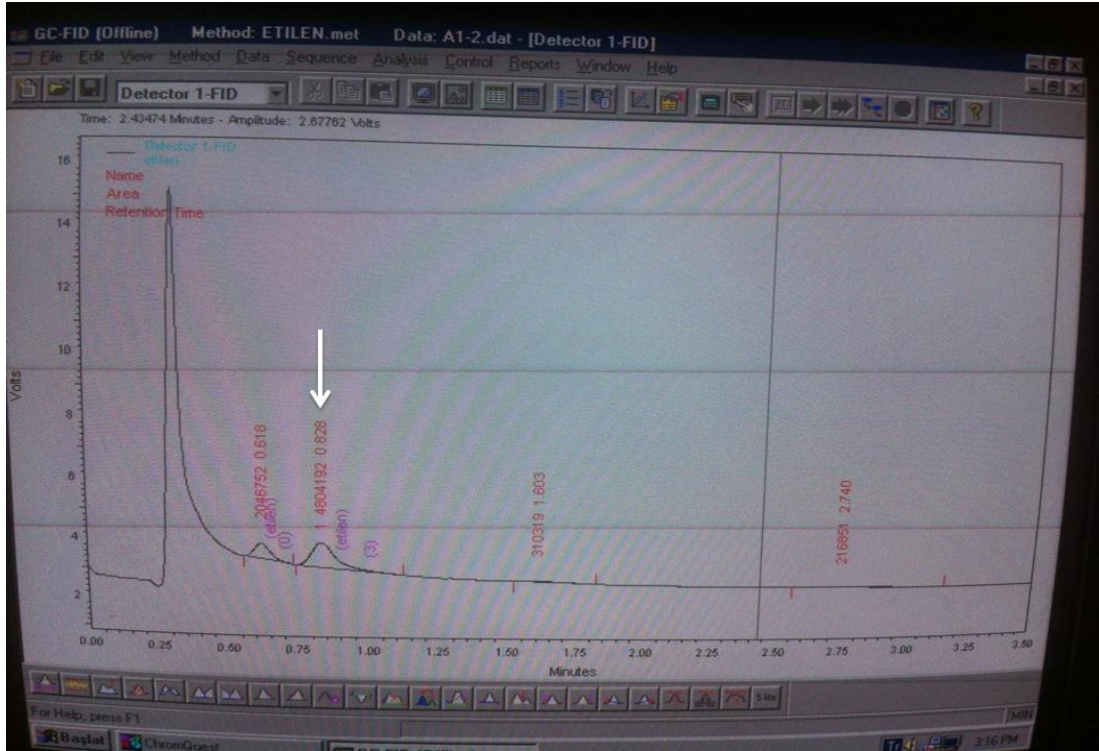


Şekil 3.5 Asetilen redüksiyon testinin aşamaları

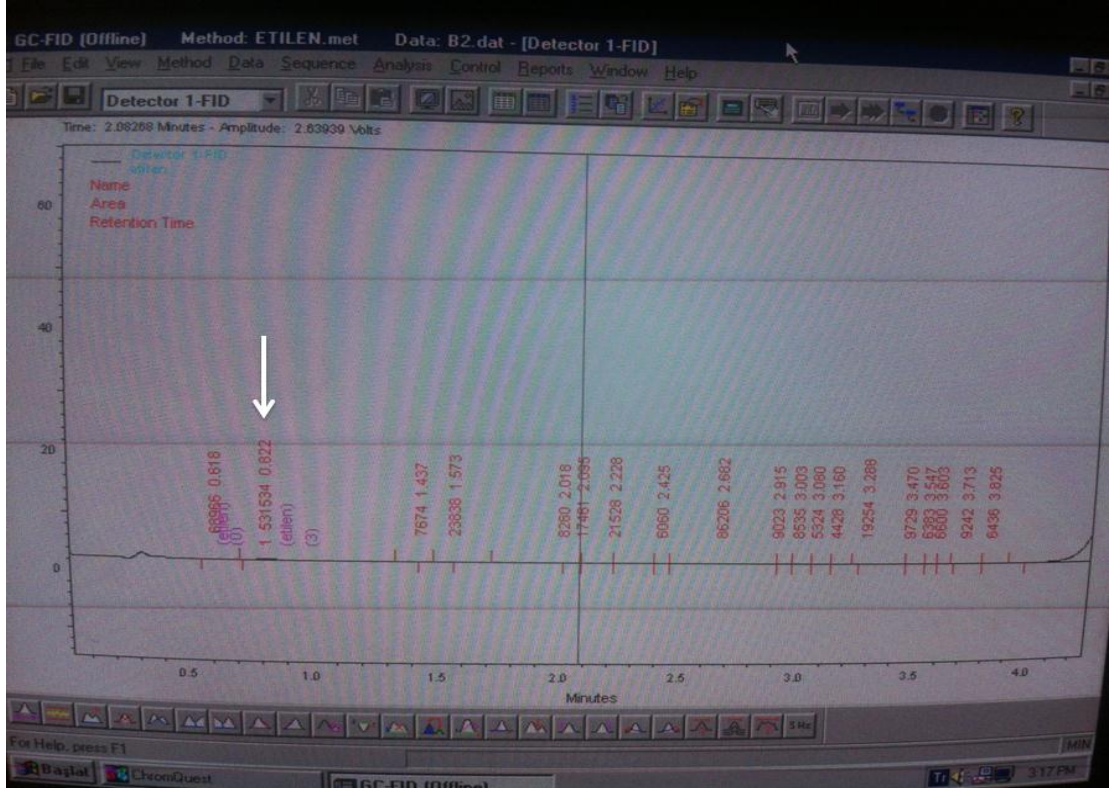
GC analizi sonuçları ART'ne alınan her üç örnek koşulunda da etilen oluştuğunu göstermiştir. Başka bir ifade ile test edilen alg izolatları belirli düzeylerde nitrojenaz sentezlemek suretiyle zerkedilen asetileni etilene dönüştürebilmektedir. Analizin gerçekleştirildiği GC'nin bağlı olduğu bilgisayardaki yazılım ile ilgili bir sorundan dolayı sonuçları yazıcıdan almak veya görsel dosyaya dönüştürmek mümkün olmamıştır. Bu nedenle kromatogramların fotoğrafı çekilmek suretiyle veriler kayıt altına alınmıştır (şekil.3.6-3.11). Kromatogramlardaki beyaz ok işareti etileni göstermektedir. Görüleceği üzere aksenik kültürlerde asetilen uygulamasından sonraki 18. saat ölçümleri (şekil 3.7-3.11), 4.saat ölçümlerine kıyasla daha belirgin etilen pik'lerini belirlemiştir. Bunun nedeni kültürlerde zamana bağlı olarak artan düzeylerde atmosferik azot fiksasyonunun gerçekleşmesi ve dolayısı ile daha yüksek düzeyde asetilen-etilen dönüşümünün sağlanmasıdır.



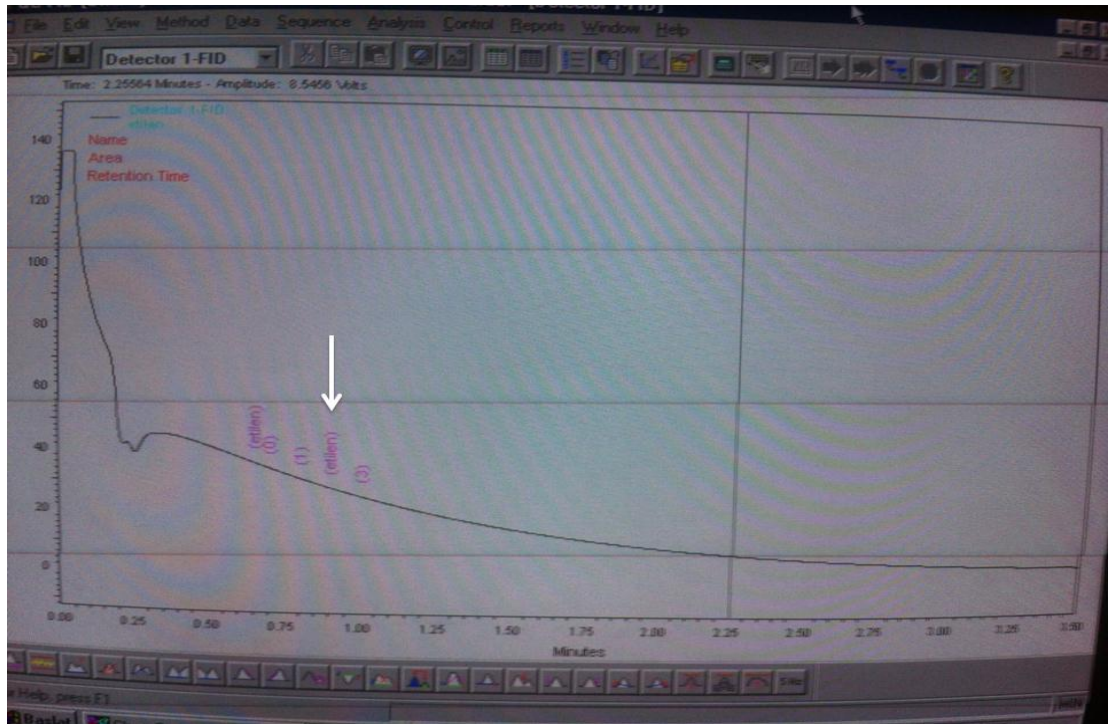
Şekil. 3.6 Buğday tarlasından izole edilen mikroalg/ON (4.saat ölçümü)



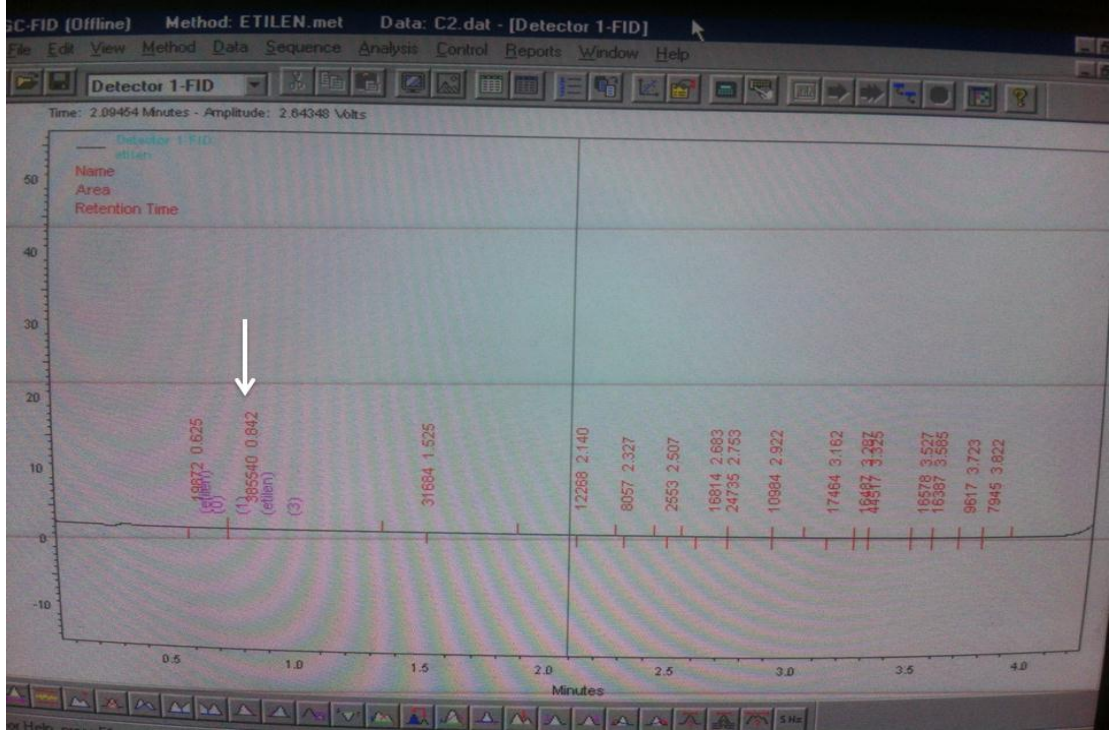
Şekil. 3.7 Buğday tarlasından izole edilen mikroalg/ON (18.saat ölçümü)



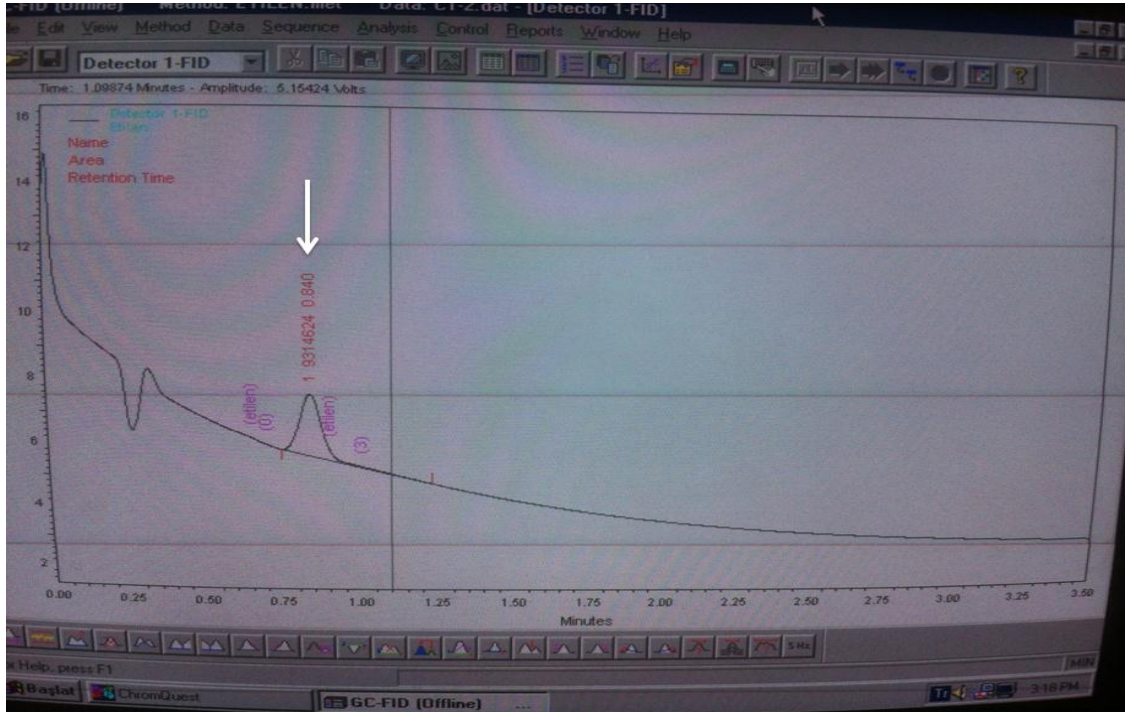
Şekil. 3.8 Çimenlikten izole edilen mikroalg/OA (4.saat ölçümü)



Şekil. 3.9 Çimenlikten izole edilen mikroalg/OA (18.saat ölçümü)



Şekil. 3.10 Gazi Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarı Mikroalg koleksiyonundan temin edilen mikroalg/DT (4.saat ölçümü)



Şekil. 3.11 Gazi Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarı Mikroalg koleksiyonundan temin edilen mikroalg/ DT (18.saat ölçümü)

3.1.2 Tarımsal uygulamalar

Alglerin tarımsal kullanım potansiyelini ortaya koymak amacıyla inkübasyon, sera ve tarla denemelerinden oluşan 3 aşamalı çalışma yürütülmüştür.

3.1.2.1 İnkübasyon denemesi

Bu deneme, inkübasyon öncesi faydalı olacağı değerlendirilen mikroalglerin, toprağın kimi özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla kurulmuştur. İnkübasyon denemesinde kullanılan toprak örnekleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftlik arazisinden 0-20cm derinlikten alınmıştır. Alınan toprak örnekleri analizler için havada kurutularak 2 mm'lik elekten elenmiştir. Bu örnekler, önceden saf su ile yıkanmış, kurutulmuş ve numaralandırılmış olan plastik kaplara 300'er gr olacak şekilde konulmuştur. Saksılar, tarla kapasitelerinin %70'i oranında nemlendirilerek ağızları kapatılmış, hava alması için delikler açılarak 28 °C'ye ayarlı inkübatöre yerleştirilmiştir.

İnkübasyon denemesi başlangıç, 60. ve 120. gün şeklinde değerlendirilmiş ve toplam 120 gün sürmüştür. Örnekler; 2 dozlu, başlangıç örnekleri 4 tekrarlamalı, 60. ve 120. günler 3 tekrarlamalı (60 ve 120. gün örneklerinde alg ilaveli 3 tekrarlamalı, alg ilavesiz 3 tekrarlamalı şeklinde yapılmıştır) ve 3 farklı alg türüyle yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan alglerin Gazi Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarları'nda tür tanımlamaları yapılmıştır:

Çimen toprağından izole edilen: *Oscillatoria amoena* (OA)

Buğday tarlasından izole edilen: *Oscillatoria nigro-viridis* (ON)

Gazi Üniversitesi koleksiyonundan temin edilen: *Desertiŕilum tharense* (DT)

İnkübasyona alınan saksı sayıları çizelge 3.10'da, toprak örneklerinin analize hazırlanması ve inkübasyon denemesinin kurulmasına ait görüntüler şekil 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.10 İnkübasyona alınan örnek sayısı bilgileri

	Uygulama	Doz	Tekrar sayısı	Toplam
Kontrol	Uygulamasız	-	4	4
OA	Başlangıç	2	4	8
	60. gün	2	3 alg ilaveli + 3 alg ilavesiz	12
	120. gün	2	3 alg ilaveli + 3 alg ilavesiz	12
ON	Başlangıç	2	4	8
	60. gün	2	3 alg ilaveli + 3 alg ilavesiz	12
	120. gün	2	3 alg ilaveli + 3 alg ilavesiz	12
DT	Başlangıç	2	4	8
	60. gün	2	3 alg ilaveli + 3 alg ilavesiz	12
	120. gün	2	3 alg ilaveli + 3 alg ilavesiz	12
Toplam Örnek Sayısı	100			



Şekil 3.12 İnkübasyon denemesinin kuruluşu



Şekil 3.13 İnkübasyon denemesinde kullanılan algler

Toprağa uygulanan 2 doz alg ilavesinden birincisi 1 kg toprağa 0,003mg (düşük doz), ikincisi ise 1 kg toprağa 0,012mg (yüksek doz) olarak uygulanmıştır. Bu uygulamalar, çalışmanın önceki safhasından (topraklı-topraksız ortamlarda buğday yetiştirilmesi) elde edilen sonuçlar ve literatürdeki örnekler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Nemi sürekli takip edilen örneklere alg ilavesi başlangıç örneklerinde bir kez, 60. ve 120. gün sonlandırılacak örneklerde 3 kez daha aynı dozlarda alg uygulanmıştır. Alg ilavesi çizelge 3.11’de özetlenmiştir. Kullanılan alg türü 3 olup bunlar; OA, ON ve DT türleridir (Şekil 3.13).

Çizelge 3.11 İnkübasyon denemesi alg uygulamaları

Alg Türü	Doz Miktarı	İnkübasyon Dönemi	Algin İlave Edildiği Günler
OA	Düşük Doz (0,003mg/kg)	Başlangıç	Başlangıçta
		60. Gün	45, 60, 90. Günlerde
		120. Gün	45, 60, 90. Günlerde
	Yüksek Doz (0,012 mg/kg)	Başlangıç	Başlangıçta
		60. Gün	45, 60, 90. Günlerde
		120. Gün	45, 60, 90. Günlerde
ON	Düşük Doz (0,003mg/kg)	Başlangıç	Başlangıçta
		60. Gün	45, 60, 90. Günlerde
		120. Gün	45, 60, 90. Günlerde
	Yüksek Doz (0,012 mg/kg)	Başlangıç	Başlangıçta
		60. Gün	45, 60, 90. Günlerde
		120. Gün	45, 60, 90. Günlerde
DT	Düşük Doz (0,003mg/kg)	Başlangıç	Başlangıçta
		60. Gün	45, 60, 90. Günlerde
		120. Gün	45, 60, 90. Günlerde
	Yüksek Doz (0,012 mg/kg)	Başlangıç	Başlangıçta
		60. Gün	45, 60, 90. Günlerde
		120. Gün	45, 60, 90. Günlerde

Başlangıç analizleri ilk inkübasyon haftasında yapılmıştır. Yapılan analizler şu şekildedir: Toplam azot, Amonyum ve nitrat azotu, Organik madde, C/N oranı, yarıyışlı P_2O_5 , Değişebilir K_2O , KDK, pH-EC, Agregat Stabilitesi, Toplam Ca, Mn, Mg, Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Ni, Pb, Üreaz, Beta glukosidaz, Alkali fosfataz enzim aktivite tayinleri. Söz konusu analizler ayrıca 60. ve 120. gün sonunda da yapılmıştır.

Deneme süresince kaplardaki nemin sabit kalması için gereken işlemler yapılmış ve inkübasyonun 60. ve 120. günlerinde de toprak örneklemeleri tekrarlanarak inkübasyon denemesi sonlandırılmıştır.

3.1.2.2 Sera denemesi

Mikroalglerin bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında yürütülen denemede plastik saksılara kuru ağırlık esasına göre tartılan 2 kg toprak 3 farklı mikroalg

(*Oscillatoria amoena* (OA); *Oscillatoria nigro-viridis* (ON) ve *Desertifilum tharense* (DT)) ile ayrı ayrı karıştırılmıştır.

Denemede saksı başına 5 buğday tohumu ekilmiştir. Alg türleri iki farklı doz olarak uygulanmıştır. Alg türleri kuru şekilde uygulanmış, kuru miktarı ise herbir alg için aşağıda verilen eğim grafiklerine göre (EK 1) belirlenmiş olup, aşağıdaki formülden hesaplanmıştır:

$$\text{Yaş ağırlık} * \text{eğim} = \text{Kuru ağırlık}$$

Sera denemesi uygulama konuları çizelge 3.12’de özetlenmiştir. DAP miktarı 15g/kg toprak olacak şekilde verilmiştir. Sera denemesine ait görseller ise şekil 3.14; 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.12 Sera denemesi uygulama konuları

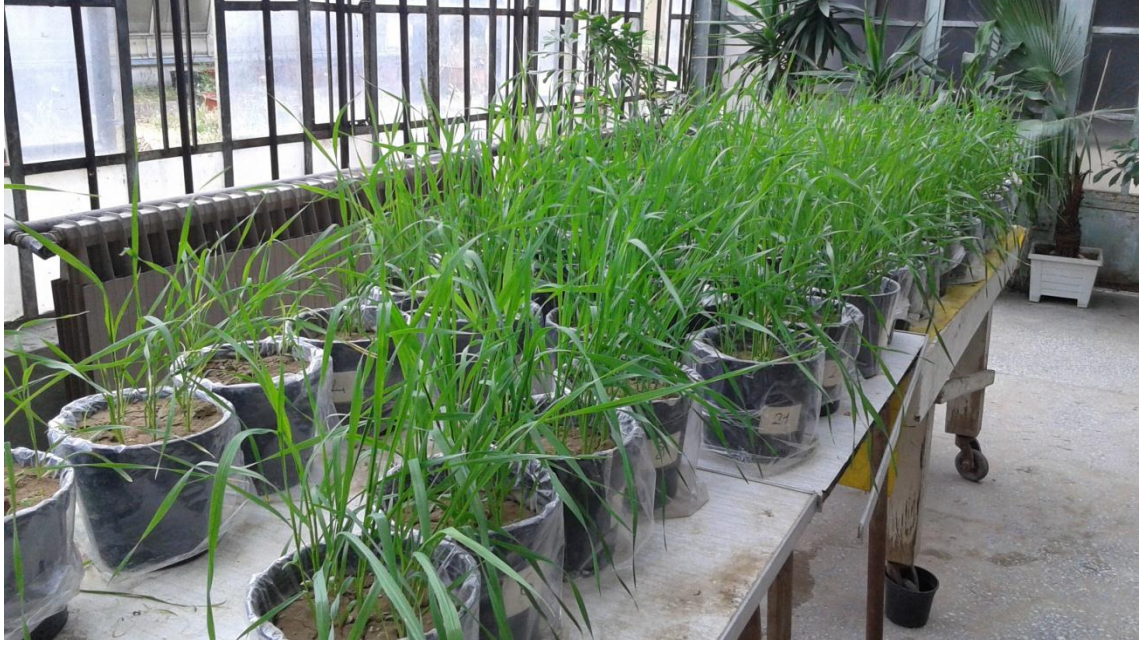
Uygulama Konusu	Açıklama
Kontrol	Hiçbir uygulamanın yapılmadığı sadece toprak bulunan saksı
Gübreli Kontrol	Sadece buğday için gereken N ve P gübrelmesi, DAP (15g/kg)
Düşük dozlu biyoalg	0,01 g/kg alg uygulaması
Yüksek dozlu biyoalg	0,04 g/kg alg uygulaması
Düşük doz biyoalg + DAP	0,01g/kg alg ve DAP uygulaması (15g/kg)
Yüksek doz biyoalg+ DAP	0,04 g/kg alg uygulaması ve DAP uygulaması (15g/kg)



Şekil 3.14 Sera denemesinden bir görünüm (denemenin ilk hali)



Şekil 3.15 Sera denemesinden bir görünüm (algile sulama sonrası)



Şekil 3.16 Sera denemesinden bir görünüm (çimlenme sonrası)

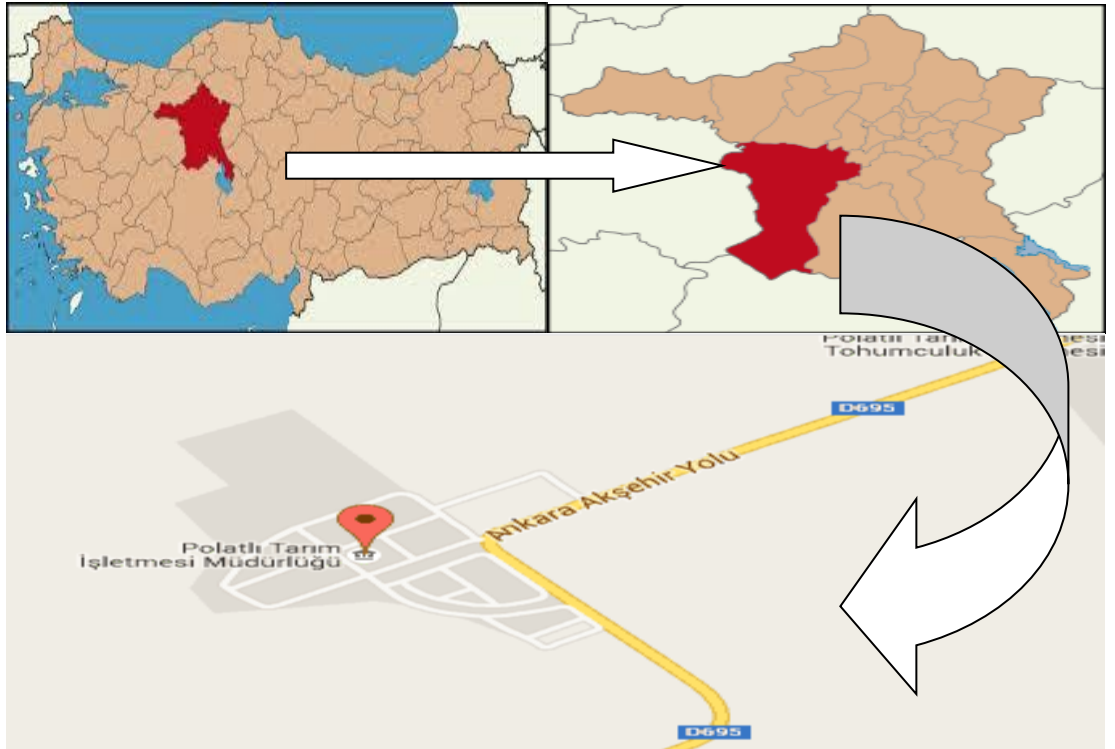
Saksılar tarla kapasitesinin %70'i düzeyinde su ile sulandıktan sonra sera koşullarında 1 hafta inkübasyona bırakılmış, inkübasyon süresi sonunda saksılara buğday bitkisi ekimi yapılmış, saksıların nem dengesi takip edilerek gerekli olan sulama yapılmıştır. 2. ayın sonunda gelişim farklılıkları gözlemlenerek bitkiler hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerde bitki boyu, verim, N, P analizleri ile Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Fe, Cu, Mn analizleri yapılmıştır. Ayrıca topraklarda toplam N, amonyum ve nitrat azotu, organik madde, C/N oranı, yarayışlı P_2O_5 , değişebilir K_2O , KDK, pH, EC, agregat stabilitesi, toplam Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Cd, Ni, Pb ve üreaz, beta glukosidaz ve alkali fosfataz enzim aktivite tayinleri yapılmıştır.

3.1.2.3 Tarla denemesi

Sera denemesini takiben mikroalglerin buğday verim ve verim kalite öğeleri üzerine ve toprak özellikleri üzerine etkilerinin arazi koşullarında ortaya konulması amacıyla tarla denemesi kurulmuştur.

Deneme Alanı ve İklim Özellikleri

Tarla denemesi Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ait Polatlı Tarım İşletmesi Müdürlüğü ekim arazilerinde kurulmuştur. Bunun nedeni Anadolu koşullarını ortalama bir şekilde temsil ediyor olmasıdır. Deneme alanının coğrafi konumu şekil 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.17 Tarla deneme alanı coğrafi konumu

Denemenin yürütüldüğü alan karasal iklim özelliklerini taşımakta olup, 2001-2015 yılları arası toplam ve ekilişe düşen yağış miktarları çizelge 3.13'de verilmiştir. Buna göre, Orta Anadolu Bölgesinde buğday tarımında en önemli iklim koşullarından olan yağış miktarının aylara göre dağılımı incelendiğinde Şubat, Mart ve Mayıs aylarında uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmiş olmasına rağmen, Ocak ve Nisan aylarında uzun yıllar ortalamasının altında, Haziran ayında ise uzun yıllar ortalamasına eşdeğer denebilecek seviyede yağış alınmıştır.

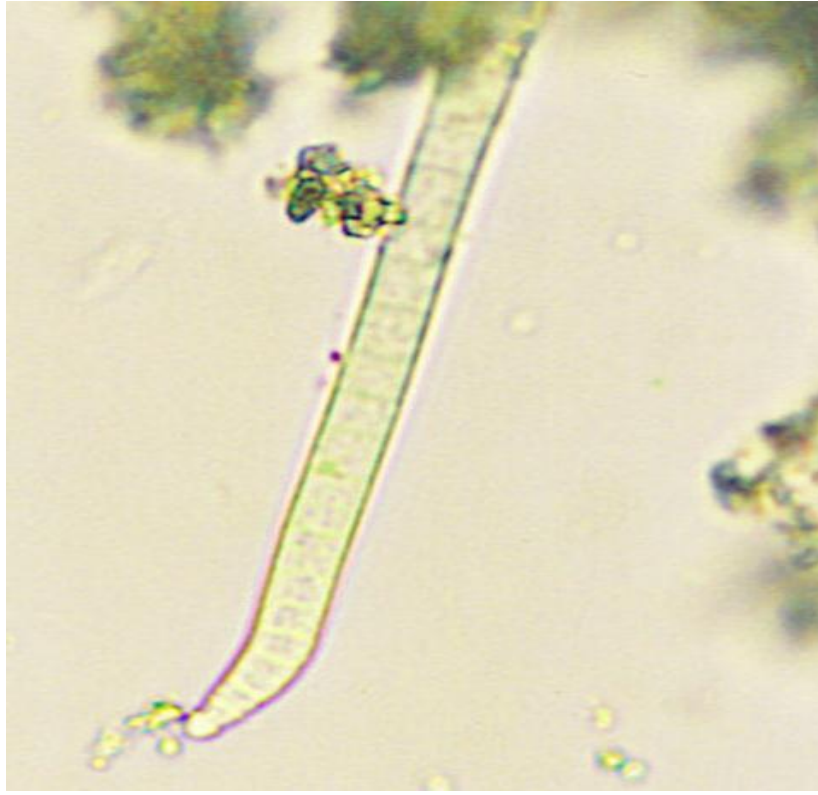
Tüm dünyada son yıllarda yaşanan iklimdeki ekstrem değişimler nedeniyle tarımsal üretimde önemli dalgalanmalar görölmüşür. Türkiye genelinde kuraklıktan dolayı kayıplar yaşanırken, denemenin yürütöldüğü 2014-2015 yetiştirme yılında ekilişe düşen yağış miktarı ortalama 274,6 mm olmuştur.

Çizelge 3.13 Polatlı Tarım İşletmesi Müdürlüğü 2001-2015 yılları arası toplam ve ekilişe düşen yağış miktarları (Kaynak: Anonim, 2015)

Yıllar																	10 Yıllık Ort.
Aylar	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Ocak	1,1	48,0	34,2	28,6	14,3	38,0	32,7	9,7	32,2	55,2	28,0	96,0	16,5	28,5	13,2		31,7
Şubat	12,6	11,5	49,4	17,8	8,9	46,5	30,4	30,2	56,9	24,0	21,7	32,0	30,7	1,7	55,0		28,6
Mart	22,1	21,9	24,7	18,4	61,5	9,5	35,6	21,7	43,0	31,8	39,1	35,0	30,2	7,9	72,7		31,7
Nisan	17,5	45,2	50,6	35,9	91,5	29,3	17,2	24,1	49,6	35,5	28,2	5,0	39,7	62,8	23,8		37,1
Mayıs	31,4	16,3	23,6	36,6	42,2	19,5	17,7	6,5	46,0	44,0	70,3	46,7	45,0	36,5	51,4		35,6
Haziran	0,0	17,7	3,0	15,8	21,1	32,6	16,3	5,6	7,5	31,5	50,0	0,0	1,0	52,1	14,3		17,9
Temmuz	0,0	22,3	0,0	16,6	21,0	9,4	1,8	0,0	3,0	2,5	6,0	0,0	22,3	3,6			
Ağustos	23,2	0,0	0,0	2,9	0,0	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6			
Eylül	8,4	30,2	20,3	0,0	10,5	34,6	0,0	27,3	10,3	1,0	0,0	0,0	0,0	46,4			
Ekim	0,0	9,2	19,7	6,8	27,5	75,3	8,8	13,5	35,7	71,0	44,0	22,5	19,8	54,9			
Kasım	56,4	17,2	2,2	35,2	70,0	12,2	66,7	24,0	23,8	10,6	0,0	34,0	24,7	19,0			
Aralık	87,4	42,5	50,3	11,5	15,8	2,4	52,3	38,0	34,5	65,6	22,0	56,0	6,9	38,1			
Toplam (mm)	260,1	282,0	278,0	226,1	384,3	325,6	279,5	200,6	342,5	372,7	309,3	327,2	236,8	361,1	230,4		
Ekilişe Düşen (mm)	145,4	312,8	284,6	245,6	293,0	299,2	274,4	225,6	338,0	384,5	280,7	274,6	244,5	299,3	388,8		

Tarla Uygulaması İçin Seçilen Algin Özellikleri

Sera denemesi sonrası tarlada kullanılmak üzere belirlenen alg türü; ‘*Oscillatoria amoena*’ (OA) olmuştur. *Oscillatoria amoena* (Kuetz) Gomont (Prescott 1975, Sayfa 484, levha 109, şekil 2–4) (Atıcı 2004). Trikom koyu yeşil renkte, diğer alglere göre daha karmaşık, düz, bazen uç kısımdaki hücre kapitat şeklini almıştır. Hücreler 7–8 µm çapında, boyları 1-2 µm uzunluğundadır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Oscillatoria amoena

Oscillatoria Amoena’nın sınıflandırması şu şekildedir:

BÖLÜM: Cyanophyta

SINIF: Myxophyceae

TAKIM: Oscillatoriales

AİLE: Oscillatoriaceae

CİNS: Oscillatoria

TÜR: Amoena

Tarla Uygulaması

Tarla denemesi tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Blok ve parsel araları 1,5 m boşluk bırakılarak, 2m en, 3m boy olacak şekilde parselasyon yapılmıştır. Uygulama konu numaralarıyla temsil edilen deneme deseni çizelge 3.14'deki gibidir. Şekil 3.19'da tarla deneme alanı görülmektedir.

Çizelge 3.14 Tarla denemesi deseni

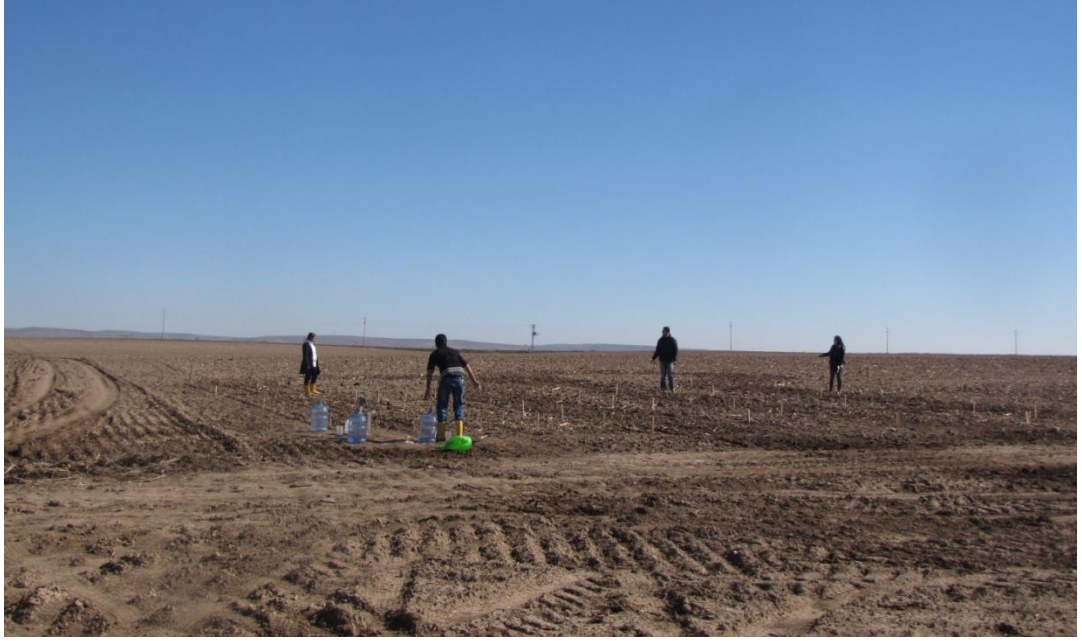
IV. Tekerrür	1	2	3	4	5	6
III. Tekerrür	3	5	4	1	6	2
II. Tekerrür	6	2	5	1	3	4
I. Tekerrür	2	3	6	5	4	1

Çizelge 3.15 Tarla denemesi uygulama konuları

	Uygulama Konusu	Açıklama
1.	Kontrol	Hiçbir uygulamanın yapılmadığı sadece bitkili kontrol
2.	Gübreli kontrol	Sadece buğday için gereken N ve P gübrelemesi, 15 g/kg DAP
3.	Düşük dozlu biyoalg	0,01 g/kg alg uygulaması
4.	Yüksek dozlu biyoalg	0,04 g/kg alg uygulaması

Çizelge 3.15 Tarla denemesi uygulama konuları-devam

5.	Düşük dozlu biyoalg + DAP	0,01g/kg alg ve 15 g/kg DAP
6.	Yüksek dozlu biyoalg + DAP	0,04 g/kg alg ve 15 g/kg DAP



Şekil 3.19 Tarla deneme alanı



Şekil 3.20 Standart miktarda tohum ve gübre atabilen mibzer



Şekil 3.21 Tarla denemesi tohum ekim işlemi

Tarla denemesi kurulmadan önce, arazi 20 cm'lik pulluk derinliğinde işlenerek, kazayağı ile mevcut doğal kesekler küçültülüp yüzey tesviyesi yapılmıştır. Uygulama konuları çizelge 3.15'teki gibi belirlenmiştir. Deneme planına göre yapılan parselleme sonunda algler püskürtme yöntemiyle toprak yüzeyine uygulanarak test bitkisi ekimi (Tosun Bey) gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemi, standart miktarda tohum ve gübre atabilen ekim makinesi ile (şekil 3.20), m²'ye 480 buğday gelecek şekilde, her bir parsel 24 sıra buğday olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Algler ilk sulama sırasında verilmiş, her bir parsel verilen miktar ilgili mikroalg türünün eğim grafiğinden hesaplanmıştır (EK 1). Bitkilerin ekimden başlayarak hasat olgunluğuna kadar gelişimleri izlenmiş, çimlerin gelişim sürecinde ilgili parsellere üst gübrelemeler yapılmıştır. Yabancı otlara karşı da ilaçlama yapılarak mücadele edilmiştir. Ayrıca parsel araları parsellerin belirginleşmesi açısından temizlenmiştir.

Hasat olgunluğuna gelen bitkiler hasat edilmiştir. Hasat işlemi tarla denemelerindeki hasat için uygun olan parsel biçerdöveri ile yapılmıştır (HEGE 140) (EK 2). Hasat edilen bitkilerde ve tarla denemesinin başında ve sonunda tarladan alınan toprak örneklerinde sera denemesinde belirtilen analizler yapılmıştır. Bitkiler hasat olgunluğuna geldikten sonra (tane nem içeriği % 12-14 olduğunda), kenar tesiri dikkate

alınarak parsellerin her birinden yeterli sayıda bitki tesadüfen alınmış, ayrıca başak boyu, başak sayısı, başaktaki ortalama tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve hasat edilen tanelerin toplam ağırlığı değerlendirilmiştir.

3.2 Laboratuvar Yöntemleri

Çalışmada alglerin üretilmesi, asetilen redüksiyonuna ve bitki ve toprak analizlerine yönelik yöntemler kullanılmıştır. Alglerin üretilmesi 2 farklı yöntemle gerçekleştirilmiş olup; birincisi TAP (Gorman ve Levine 1965), ikincisi ise BG11 (Rippka 1988) ortamında gerçekleştirilmiştir. Asetilen redüksiyonu testi (ART) atmosfere kapalı koşullarda mikroorganizmalarca sentezlenen nitrojenaz enzim aktivitesinin ölçülmesi prensibine dayalı ART testinin (Asetilen Redüksiyon Testi) detaylı yöntemi sayfa 52’de verilmiştir. Toprak analizlerinden nem ve enzim parametreleri için örnekler alınır alınmaz, ihtiyaç duyulan miktarda toprak 2 mm’lik elekten geçirilerek buzdolabında muhafaza edilmiştir. Geri kalan toprak kurumaya bırakılmış, kuruyan topraklar öğütülerek 2 mm’lik elekten geçirilmiş ve enzim dışındaki parametrelerin analizlerinin yapılması için hazır hale getirilmiştir.

3.2.1 Alg üretim yöntemleri

Birinci Yöntem

TAP (Tris acetate phosphate) besiyeri çözeltisi mikroalgler için optimum büyüme ortamıdır. Büyütme sıcaklığı 23°C olacaktır. Yedek stoklar kontaminasyonu en aza indirmek için katı ortamda gerçekleşecek ve üretim için iki tip büyüme ortamı kullanılacaktır:

1. TAP: Bir çok alg türü için optimum ortam sağlar. İçinde alge lazım olan iyonları ve CO₂ dışında da kullanabileceği karbon kaynakları içerir. TAP agardaki alglerin çabuk büyümesi; alg yetiştiriciliği için onu çok kullanışlı yapar. Bazı yöntemlerimiz de içindeki belli parametreleri değiştirecek olsak da; genel olarak deneylerimizde kullanılan ortam TAP medium olmuştur (hem katı hem sıvı şekilde).

2. Yüksek Tuzlu Sueoka Agar (High Salt Agar): Bu agar tipi de alglerin depolanmasında kullanılmıştır. TAP agara göre daha az besin içerir; böylece algler daha yavaş büyürler. Bu özelliğiyle alglerin uzun süreli saklanması uygundur. Mikroalglerin büyüme hızlarına bakmak için farklı zamanlardaki toplam hücre sayısının ölçülmesi gerekmektedir.

Mikroalglerin farklı sürelerde sayımı için kesintisiz ışıktaki ($150 \mu\text{mol foton m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 120 rpm hızla dönen çalkalayıcıda ve sıvı ortamda büyüyen 100 μl alg solüsyonu alınıp, eşit miktarda lügol çözeltisi ile karıştırılarak hareketsiz kalmaları sağlanmıştır. Neubauer hemositometresi kullanılarak da sayımı yapılmıştır. Hücrelerin başlangıç yoğunluğu yaklaşık 1×10^4 hücre ml^{-1} olmuştur.

Hücrelerin büyütüldüğü ortam (g/L): NaEDTA.2H₂O 50×10^{-3} , Tris-base 2.42, FeSO₄ 5×10^{-3} , CoCl₂.5H₂O 1.6×10^{-3} , NH₄MoO₃ 1.1×10^{-3} , NH₄Cl 0.375, KH₂PO₄ 0.144, K₂HPO₄ 0.288, MgSO₄.7H₂O 0.1, H₃BO₃ 11.4×10^{-3} , MnCl₂.4H₂O 5×10^{-3} , ZnSO₄.7H₂O 22×10^{-3} , CuSO₄.5H₂O 1.6×10^{-3} , CaCl₂ 0.05

İkinci Yöntem

Bir dizi kültür denemesi; sabit erlenlerde, $48 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{s}$ (2400 lx) ışık yoğunluklu florans lambalar altında gerçekleştirilmiştir. Mikroalg kültür transferi ise 100 ml'lik BG11 büyüme ortamında, 250 ml'lik erlenlerde, $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik sıcaklıkta, yaklaşık 15-20 gün bekletilmiştir. Büyüme ortamı ise katlanarak büyüyen kültürlerle 0.15 g/l miktarınca aşılmalıdır.

Büyüme ortamının pH'sı seyreltik (0,01 M) veya konsantrasyon (1 M) sülfirik asit veya sodyum hidroksit ile 8'e ayarlanmıştır. Bu besiyerlerindeki mikrokoloni hücreleri mikromanipülasyon yöntemiyle izole edilmişlerdir. Mikroalg hücreleri aseptik koşullarda BG11 ortamında durmadan yayılmak suretiyle saflaştırılmıştır. Son adımda ise saflaştırılan mikroalg hücreleri sıvı ortama aktarılmıştır. Ayrıca bu sıvı ortamlar kontaminasyona karşı bakteriyolojik ortamlarda test edilmiştir.

Çalışmalarda kullanılan besiyeri BG11'dir. Bu ortam genelde siyanobakterilerin geliştirilmesi için kullanılan bir ortam olup Chlorophyta grubu üyelerinin geliştirilmesinde de oldukça sık olarak kullanılmaktadır. BG 11 besiyeri bileşenleri çizelge 3.16'da özetlenmiştir (Rippka 1988).

Çizelge 3.16 BG11 besiyeri bileşenleri

BG 11 besiyeri bileşenleri	
NaNO₃	1.5 g/L
Stok solüsyonlar	g/L
A:K₂HPO₄	0.040
B:MgSO₄.7H₂O	0.075
C:CaCl₂.2H₂O	0.030
D:Na₂CO₃	0.020
E:Sitrik asit	6.000
Demir amonyum sitrat	6.000
Na₂ EDTA	1.000
A5 solüsyonu (mL/L)	g/L
H₃BO₃	2.860
MnCl₂.4H₂O	1.810
ZnSO₄.7H₂O	0.222
Na₂MoO₄.5H₂O	0.390
CuSO₄.5H₂O	0.079
Co(NO₃)₂.6H₂O	0.049

Analitik Teknikler: İnkübasyon periyodu boyunca her bir erlenden 3'er ml örnek alınmıştır. Gelişim optik yoğunluk, kuru ağırlık ve spesifik büyüme oranlarının ölçülmesiyle belirlenmiştir (Taştan vd. 2012). Optik yoğunluk 600 nm'de spektrofotometrede ölçülmüştür. Kuru ağırlık örneklerin santrifüjlenmesinden (3421x g = 5000 rpm, 10') sonra pelletlerin 1 gece boyunca 80 °C'de Nüve FN 400 model sterilizatörde kurutulmasının ardından tartımları yoluyla belirlenmiştir. Spesifik büyüme oranı (μ), $\mu = (\ln X_2 - \ln X_1) / (t_2 - t_1)$ formülü ile [X_2 ve X_1 : sırasıyla t_2 ve t_1

zamanlarındaki kuru hücre ağırlığı (g/L)] hesaplanmıştır (Ip ve Chen, 2005). Klorofil konsantrasyonu Porra vd. (1989) tarafından geliştirilen metoda göre klorofil a için 646.6 nm’de klorofil b için 663.6 nm’de yapılan spektrofotometrik ölçümlerin sonuçlarına göre belirlenmiştir. Maksimum biyokütle verimliliği (P), $P = (X - X_0)/(t - t_0)$, formülü ile (X ve X_0 sırasıyla; inkübasyon süresi sonunda ve başlangıcındaki biyokütle konsantrasyonları (g/L), t ve t_0 ; inkübasyon süresi sonu ve başlangıç zamanları) kullanılarak hesaplanmıştır. Optik yoğunluk, klorofil analizi ve santrifüj çalışmaları Shimadzu UV 2001 model spektrofotometre ve Hettich EBA12 model santrifüjle gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca üretilen alglerin asetilen redüksiyon testleri yapılmış ve azot fiksasyon kabiliyetine yönelik değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem yukarıda ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

3.2.2 Toprak ve bitki analiz yöntemleri

Tekstür (Bünye): Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre yöntemine göre belirlenerek, tekstür sınıfları “Soil Survey Manual” (1951)’e göre saptanmıştır.

Toprak reaksiyonu (pH): 1/2.5 toprak / su karışımında cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

Elektriksel iletkenlik (EC): Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneğinde EC metre ile belirlenmiştir (Richards 1954)

Organik madde: Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir.

Kalsiyum karbonat (CaCO_3): Richards (1954)’e göre Scheibler kalsimetresi ile volumetrik olarak belirlenmiştir.

Agregat Stabilitesi: Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin belirlenmesinde “ıslak eleme” yöntemi kullanılmıştır (Kemper 1965).

Toplam azot (N): Toplam Azot tayini Thermo scientific Flash 2000 cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Amonyum ve Nitrat Azotu: Değişebilir amonyum ve nitrat miktarları Sağlam (2001) tarafından bildirildiği şekilde, Buhar Damıtma (Kjeldahl) Yöntemi ile belirlenmiştir.

Alınabilir potasyum (K₂O): Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat (CH₃COONH₄) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen potasyum (K) fleymfotometrede belirlenmiştir.

Bitkiye yararışlı fosfor (P₂O₅): Toprak örneğinde fosfor Olsen vd. (1954) tarafından bildirildiği şekilde, 0.5 N NaHCO₃ (pH: 8.5) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen fosfor (P), molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede belirlenmiştir.

Nem: U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)’e göre miktarı belli olan toprak örneği 105 °C’de sabit ağırlığa kadar kurutma fırınında bekletilerek belirlenmiştir.

C/N: Hesapla bulunmuştur. (Organik madde/Toplam azot).

Üreaz enzim aktivitesi: Hoffman ve Teicher (1957)’e göre 100 ml’lik ölçü balonlarına 10 g toprak tartılmış üzerine 2 ml toluen, 10 ml %10’luk üre ilavesinden sonra 15 dakika beklenip, 20 ml substrat tampon ilave edilerek 37°C’de 3 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübatörden çıkan örneklerin üzerleri 37°C’ lik saf su ile derecelerine tamamlanarak Whatman 42 filtre kağıdından süzülerek, süzükten 1 ml, 50 ml’lik ölçü balonuna alınarak üzerine 9 ml saf su, 4 ml sodyum fenolat ve 3 ml sodyum hipoklorit ilave edilerek 20 dakika sonunda oluşan mavi renk 630 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.

Beta-glikozidaz enzim aktivitesi: Naseby ve Lynch (1997) tarafından belirtildiği şekilde 1,5 gram toprak örneği asetat tampon çözeltisi ile korozer rotor'da bir saat çalkalanıp, 15 dakika 4000 devirde santrifüj edilerek, elde edilen ekstrakta enzimin substratı (4-nitrophenylp pyronoside B-D glucosidase) ilave edilip 400 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Alkali fosfataz enzim aktivitesi: Naseby ve Lynch (1997) tarafından belirtildiği şekilde 1,5 gram toprak örneği alkali tampon çözelti ile korozer rotor'da bir saat çalkalanıp, 15 dakika 4000 devirde santrifüj edilerek, elde edilen ekstrakta enziminin substratı (4-nitrophenylphosphate disodium salt hexayhydrate) ilave edilip 400 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Toplam ağır metal ve iz element analizi: HNO₃ ve HCl (Kral suyu 3:1) ortamında rodajlı balonlarda soğutmalı sistemli Hot Plate ile yaş yakılacak olan örnekler süzülerek doğrudan ICP-MS ile (Tyler 1981) belirlenmiştir.

Bitki boyu: Her parselde rastgele seçilerek etiketlenen 10 bitkinin ana saplarında toprak yüzeyinden başakta en üst başakçığının ucuna kadar olan uzunluk (kılçıklar hariç) ölçülerek belirlenmiştir (Yürür ve Turgut 1992).

Bitkide azot: Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

Tane Verimi (kg/da): Kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra HEGE ile hasat edilen buğdaylar, tartıldıktan sonra kg/da olarak verimi tespit edilmiştir.

Biyolojik Verim (kg/da): Parseli temsil edecek üç farklı noktaya 1 m² 'lik çember atılmış ve iç kısımları biçilmiştir. Biçilen örneklerin tartılması sonucu birim alandaki biyolojik verim bulunmuştur. Çıkan değerlerin aritmetik ortalaması alınmış ve 1000 ile çarpılması sonucu kg/da cinsinden biyolojik verim hesaplanmıştır.

3.3 İstatistiksel Değerlendirme Yöntemleri

Toprak verimlilik parametreleri bakımından elde edilen gözlemler tekrarlanan ölçümlü varyans analizi (repeated measurement anova) ile değerlendirilmiştir. Farklı grupların saptanmasında Duncan testi kullanılmıştır. Buğday verim ve kalite parametreleri bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar tesadüf parselleri deneme tertibinde varyans analizi tekniği ile irdelenerek, farklı uygulamaların saptanmasında duncan testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma sonucu elde edilen bulgular öncelikle buğday büyütme ön denemeleri çim sayısı, bitki boyu ile kök gelişimi açısından ve sonrasında her deneme için ayrı başlıklarda irdelenmiştir.

4.1 Buğday Büyütme Ön Denemelerinin Sonuçları

4.1.1 Suda buğday büyütme ön deneme sonuçları

Buğday büyütme denemesinde, #1 Yellow 20C numaralı kültürün buğday gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gelişen tohum sayısı baz alınarak tespit edilmiştir. Toplamda 35'er adet buğday tanesine herbir kültürden verilmiş ve sonuçta çizelge 4.1'deki gibi tüm kültürlerin gelişen tohum sayısı bazında buğday tohumları üzerine olan etkileri ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.1 Uygulanan kültürlerin gelişen tohum sayısına etkileri

Özellik Name	Gelişen Tohum Sayısı
Kontrol	12
#2 Orange 10C/HO2	5
#6 Orange 10C/HO6	17
#1 Yellow 20C/HY1	21
#4 Yellow 20C/HY4	11
#3 Green 20C/HG3	Tohumda kontaminasyon
#6 Green 20C/HG6	12
#4 Green 20C/HG420	7

Çizelge 4.1 Uygulanan kültürlerin gelişen tohum sayısına etkileri-devam

#4 Green 10C/HG410	8
#5 Green 10C/HG510	Kültür kontaminasyonu
#5 Green 20C/HG520	Tohumda kontaminasyon

Yukarıdaki çizelgede de belirtildiği gibi kontrol uygulamasında 35 buğday tanesinden 12 tanesi gelişmiştir. Ayrıca gövde ve kök boylarında uzama gerçekleşmiştir. Şekil 4.1’de kontrol denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi görülmektedir.



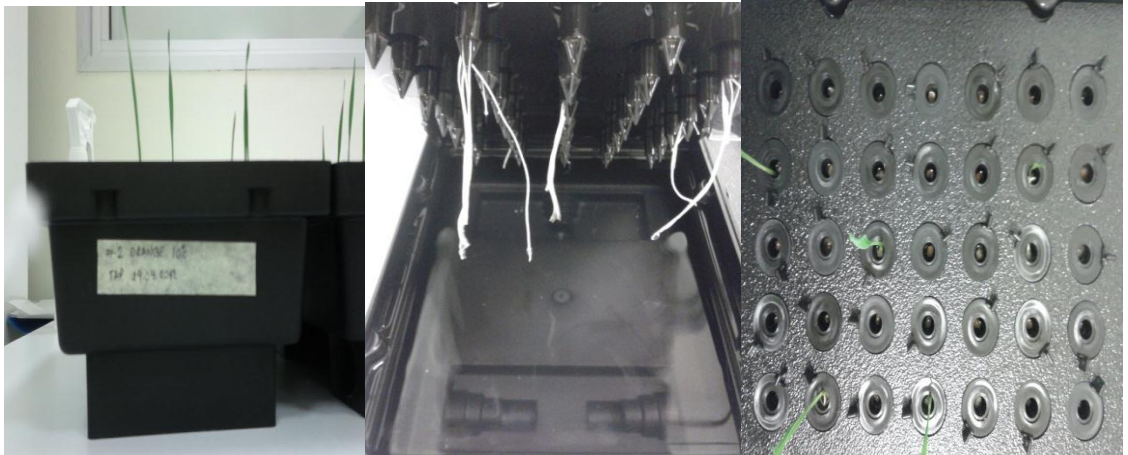
Şekil 4.1 Kontrol denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)

#1 Yellow 20C denemesi en iyi tohum gelişiminin gerçekleştiği uygulama olmuştur. 35 buğday tanesinden 21’i gelişerek denemeler arasında en iyi sonuç alınan kültür denemesi olmuştur. Gelişen buğday tanesi dışında kök ve gövde boyları açısından da en verimli olan kültür olduğu değerlendirilebilir. Şekil 4.2’de #1 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi görülmektedir.



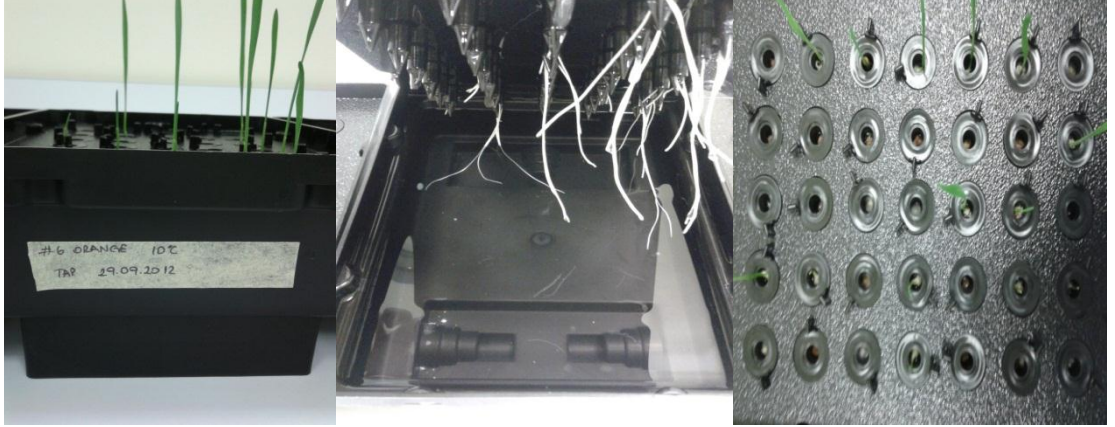
Şekil 4.2 #1 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)

#2 Orange 10C uygulaması sonucu ise boy, gövde gelişimi ve gelişen buğday tanesi itibariyle sonucu en olumsuz değerlendirilen deneme olmuştur. Takip edildiği kadarıyla alg türünün buğday tanelerinin üstünü tamamen kaplamaları sonucu buğday taneleri solunumlarını gerçekleştirememiş ve gelişimleri sağlıklı olmamıştır. Buna bağlı olarak 35 adet buğday tanesinden yalnızca 5'i gelişebilmiş, hatta kontrol denemesiyle karşılaştırıldığında algsız cansuyundan bile verimsiz olduğu görülmüştür. Şekil 4.3'de #2 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi görülmektedir.



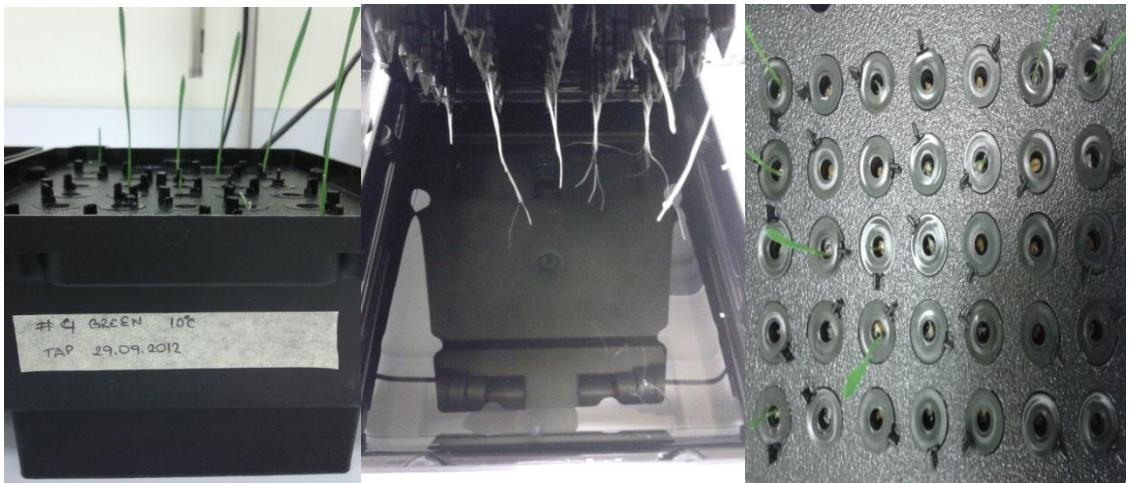
Şekil 4.3 #2 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)

#1 Yellow 20C denemesinden sonraki en iyi gelişen deneme #6 Orange 10C denemesi olmuştur. Bu denemede 35 buğday tanesinden 17'si gelişmiştir. Gelişen buğday tanesine göre kök ve gövde boyları da #1 Yellow 20C denemesine nazaran daha kısa ancak diğerlerine göre daha uzun olmuştur. Şekil 4.4'de #6 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi görülmektedir.

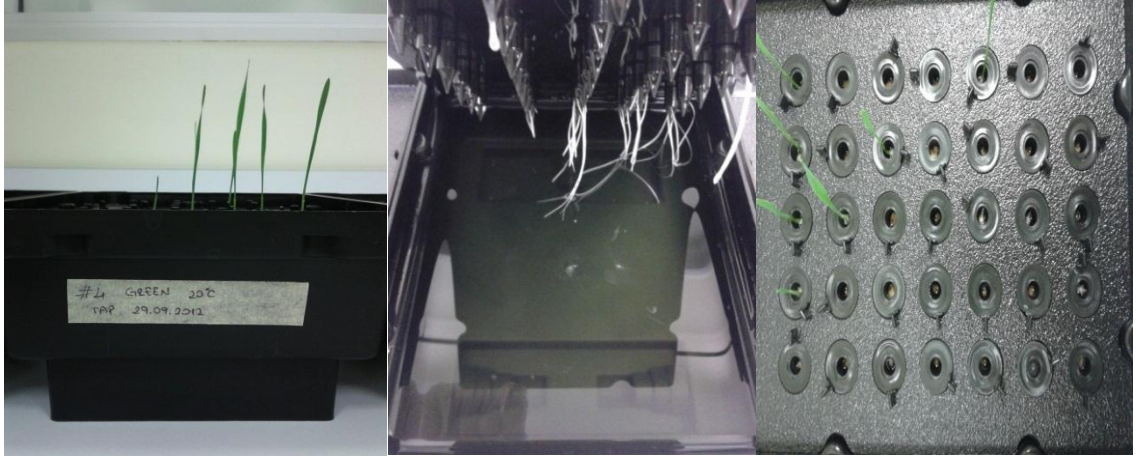


Şekil 4.4 #6 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)

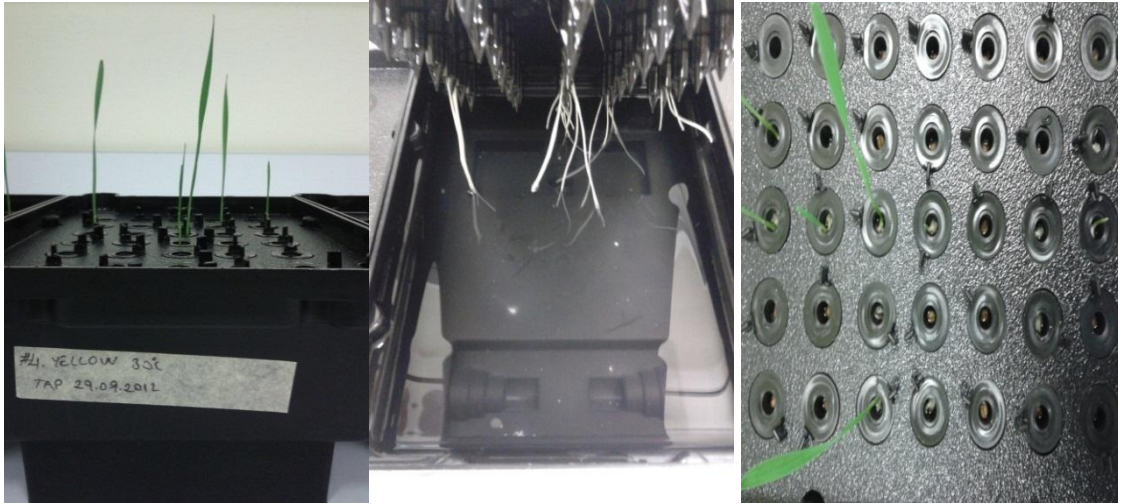
Geri kalan diğer denemelerin gelişmeleri de Şekil 4.5-4.9'da verilmiştir.



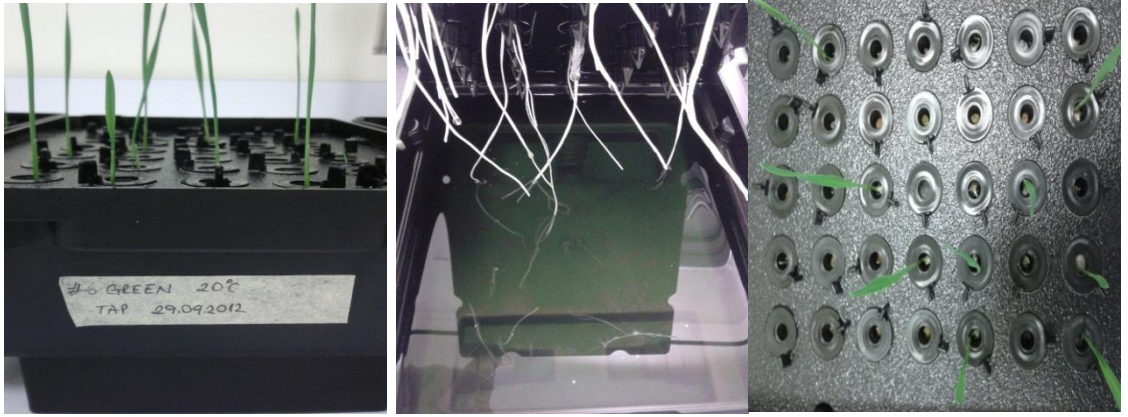
Şekil 4.5 #4 Green 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)



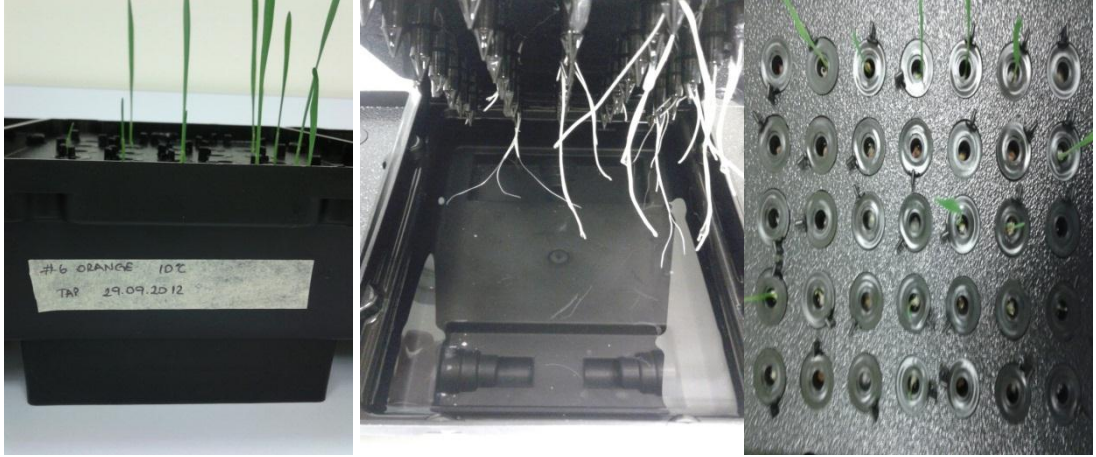
Şekil 4.6 #4 Green 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)



Şekil 4.7 #4 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)



Şekil 4.8 #6 Green 20C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)



Şekil 4.9 #6 Orange 10C denemesinin bir hafta sonundaki gelişimi (boy, gövde uzunlukları ve gelişen buğday tanesi)

Ayrıca buğday tanelerinin kök ve gövde boylarını ortalama olarak göstermek amacıyla yanına cetvel konularak kabaca ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4.10-4.12’de gelişimlere ait birkaç örnek verilmiştir.



Şekil 4.10 Kontrol denemesinin bir hafta sonrasındaki gelişimi



Şekil 4.11 #1 Yellow 20C denemesinin bir hafta sonrasındaki gelişimi



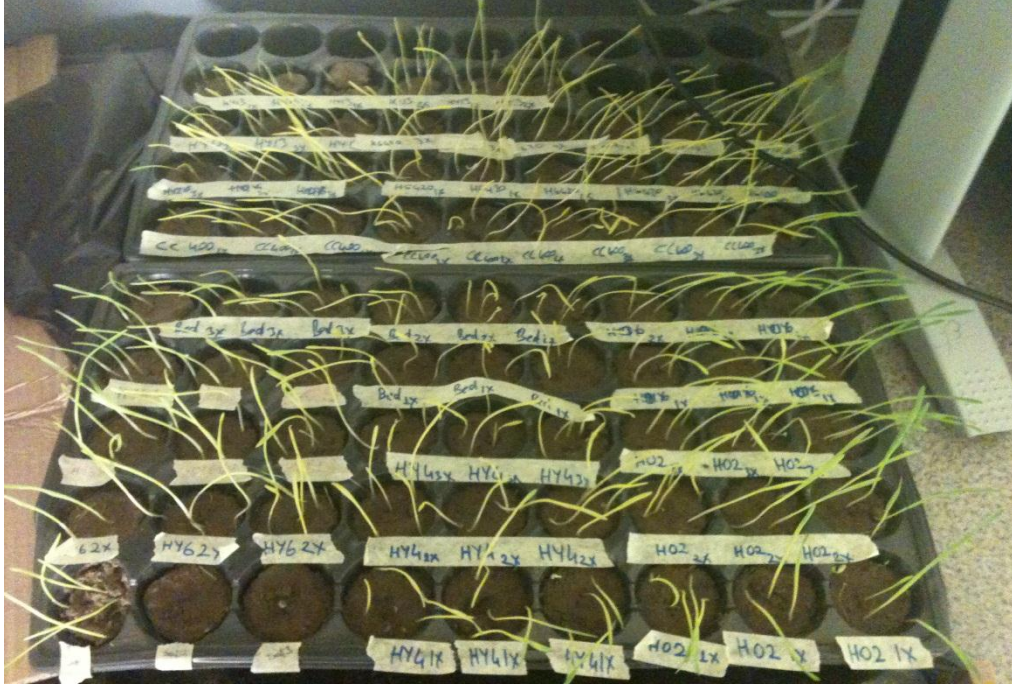
Şekil 4.12 #2 Orange 10C denemesinin bir hafta sonrasındaki gelişimi

4.1.2 Toprakta I. buğday büyütme ön deneme sonuçları

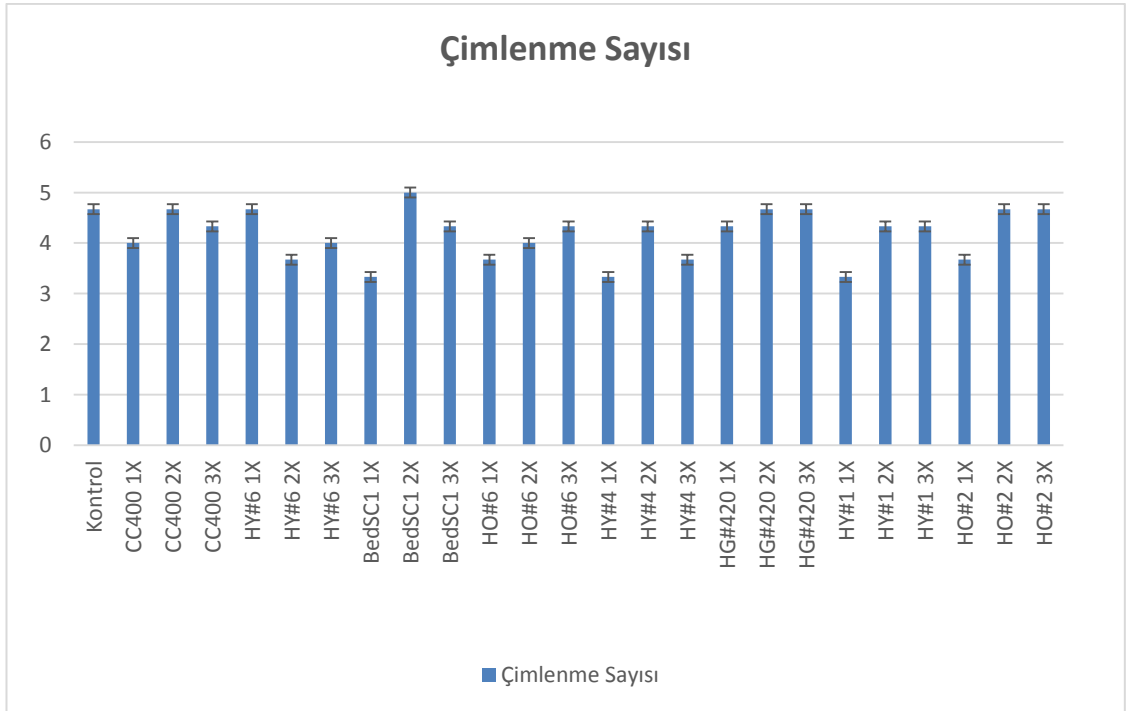
Yapılan ilk deneme sonrasında sonuçlar, çimlenme günü, çim sayısı ve çim boy ölçümleri bazında değerlendirilmiştir. Buna göre çimlenme ortalama 8 günde gerçekleşmiştir. Çimlenme sonrasında ise çimlerin birkaç gün daha büyümesi beklenerek çim boyları ölçülmüştür. Bu arada çim sayılarında artma olmuş ve boy sonuçlarına onlar da dahil edilmiştir. Boy sonuçları değerlendirilirken öncelikle her bir viyoldeki çimlerin boyları ölçülmüş, o viyoldeki çim sayısına bölünmüş, en son olarak da üç tekerrür sonucu toplanıp değerin ortalaması alınmıştır. Çim sayıları ve çimlerin boy ölçümlerine dair sonuçlar çizelge 4.2.'deki gibi sonuçlanmıştır.

Çizelge 4.2 I. Buğday büyütme denemesi sonuçları

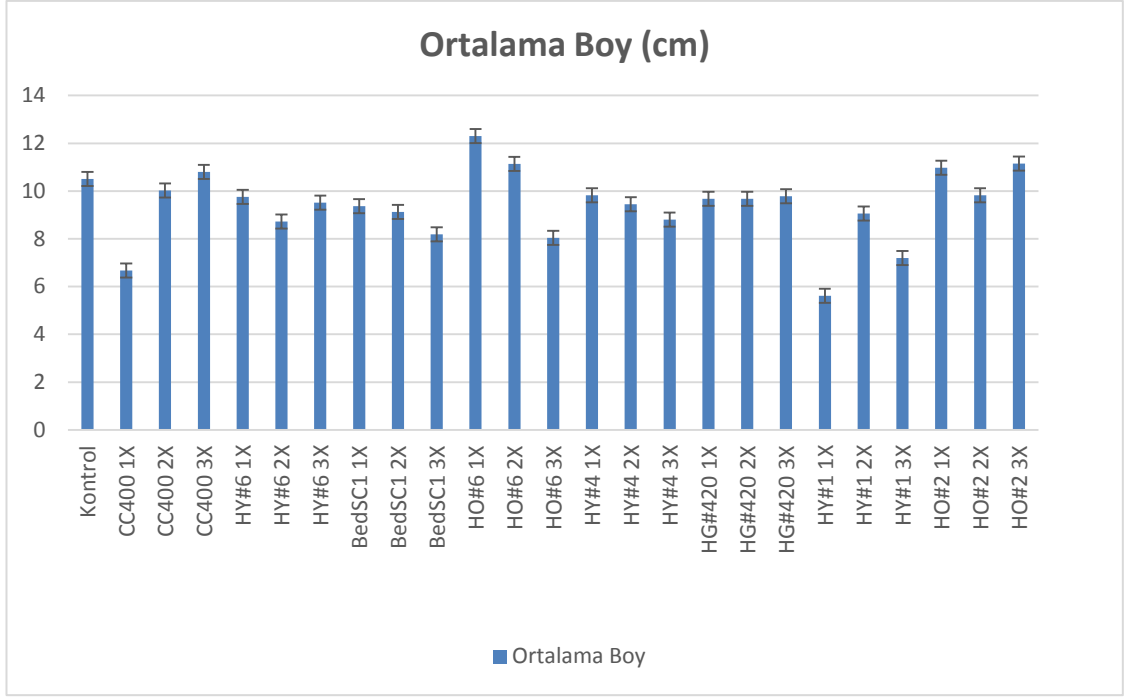
	Alg Türü	Çimlenme Sayısı	Ortalama Boy (cm)
	Kontrol	4,67	10,5
Mevcut Algler	CC#400 1X	4	6,67
	CC#400 2X	4,67	10,3
	CC#400 3X	4,33	10,8
	HY#6 1X	4,67	9,75
	HY#6 2X	3,67	8,72
	HY#6 3X	4	9,51
	BedSC1 1X	3,33	9,37
	BedSC1 2X	5	9,12
	BedSC1 3X	4,33	8,19
İzole Edilen Algler	HO#6 1X	3,67	12,3
	HO#6 2X	4	11,13
	HO#6 3X	4,33	8,04
	HY#4 1X	3,33	9,82
	HY#4 2X	4,33	9,45
	HY#4 3X	3,67	8,81
	HY#1 1X	3,33	5,61
	HY#1 2X	4,33	9,06
	HY#1 3X	4,33	7,19
	HG#420 1X	4,33	9,68
	HG#420 2X	4,67	9,68
	HG#420 3X	4,67	9,78
	HO#2 1X	3,67	10,97
	HO#2 2X	4,67	9,82
	HO#2 3X	4,67	11,15



Şekil 4.13 I. Buğday büyütme düzeneği (Çimlenme sonrası)



Şekil 4.14 I. Buğday büyütme denemesi çimlenme sayısı grafiği



Şekil 4.15 I. Buğday büyütme denemesi çim boyu grafiği

Deney sonuçları değerlendirildiğinde üretim kolaylığı da göz önünde bulundurularak, II. deneyde kullanılmak üzere üç alg türü CC#400, HG#420 ve HO#2 olarak belirlenmiştir.

4.1.3 Toprakta II. buğday büyütme öndeneme sonuçları

Toprakta yapılan II. denemenin sonuçları ilkinde olduğu gibi çimlenme günü, 3 farklı gündeki çimlenme sayısı, 3 farklı günde alınan boyların ortalamaları ve son olarak her viyoldeki tüm çimlerin topraklarından yıkandıkları haldeki yaş ve kuru ağırlıkları bazında değerlendirilmiştir.

Buna göre çimlenme ortalama 6 günde gerçekleşmiş ve ilerleyen günlerde sayılarında artma tespit edilmiştir. İlk sayım işlemi 6 gün sonra, ikinci sayım işlemi 7 gün sonra, son sayım işlemi ise 11 gün sonra yapılmıştır. Sonuçlar çizelge 4.3'te yer aldığı gibidir.

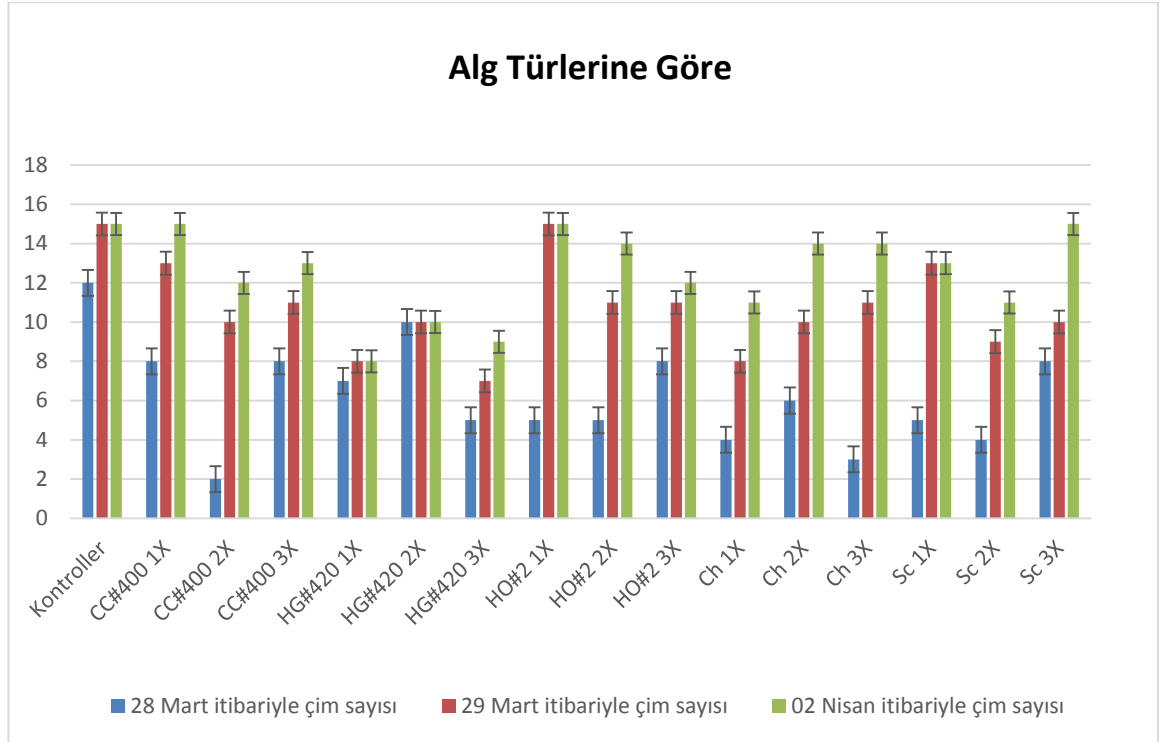
Çizelge 4.3 Buğday büyütme denemesi çimlenme sayısı sonuçları (Ekim işlemi 22 Mart'ta yapılmıştır)

	28 Mart itibariyle çim sayısı	29 Mart itibariyle çim sayısı	02 Nisan itibariyle çim sayısı
Kontroller	12	15	15
CC#400 1X	8	13	15
CC#400 2X	2	10	12
CC#400 3X	8	11	13
HG#420 1X	7	8	8
HG#420 2X	10	10	10
HG#420 3X	5	7	9
HO#2 1X	5	15	15
HO#2 2X	5	11	14
HO#2 3X	8	11	12
Ch 1X	4	8	11
Ch 2X	6	10	14
Ch 3X	3	11	14
Sc 1X	5	13	13
Sc 2X	4	9	11
Sc 3X	8	10	15

Çimlenme sonrası deney düzeneği şekil 4.16'da görülmektedir.



Şekil 4.16 II. Buğday büyütme düzeneği (Çimlenme sonrası)



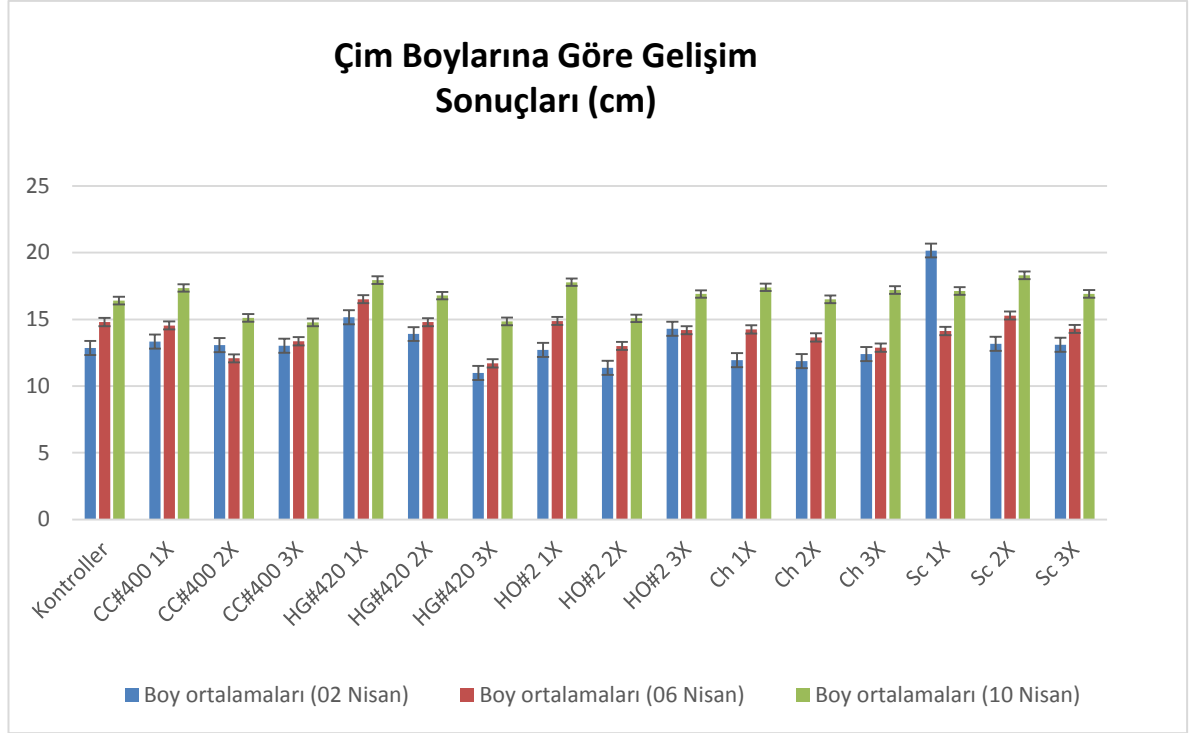
Şekil 4.17 II. Buğday büyütme denemesi çimlenme sonuçları

Çimlenmenin büyük oranda tamamlandığı düşünüldüğü 11. gün, çimlerin boyları ölçülmüştür. Ölçümler her 3 tekerrürden; varsa 10 çimin boy toplamı şeklinde kaydedilmiş, 10 çim gelişmeyen viyollerden ise gelişen çim sayısı kadar çim boyu toplanmış ve toplamı alınan çim sayısına bölünmüştür. Bu şekilde ortalama bir değer elde edilmiş ve alg verimi bir de bu değer üzerinden ele alınmıştır. Bu işlem de 2 kez daha tekrarlanmış (15. gün ve 19. günlerde) ve bu sonuçların da ortalamaları alınarak bir grafik daha elde edilmiş ve değerlendirmeye bu grafik de dahil edilmiştir.

Grafikler incelendiğinde HG#420 1X ile Sc 1X'te gelişimin diğer türlere göre daha iyi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca ilk ölçümlerde gelişimi daha iyi iken sonradan bir gerileme var gibi görünen bu tür ve miktarlarda gerilemenin başka faktörlere bağlı olabileceği düşünülmektedir. Çünkü sadece cansuyunda alg verilmiştir. Dolayısıyla büyümeye etkisi nin ilk günlerde olduğu, sonraki günlerde alglerin canlı kalmama ihtimali göz önünde bulundurularak ilerleyen günlerde çok etkili olmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.4 Buğday büyütme denemesi çim boylarına göre gelişim sonuçları (cm)

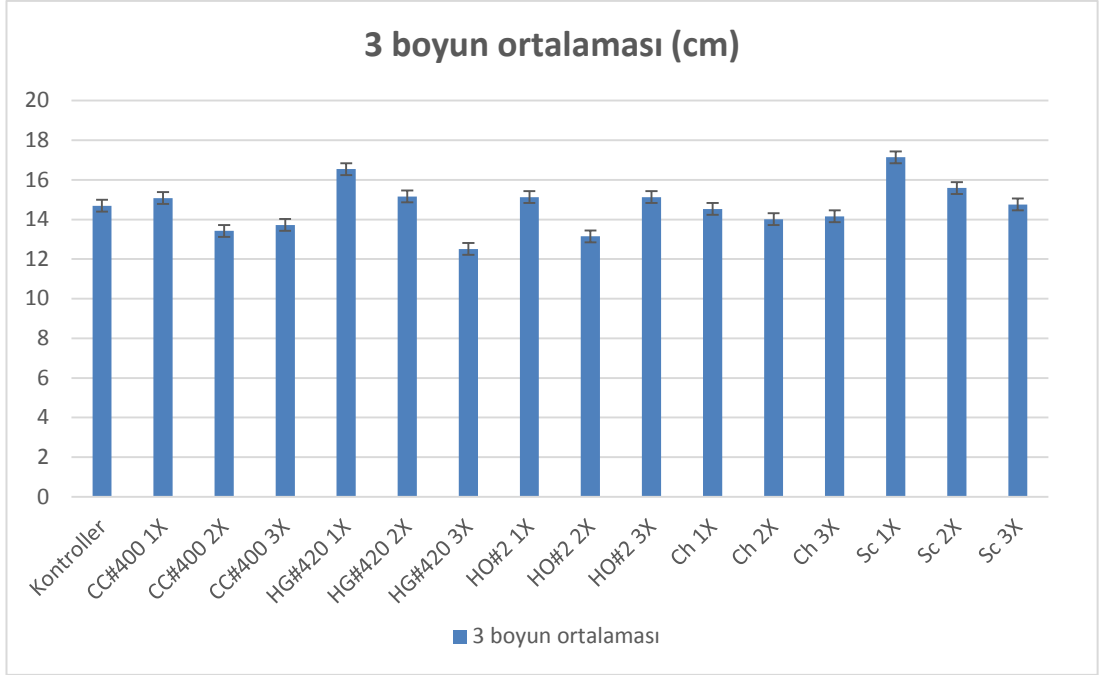
	Boy ortalamaları (02 Nisan)	Boy ortalamaları (06 Nisan)	Boy ortalamaları (10 Nisan)
Kontroller	12,86	14,8	16,4
CC#400 1X	13,34	14,54	17,35
CC#400 2X	13,07	12,08	15,11
CC#400 3X	13,02	13,36	14,78
HG#420 1X	15,16	16,51	17,94
HG#420 2X	13,9	14,79	16,78
HG#420 3X	10,98	11,7	14,85
HO#2 1X	12,72	14,88	17,78
HO#2 2X	11,37	13,01	15,08
HO#2 3X	14,29	14,19	16,9
Ch 1X	11,95	14,25	17,4
Ch 2X	11,87	13,65	16,5
Ch 3X	12,4	12,88	17,2
Sc 1X	20,16	14,13	17,12
Sc 2X	13,17	15,29	18,3
Sc 3X	13,09	14,29	16,91



Şekil 4.18 II. Buğday büyütme denemesi boy ölçüm sonuçları (3 farklı gündeki ölçümler)

Çizelge 4.5 II. Buğday büyütme denemesi çim boylarının ortalaması (cm)

	3 boyun ortalaması
Kontroller	14,69
CC#400 1X	15,08
CC#400 2X	13,42
CC#400 3X	13,72
HG#420 1X	16,54
HG#420 2X	15,16
HG#420 3X	12,51
HO#2 1X	15,13
HO#2 2X	13,15
HO#2 3X	15,13
Ch 1X	14,53
Ch 2X	14,01
Ch 3X	14,16
Sc 1X	17,14
Sc 2X	15,59
Sc 3X	14,76

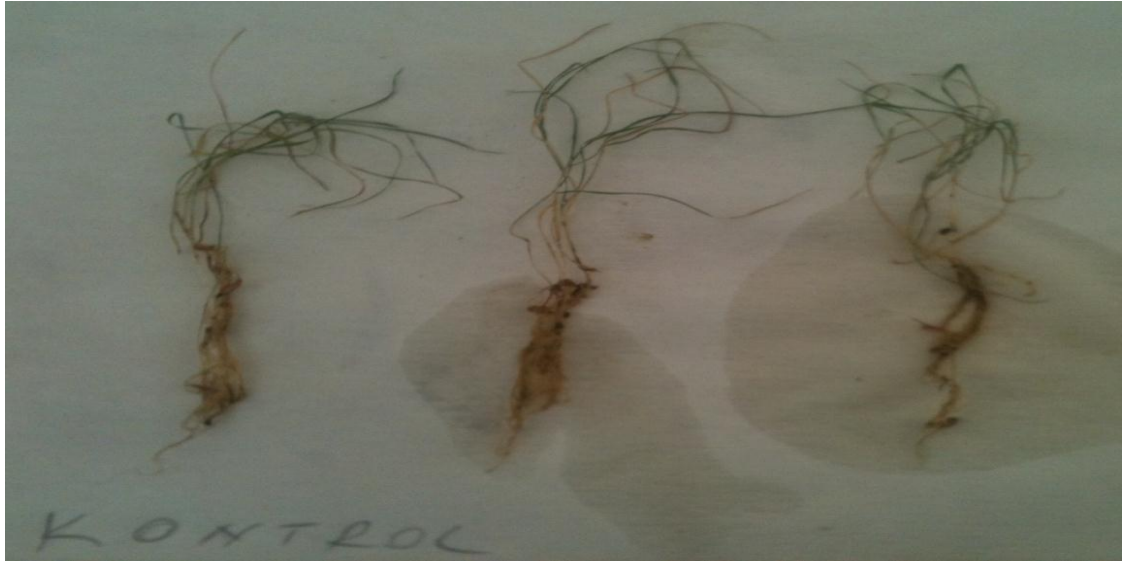


Şekil 4.19 II. Buğday büyütme denemesi boy ölçüm sonuçları (3 farklı gündeki ölçümlerin ortalaması)

Son olarak sararmaya başlayan çimler, topraklarından yıkanmış ve yaş-kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Yıkandıktan hemen sonra yaş ağırlıkları tartılan çimler, en az bir gün 65 °C’lik inkübatörde kurutulmuş ve kuru ağırlıkları tartılmıştır. Sonuçlar çizelge 4.19’da görüldüğü gibidir. Tartım sonuçları direkt olarak değil de ortalama şeklinde değerlendirilmiştir. Bunun nedeni ise bir viyoldeki çimlerin sağlam bir şekilde çıkarılamamasıdır. Yani her deneme üç tekerrür olarak değerlendirilememiş, sonuç, ortalama bir viyol üzerinden değerlendirilmiştir. Herbir türün ayrı miktarlardaki 3 tekerrürünün bir değerlendirildiği, topraklarından temizlendikten sonraki yaş hallerini gösteren birkaç örnek aşağıda verilmiştir:

Çizelge 4.6 Buğday büyütme denemesi çimlerin topraktan temizlendikleri ağırlıkları (gr)

	Yaş ağırlık ortalamaları	Kuru Ağırlık Ortalamaları
Kontroller	0,37	0,13
CC#400 1X	0,52	0,14
CC#400 2X	0,43	0,15
CC#400 3X	0,43	0,11
HG#420 1X	0,92	0,45
HG#420 2X	0,74	0,24
HG#420 3X	0,56	0,15
HO#2 1X	0,90	0,22
HO#2 2X	0,79	0,21
HO#2 3X	0,67	0,19
Ch 1X	0,60	0,16
Ch 2X	0,64	0,18
Ch 3X	0,52	0,13
Sc 1X	0,60	0,13
Sc 2X	0,57	0,10
Sc 3X	0,53	0,10



Şekil 4.20 Kontrolün 3 tekerrürü



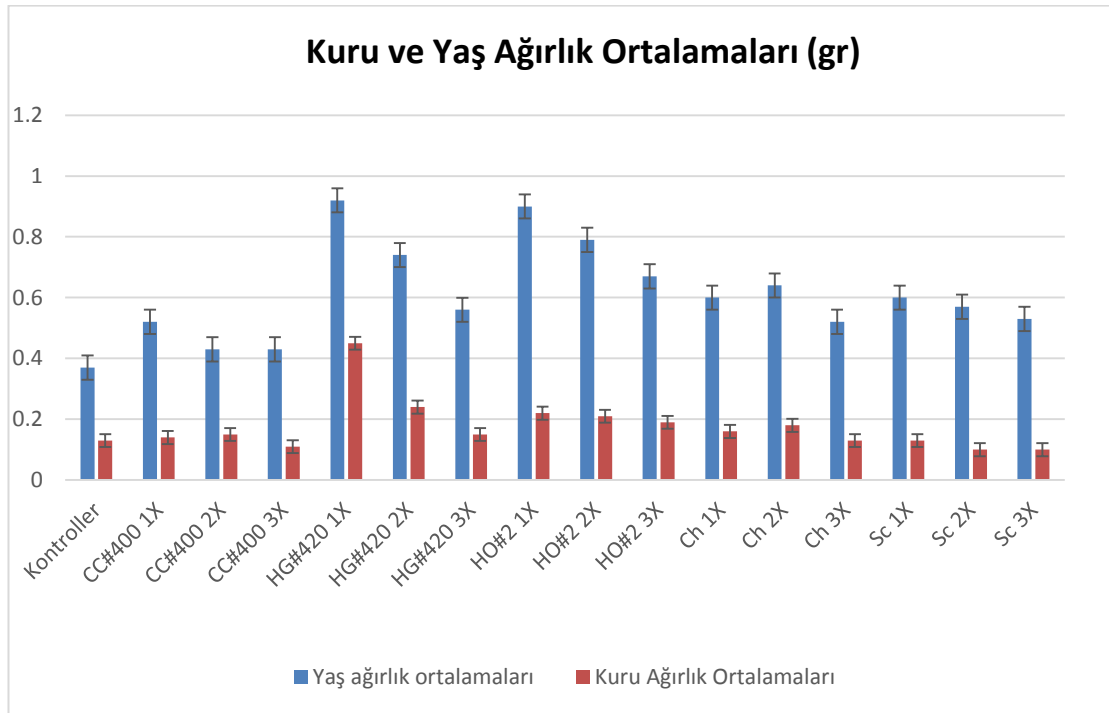
Şekil 4.21 CC#400 1X'in 3 tekerrürü



Şekil 4.22 CC#400 2X'in 3 tekerrürü



Şekil 4.23 CC#400 3X'in 3 tekrürü



Şekil 4.24 II. Buğday büyütme denemesi kuru ve yaş ağırlık ortalamaları

Ön denemelerin sonuçlarından yola çıkarak HG420, HO ve Sc koduyla belirtilen Algler tarımsal amaçlı denemelerde kullanılmıştır.

Kodların karşılıkları:

HG420 kodunun karşılığı: Çimen toprağından izole edilen *Oscillatoria amoena* (OA)

HO kodunun karşılığı: Buğday tarlasından izole edilen *Oscillatoria nigro-viridis* (ON)

Sc kodunun karşılığı: Gazi Üniversitesi koleksiyonundan temin edilen: *Desertifilum tharense* (DT)

4.2 İnkübasyon Denemesi Sonuçları

4.2.1 İnkübasyon denemesi toprak örneklerinin organik madde (OM) miktarlarındaki değişimler

Türkiye genelinde tarım topraklarının % 91.4'ü organik madde açısından yetersizdir. Orta Anadolu topraklarının % 97'si, Güney Doğu Anadolu bölgesi topraklarının % 95.8'i, Göller yöresinin % 95'i, Doğu Anadolu topraklarının % 94.4'ü, Akdeniz bölgesi topraklarının % 93.1'i, Ege bölgesinde ise toprakların % 89.3'ü, Karadeniz bölgesini topraklarının da % 85.5'i, organik madde açısından yetersizdir.

İnkübasyon süresi boyunca 3 farklı alg ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen OM değerleri çizelge 4.7'de verilmiştir. Uygulamaların toprağın organik madde kapsamı üzerine etkilerinin belirlenmesi için herbir inkübasyon dönemi ayrı ayrı duncan testine tabi tutulmuş, yorumlamalar da bu harflendirmeler üzerinden yapılmıştır. Denemeye alınan toprakların OM kapsamları az sınıfındadır. OA ve DT alg izolatlarının uygulandığı toprakların organik maddesindeki değişim inkübasyonun 1. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P<0.05$), diğer zamanlarda ise kontrole göre belirlenen farklar önemli bulunmamıştır. ON uygulaması ise tüm zamanlarda organik madde kapsamı üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkiye bulunmamıştır. Toprakların doza bağlı organik madde kapsamlarındaki artış, 3. İnkübasyon dönemine kadar devam etmiş, 3. İnkübasyon döneminde (120 gün) mineralizasyonuna bağlı olarak azalmaya başlamıştır. ON alg izolatu uygulaması ise toprağın OM kapsamı üzerine istatistiksel önem arz edecek etkiye bulunmamıştır.

Çizelge 4.7 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak organik madde kapsamı (OM), alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, pH ve EC üzerine etkileri

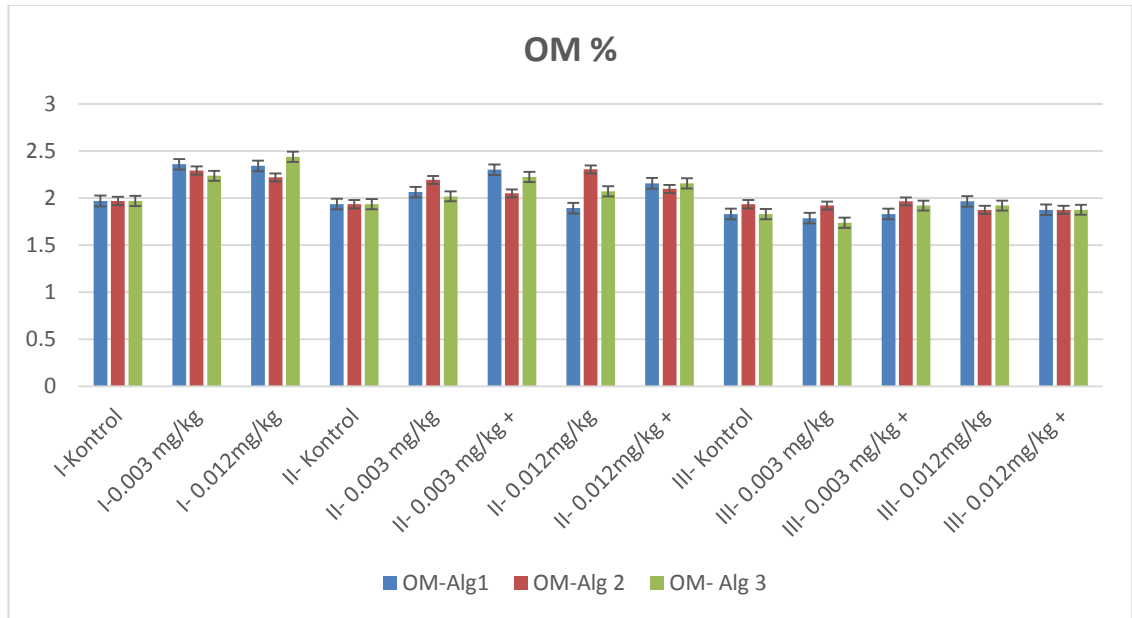
Zaman	Doz	OM (%)	Alınabilir P (mg/kg)	Değişebilir K (mg/kg)	pH	EC (dS/m)
OA Alg						
1. gün	Kontrol	1,970AB	10,18 öd	120öd	7,87 öd	2,63A
	0.03 mg/kg	2,360A	10,13 öd	126 öd	7,86 öd	2,41B
	0.012mg/kg	2,343A	10,95 öd	121 öd	7,90 öd	2,52A
1. ay	Kontrol	1,937AB	10,13 öd	123 öd	7,87 öd	2,67A
	0.03 mg/kg	2,064A	11,46 öd	123 öd	7,84 öd	2,45B
	0.03 mg/kg +	2,302A	11,62 öd	114 öd	7,89 öd	2,61B
	0.012mg/kg	1,894B	10,90 öd	107 öd	7,85 öd	2,52B
	0.012mg/kg +	2,157A	10,32 öd	119 öd	7,87 öd	2,49AB
4. ay	Kontrol	1,831öd	10,00 öd	123 öd	7,87 öd	2,67A
	0.03 mg/kg	1,787öd	12,65 öd	121 öd	7,79 öd	2,23C
	0.03 mg/kg +	1,831öd	12,43 öd	105 öd	7,85 öd	2,51AB
	0.012mg/kg	1,965öd	10,71 öd	120 öd	7,83 öd	2,24C
	0.012mg/kg +	1,876öd	10,52 öd	123 öd	7,79 öd	2,53A
LSD<0,05		0,392	3,745	15,98	0,0858	0,207
ON Alg						
1. gün	Kontrol	1,970öd	10,18 öd	120 öd	7,87 öd	2,63öd
	0.03 mg/kg	2,293 öd	10,13 öd	122 öd	7,90 öd	2,58öd
	0.012mg/kg	2,220 öd	10,33 öd	114 öd	7,88 öd	2,56öd
2. ay	Kontrol	1,936 öd	10,13 öd	123 öd	7,87 öd	2,67öd
	0.03 mg/kg	2,193 öd	10,07 öd	127 öd	7,85 öd	2,58öd
	0.03 mg/kg +	2,050 öd	11,07 öd	118 öd	7,83 öd	2,58öd
	0.012mg/kg	2,305 öd	11,02 öd	117 öd	7,84 öd	2,54öd
	0.012mg/kg +	2,098 öd	10,91 öd	115 öd	7,86 öd	2,58öd
4. ay	Kontrol	1,936 öd	10,00 öd	123 öd	7,87 öd	2,67A
	0.03 mg/kg	1,921 öd	12,37 öd	122 öd	7,74 öd	2,46B
	0.03 mg/kg +	1,965 öd	12,79 öd	119 öd	7,80 öd	2,70A
	0.012mg/kg	1,876 öd	13,05 öd	116 öd	7,81 öd	2,60A
	0.012mg/kg +	1,876 öd	12,98 öd	110 öd	7,81 öd	2,46B
LSD<0,05		0,508	5,323	19,36	0,0548	0,236

Çizelge 4.7 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak organik madde kapsamı (OM), alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, pH ve EC üzerine etkileri (devam)

DT Alg						
1. gün	Kontrol	1,970B	10,18 öd	120 öd	7,87 öd	2,63A
	0.03 mg/kg	2,237A	11,04 öd	131 öd	7,85 öd	6,26A
	0.012mg/kg	2,440A	11,29 öd	127 öd	7,81 öd	2,52AB
2.ay	Kontrol	1,937öd	10,13 öd	123 öd	7,87 öd	2,67A
	0.03 mg/kg	2,019öd	11,27 öd	135 öd	7,85 öd	2,49B
	0.03 mg/kg +	2,226öd	11,57 öd	128 öd	7,81 öd	2,45B
	0.012mg/kg	2,071öd	10,94 öd	126 öd	7,84 öd	2,59A
	0.012mg/kg +	2,157öd	11,43 öd	124 öd	7,84 öd	2,63A
4. ay	Kontrol	1,831öd	10,00 öd	123 öd	7,87 öd	2,67C
	0.03 mg/kg	1,739öd	11,73 öd	123 öd	7,87 öd	2,59C
	0.03 mg/kg +	1,921öd	13,56 öd	119 öd	7,80 öd	2,90A
	0.012mg/kg	1,921öd	12,37 öd	132 öd	7,76 öd	2,72B
	0.012mg/kg +	1,876öd	11,49 öd	122 öd	7,74 öd	2,82A
LSD<0,05		0,466	4,152	26,01	0,097	0,1006

Büyük harf: Düşey olarak her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir. öd: Her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasında P<0,5 düzeyinde anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

LSD: Least Significant Difference

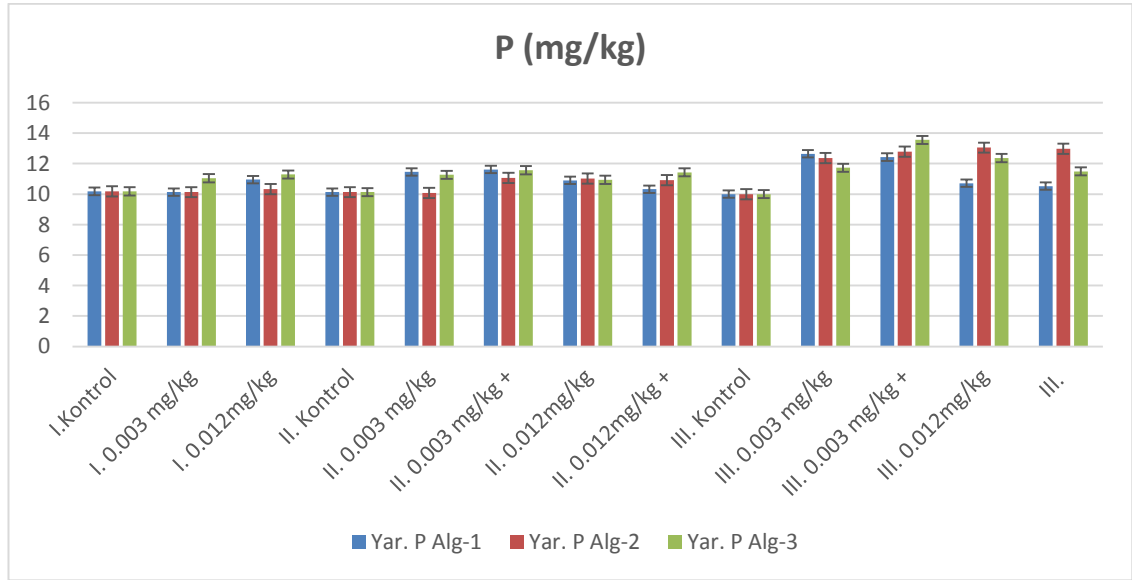


Şekil 4.25 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak organik madde kapsamı (OM) üzerine etkileri

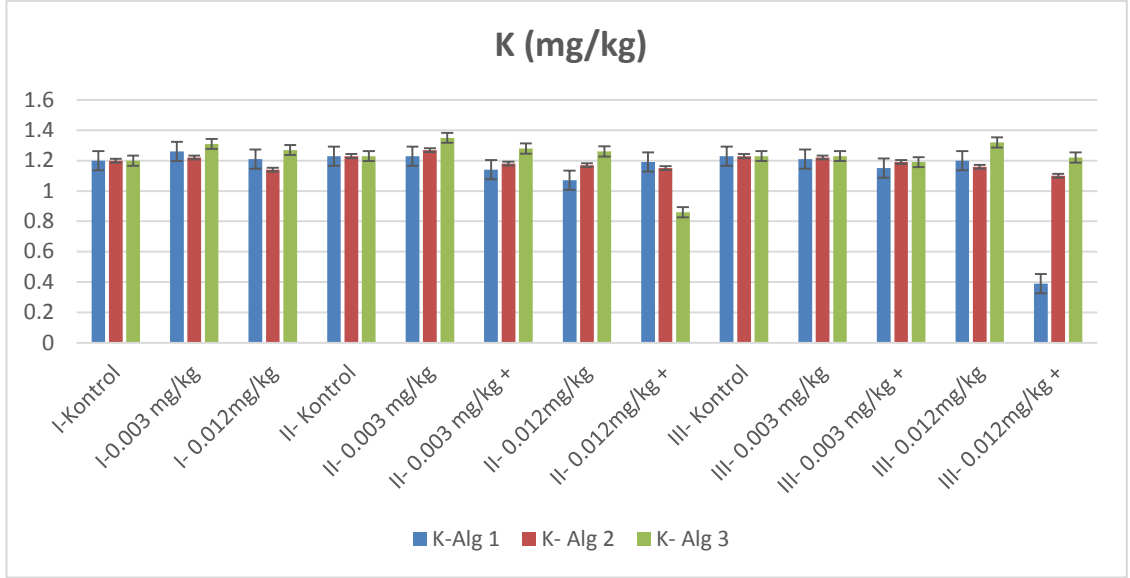
4.2.2 İnkübasyon denemesi toprak örneklerinin alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum (k) miktarlarındaki değişimler

İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda alg ilave edilmiş toprak örneklerinde belirlenen alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum değerleri çizelge 4.7’de verilmiştir. Toprakların hepsinde alınabilir fosfor orta düzeyde olup, ilave edilen alg dozuna ve zamana bağlı olarak alınabilir fosfor miktarları artış göstermiş ancak uygulamalar ve zamanlar arasında meydana gelen bu artışlar istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Şekil 4. 26).

İnkübasyon denemesi topraklarının değişebilir K kapsamı noksan sınıfında olup ($<150 \text{ mg kg}^{-1}$), alınabilir fosfora benzer şekilde bütün uygulamalarda toprakların değişebilir potasyum değerlerinde belirlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Şekil 4.27). Tanıtıcı istatistikler çizelge 4.7’deki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında öd-önemli değil gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.



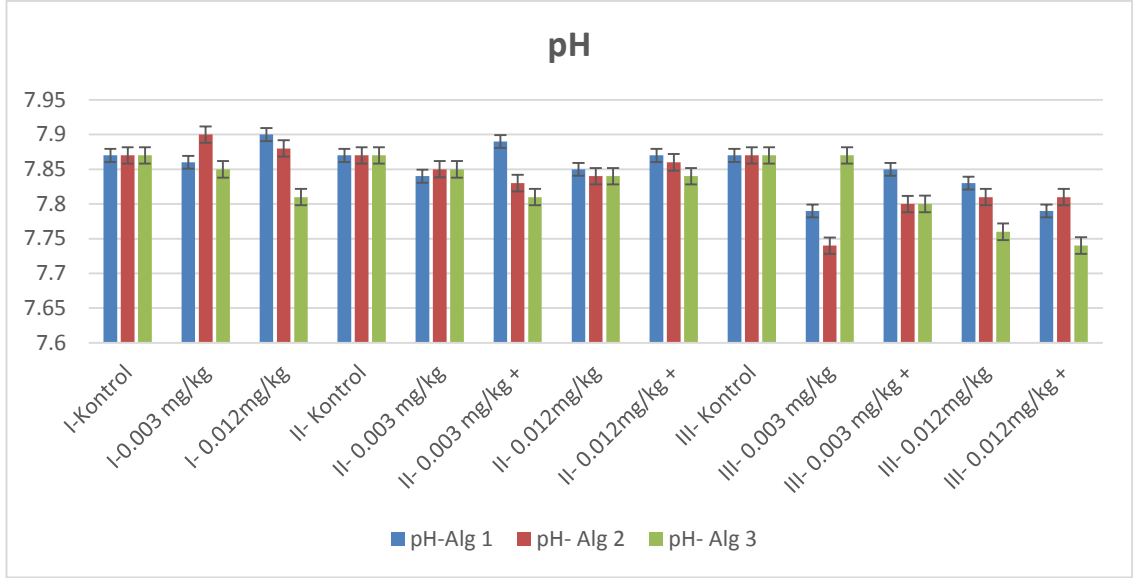
Şekil 4. 26 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın yarayışlı fosfor kapsamı üzerine etkileri



Şekil 4.27 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın değişebilir K kapsamı üzerine etkileri

4.2.3 İnkübasyon denemesi topraklarının ph ve ec kapsamlarındaki değişimler

İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinde belirlenen pH değerleri çizelge 4.7’de verilmiştir. Toprakta pH, yapılan varyans analizi sonucunda zaman x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Tanıtıcı istatistikler çizelge 4.7’deki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında öd-önemli değil gösterim yaklaşımı ile verilmiştir. Alg uygulamaları toprağın pH’sı üzerine etkide bulunmamıştır. Biyolojik gübre olarak mikroalg uygulamasında; alglerin toprak pH’sı üzerinde değişiklik yapmaması bu biyolojik gübrenin tüm pH aralıklarında olan topraklarda kullanılabilirliğini göstermektedir.

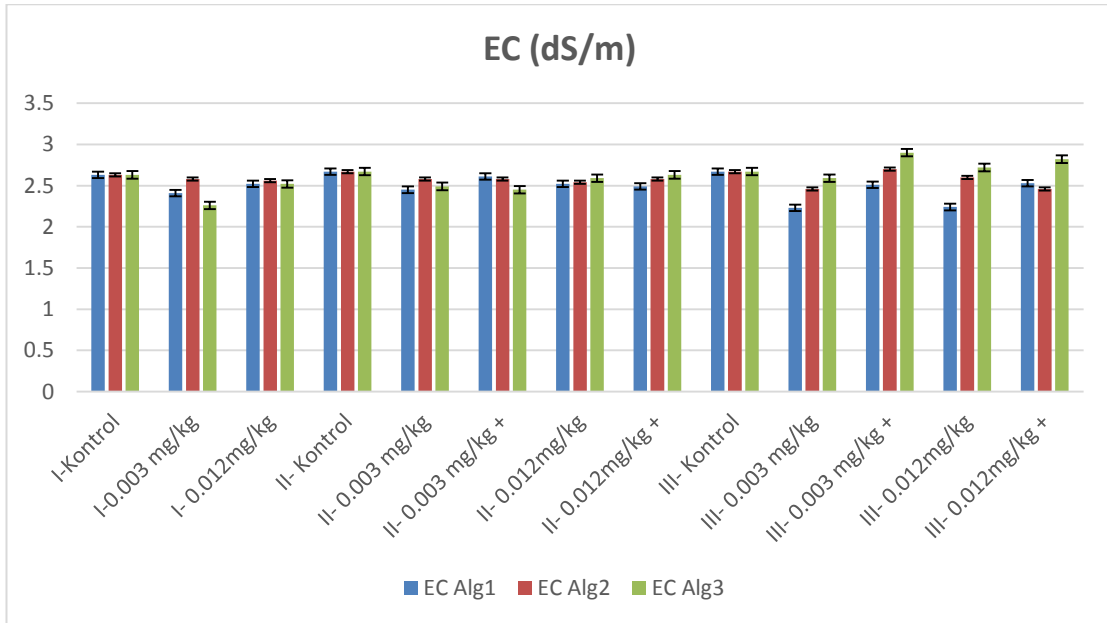


Şekil 4.28 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak pH'sı üzerine etkileri

Bitki gelişmesini etkileyen tuzluluk miktarı, toprağın rutubet ve eriyebilir tuz kapsamalarının ikisine birden bağlıdır. Toprak çözeltisi genellikle toprağı doyurmaya kâfi bir miktar suyun toprakla karıştırılarak elde edilecek macunun süzülmesi ile elde edilir. Ancak bu çözeltinin elektrik akımını taşıma kabiliyetinden yararlanılarak tuzluluk kalitesi kolaylıkla ölçülür. Bu özelliğe elektriksel iletkenlik (EC) denilir ve milimhos/cm yada dS/m olarak ifade edilir.

İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinde belirlenen EC değerleri çizelge 4.7'de verilmiştir. İnkübasyon denemesi topraklarının EC kapsamlarındaki değişimler bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Uygulamalar arasındaki farklar ve zamana bağlı belirlenen değişim farklılıkları $P > 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 3 alg türü kendi arasında kıyaslandığında OA ve ON alg türlerinin toprakların toplam EC kapsamları üzerine etkileri birbirine benzer seyretmiş, inkübasyon süresince önemli değişim göstermemiştir. Her 2 alg türünde de toprakların EC kapsamları kontrol toprağının altında bulunmuştur. DT alg türü uygulanmış toprakların ise inkübasyonun ilk 2 ayında kontrol toprağının altında EC belirlenmiş ancak inkübasyonun 4. ayında toprakların EC kapsamları kontrole göre önemli ($P < 0.05$) artış göstermiştir.

İnkübasyonun 45, 60. ve 90. günlerinde ilaveten verilen alg uygulamaları toprakların EC kapsamları üzerine sadece DT alg türünde farklılık göstermiş, üst üste verilen alg uygulaması EC kapsamını artırmıştır. Diğer 2 alg türünde ise böyle bir etki belirlenmemiştir (şekil 4.29). Ancak, 3. Alg türü olan DT ile yapılan biyolojik gübreleme EC üzerinde artışa yol açarak toprakta tuzluluğun yükselmesine neden olarak bu biyolojik gübrenin tuzlu topraklarda uygulanmasında dikkatli olunması gerektiğine işaret etmektedir. Denemenin yürütüldüğü her üç dönemin ortalaması dikkate alındığında, EC değerinde istatistiksel olarak bir artış saptanmışsa da, bu artış bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyine ulaşmamıştır.



Şekil 4.29 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprak EC'si üzerine etkileri

4.2.4 İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinin toplam azot (N), amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve nitrat (NO_3^-N) azotu miktarlarındaki değişimler

İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinde belirlenen toplam N, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve NO_3^-N değerleri çizelge 4.8'de verilmiştir. İnkübasyon denemesi topraklarının toplam azot kapsamı bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak artış göstermiştir. Toprakta toplam azot, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve NO_3^-N kapsamı, yapılan varyans analizi sonucunda zaman x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Tanıtıcı

istatistikler çizelge 4.8'deki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

Uygulamaların toprağın azot kapsamı üzerine etkilerinin belirlenmesi için herbir inkübasyon dönemi ayrı ayrı duncan testine tabi tutulmuş, yorumlamalar da bu harflendirmeler üzerinden yapılmıştır. Buna göre; OA alg uygulaması inkübasyonun başlangıç ve 2. aylarında toprağın amonyum azotunu kontrole göre önemli derecede artırmış, inkübasyonun son döneminde ise uygulamalar arasında önemli fark belirlenmemiştir. Nitrat azotu ise amonyum azotunun tam tersi bir durum sergilemiş olup, OA alg uygulanmış toprakların ilk 2 ayında uygulamalar arasında önemli bir fark belirlenmemişken inkübasyonun son döneminde (4. Ay) uygulamalar arasındaki fark $P<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur, en yüksek nitrat azotu tek başına alg uygulamalarında belirlenmiş, her iki alg dozu uygulamasında da üst üste alg uygulanmış topraklarda, tek başına alg uygulamasına göre nitrat azotu daha düşük bulunmuştur. OA alg uygulaması toprakların toplam azotu üzerine artan etki yapmış olup, başlangıç toprakları hariç, inkübasyonun tüm zamanlarında OA alg uygulamalarının tamamı toplam azot kapsamı üzerine kontrole göre $P<0.05$ düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. ON alg uygulamalarının toprağın azot kapsamı üzerine etkisi OA algine benzemekte olup, ON alg uygulanmış toprakların amonyum, nitrat ve toplam azot kapsamı kontrole göre artış göstermiş, bu artış inkübasyonun 4. ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

DT alg uygulanmış topraklarda da alg uygulamalarının tamamında amonyum, nitrat ve toplam azot kapsamı tüm zamanlarda (nitrat azotu 1., 2. ay hariç) kontrole göre istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir (çizelge 4.8).

Alg türleri kendi arasında kıyaslandığında OA ve DT alg türleri uygulanmış toprakların toplam azot kapsamı ON alg türü uygulanmış topraklara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek azot kapsamı 3 alg türünde de, düşük doz (0,03mg/kg) alg uygulamasında belirlenmiştir. İnkübasyonun 45, 60. ve 90. günlerinde ilaveten verilen alg uygulamaları toprakların toplam azot kapsamını kontrole göre artırmış olmasına rağmen, inkübasyonun başlangıcında bir kez alg uygulanmış topraklara göre azot

kapsamları düşük bulunmuştur (şekil 4.30). İnkübasyon topraklarının başlangıç N değerleri yetersiz sınıftayken, alg uygulaması sonucu orta düzeyde N sınıfına yükselmiştir. İnkübasyon denemesi topraklarının amonyum azotu kapsamları inkübasyon süresine bağlı olarak azalma gösterirken nitrat azot kapsamları ise zamana bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.31 ve 4.32). En yüksek değerler tüm zamanlarda ve her 3 alg türünde de 0,012mg/kg + uygulamasında belirlenmiştir.

Prasad ve Pradhan (2012) tarafından mavi yeşil alg (siyenobakter) kullanılarak yapılan tarla denemesinde alg uygulanmış toprağın toplam N kapsamının kontrol toprağına göre %31,8 artış gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Gurung (2004) benzer şekilde saksı denemesinde syenobakter uygulamasının toprağın azot kapsamını % 40.76 artırdığını bulmuştur. Prasad ve Prasad (2003) ise siyanobakter uygulamasıyla toprağı yıllık 44.37 kg/ha N ilave olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar kimyasal gübre ile syenabakterin birlikte uygulandığı topraklarda daha düşük N belirlediklerini, bunun nedeninin ise kimyasal N ve K'un syenobakterin N fikse etmesini inhibe etmesi olduğunu belirtmişlerdir. Benzer sonuçlar Stewart 1964, Venkataraman 1979, Roger 1984, Manna 1986, Kaushik 1990 tarafından da rapor edilmiştir.

Çizelge 4.8 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam ve amonyum-nitrat azotu üzerine etkisi

Zaman	Doz	NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ N (mg/kg)	Toplam N (%)
OA Alg				
1. gün	Kontrol	2,73C	0,44öd	0,079öd
	0.003 mg/kg	16,10A	0,30öd	0,106öd
	0.012mg/kg	9,80B	0,32öd	0,142öd

Çizelge 4.8 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam ve amonyum-nitrat azotu üzerine etkisi (devam)

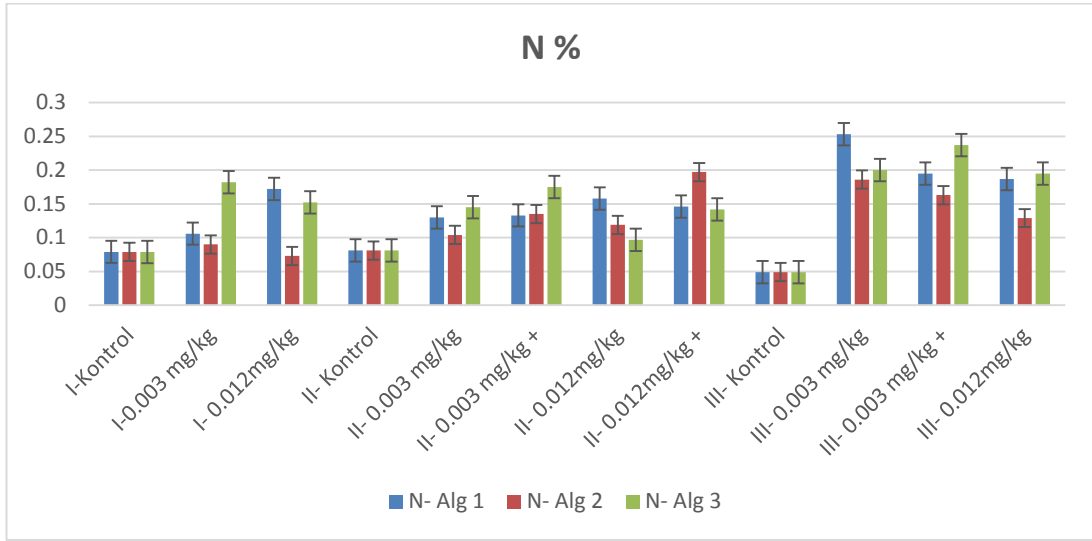
1. ay	Kontrol	3,73B	0,26öd	0,078AB
	0.003 mg/kg	7,00B	0,32cöd	0,134A
	0.003 mg/kg +	8,87B	0,27öd	0,133A
	0.012mg/kg	5,37B	0,29öd	0,158A
	0.012mg/kg +	28,82A	0,33öd	0,146A
4. ay	Kontrol	2,75öd	0,26C	0,049B
	0.003 mg/kg	5,97öd	2,77A	0,153A
	0.003 mg/kg +	6,91öd	1,65B	0,145A
	0.012mg/kg	7,28öd	2,03A	0,187A
	0.012mg/kg +	7,65öd	1,65B	0,135A
LSD<0,05		5,436	1,019	0,0867
ON Alg				
1. gün	Kontrol	2,73BC	0,44öd	0,079öd
	0.003 mg/kg	4,90B	0,38öd	0,091öd
	0.012mg/kg	12,10A	0,26öd	0,079öd
2.ay	Kontrol	3,73öd	0,26öd	0,078 öd
	0.003 mg/kg	3,73öd	0,26öd	0,104öd
	0.003 mg/kg +	5,37öd	0,30öd	0,135öd
	0.012mg/kg	5,02öd	0,29öd	0,139öd
	0.012mg/kg +	4,20öd	0,33öd	0,117öd

Çizelge 4. 8 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam ve amonyum-nitrat azotu üzerine etkisi (devam)

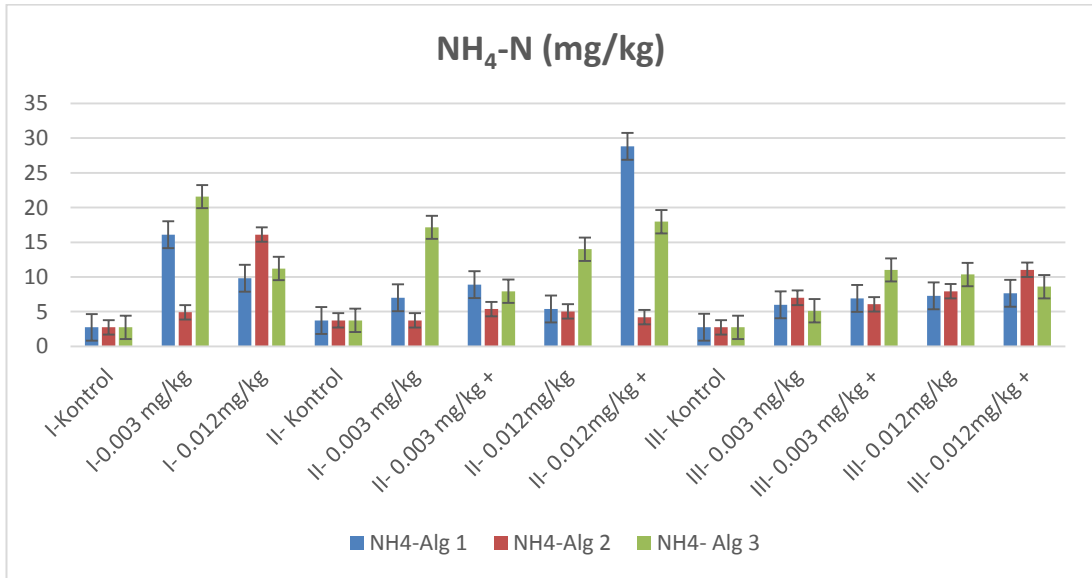
4. ay	Kontrol	2,75B	0,26C	0,049AB
	0.003 mg/kg	7,00AB	2,40DA	0,136A
	0.003 mg/kg +	6,07AB	3,76A	0,163A
	0.012mg/kg	7,93AB	3,35A	0,129A
	0.012mg/kg +	11,03A	1,61B	0,121A
LSD<0,05		4,360	1,249	0,0801
DT Alg				
1. gün	Kontrol	2,73C	0,44öd	0,079B
	0.003 mg/kg	21,58A	0,23öd	0,142A
	0.012mg/kg	11,20B	0,37öd	0,152A
2.ay	Kontrol	3,73C	0,26öd	0,078B
	0.003 mg/kg	17,15A	0,34öd	0,145A
	0.003 mg/kg +	7,93B	0,26öd	0,175A
	0.012mg/kg	14,00A	0,31öd	0,097AB
	0.012mg/kg +	17,97A	0,35öd	0,142A
4.ay	Kontrol	2,75BC	0,26C	0,049B
	0.003 mg/kg	5,12B	1,68B	0,213A
	0.003 mg/kg +	11,01A	2,11B	0,197A
	0.012mg/kg	10,36A	3,68A	0,195A
	0.012mg/kg +	8,59A	4,13A	0,142A
LSD>0.05		5,031	1,068	0,0769

Büyük harf: Düşey olarak her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir.
öd: Her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasında P<0,5 düzeyinde anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

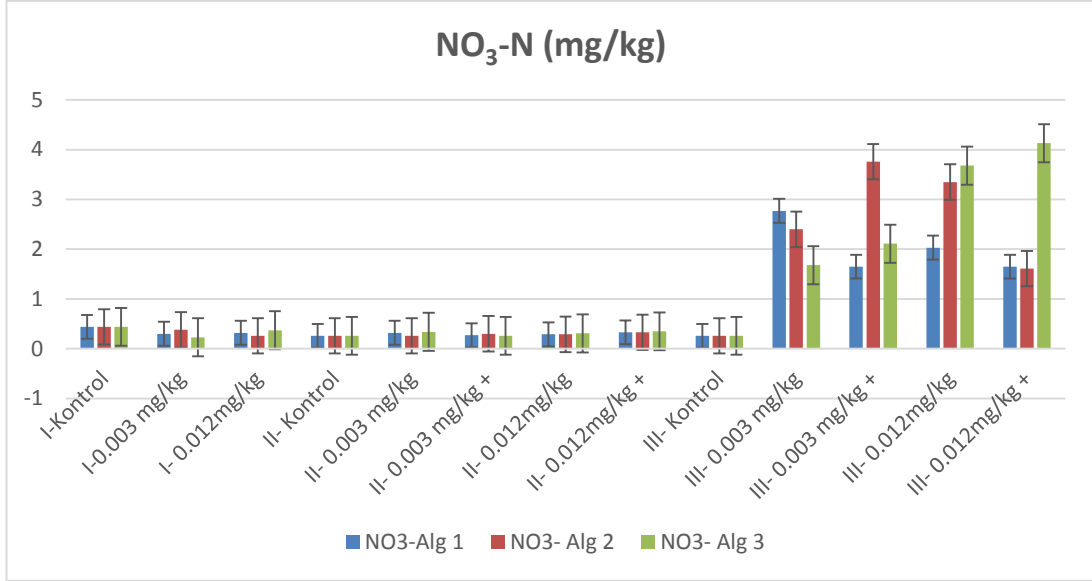
LSD: Least Significant Difference



Şekil 4.30 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın toplam azot kapsamı üzerine etkileri



Şekil 4.31 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın amonyum azotu kapsamı üzerine etkileri



Şekil 4.32 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın nitrat azotu kapsamı üzerine etkileri

4.2.5 İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinin toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr kapsamlarındaki değişimler

İnkübasyon süresi boyunca farklı dozlarda alg uygulanmış toprak örneklerinde belirlenen toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Toprakta toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr kapsamı, yapılan varyans analizi sonucunda zaman x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.9’daki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında öd-önemli değil gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

İnkübasyon denemesi topraklarının toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr kapsamı bütün uygulamalarda ve tüm zamanlarda artış ve azalmalar göstermiş ancak her 3 alg türü uygulamasında da gerek alg dozu ve gerekse zamana bağlı belirlenen artış ve azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Topraklara alg uygulaması toprağın toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr kapsamı üzerine etki yapmamıştır.

Çizelge 4.9 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam iz element ve ağır metal içerikleri üzerine etkisi (mg/kg)

Zaman	Doz	Fe	Cu	Zn	Mn	Ca	Mg	Cr	Ni	Pb
OA Alg										
1. Gün	Kontrol	1,076öd	17,43 öd	18,03 öd	259 öd	7,50 öd	1,133 öd	4,536 öd	5,497öd	0,391 öd
	0.003 mg/kg	0,982 öd	15,8 öd	19,11 öd	244 öd	7,43 öd	1,213 öd	4,369 öd	5,496 öd	0,476 öd
	0.012mg/kg	1,100 öd	17,13 öd	21,05 öd	271 öd	7,80 öd	1,323 öd	4,524 öd	5,448 öd	0,493 öd
2. Ay	Kontrol	1,023 öd	17,97 öd	18,67 öd	276 öd	7,58 öd	1,197 öd	4,654 öd	5,245 öd	0,447 öd
	0.003 mg/kg	0,933 öd	16 öd	18,13 öd	197 öd	7,60 öd	1,110 öd	4,863 öd	4,563 öd	0,341 öd
	0.003 mg/kg +	1,068 öd	14,53 öd	19,17 öd	252 öd	7,60 öd	1,200 öd	3,730 öd	4,572 öd	0,393 öd
	0.012mg/kg	1,033 öd	15,7 öd	20,02 öd	243 öd	7,30 öd	1,200 öd	3,950 öd	4,665 öd	0,443 öd
	0.012mg/kg +	0,970 öd	17,67 öd	18,38 öd	219 öd	6,27 öd	1,057 öd	4,651 öd	5,344 öd	0,316 öd
4. ay	Kontrol	1,080 öd	17,15 öd	18,74 öd	267 öd	7,56 öd	1,170 öd	4,61 öd	5,550 öd	0,387 öd
	0.003 mg/kg	1,017 öd	14,74 öd	18,97 öd	247 öd	7,20 öd	1,200 öd	4,869 öd	5,135 öd	0,283 öd
	0.003 mg/kg +	0,961 öd	17,21 öd	17,22 öd	225 öd	6,50 öd	1,103 öd	4,292 öd	6,135 öd	0,236 öd
	0.012mg/kg	0,790 öd	16,49 öd	18,21 öd	199 öd	6,87 öd	0,980 öd	3,980 öd	5,768 öd	0,310 öd
	0.012mg/kg +	1,442 öd	19,78 öd	19,85 öd	269 öd	7,49 öd	1,189 öd	3,736 öd	5,613 öd	0,211 öd
LSD<0,05		0,444	5,051	3,36	87,17	3,224	0,359	1,745	1,698	0,143
ON Alg										
1. Gün	Kontrol	1,076A	17,43 öd	18,00 öd	259 öd	7,50 öd	1,133 öd	4,536 öd	5,497 öd	0,391öd
	0.003 mg/kg	0,989A	17,77 öd	18,67 öd	269 öd	6,33 öd	1,047 öd	4,729 öd	5,674 öd	0,409 öd
	0.012mg/kg	1,067öd	16,50 öd	20,67 öd	294 öd	8,07 öd	1,197 öd	4,872 öd	5,825 öd	0,499 öd
2. ay	Kontrol	1,023 öd	17,97 öd	18,67 öd	276 öd	7,58 öd	1,050 öd	4,654 öd	5,245 öd	0,447 öd
	0.003 mg/kg	0,998 öd	15,27 öd	18,00 öd	283 öd	6,46V	1,110 öd	3,654 öd	4,245 öd	0,447 öd
	0.003 mg/kg +	0,979 öd	15,73 öd	18,93 öd	282 öd	7,42 öd	1,155 öd	4,693 öd	5,287 öd	0,367 öd
	0.012mg/kg	1,069 öd	14,30 öd	19,67 öd	261 öd	8,06V	1,241 öd	3,955 öd	4,779 öd	0,383 öd

Çizelge 4.9 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların toplam iz element ve ağır metal içerikleri üzerine etkisi (mg/kg)-devam

	0.012mg/kg +	1,067 öd	15,50 öd	20,67 öd	285 öd	8,07 öd	1,197 öd	4,625 öd	5,149 öd	0,474 öd
4.ay	Kontrol	1,080 öd	17,15 öd	18,74 öd	267 öd	7,56 öd	1,170 öd	4,61 öd	5,550 öd	0,387 öd
	0.003 mg/kg	0,960 öd	16,36 öd	18,71 öd	235 öd	6,03 öd	1,088öd	5,020 öd	5,548 öd	0,410 öd
	0.003 mg/kg +	0,948 öd	17,73 öd	18,60 öd	264 öd	6,48 öd	1,024 öd	4,175 öd	5,992 öd	0,379 öd
	0.012mg/kg	1,037 öd	18,91 öd	18,71 öd	293 öd	7,07 öd	0,970 öd	4,804 öd	5,540 öd	0,403 öd
	0.012mg/kg +	1,160 öd	16,94 öd	22,47 öd	280 öd	8,56 öd	1,354 öd	2,718 öd	6,268 öd	0,437 öd
LSD<0,05		0,414	3,846	4,69	89,71	3,180	0,359	1,719	1,698	0,139
DT Alg										
1. gün	Kontrol	1,076 öd	17,43 öd	18,00 öd	259 öd	7,50 öd	1,133 öd	4,536 öd	5,497 öd	0,391 öd
	0.003 mg/kg	0,947 öd	16,60 öd	20,63 öd	569 öd	6,34 öd	1,183 öd	4,668 öd	5,593 öd	0,385 öd
	0.012mg/kg	1,133 öd	18,50 öd	21,00 öd	294 öd	8,37 öd	1,393 öd	4,888 öd	5,741 öd	0,375 öd
2. ay	Kontrol	1,023 öd	17,97 öd	18,67 öd	276 öd	7,58 öd	1,197 öd	4,654 öd	5,245 öd	0,447 öd
	0.003 mg/kg	1,100 öd	16,93 öd	20,33 öd	283 öd	8,43 öd	1,110 öd	3,928 öd	4,690 öd	0,389 öd
	0.003 mg/kg +	1,067 öd	16,47 öd	20,33 öd	382 öd	8,73 öd	1,234 öd	3,948 öd	4,651 öd	0,347 öd
	0.012mg/kg	1,033 öd	15,67 öd	19,67 öd	261 öd	7,90 öd	1,243 öd	3,632 öd	4,395 öd	0,366 öd
	0.012mg/kg +	1,089 öd	15,87 öd	20,67 öd	285 öd	6,43 öd	1,123 öd	3,745 öd	4,377 öd	0,373 öd
4.ay	Kontrol	1,080 öd	17,15 öd	18,74 öd	267 öd	7,56 öd	1,170 öd	4,61 öd	5,550 öd	0,387 öd
	0.003 mg/kg	1,008 öd	18,63 öd	18,74 öd	235 öd	6,96 öd	1,173 öd	4,069öd	7,363 öd	0,335 öd
	0.003 mg/kg +	1,050 öd	19,79 öd	19,53 öd	264 öd	7,98 öd	1,223 öd	3, 97 öd	5,051 öd	0,351 öd
	0.012mg/kg	1,145 öd	18,71 öd	21,14 öd	293 öd	8,44 öd	1,352 öd	5,137 öd	5,231 öd	0,368 öd
	0.012mg/kg +	1,083 öd	16,46 öd	21,69 öd	280 öd	8,43 öd	1,347 öd	6,552 öd	5,467 öd	0,345 öd
LSD<0,05		0,430	3,956	3,980	94,130	3,930	0,356	1,252	1,729	0,106

Büyük harf: Düşey olarak her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir.

öd: Her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasında $P < 0,5$ düzeyinde anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

LSD: Least Significant Difference

4.2.6 İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinin B-Glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivitesi miktarlarındaki değişimler:

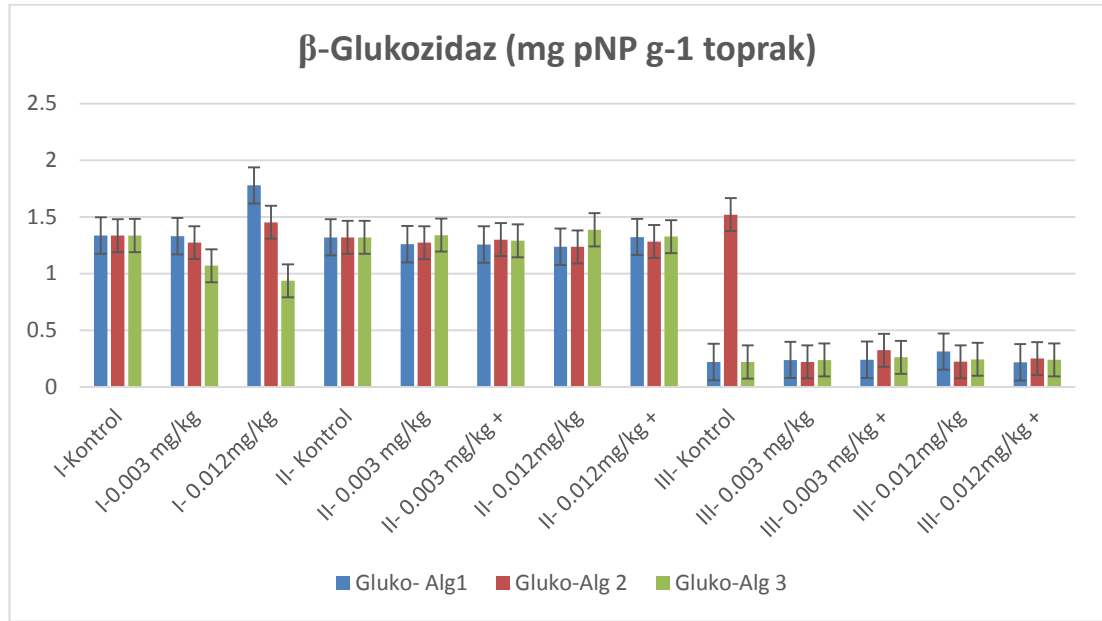
İnkübasyon süresi boyunca toprak örneklerinde belirlenen β -Glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivitesi miktarları çizelge 4.10'da verilmiştir. Toprakta β -Glukozidaz enzim aktivitesi, yapılan varyans analizi sonucunda zaman x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Tanıtıcı istatistikler çizelge 4.10'daki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

β -glukozidazlar selülozun glukozu tamamen ayrışmasında önemli rol oynayan ve toprakta C-döngüsünde yer alan önemli bir enzimdir. İnkübasyon denemesi topraklarının β -glukozidaz enzim aktiviteleri bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak azalma göstermiştir. Her 3 alg uygulamasında da zamana bağlı belirlenen bu azalma $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek β -glukozidaz enzim aktivitesi 3 alg izolatında da yüksek doz (0.012mg/kg) alg uygulamasında belirlenmiştir (şekil 4.33).

Uygulamaların toprağın beta glukozidaz enzim kapsamı üzerine etkilerinin belirlenmesi için herbir inkübasyon dönemi ayrı ayrı duncan testine tabi tutulmuş, yorumlamalar da bu harflendirmeler üzerinden yapılmıştır (çizelge 4.10). Buna göre; OA alg uygulaması inkübasyonun başlangıcında beta glukozidaz enzim aktivitesini kontrole göre önemli derecede artırmış, inkübasyonun 2. ve 4 aylarında ise uygulamalar arasında önemli fark belirlenmemiştir. ON alg uygulaması beta glukozidaz enzim aktivitesini başlangıç ve 4. Ay topraklarında kontrole göre $P<0.05$ düzeyinde önemli artırmıştır. DT alg uygulaması ise inkübasyonun ilk 2 ayında uygulamalar arasındaki fark $P<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuş ve DT alg uygulaması beta glukozidaz enzim aktivitesini artırmıştır. İnkübasyonun 4. ayında ise uygulamalar arasında belirlenen farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (çizelge 4.10).

Her üç alg türü uygulamalarının özellikle yüksek dozu β -glukozidaz aktivitesi üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olmuştur. Toprakta C-döngüsünde yer alan önemli bir enzim olan glukozidazlar ile organik madde arasında yakın bir ilişki vardır. Toprakta

glukozidazların hidroliz ürünleri toprak mikroorganizmaları için önemli enerji kaynağıdır (Bondick ve Dick 1999). Bizim çalışmamızdaki inkübasyon denemesinde de artan alg dozuyla beraber topraklardaki artan organik karbon miktarı enzim aktivitesinin artışında etken olmuştur. Ancak inkübasyon süresince belirli aralıklarda başlangıç uygulamasına ek fazladan alg uygulamaları ise β -glukozidaz enzim aktiviteleri üzerine belirgin bir etki yapmamıştır.



Şekil 4.33 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın β -glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri (mg pNP g⁻¹ toprak)

Çizelge 4.10 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların enzim aktiviteleri üzerine etkileri

Zaman	Doz	Glukozidaz (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Alkali fosfataz (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Üreaz (mg NH ₄ -N/100 g ⁻¹ toprak)
OA Alg				
1. gün	Kontrol	1,236B	0,083B	2,23öd
	0.003 mg/kg	1,330A	10,451A	1,69öd
	0.012mg/kg	1,779A	9,911A	2,64öd
2. ay	Kontrol	1,220öd	0,067C	2,21B
	0.003 mg/kg	1,260öd	9,877B	4,34A
	0.003 mg/kg +	1,257öd	9,810B	2,65B
	0.012mg/kg	1,237öd	7,650BC	3,70A
	0.012mg/kg +	1,323öd	13,586A	3,20B
4.ay	Kontrol	0,220öd	0,081öd	4,22C
	0.003 mg/kg	0,238öd	0,741öd	2,48A
	0.003 mg/kg +	0,240öd	0,774öd	8,57B
	0.012mg/kg	0,312öd	0,728öd	7,75B
	0.012mg/kg +	0,217öd	0,738öd	3,11C
LSD<0,05		0,504	2,105	1,04
ON Alg				
1. gün	Kontrol	1,236B	0,083B	2,23öd
	0.003 mg/kg	1,274B	0,103B	3,46öd
	0.012mg/kg	1,453A	0,141öd	3,30öd
2. ay	Kontrol	1,220aöd	0,067öd	2,21C
	0.003 mg/kg	1,273öd	0,113öd	8,34A
	0.003 mg/kg +	1,300öd	0,135öd	5,54B

Çizelge 4.10 İnkübasyon denemesi uygulamaların toprakların enzim aktiviteleri üzerine etkileri (devam)

	0.012mg/kg	1,237öd	0,108öd	3,01C
	0.012mg/kg +	1,283öd	0,132öd	3,32C
4.ay	Kontrol	0,220B	0,067B	4,22C
	0.003 mg/kg	0,221B	0,733A	9,25A
	0.003 mg/kg +	0,324A	0,748A	10,87A
	0.012mg/kg	0,222B	0,737A	7,90B
	0.012mg/kg +	0,251AB	0,741A	9,54A
LSD<0,05		0,104	0,158	1,880
DT Alg				
1. gün	Kontrol	1,236B	0,083C	2,23BC
	0.003 mg/kg	1,070B	13,586A	3,06B
	0.012mg/kg	1,937A	7,153B	5,07A
2. ay	Kontrol	1,220B	0,067C	2,21B
	0.003 mg/kg	1,340A	10,103A	2,95AB
	0.003 mg/kg +	1,290AB	11,048A	2,14B
	0.012mg/kg	1,387A	7,190B	3,96A
	0.012mg/kg +	1,327A	11,011A	1,58D
4.ay	Kontrol	0,220öd	0,081öd	4,22C
	0.003 mg/kg	0,238öd	0,817öd	7,87B
	0.003 mg/kg +	0,262öd	0,784öd	10,25A
	0.012mg/kg	0,244öd	0,771öd	9,24AB
	0.012mg/kg +	0,239öd	0,780öd	9,27AB
LSD<0,05		0,153	2,628	1,240

Büyük harf: Düşey olarak her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasındaki farkı göstermektedir.

öd: Her bir inkübasyon döneminde uygulamalar arasında $P<0,5$ düzeyinde anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

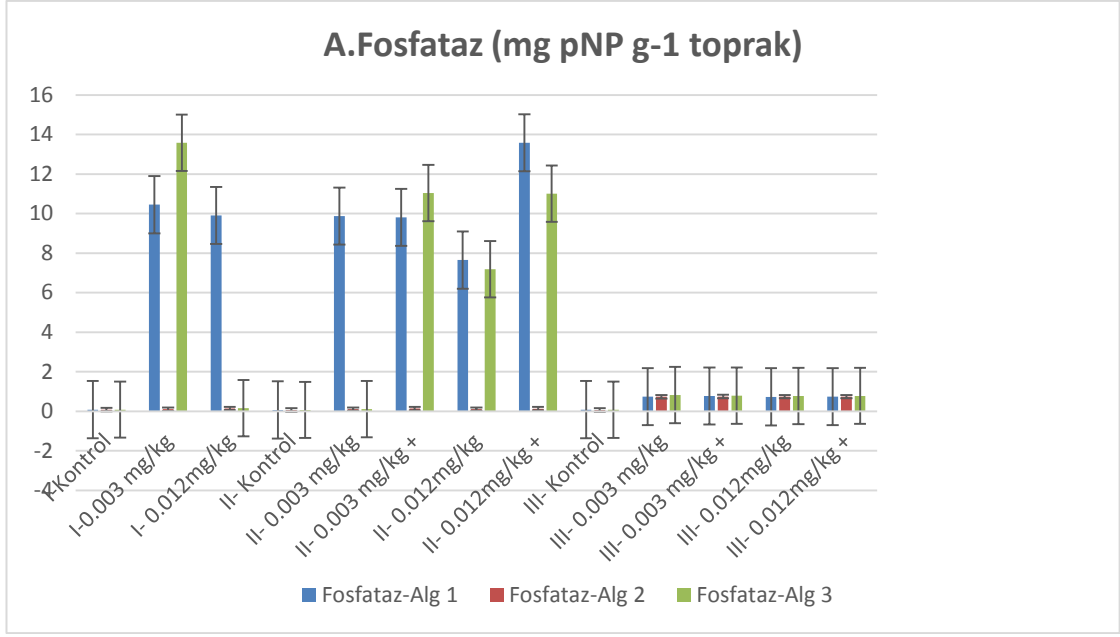
LSD: Least Significant Difference

Fosfataz enzim aktivitesi, toprakta bitkinin yararlanamayacağı formdaki organik fosforun bitkinin yararlanabileceği form olan inorganik fosfora dönüşmesinde görev alan enzimdir. Organik P, toprakta bulunan humusun ve diğer organik maddelerin bileşiminde bulunan fosfordur.

Toprakta alkali fosfataz enzim aktivitesi, yapılan varyans analizi sonucunda zaman x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Tanıtıcı istatistikler çizelge 4.10'daki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

Uygulamaların toprağın alkali fosfataz enzim aktiviteleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için herbir inkübasyon dönemi ayrı ayrı duncan testine tabi tutulmuş, yorumlamalar da bu harflendirmeler üzerinden yapılmıştır. Buna göre; OA ve DT alg uygulamaları inkübasyonun ilk 2 ayında alkali fosfataz aktivitesini kontrole göre önemli derecede artırmış, inkübasyonun 4. ayında ise uygulamalar arasında önemli fark belirlenmemiştir. ON alg uygulaması ise toprağın alkali fosfataz enzim aktivitesini başlangıç ve 4. ay topraklarında kontrole göre $P<0.05$ düzeyinde önemli artırmıştır. Her 3 alg uygulanmış toprakların alkali fosfataz enzim aktiviteleri beta glukosidaz aktivitesine benzer şekilde seyretmiştir (çizelge 4.10).

İnkübasyon denemesi topraklarının alkali fosfataz enzim aktiviteleri bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak azalma göstermiştir. Üç alg izolatu kendi arasında kıyaslandığında OA ve DT alg türleri uygulanmış toprakların alkali fosfataz enzim aktiviteleri ON alg izolatu uygulanmış topraklara kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur. En yüksek enzim aktivitesi başlangıçta 3 alg izolatında da, düşük doz (0,003mg/kg) alg uygulamasında belirlenmiş ancak inkübasyonun 2. zamanında en yüksek alkali fosfataz aktiviteleri 0,012mg/kg + (45, 60. ve 90. günlerinde ilaveten verilen alg) uygulamalarında belirlenmiştir (şekil 4.34). Özellikle OA ve DT alg türleri toprağın alkali fosfataz enzim aktivitesini önemli ölçüde artırmıştır.



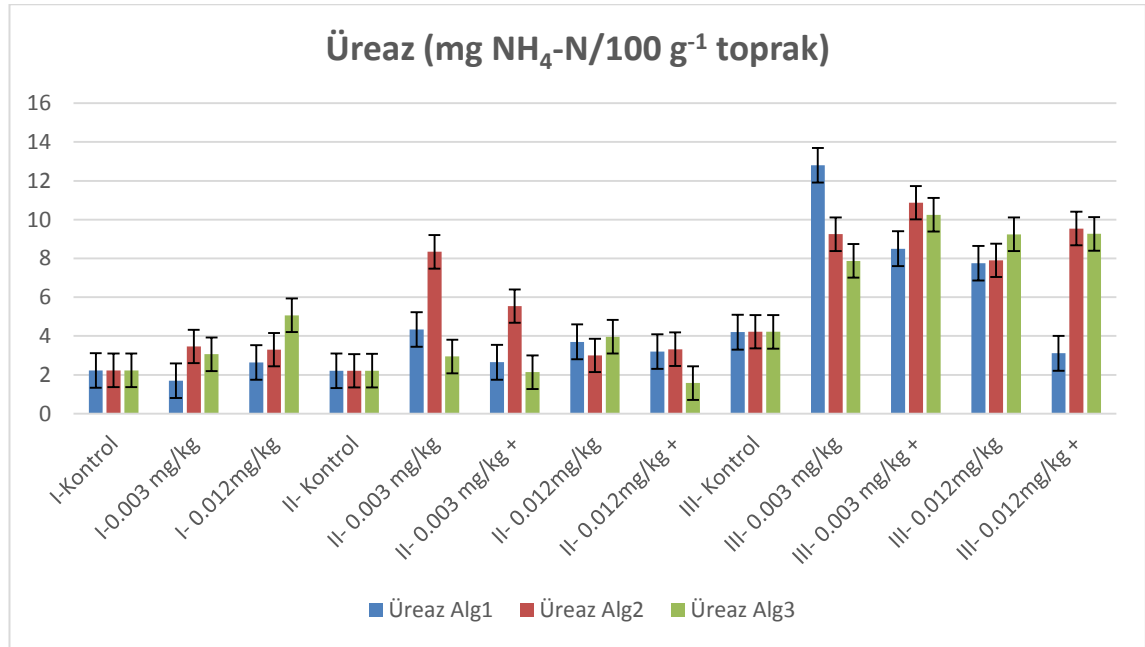
Şekil 4.34 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri

Üreaz (Urea amidahydrolasa, EC 2.5-1.5) ürenin CO_2 ve NH_3 'a hidrolizini katalize eden enzimdir (Tabatabai ve Bremner 1972). Üreaz doğada yaygındır ve mikroorganizmalarda, bitkilerde ve hayvanlarda belirlenmiştir. Hofmann ve Hofmann (1966), toprakları üreaz enzimini aktivitelerine göre düşük (<8), normal (8-16) ve yüksek (>16) terimleriyle 3 sınıfa ayırmaktadır.

Toprakta Üreaz enzim aktivitesi, yapılan varyans analizi sonucunda zaman x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Tanıtıcı istatistikler çizelge 4.10'daki gibidir. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

Uygulamaların toprağın üreaz enzim aktiviteleri üzerine etkilerinin belirlenmesi için herbir inkübasyon dönemi ayrı ayrı duncan testine tabi tutulmuş, yorumlamalar da bu harflendirmeler üzerinden yapılmıştır. Buna göre; inkübasyonun başlangıcında OA ve ON alg uygulamaları ile kontrol arasında önemli fark belirlenmemiş, inkübasyonun 2. ve 4. aylarında ise üreaz aktivitesini kontrole göre önemli derecede artırmıştır, DT alg uygulanmış topraklarda ise inkübasyon süresi boyunca en yüksek üreaz enzim aktivitesi belirlenmiştir ($P<0.05$ düzeyinde önemli) (çizelge 4.10).

İnkübasyon denemesi topraklarının üreaz aktiviteleri bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak artış göstermiştir ($P<0.05$). 3 alg izolatu kendi arasında kıyaslandığında her 3 alg izolatu uygulanmış toprakların üreaz aktivite değerleri birbirine yakın bulunmuştur. En yüksek üreaz aktiviteleri 3 alg izolatında da, düşük doz (0,003 mg/kg ve 0,003 mg/kg +) alg uygulamalarında belirlenmiş, yüksek doz alg uygulaması üreaz aktivitesine fazladan artırıcı etkide bulunmamıştır (şekil 4.35). Üreaz enzim aktiviteleri ile toplam azot değerleri arasında paralellik bulunmaktadır (bkz çizelge 4.8). Hofmann ve Hofmann (1966)'nın sınıflandırmasına göre inkübasyon denemesi topraklarının alg uygulaması yapılamamış olanlara üreaz düşük seviyelerde, özellikle üst üste alg uygulanmış topraklarda üreaz aktivitesi ise normal seviyelerde bulunmuştur.



Şekil 4.35 Farklı dozlarda uygulanmış 3 Alg izolatının 4 aylık inkübasyon süresince toprağın üreaz enzim aktivitesi üzerine etkileri

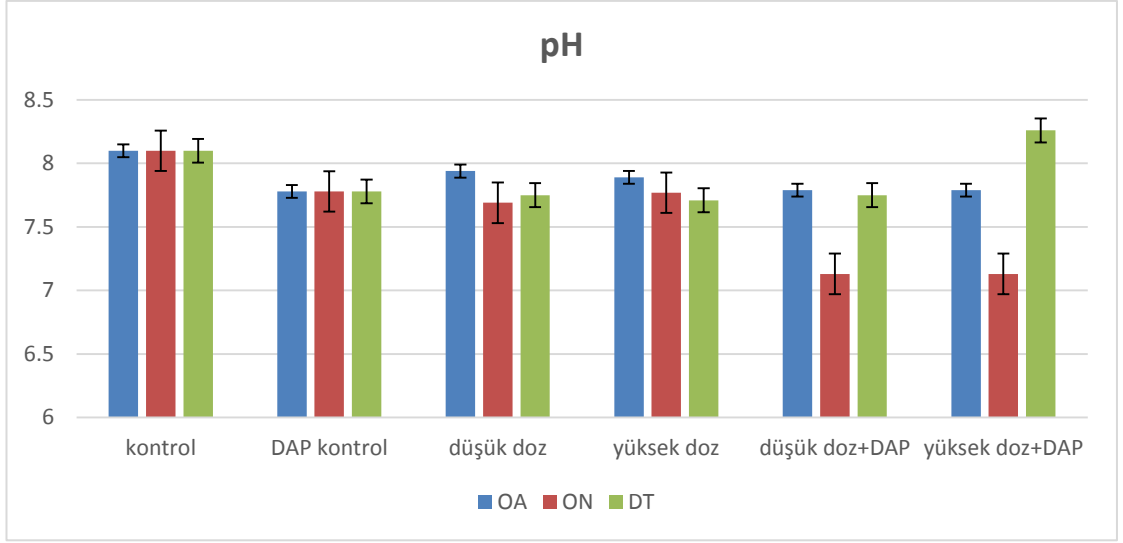
4.3 Sera denemesi sonuçları

İnkübasyon denemesini takiben mikroalglerin bazı toprak özellikleri ile bitki gelişimi üzerine etkisini ortaya koyabilmek amacıyla kontrollü koşullarda yürütülen sera denemesi sonuçları aşağıda verilmiştir.

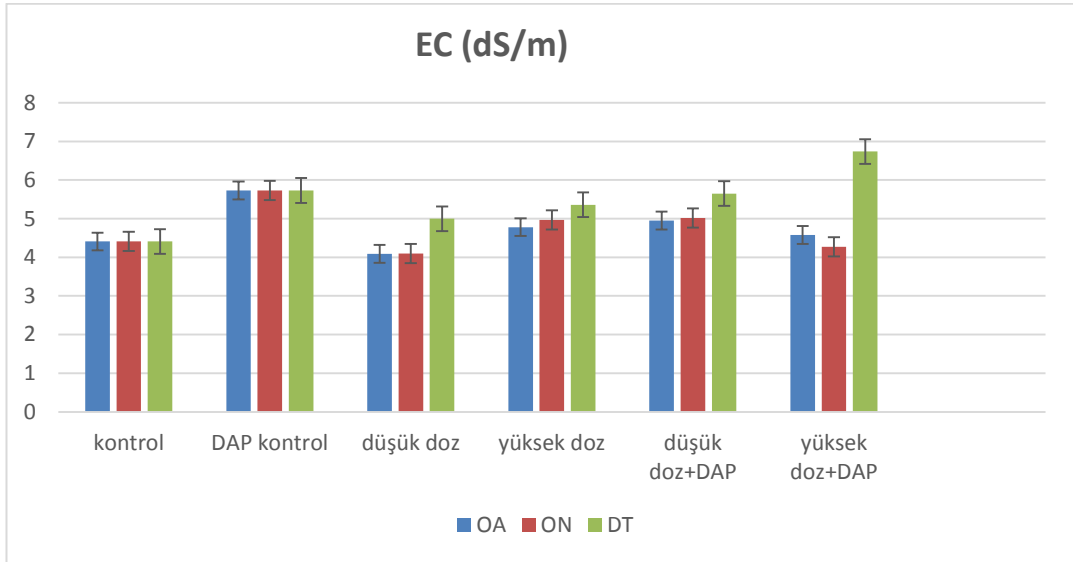
4.3.1 Sera denemesi topraklarının ph ve ec miktarlarındaki değişimler

Üç farklı mikroalg izolatının tek başına ve kimyasal gübrelerle birlikte uygulandığı sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen pH değerleri çizelge 4.11’de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında, sera denemesinde kullanılan her üç mikroalg (OA, ON, DT) ve DAP uygulamasında kontrole göre pH değerleri azalmış (DT-OA2+DAP hariç), mikroalgler kendi aralarında değerlendirildiğinde ise OA uygulanan topraklarda pH değeri diğer iki mikroalgin uygulandığı topraklara nazaran daha yüksek (DT-OA2+DAP hariç), DT’li topraklarda ise daha düşüktür. Uygulama konularına bağlı olarak belirlenen pH değişimleri istatistiki olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında pH sütununda verilmiştir.

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen EC değerleri çizelge 4.11’de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında EC değeri en yüksek diğer saksılara göre (DT-OA2+DAP hariç) sadece DAP verilen saksılarda, mikroalgli topraklar kendi aralarında incelendiğinde ise EC değeri en yüksek DT’li topraklarda belirlenmiştir. Ayrıca DT’li topraklarda artan alg dozuyla birlikte EC değerinde de artış gözlenmiştir. Uygulama konularına bağlı olarak belirlenen EC değişimleri istatistiki olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında EC sütununda verilmiştir. Araştırmada bütün uygulamaların toprakların tuz kapsamı hafif tuzlu sınıfına girmiştir.



Şekil 4.36 Sera denemesi uygulamalarının toprakların pH değerleri üzerine etkileri



Şekil 4.37 Sera denemesi uygulamalarının toprakların EC değerleri üzerine etkileri

Çizelge 4.11 Sera denemesi uygulamalarının toprakların pH, EC, OM, alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum kapsamı üzerine etkisi

Uygulama	pH	EC (dS/m)	OM %	Alınabilir P (mg/kg)	Değişebilir K (mg/kg)
OA					
Kontrol	8,10A	4,41B	1,12öd	10,18B	107öd
DAP kontrol	7,78B	5,73A	1,16öd	11,50A	121öd
düşük doz	7,94B	4,09B	1,20öd	11,45A	116öd
yüksek doz	7,89B	4,78AB	1,21öd	10,15B	120öd
düşük doz+DAP	7,79B	4,95AB	1,26öd	11,57A	128öd
yüksek doz+DAP	7,79B	4,58AB	1,27öd	10,23B	114öd
LSD<0,05	0,157	1,16	0,637	1,315	25,03
ON					
Kontrol	8,10A	4,41AB	1,12öd	10,18C	107A
DAP kontrol	7,78AB	5,73A	1,16öd	11,45B	113B
düşük doz	7,69AB	4,10AB	1,18öd	11,36B	130AB
yüksek doz	7,77AB	4,97AB	1,25öd	12,71A	131A
düşük doz+DAP	7,13B	5,02A	1,29öd	12,480A	136A
yüksek doz+DAP	7,13B	4,27B	1,12öd	11,43B	135A
LSD<0,05	0,728	1,23	0,376	1,110	28,16
DT					
Kontrol	8,10A	4,41B	1,12öd	10,18B	107B
DAP kontrol	7,78A	5,73A	1,16öd	11,70A	113AB
düşük doz	7,75AB	5,04B	1,21öd	11,43AB	109B
yüksek doz	7,71B	5,36AB	1,25öd	11,620A	135A
düşük doz+DAP	7,75AB	5,65AB	1,37öd	11,68A	116AB
yüksek doz+DAP	7,79A	6,74A	1,36öd	11,70A	114AB
LSD<0,05	0,371	1,56	0,653	1,286	27,10

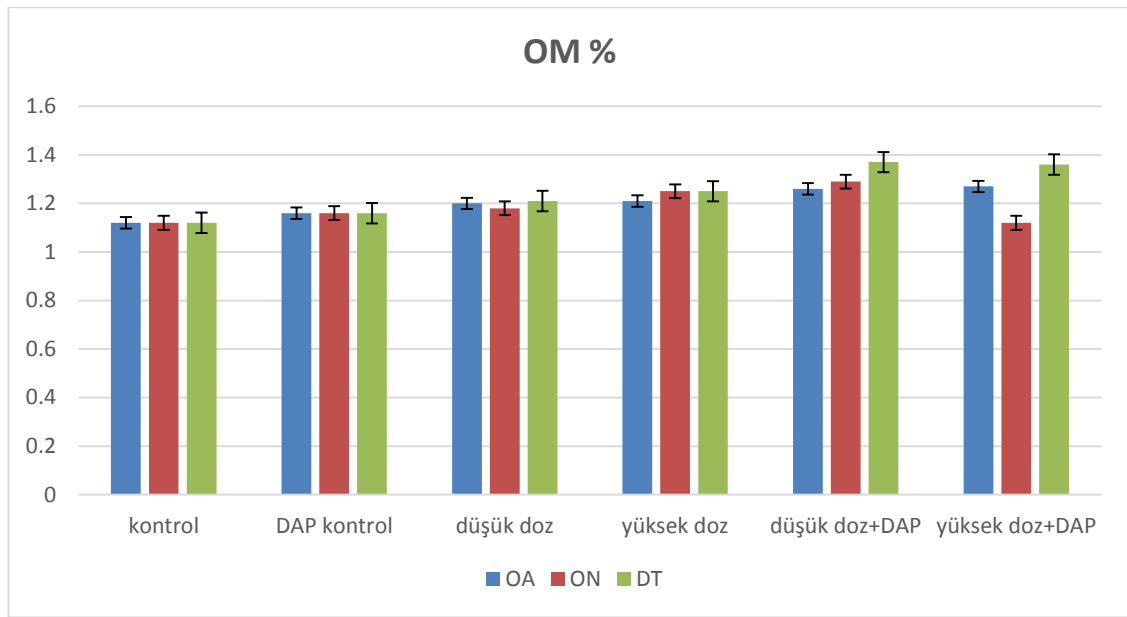
Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05)

öd: önemli değil

LSD: Least Significant Difference

4.3.2 Sera denemesi toprak örneklerinin organik madde (om) miktarlarındaki değişimler

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen OM değerleri en yüksek DT'li topraklarda ve artan mikroalg ve DAP dozlarıyla genelde artan oranlarda belirlenmiştir. OM değeri en düşük ise ON-yüksek doz+DAP uygulamasında belirlenmiştir. Ancak belirlenen bu değişimler istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır.



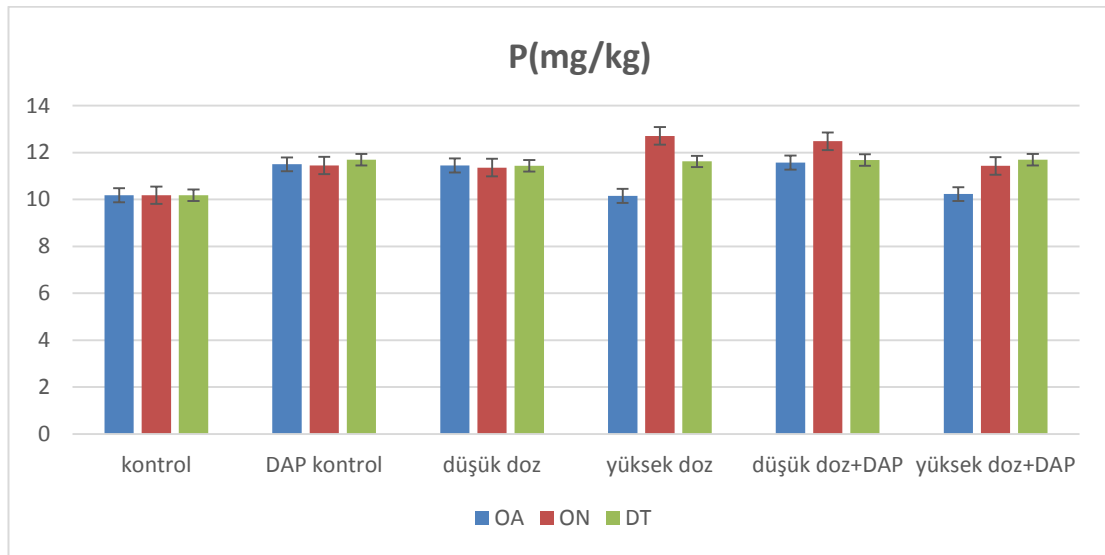
Şekil 4.38 Sera denemesi uygulamalarının toprakların OM değerleri üzerine etkileri

4.3.3 Sera denemesi toprak örneklerinin alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum miktarlarındaki değişimler

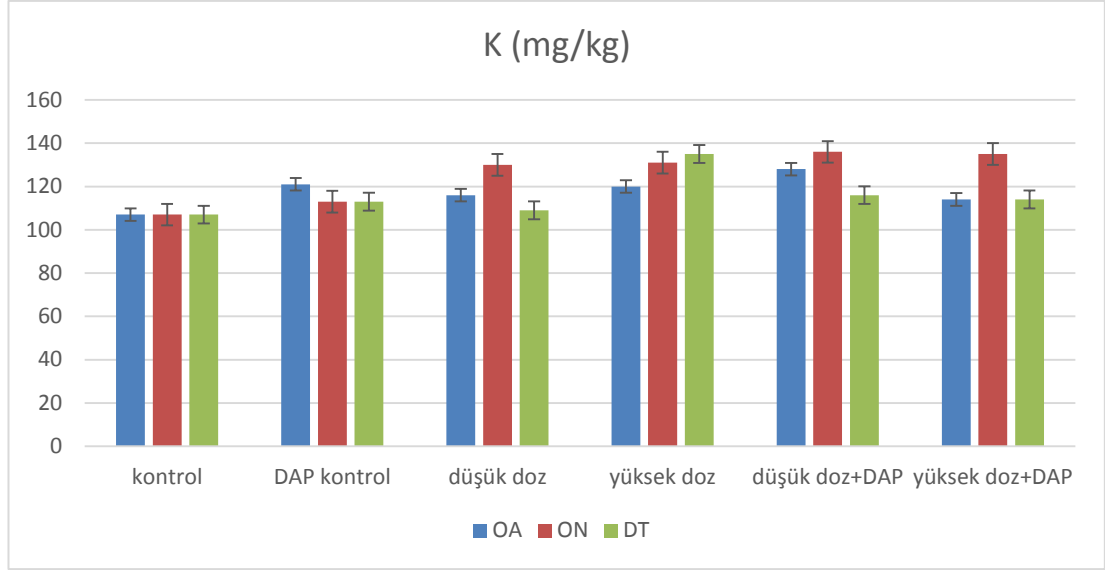
Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen alınabilir fosfor değerleri çizelge 4.11'de verilmiştir. Genelde uygulama konuları bazında incelendiğinde alınabilir fosfor değeri en düşük kontrol örneklerinde, en yüksek (ON-yüksek doz+DAP hariç) düşük doz Alg+DAP örneklerinde belirlenmiştir. Bununla birlikte özellikle OA alginin DAP ile birlikte uygulandığı topraklarda bir düşüş, DT'li örneklerde ise doz artışı ve DAP'ın alınabilir fosfor değerini yükselttiği gözlenmiştir. Uygulama konularına bağlı olarak belirlenen alınabilir

fosfor değişimleri istatistiki olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, Duncan testi sonuçları çizelge 4.11’de ortalamaların yanında verilmiştir.

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen değişebilir potasyum değerleri çizelge 4.11’de verilmiştir. Uygulama konuları bazında incelendiğinde değişebilir potasyum değerleri en düşük kontrol örneklerinde belirlenmiştir. Herbir mikroalg ayrı ayrı incelendiğinde ise yüksek doz+DAP uygulamaları dışında doz artışı ve DAP ilavesinin değişebilir potasyum değerini arttırdığı gözlenmektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre OA $P<0,05$ düzeyinde anlamlı olmayıp, diğer iki mikroalgin analiz sonuçları anlamlı bulunmuştur. Duncan testi sonuçları çizelge 4.11’de ortalamaların yanında verilmiştir.



Şekil 4.39 Sera denemesi uygulamalarının toprakların alınabilir fosfor değerleri üzerine etkileri



Şekil 4.40 Sera denemesi uygulamalarının toprakların değişebilir Potasyum değerleri üzerine etkileri

4.3.4 Sera denemesi toprak örneklerinin toplam azot (N), amonyum azotu (NH_4^+ -N) ve nitrat azotu (NO_3 -N) miktarlarındaki değişimler

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen toplam azot (N), amonyum azotu (NH_4^+ -N) ve nitrat azotu (NO_3 -N) değerleri çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam azot (N), amonyum azotu (NH_4^+ -N) ve nitrat azotu (NO_3^- -N) kapsamı üzerine etkisi

Uygulama	NH_4^+ -N (mg/kg)	NO_3^- -N (mg/kg)	Toplam N (%)
OA			
Kontrol	0,05B	0,22öd	0,23 B
DAP kontrol	0,09A	0,23 öd	0,39 A
düşük doz	0,09A	0,21 öd	0,29 A
yüksek doz	0,10A	0,19 öd	0,31 A
düşük doz+DAP	0,12A	0,22 öd	0,34 A
yüksek doz+DAP	0,09A	0,22 öd	0,27 AB
LSD<0,05	0,058	0,046	0,066
ON			
Kontrol	0,05B	0,2 öd	0,23 C
DAP kontrol	0,09A	0,23 öd	0,39 A
düşük doz	0,06AB	0,22 öd	0,28 B
yüksek doz	0,06AB	0,22 öd	0,30 B
düşük doz+DAP	0,07AB	0,24 öd	0,30 B
yüksek doz+DAP	0,07AB	0,24 öd	0,29 B
LSD<0,05	0,0328	0,160	0,0381
DT			
Kontrol	0,08BC	0,24 öd	0,23B
DAP kontrol	0,09BC	0,23 öd	0,39A
düşük doz	0,20A	0,22 öd	0,41A
yüksek doz	0,15AB	0,23 öd	0,41A
düşük doz+DAP	0,13B	0,17 öd	0,33B
yüksek doz+DAP	0,096BC	0,25 öd	0,34B
LSD<0,05	0,0548	0,0375	0,0235

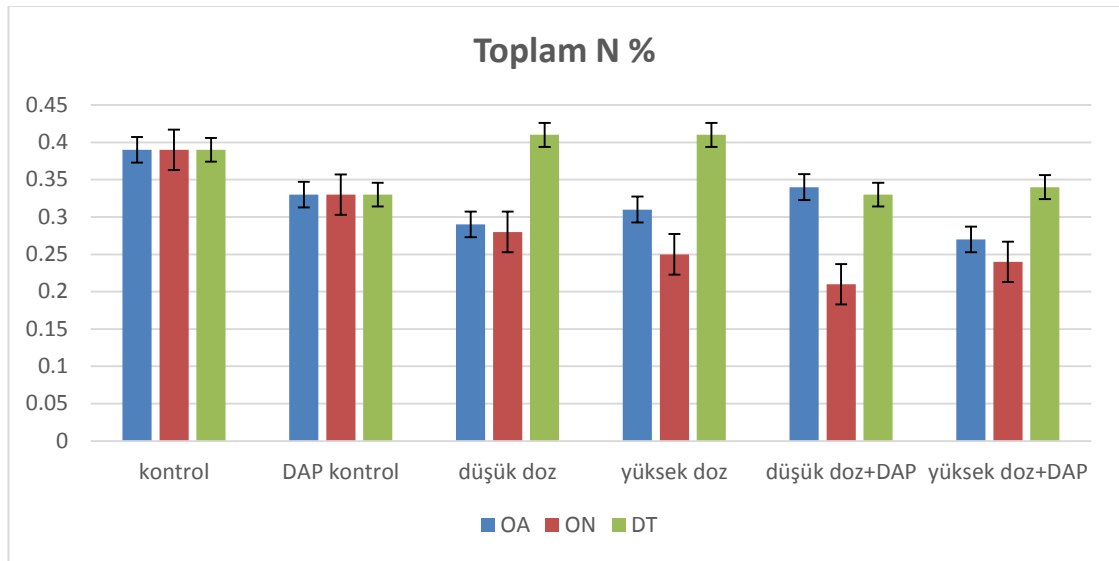
Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

LSD: Least Significant Difference

öd: önemli değil

Her 3 mikroalgin uygulandığı topraklarda, toprakların azot miktarlarında belirlenen değişimler istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Toprak örneklerinin Duncan testi harflendirme sonuçları çizelge 4.12’de ortalamaların yanında verilmiştir.

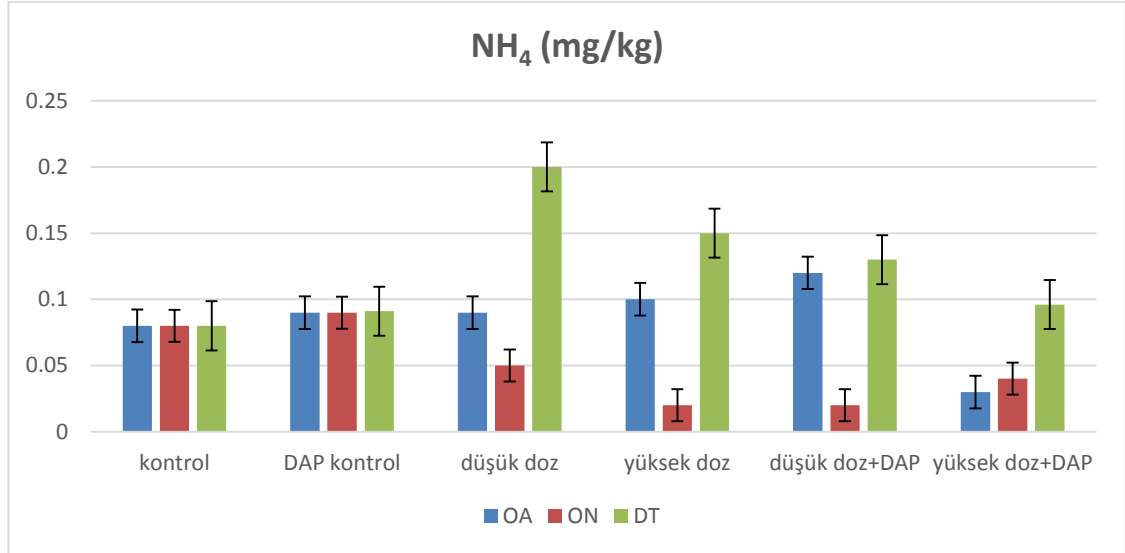
Toplam azot değeri uygulama dozları açısından incelendiğinde her 3 alg uygulamasında da en düşük kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Herbir mikroalg ayrı ayrı incelendiğinde ise toplam azot en yüksek (%0,41) DT mikroalgin tek başına (düşük ve yüksek dozun her ikisinde de) uygulandığı parsellerde belirlenmiştir. Ayrıca dozlar ve DAP uygulamaları arasındaki toplam azot miktarı değişimleri incelendiğinde alg ilavelerinin toprakta DAP gübresine yakın seviyelerde toprağın azot kapsamını artırdığı ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (çizelge 4.12).



Şekil 4.41 Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam azot değerleri üzerine etkileri

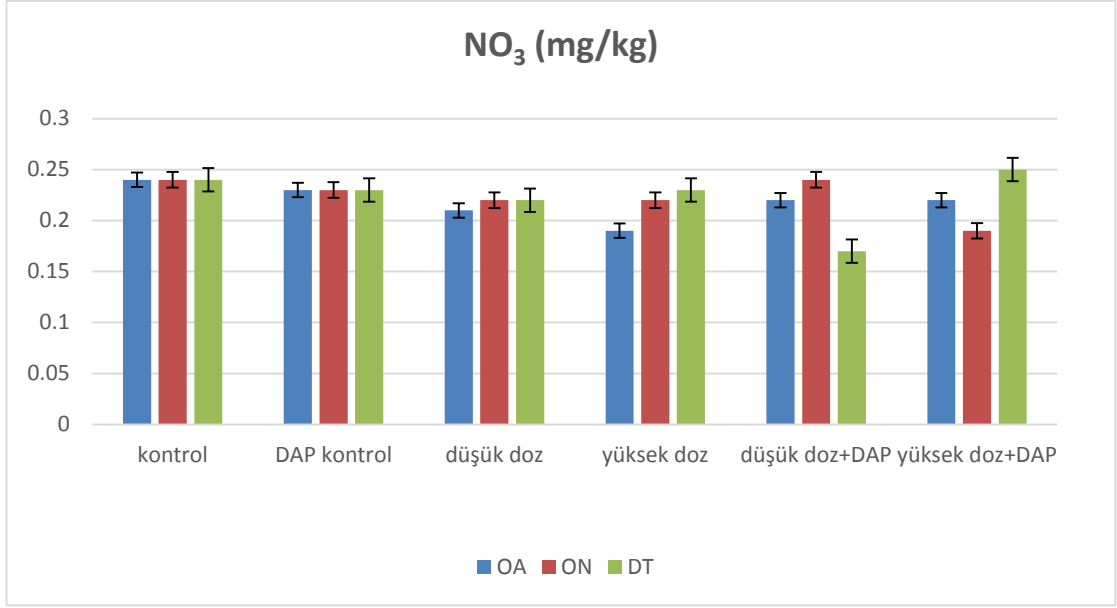
Her 3 mikroalg uygulaması sera denemesi toprağının amonyum azotunu kontrole göre $P<0,05$ düzeyinde önemli artırmıştır. Herbir mikroalg ayrı ayrı incelendiğinde toprakların amonyum azotu kapsamları DAP kimyasal gübre uygulamasına yakın sonuçlar vermiştir. Bütün uygulamalar (tek başına DAP, tek başına ve DAP ile kombine her 3 mikroalg uygulaması) toprağın amonyum azotu miktarını istatistiksel olarak

anlamli olacak sekilde artirmistir. Toprak  rneklerinin Duncan testi harflendirme sonuçları  izelge 4.12’de ortalamaların yanında verilmiştir.



şekil 4.42 Sera denemesi uygulamalarının toprakların amonyum azotu değerleri üzerine etkileri

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen nitrat azotu (NO_3N) değerleri  izelge 4.12’de verilmiştir. Genel olarak dozlar bazında incelendiğinde kontrol uygulamalarının DT-yüksek doz+DAP haricinde en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Mikroalgler bazında incelendiğinde ise OA izolatındaki doz artışıının nitrat azotunu azalttığı, DT alg izolatındaki doz artışıının nitrat azotunu arttırdığı görülmektedir. Ancak nitrat azotu miktarındaki bu değişimler istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır.



Şekil 4.43 Sera denemesi uygulamalarının toprakların nitrat azotu değerleri üzerine etkileri

4.3.5 Sera denemesi toprak örneklerinin toplam iz element ve ağır metal miktarlarındaki değişimler

Farklı dozlarda arıtma çamuru ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen toplam Fe, Cu, Mn, Zn, Ca, Mg, Cr, Ni, ve Pb (mg/kg) değerleri çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Sera denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe, Cu, Mn, Zn,Ca, Mg, Cr, Ni, ve Pb (mg/kg) kapsamları üzerine etkisi

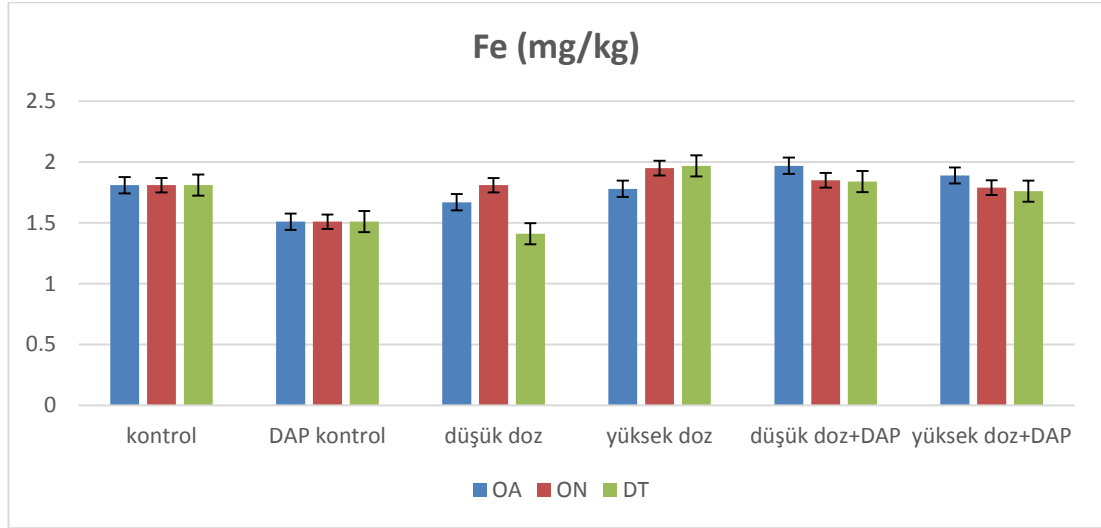
Uygulama	Fe %	Cu	Mn	Zn	Ca%	Mg %	Cr	Ni	Pb
OA									
kontrol	1,81AB	17,7öd	427AB	35öd	9,90A	1,03AB	4,74öd	5,1öd	0,17öd
DAP kontrol	1,51C	14,2öd	432C	40öd	8,46B	0,87B	4,96öd	4,6öd	0,22öd
düşük doz	1,67BC	13,4öd	399BC	40öd	9,07A	0,95B	4,46öd	4,4öd	0,19öd
yüksek doz	1,78AB	16,0öd	420AB	37öd	10,09A	1,16A	4,50öd	5,0öd	0,13öd
düşük doz+DAP	1,97A	24,3öd	435AB	38öd	10,32A	1,19A	4,92öd	5,1öd	0,15öd
yüksek doz+DAP	1,89AB	16,2öd	424A	39öd	10,38A	1,21A	4,83öd	5,2öd	0,09öd
LSD<0,05	0,242	8,02	58,605	5,39	1,136	0,139	2,472	1,922	0,204
ON									
kontrol	1,81AB	17,7öd	427öd	35öd	9,90öd	1,03öd	4,74öd	5,1öd	0,17öd
DAP kontrol	1,51B	14,2öd	432öd	40öd	8,46öd	0,87öd	4,96öd	4,6öd	0,22öd
düşük doz	1,81AB	19,5öd	446öd	42öd	9,63öd	1,08öd	4,63öd	4,7öd	0,22öd
yüksek doz	1,95A	15,9öd	405öd	43öd	10,38öd	1,14öd	5,44öd	5,0öd	0,14öd
düşük doz+DAP	1,85AB	14,1öd	419öd	47öd	10,16öd	1,13öd	5,17öd	4,9öd	0,16öd
yüksek doz+DAP	1,79AB	20,1öd	407öd	40öd	9,52öd	1,10öd	4,94öd	4,8öd	0,15öd
LSD<0,05	0,323	8,273	82,985	56,240	0,167	1,515	1,049	0,695	0,725
DT									
kontrol	1,81AB	17,7öd	427öd	35öd	9,90öd	1,03öd	4,74öd	5,1öd	0,17öd
DAP kontrol	1,51BC	14,2öd	432öd	40öd	8,46öd	0,87öd	4,96öd	4,6öd	0,22öd
düşük doz	1,41CD	14,5öd	424öd	36öd	7,77öd	0,86öd	4,99öd	3,9öd	0,14öd
yüksek doz	1,97A	14,9öd	431öd	44öd	11,41öd	1,20öd	5,72öd	5,3öd	0,16öd
düşük doz+DAP	1,84AB	12öd	414öd	35öd	9,27öd	1,02öd	5,45öd	5,4öd	0,12öd
yüksek doz+DAP	1,76AB	11,9öd	394öd	35öd	9,90öd	1,05öd	5,38öd	5,2	0,10öd
LSD<0,05	0,378	10,453	101,62	56,586	17,701	2,278	1,199	1,027	0,152

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

öd: önemli değil

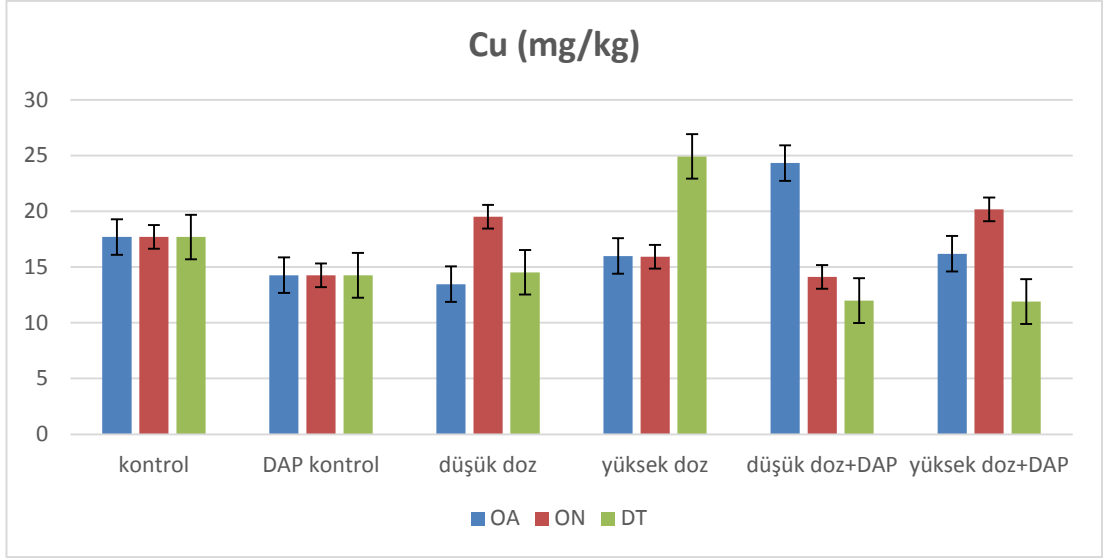
LSD: Least Significant Difference

Bütün mikroalg türlerinde toprakların toplam Fe kapsamı mikroalg dozuna bağlı olarak artış göstermiş, ancak yüksek dozla birlikte DAP verildiğinde düşüş göstermiştir. Tüm uygulamalar da en düşük değer DT mikroalginde gözlenmiştir. Fe değeri yapılan uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir.



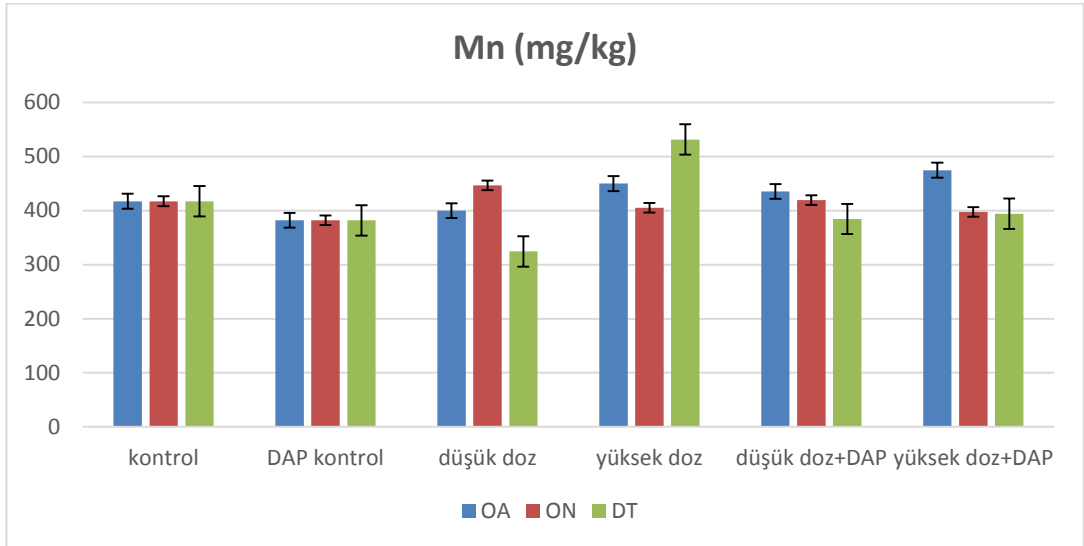
Şekil 4.44 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Fe değerleri üzerine etkileri

Cu değeri OA ve DT türlerinde yüksek dozda düşük doza göre artmış, ancak yüksek doza DAP ilave edildiğinde düşük doz+DAP'a göre azalmıştır. ON Alg türünde ise tersi durum meydana gelmiştir. Ancak Cu değeri yapılan uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermemiştir.



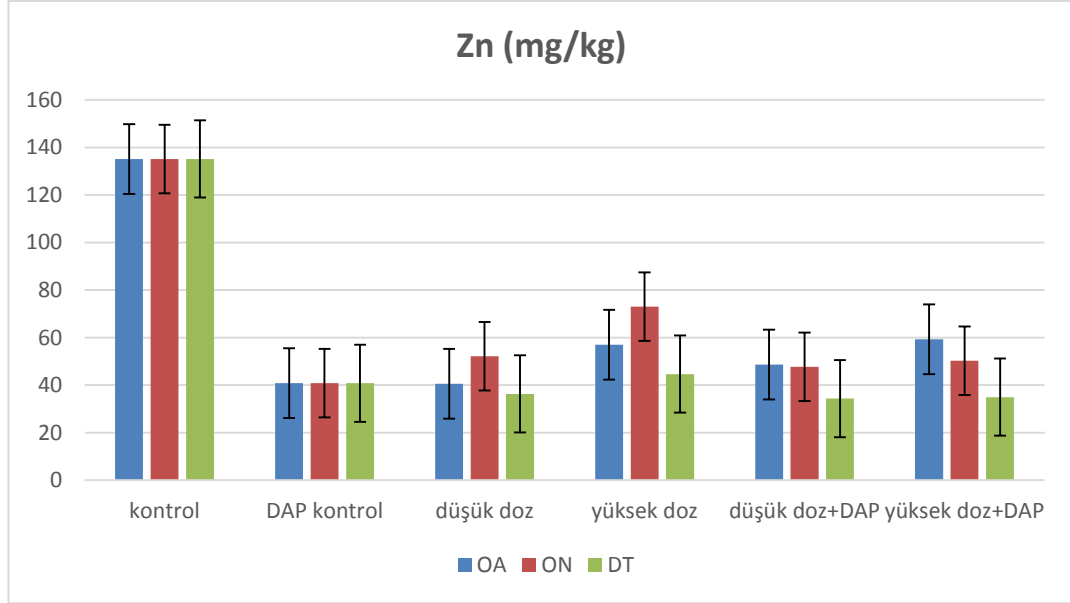
Şekil 4.45 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Cu değerleri üzerine etkileri

Mn değeri OA ve DT türlerinde yüksek doza bağlı olarak artış göstermiş, ancak ON’de tam tersi olmuştur. OA kontrole göre de yüksek olup, doz artışıyla artmıştır ve sadece bu tür istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir.



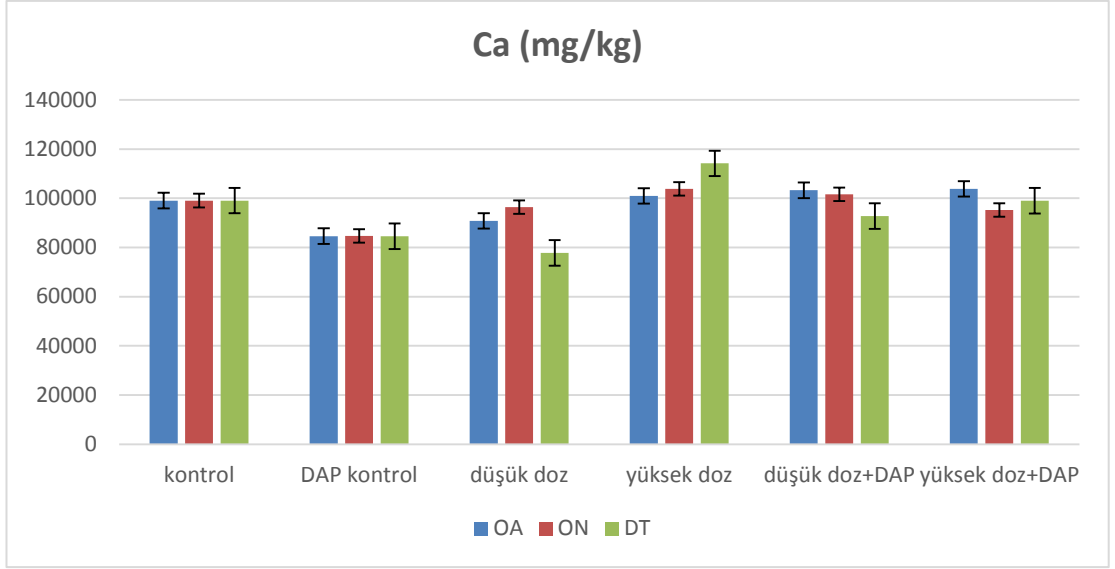
Şekil 4.46 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Mn değerleri üzerine etkileri

Zn değeri tüm uygulamalar kontrole göre artmış olup, tüm mikroalg türlerinde yüksek doz düşük doza göre, yüksek doz+DAP ise düşük doz+DAP'a göre artış göstermiştir. Ancak Zn değerindeki değişimler istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmamıştır.



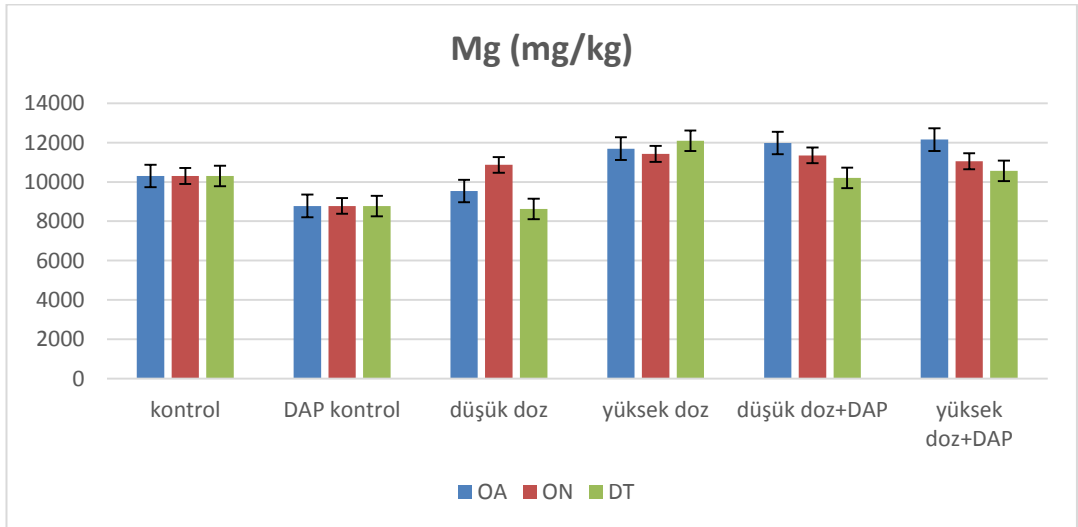
Şekil 4.47 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Zn değerleri üzerine etkileri

Ca değerinde tüm mikroalg türleri DAP'lı kontrole göre düşük çıkmıştır (DT-düşük doz hariç). Mikroalg türleri arasında ise yüksek dozlar düşük dozlara göre tüm türlerde artış göstermiş, sadece ON Alg türünde yüksek doz DAP'la birlikte verildiğinde düşük doz+DAP'a göre azalmıştır. Ca değerindeki bu değişimler sadece OA Alg türünde $P<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.



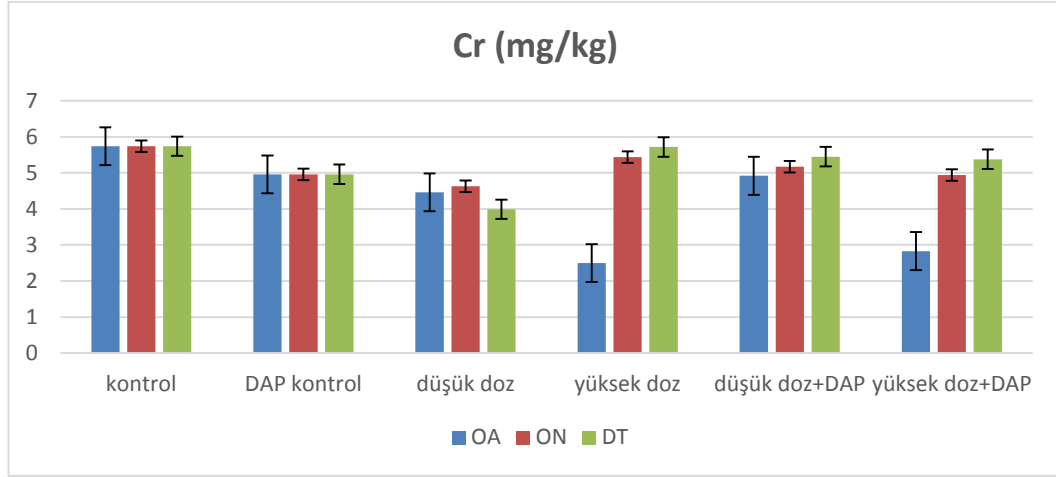
Şekil 4.48 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Ca değerleri üzerine etkileri

Mg değeri tüm mikroalg türlerinde yüksek dozlarda artış göstermiş, sadece ON Alg türünde yüksek dozla birlikte DAP ilave edilen uygulamada düşmüştür. Mg değerindeki bu değişimler sadece OA Alg türünde $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.



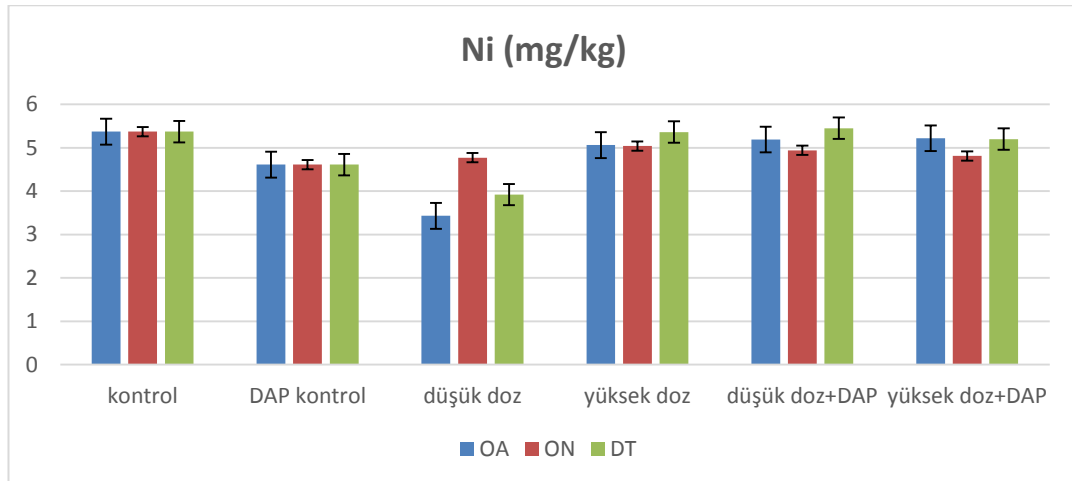
Şekil 4.49 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Mg değerleri üzerine etkileri

Cr değeri tüm uygulamalarda kontrolden düşüktür. Ancak Cr değeri yapılan uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermemiştir.



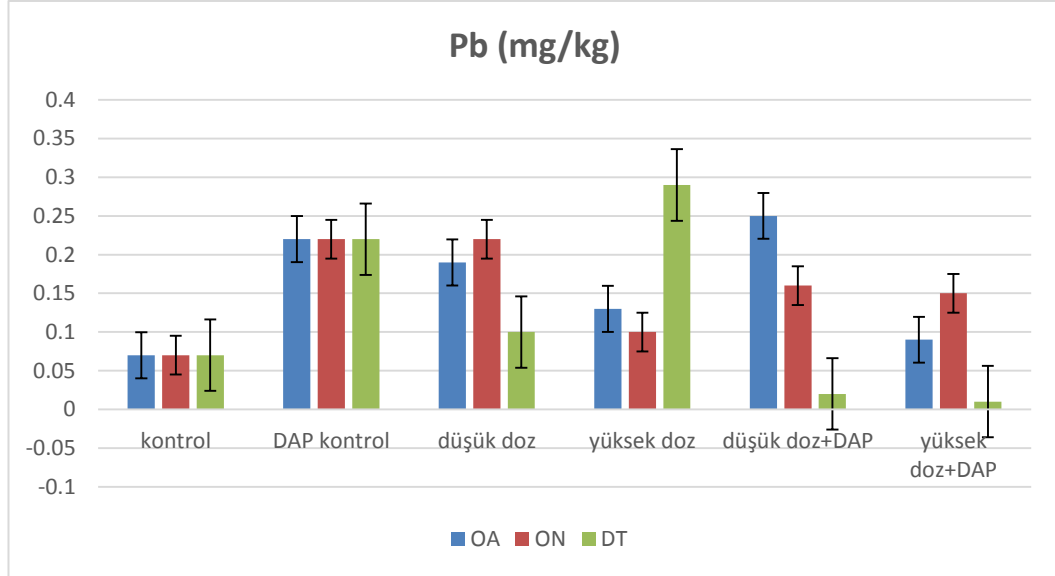
Şekil 4.50 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Cr değerleri üzerine etkileri

Ni değeri tüm uygulamalarda (DT-düşük doz+DAP hariç) kontrolün altında çıkmıştır. Ancak Ni değeri yapılan uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermemiştir.



Şekil 4.51 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Ni değerleri üzerine etkileri

Pb değeri tüm uygulamalarda (DT- düşükdoz+DAP ve yüksek doz+DAP hariç) kontrolün üstünde çıkmıştır. Ancak Pb değeri yapılan uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermemiştir.



Şekil 4.52 Sera denemesi uygulamalarının toprakların Pb değerleri üzerine etkileri

4.3.6 Sera Denemesi toprak örneklerinin B-glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivite değerlerindeki değişimler

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi toprak örneklerinde belirlenen beta glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivite değerleri çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Sera denemesi uygulamalarının toprakların beta glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivite değerleri üzerine etkisi

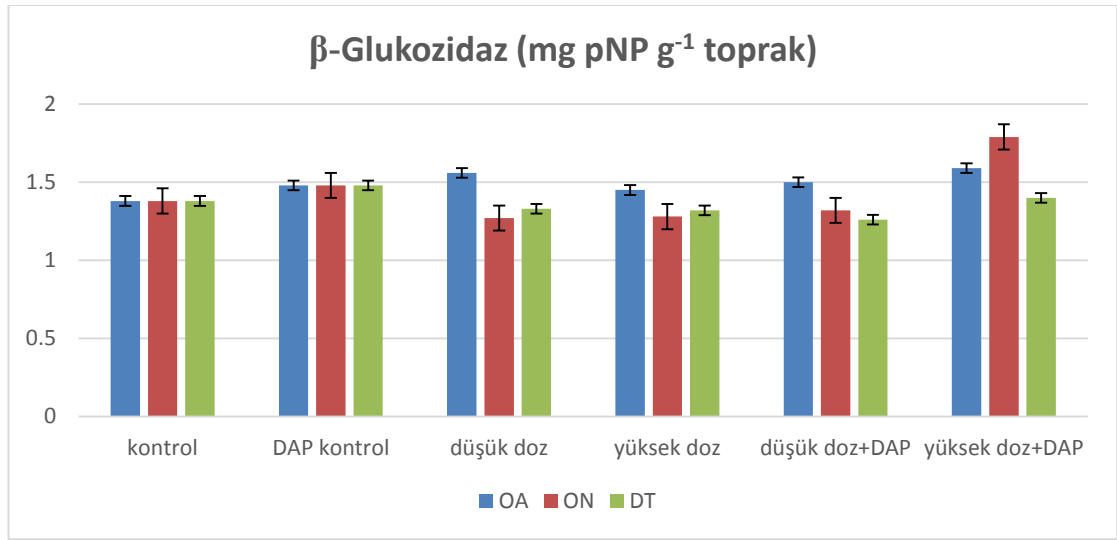
Uygulama	B.Glukozidaz (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Alkali fosfataz (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Üreaz (mg NH ₄ -N/100 g toprak)
OA			
kontrol	1,38B	4,66BC	9,77B
DAP kontrol	1,39B	4,89A	13,58AB
düşük doz	1,56A	4,63C	13,67AB
yüksek doz	1,45AB	4,61C	12,51A
düşük doz+DAP	1,5AB	4,85AB	18,04A
yüksek doz+DAP	1,59A	4,74AB	13,91AB
LSD<0,05	0,141	0,203	6,129
ON			
kontrol	1,38öd	4,66 B	9,77B
DAP kontrol	1,39öd	4,89 A	13,58AB
düşük doz	1,27 öd	4,58 B	16,46A
yüksek doz	1,28 öd	4,60 B	13,48AB
düşük doz+DAP	1,32 öd	4,79 A	14,78AB
yüksek doz+DAP	1,79 öd	4,61 A	18,49A
LSD<0,05	0,547	0,221	5,031
DT			
kontrol	1,38 öd	4,66 B	9,77B
DAP kontrol	1,39 öd	4,89 A	13,58AB
düşük doz	1,33 öd	4,89 A	20,35A
yüksek doz	1,32 öd	4,57 B	16,61AB
düşük doz+DAP	1,26 öd	4,69 AB	19,29A
yüksek doz+DAP	1,40 öd	4,60 B	15,48AB
LSD<0,05	0,202	0,207	6,387

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

öd: önemli değil

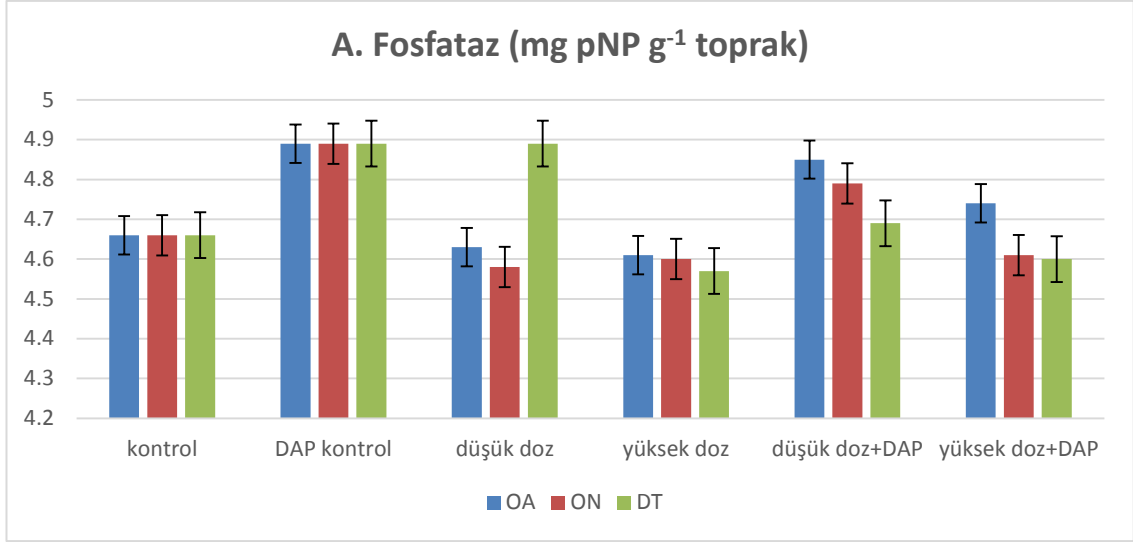
LSD: Least Significant Difference

Sera denemesinde sadece OA Algi uygulanmış toprakların beta glukozidaz enzim aktivite miktarları uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) değişim göstermiş, ON ve DT mikroalg uygulamalarında belirlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. OA alg uygulamalarının tamamında betaglukozidaz enzim aktivitesi kontrol ve DAP kimyasal gübre uygulamasına göre yüksek bulunmuştur. Aktivitesi en yüksek olan alg türü OA olurken, OA türünün ortalama sonuçları kontrole göre de yüksek belirlenmiştir. Diğer türlerde ise ortalamalar genelde kontrolün altındadır (çizelge 4.14).



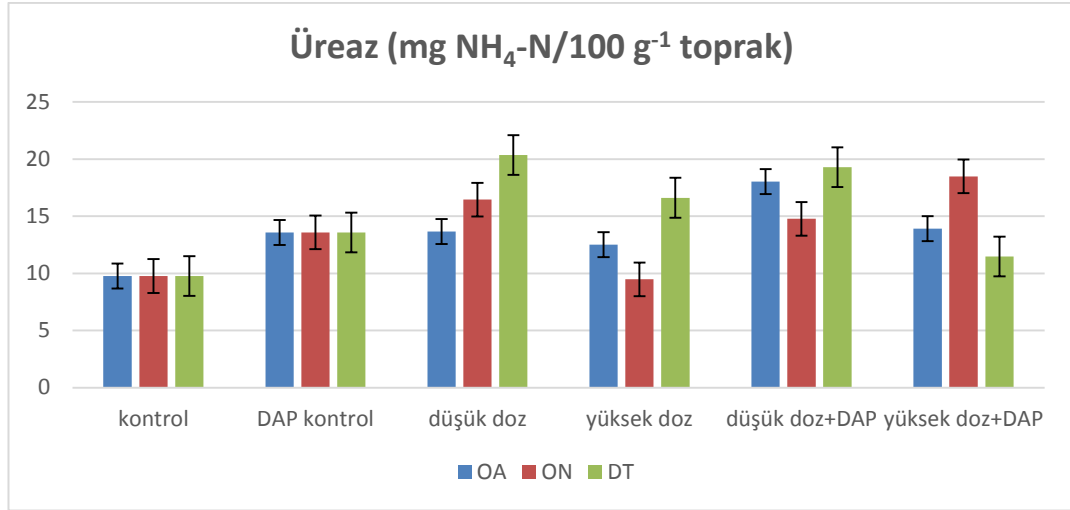
Şekil 4.53 Sera denemesi uygulamalarının toprakların beta glukozidaz enzim değerleri üzerine etkileri

Sera denemesinde, alkali fosfataz enzim aktivitesi bütün uygulamalarda kontrole göre artış göstermiş ve en yüksek değer tek başına DAP uygulamasında belirlenmiştir. Alg türleri arasındaki en yüksek alkali fosfataz değeri OA Alg türüne bağlı yapılan uygulamalarda (DT-düşük doz hariç) belirlenmiştir. İstatistiksel olarak her 3 alg uygulamasında da toprakların alkali fosfataz enzim aktivite miktarları uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir. Gerek DAP gübresinin tek başına ve mikroalglerle birlikte uygulamaları, gerekse her üç algin tek başına düşük ve yüksek doz uygulamaları alkali fosfataz aktivitesi üzerine artırıcı etki etmiştir (çizelge 4.14).



Şekil 4.54 Sera denemesi uygulamalarının toprakların alkali fosfataz enzim değerleri üzerine etkileri

Sera denemesinde üreaz enzim aktivitesi tüm alg türleri ve dozlarında (ON yüksek doz haricinde) kontrole oranla yüksek değerlerde belirlenmiştir. Mikroalg türleri arasında DT en yüksek enzim aktivite değerine sahip (DT-yüksek doz+DAP hariç) olarak belirlenmiş, OA'da ise yüksek dozla birlikte üreaz enzim aktivitesinde düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte uygulanan tüm mikroalg türleri ile kontrol ve DAP uygulamaları arasında $P < 0.05$ düzeyinde önemli fark belirlenmiştir. Duncan testi harflendirme sonuçları ortalamaların yanında belirtilmiştir (çizelge 4.14). Hofmann ve Hofmann (1966), toprakları üreaz enzimini aktivitelerine göre düşük (< 8), normal (8-16) ve yüksek (> 16) terimleriyle 3 sınıfa ayırmaktadır. Buna göre sera denemesi topraklarının üreaz aktivitesi normal sınıfında iken alg uygulamalara bağlı olarak (özellikle DT algı) topraklarda üreaz aktivitesi yüksek sınıfına geçmiştir.



Şekil 4.55 Sera denemesi uygulamalarının toprakların üreaz enzim değerleri üzerine etkileri

4.3.7 Sera Denemesi uygulamalarının buğday bitkisi azot ve fosfor içerikleri ile bitki boy ve ağırlığına etkisi

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi buğday bitkisi örneklerinde belirlenen azot ve fosfor içerikleri ile bitki boy ve ağırlık değerleri çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 Sera denemesi buğday bitkilerinin azot, fosfor içerikleri ile boy ve ağırlığına etkisi

Uygulama	Azot %	P mg/kg	Boy cm	Ağırlık g
OA				
kontrol	1,22C	1932C	36,02C	4,21B
DAP kontrol	1,46A	4154A	39,48BC	4,68B
düşük doz	1,35AB	2378BC	36,76C	4,58AB
yüksek doz	1,30BC	2472BC	40,92AB	4,37B
düşük doz+DAP	1,44A	3800B	41,85AB	5,05A
yüksek doz+DAP	1,41AB	3994B	43,56A	4,90AB
LSD<0,05	0,107	764,63	3,061	0,591
ON				

Çizelge 4.15 Sera denemesi buğday bitkilerinin azot, fosfor içerikleri ile boy ve ağırlığına etkisi (devam)

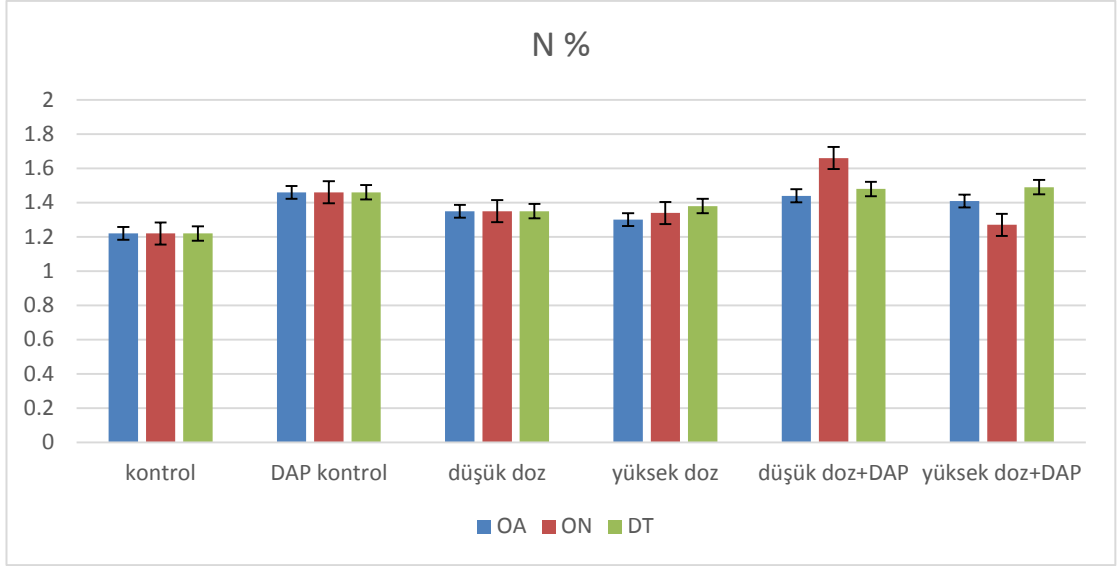
Kontrol	1,22C	1932B	36,02C	4,21B
DAP kontrol	1,46AB	4154A	39,48AB	4,68A
düşük doz	1,35BC	3246A	36,02C	4,36AB
yüksek doz	1,34BC	3474A	39,48AB	4,68A
düşük doz+DAP	1,66A	3468A	36,84C	4,72A
yüksek doz+DAP	1,27BC	3593A	40,09A	4,70A
LSD<0,05	0,208	1064	0,987	0,508
DT				
Kontrol	1,22öd	1932B	36,02B	4,21B
DAP kontrol	1,46öd	4154A	39,48AB	4,68AB
düşük doz	1,35öd	3246A	36,02B	4,26AB
yüksek doz	1,38öd	3474A	39,48AB	4,68AB
düşük doz+DAP	1,48öd	3388A	37,48AB	4,72A
yüksek doz+DAP	1,49öd	3269A	39,98A	4,73A
LSD<0,05	0,292	1125	2,908	0,454

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

LSD: Least Significant Difference

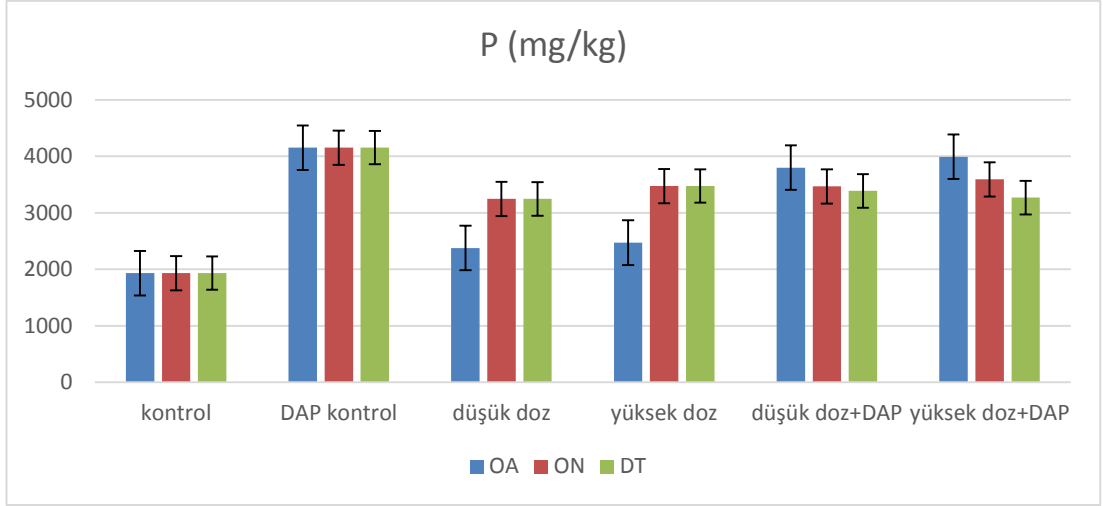
ÖD: önemli değil

Sera denemesi bitkilerinin azot içerikleri tek başına mikroalg uygulamalarında kontrole oranla yüksek, DAP gübresinin tek başına ve alglerle kombine uygulamalarına göre (ON-düşük doz+DAP hariç) düşük olarak belirlenmiştir. Yine tüm mikroalglerin DAP'sız düşük dozları aynı değerde olup, dozun artması değerlerde fazla fark meydana getirmemiştir. Düşük dozun DAP'lı örneklerinde ise DAP'sıza göre artış belirlenmiştir. İstatistiksel olarak bitkilerin azot içerikleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak OA ve ON türlerinde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiş, DT türünde ise önemli bulunmamıştır. Duncan testi harflendirme sonuçları ortalama değerlerin yanında, çizelge 4.15'de belirtilmiştir.



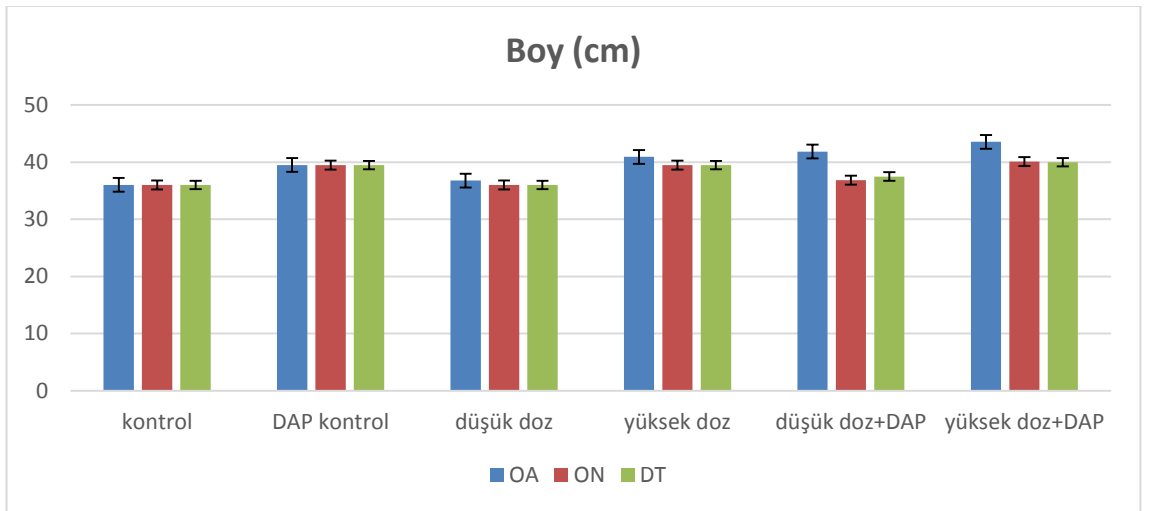
Şekil 4.56 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin azot içerik değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi bitkilerinin fosfor içerik değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek, tek başına DAP uygulamasına oranla düşük olarak belirlenmiştir. OA türünde doz artırımından çok DAP ilavesi etkili olmuş ve fosfor içeriğini önemli derecede arttırmıştır. Diğer türlerde ise DAP uygulaması bitkinin fosfor içeriğine çok fazla etki etmemiş, hatta DAP'sız yüksek doza göre fosfor içeriği düşük belirlenmiştir. İstatistiksel olarak bitkilerin fosfor içerikleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak tüm türlerde önemli ($P < 0.05$) derecede artış göstermiştir. Duncan testi harflendirme sonuçları ortalama değerlerin yanında, çizelge 4.15'de belirtilmiştir.



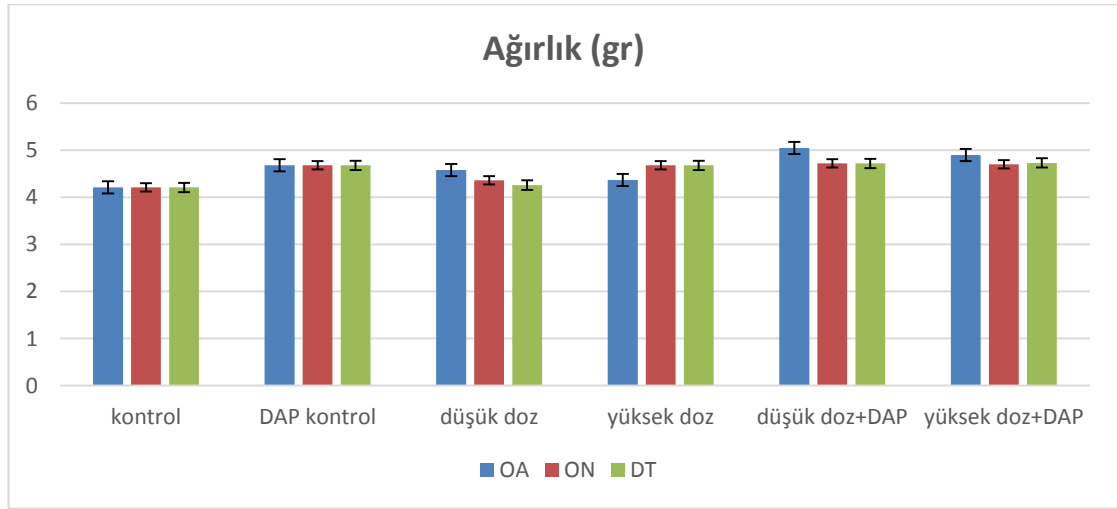
Şekil 4.57 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin fosfor içerik değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi bitkilerinin boy değerleri tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek olarak belirlenmiştir. En yüksek boy OA Alg türünde gözlenmiştir. Doz artışı ve DAP ilavesi OA türünde boy artışına neden olmuş, diğer türlerde ise çok etkili olmamış, hatta DAP ilavesi olan örneklerde boy değerlerinde düşme gözlenmiştir. İstatistiksel olarak bitkilerin boy değerleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak tüm türlerde önemli ($P < 0.05$) derecede artış göstermiştir. Duncan testi harflendirme sonuçları ortalama değerlerin yanında, çizelge 4.15’de belirtilmiştir.



Şekil 4.58 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin boy değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi buğday bitkisi ağırlıkları tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek, tek başına DAP uygulamasına oranla (DT+DAP'lı örnekler hariç) düşük olarak belirlenmiştir. Yüksek doz haricinde en yüksek boy tek başına OA uygulamasında belirlenmiştir. OA türünde DAP ile birlikte uygulanma bitki ağırlığını arttırırken, ON ve DT alg türlerinde hem doz artışı (DAP'lı yüksek doz hariç), hem de DAP ile kombine uygulama bitki ağırlığında etkili olmuştur. İstatistiksel olarak bitkilerin ağırlık değerleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak OA, ON ve DT türlerinde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir. Duncan testi harflendirme sonuçları ortalama değerlerin yanında, çizelge 4.15'de belirtilmiştir.



Şekil 4.59 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin ağırlık değerleri üzerine etkileri

4.3.8 Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni (mg/kg) kapsamaları üzerine etkisi

Farklı dozlarda mikroalg ve DAP ilave edilmiş sera denemesi buğday bitkisi örneklerinde belirlenen Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni (mg/kg) değerleri çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Sera denemesi uygulamalarının buğday bitkisi Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni (mg/kg) kapsamları üzerine etkisi

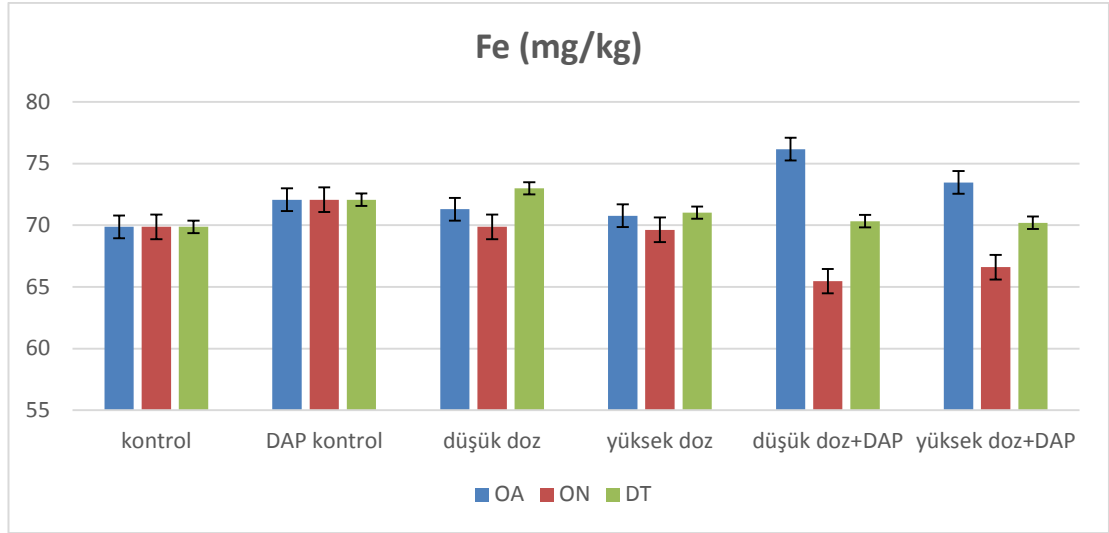
Uygulama	Fe %	Cu	Mn	Zn	Cr	Ni
OA						
kontrol	69,87öd	3,96 öd	51,86 öd	25,23 öd	2,80 öd	0,60B
DAP kontrol	72,07 öd	4,06 öd	49,96 öd	29,00 öd	5,26 öd	1,90A
düşük doz	71,30 öd	3,96 öd	48,36 öd	33,10 öd	3,23 öd	0,62B
yüksek doz	70,77 öd	3,46 öd	38,63 öd	31,53 öd	3,96 öd	0,58AB
düşük doz+DAP	76,17 öd	3,00 öd	46,83 öd	32,06 öd	4,53 öd	1,56B
yüksek doz+DAP	73,47 öd	3,26 öd	48,50 öd	30,16 öd	4,36 öd	1,83A
LSD<0,05	12,260	2,07	13,36	13,84	4,488	0,966
ON						
kontrol	69,87 öd	3,96 öd	51,86 öd	25,23 öd	2,80 öd	0,60B
DAP kontrol	72,07 öd	4,06 öd	49,96 öd	29,00 öd	5,26 öd	1,90A
düşük doz	69,87 öd	3,96 öd	51,86 öd	30,83 öd	2,80 öd	0,60B
yüksek doz	69,63 öd	4,06 öd	49,67 öd	29,00 öd	3,53 öd	0,69B
düşük doz+DAP	65,47 öd	3,76 öd	49,63 öd	30,96 öd	4,56 öd	1,40AB
yüksek doz+DAP	66,60 öd	4,96 öd	50,26 öd	30,30 öd	4,53 öd	1,53A
LSD<0,05	119,09	4,441	12,715	10,308	13,9748	0,786
DT						
kontrol	69,87 öd	3,96 öd	51,86	25,23 öd	2,80 öd	0,60B
DAP kontrol	72,07 öd	4,06 öd	49,96	29,00 öd	5,26 öd	1,90A
düşük doz	73,00 öd	3,96 öd	50,36	30,83 öd	2,85 öd	0,63B
yüksek doz	71,02 öd	4,12 öd	50,58	29,00 öd	3,36 öd	0,63B
düşük doz+DAP	70,33 öd	3,36 öd	49,20	31,60 öd	4,90 öd	1,60AB
yüksek doz+DAP	70,20 öd	3,95 öd	49,80	31,21 öd	4,46 öd	1,73AB
LSD<0,05	18,118	2,296	12,057	10,743	4,810	1,099

Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

öd: önemli değil

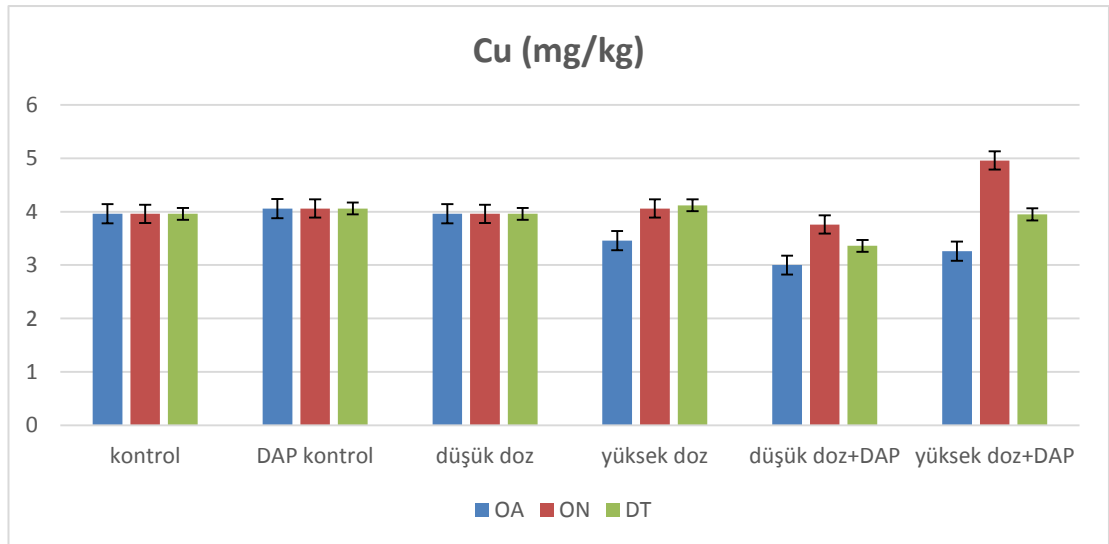
LSD: Least Significant Difference

Sera denemesi bitkilerinin Fe değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla ON+DAP'lı örnekler hariç yüksek belirlenmiştir. OA ve DT türlerinde DAP'lı ve DAP'sız yüksek dozlu örneklerde düşüş, ON Alg türünde ise tersi şekilde artış gözlenmiştir. Ancak bu değişimler istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmamıştır.



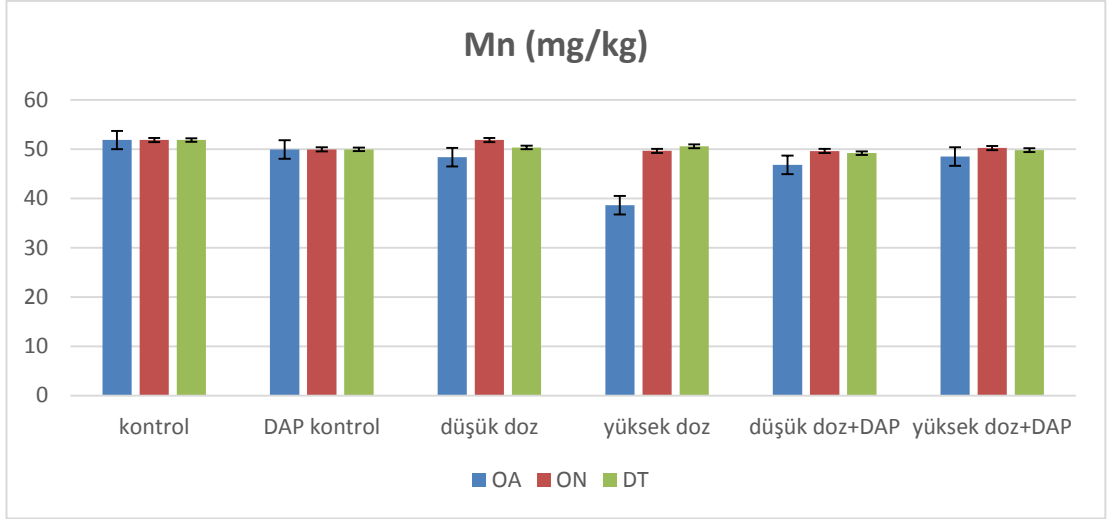
Şekil 4.60 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Fe değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi bitkilerinin Cu değeri en fazla DAP'lı örneklerde değişim göstermiştir. En yüksek Cu değeri ON türüne aittir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede Cu değerindeki değişimler ($P < 0.05$) önemli bulunmamıştır.



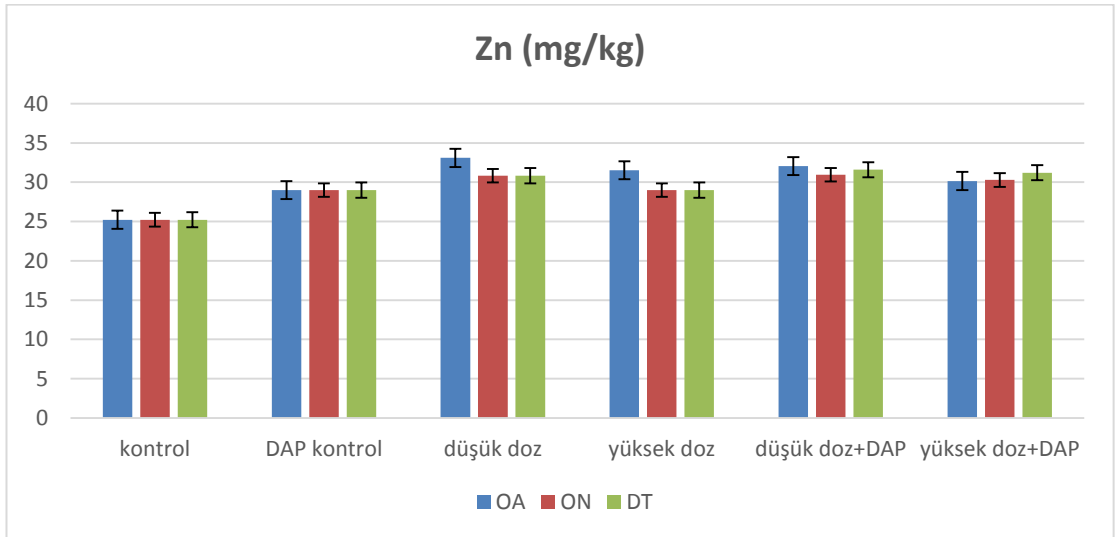
Şekil 4.61. Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Cu değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi bitkilerinin Mn değeri tüm mikroalg türlerinde benzer seviyelerde tespit edilmiştir. En düşük değer OA türünde belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede Cu değerindeki değişimler ($P < 0.05$) önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.62 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Mn değerleri üzerine etkileri

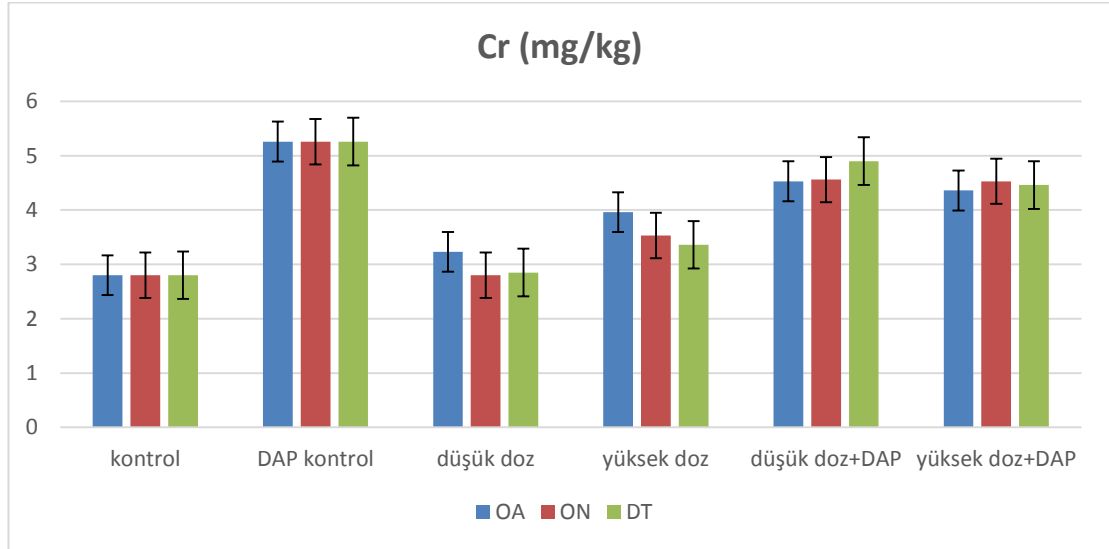
Sera denemesi bitkilerinin Zn değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek belirlenmiştir. En yüksek değer OA türünde belirlenmiş olup, tüm türlerin DAP'lı ve DAP'sız yüksek dozlarında az da olsa artış gözlenmiştir. Ancak bu değişimler istatistiksel olarak ($P < 0.05$) önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.63 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Zn değerleri üzerine etkileri

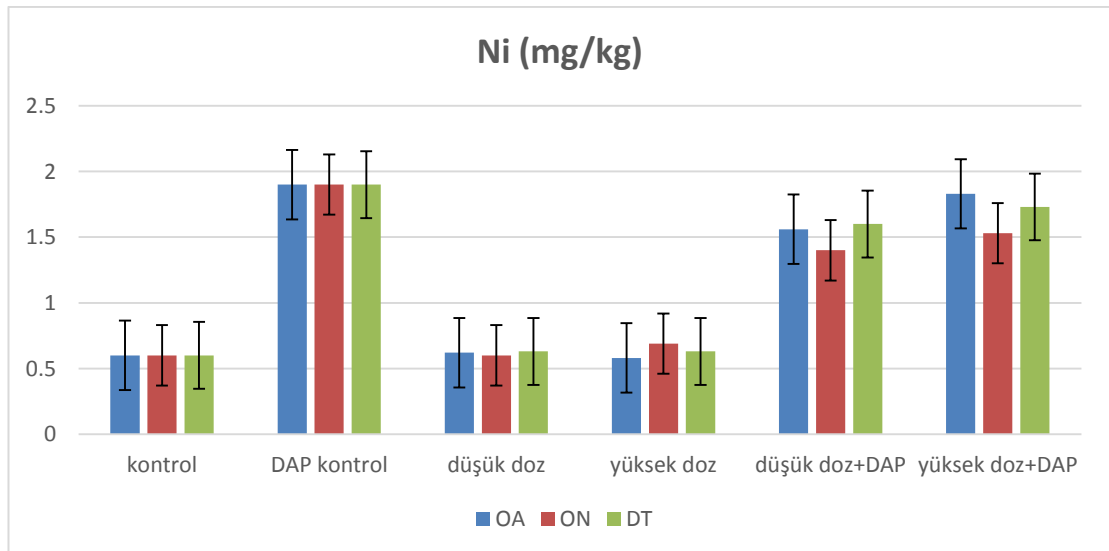
Sera denemesi bitkilerinin Cr değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole göre yüksek, DAP kontrole göre düşük belirlenmiştir. Yine Cr değeri DAP ilavesiyle tüm örneklerde

yükselmiş, doz artışıyla sadece DAP'sız örneklerde yükselmiştir. Ancak bu değişimler istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.64 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Cr değerleri üzerine etkileri

Sera denemesi bitkilerinin Ni değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole göre yüksek, tek başına DAP uygulamasına göre düşük belirlenmiştir. DAP'lı örneklerin Ni değeri diğer örneklere göre oldukça yüksek olup, doz artışı da DAP'lı örneklerde etkili olmuştur. İstatistiksel olarak bitkilerin Ni değerleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak tüm türlerde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir. Duncan testi harflendirme sonuçları ortalama değerlerin yanında, çizelge 4.16'da belirtilmiştir.



Şekil 4.65 Sera denemesi uygulamalarının bitkilerin Ni değerleri üzerine etkileri

4.4 Tarla Denemesi Sonuçları

Arazi koşullarında mikroalgin toprak ve bitki üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amacıyla 2014-2015 ekim döneminde Ankara kuru koşullarında yürütülen tarla denemesi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.4.1 Tarla denemesi toprak örneklerinin ph ve elektriksel iletkenlik (EC) miktarlarındaki değişimler

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının pH ve EC değerleri çizelge 4.17’de verilmiştir.

Toprakta pH tarla denemesinin 1. ayında en düşük OA2+DAP, en yüksek OA1 uygulamalarında, hasat topraklarında ise en düşük OA1, en yüksek OA1+DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Uygulamalar arasında toprağın pH değeri bir miktar değişiklik gösterse de bu artış $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprakta EC değerleri 1.ay en düşük kontrolde, en yüksek OA1 uygulamasında, hasat analiz sonuçlarına göre ise en düşük OA2’de, en yüksek tek başına DAP uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konuları arasında belirlenen EC değerleri arasındaki fark çok fazla olmayıp, belirlenen artış $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır. Ayrıca ölçülen değerler bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyindeki değerler değildir. Araştırmada bütün uygulamaların toprakların tuz kapsamı tuzsuz-az tuzlu sınıfındadır.

Çizelge 4.17 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların pH ve EC değerler üzerine etkisi

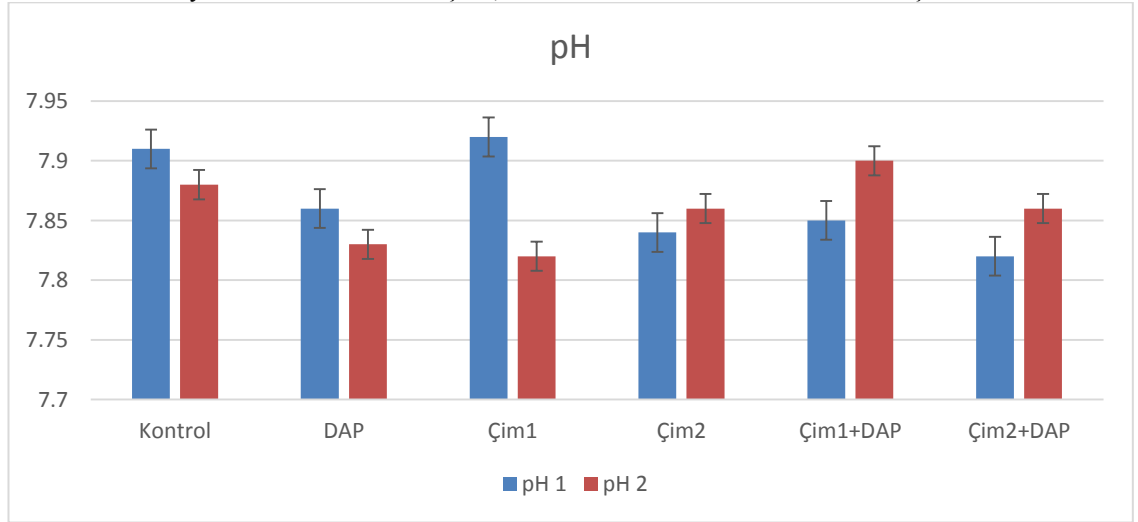
Uygulama	pH 1	pH 2	EC 1 (dS/m)	EC 2 (dS/cm)
Kontrol	7,91öd	7,88öd	2,73öd	2,93öd
DAP	7,86öd	7,83öd	2,95öd	3,30öd
OA1	7,92öd	7,82öd	3,47öd	3,02öd
OA2	7,84öd	7,86öd	2,92öd	2,70öd
OA1+DAP	7,85öd	7,9öd	2,82öd	3,08öd
OA2+DAP	7,82öd	7,86öd	2,95öd	2,76öd
LSD<0.05	0.106	0.186	0,770	0,682

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

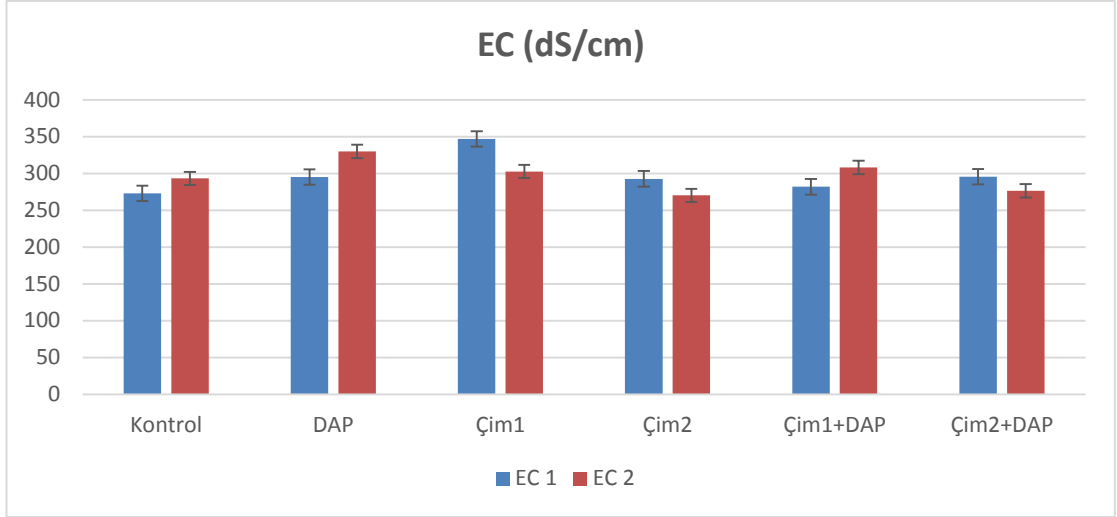
öd: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları



Şekil 4.66 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların pH miktarı üzerine etkisi



Şekil 4.67 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların EC miktarı üzerine etkisi

4.4.2 Tarla denemesi toprak örneklerinin organik madde (OM) miktarlarındaki değişimler

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının organik madde kapsamı çizelge 4.18’de verilmiştir. Toprakta OM değerleri 1.ay en düşük kontrol, en yüksek tek başına DAP uygulamalarında, hasat analiz sonuçlarına göre ise en düşük kontrol ve OA1+DAP, en yüksek OA2 uygulamalarında belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı organik madde değerlerinde meydana gelen artış 1. ay toprak örneklerinde $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile 1. ay sütunun altında verilmiştir. Toprakların organik madde kpsamları hasat topraklarında mineralizasyona bağlı olarak azalma göstermiş ve uygulamalar arasındaki değişimler istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Çizelge 4.18 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların OM kapsamı üzerine etkisi

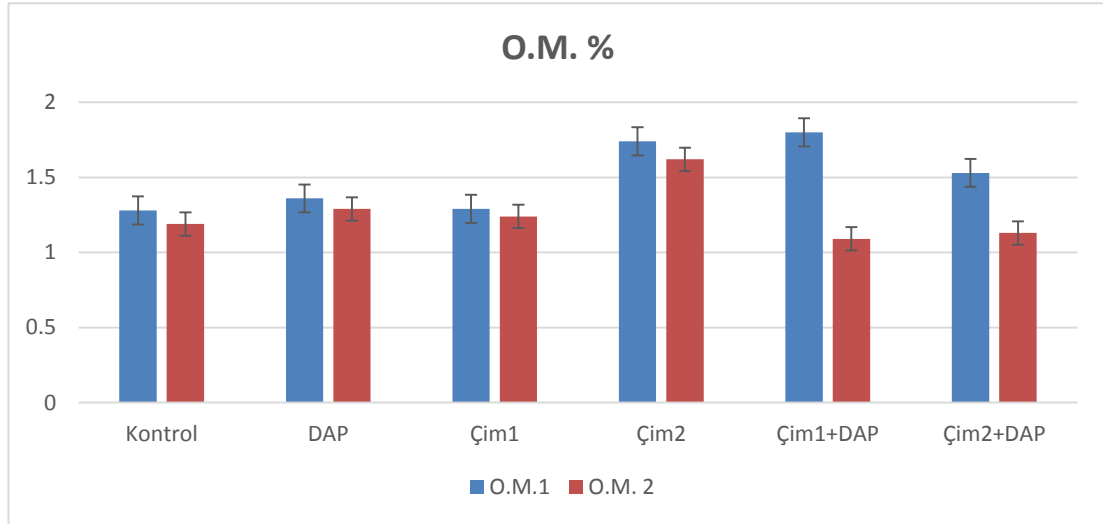
Uygulama	O.M.1 %	O.M. 2 %
Kontrol	1,28C	1,19öd
DAP	1,36BC	1,29öd
OA1	1,29BC	1,24öd
OA2	1,74A	1,62öd
OA1+DAP	1,80A	1,19öd
OA2+DAP	1,53B	1,13öd
LSD<0.05	0,245	0.508

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

öd: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları



Şekil 4.68 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların OM miktarı üzerine etkisi

4.4.3 Tarla denemesi toprak örneklerinin azot miktarlarındaki değişimler

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının azot değerleri çizelge 4.19’da verilmiştir. Toprakta toplam azot, nitrat ve amonyum azotu değerleri 1.ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol ve OA1 uygulamalarında görülmüştür. Tarla denemesinin 1. ay analiz sonuçlarında toplam ve nitrat azot miktarı en yüksek OA2+DAP uygulamasında belirlenmiştir. Hasat analiz sonuçlarına göre en yüksek toplam ve nitrat azotları OA1, amonyum azotu ise

OA2 uygulamalarında görülmüştür. Bütün uygulama konularında tarla denemesinin 1. ay topraklarında toprakların toplam ve amonyum azot değerlerinde uygulamalara bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P<0.5$), hasat topraklarında belirlenen değişimler ise anlamlı olmamıştır. Tarla denemesi gerek başlangıç gerekse hasat dönemi topraklarının uygulamalara bağlı olarak nitrat azotu kapsamlarında belirlenen değişimler ise $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprakta 450-900 mg/kg N yetersiz, 900-1700 mg/kg N bulunması yeterli iken, 1700-3200 mg/kg N fazla olarak değerlendirilmektedir. Buna göre, başlangıç topraklarında OA2+DAP uygulamasında N fazla olarak değerlendirilirken, diğer tüm uygulamalarda N yeterli, olarak değerlendirilmektedir. Hasat topraklarında ise OA1 uygulamasında fazla olan N değeri, diğer uygulamalarının tamamında yeterli görülmektedir. OA alg türünün düşük doz uygulaması toprağın azot kapsamları üzerine DAP gübresi kadar etkili olmuştur.

Çizelge 4.19 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların azot kapsamı üzerine etkisi

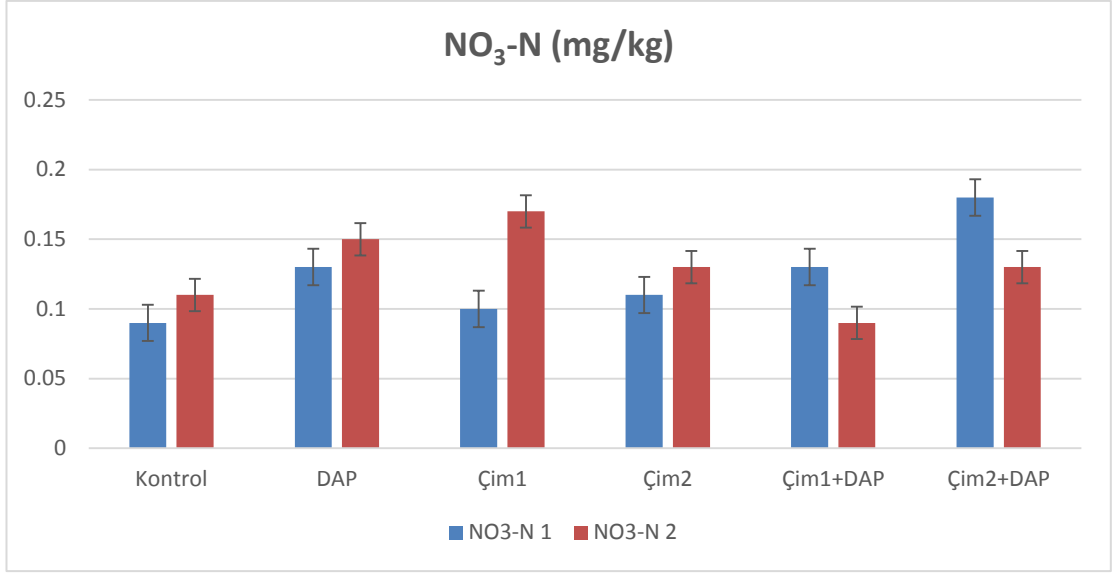
Uygulama	NH ₄ -N 1 mg/kg	NH ₄ -N 2 mg/kg	NO ₃ -N 1 mg/kg	NO ₃ -N 2 mg/kg	N 1 %	N 2 mg/kg
Kontrol	0,02ÖD	0,07B	0,09AB	0,11AB	0,12ÖD	0,13B
DAP	0,02ÖD	0,20AB	0,13A	0,15A	0,15ÖD	0,16A
OA1	0,01ÖD	0,15AB	0,10AB	0,17A	0,12ÖD	0,19A
OA2	0,02ÖD	0,29A	0,11AB	0,13AB	0,13ÖD	0,16A
OA1+DAP	0,01ÖD	0,18AB	0,13A	0,09B	0,15ÖD	0,14AB
OA2+DAP	0,02ÖD	0,14AB	0,18A	0,13AB	0,20ÖD	0,15A
LSD<0.05	0.0138	0.0154	0.089	0.492	0.099	0.052

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

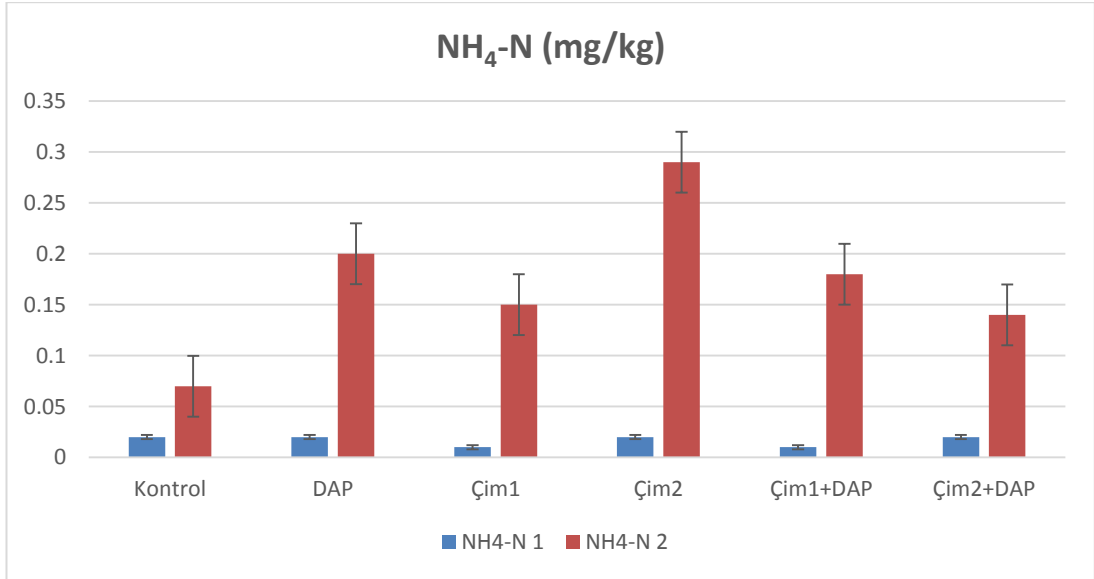
LSD: Least Significant Difference.

ÖD: Önemli Değil.

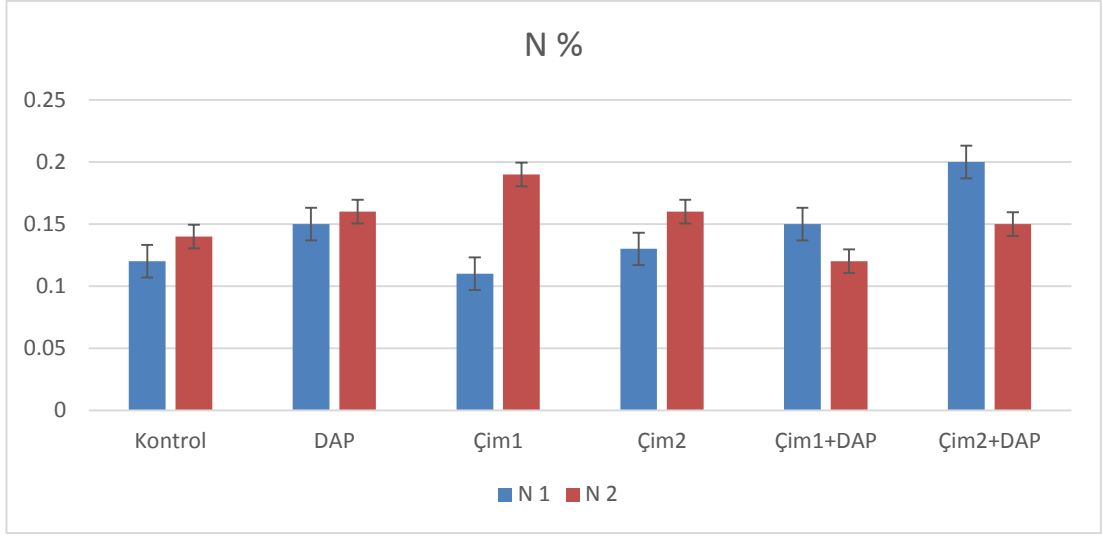
Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları



Şekil 4.69 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların N-NO₃ kapsamı üzerine etkisi



Şekil 4.70 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların N-NH₄ kapsamı üzerine etkisi



Şekil 4.71 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların azot kapsamı üzerine etkisi

4.4.4 Tarla denemesi toprak örneklerinin fosfor ve potasyum miktarlarındaki değişimler

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının yarıyışlı fosfor ve değişebilir potasyum değerleri çizelge 4.20’de verilmiştir.

Toprakta yarıyışlı fosfor değerleri 1.ay ve hasat analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde ve en yüksek fosfor ise tek başına DAP uygulamasında belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen yarıyışlı fosfor değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiştir. Ancak, bütün uygulama konularında toprakların yarıyışlı fosfor değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde olması istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Verimlilik açısından değerlendirildiğinde toprakta 3-8 mg/kg P az, 8-25 mg/kg P yeterli ve 25-80 mg/kg P fazla olarak değerlendirilmekte, buna göre her iki dönem toprak örneklemeinde de tüm uygulamalarda toprakların P içerikleri yeterli durumdadır.

Toprakların değişebilir potasyum değerleri, 1. ay örneklemeinde en düşük OA1+DAP uygulamasında, en yüksek ise OA2 uygulamasında belirlenmiştir. Hasat dönemi sonuçlarında ise en düşük değişebilir potasyum OA1 uygulamasında, en yüksek DAP uygulamasında belirlenmiştir. Ancak belirlenen artış $P < 0,05$ düzeyinde önemli

bulunmamıştır. Toprakta 200 - 300 mg/kg potasyum bulunması yeterli olup, deneme parsellerinin tamamında potasyum yeterli durumdadır.

Çizelge 4.20 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların yarıyışlı fosfor ve değişebilir potasyum kapsamı (mg/kg) üzerine etkisi

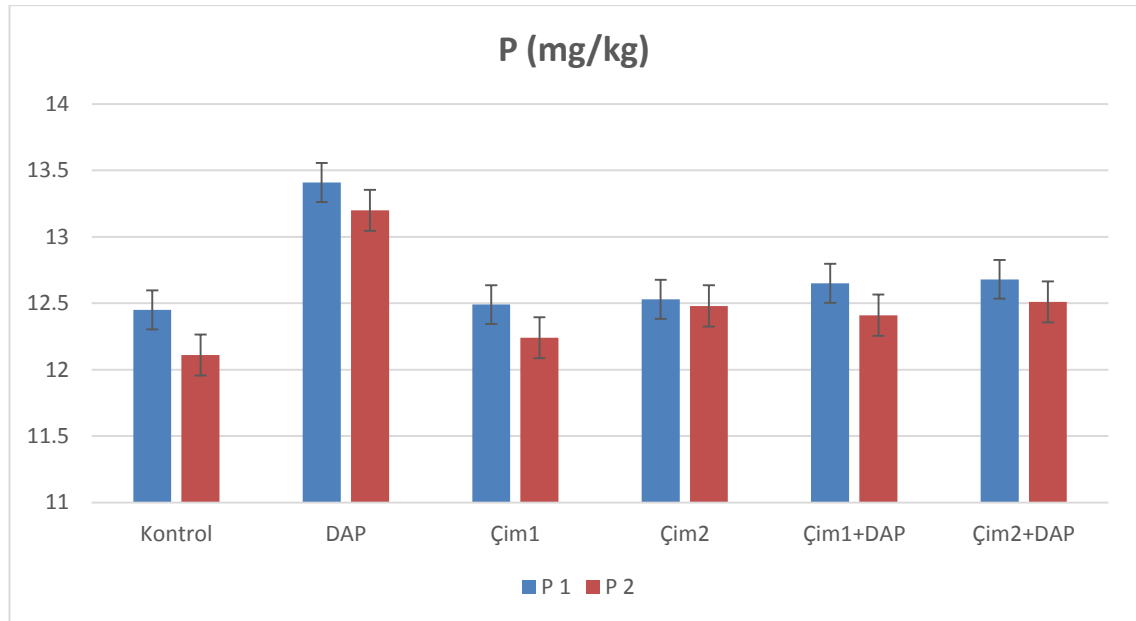
Uygulama	P ₂ O ₅ 1 mg/kg	P ₂ O ₅ 2 mg/kg	K ₂ O 1 mg/kg	K ₂ O 2 mg/kg
Kontrol	12,45 öd	12,11 öd	278,0 öd	273,0 öd
DAP	13,41 öd	13,20 öd	302,1 öd	301,3 öd
OA1	12,49 öd	12,24 öd	295,5 öd	294,14 öd
OA2	12,53 öd	12,48 öd	303,7 öd	299,5 öd
OA1+DAP	12,65 öd	12,41 öd	288,0 öd	281,1 öd
OA2+DAP	12,68 öd	12,51 öd	289,5 öd	289,1 öd
LSD<0.05	5,380	4,396	27,36	26,17

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

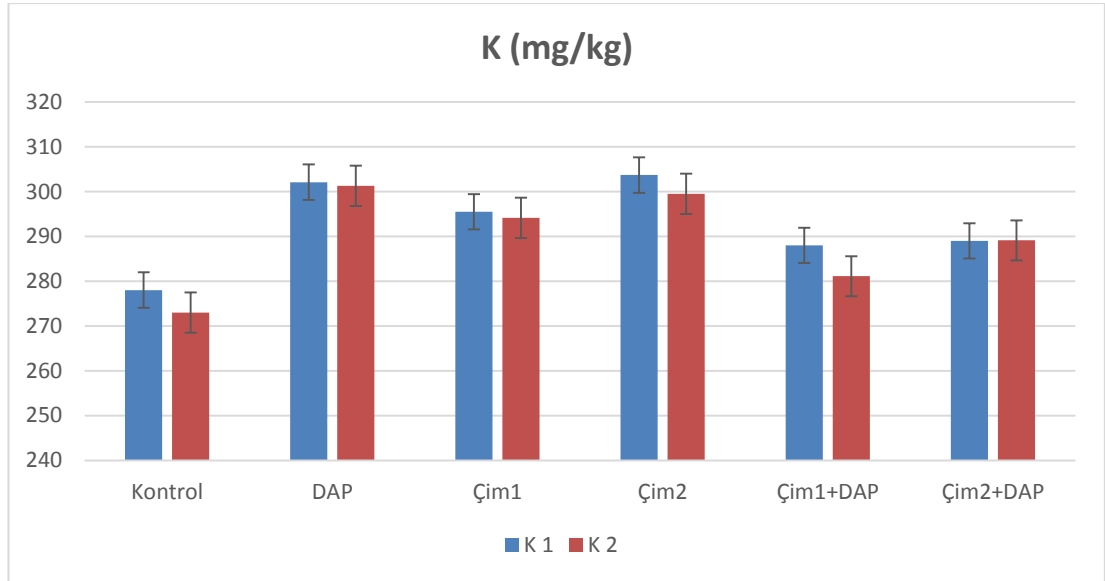
ÖD: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları



Şekil 4.72 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların fosfor kapsamı üzerine etkisi



Şekil 4.73 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların potasyum kapsamı üzerine etkisi

4.4.5 Tarla denemesi toprak örneklerinin toplam iz element ve ağır metal miktarlarındaki değişimler

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin 1. ay ve hasat dönemi topraklarının toplam Cd, Pb ve Ni değerleri çizelge 4.21, toplam Cr, Zn ve Cu değerleri çizelge 4.22’de, Fe, Mn, Ca, Mg değerleri de çizelge 4.23’de verilmiştir.

Toprakta toplam Cd her iki dönemde de deteksiyon limitlerinin altında belirlenmiş olup ($< 0,005$) çizelgelerde verilmemiştir.

Toprakların toplam Pb kapsamlarının genel olarak birinci ay sonuçları hasat dönemi sonuçlarına göre daha yüksek olup, her iki dönemde de en düşük kontrol, en yüksek 1. ayda OA1+DAP, hasat döneminde ise tek başına DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak kurşunda belirlenen artış her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprakların toplam Ni kapsamaları da Pb’de olduğu gibi genel olarak birinci ay sonuçları hasat dönemi sonuçlarına göre daha yüksek olup, her iki dönemde de en düşük OA2, en yüksek 1. ayda kontrol, hasat döneminde ise OA1+DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen nikeldeki artış her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.21 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb ve Ni kapsamaları üzerine etkisi

Uygulama	Pb 1 mg/kg	Pb 2 mg/kg	Ni 1 mg/kg	Ni 2 mg/kg
Kontrol	13,1 öd	11,73 öd	68,73 öd	65,25 öd
DAP	13,98 öd	13,5 öd	66,73 öd	66 öd
OA1	13,98 öd	13 öd	67,18 öd	63,25 öd
OA2	13,65 öd	12,5 öd	66,3 öd	63 öd
OA1+DAP	14,95 öd	12,5 öd	67,58 öd	66,5 öd
OA2+DAP	14,18 öd	13,48 öd	67,55 öd	65,25 öd
LSD<0.05	2.035	1.755	2.207	4.161

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

ÖD: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları

Toprakların toplam Cr kapsamalarının genel olarak birinci ay sonuçları hasat dönemi sonuçlarına göre daha yüksek olup, her iki dönemde de en yüksek kontrol, en düşük 1. ayda OA1, hasat döneminde OA1+DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen kromdaki artış her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprakta toplam Zn değerleri 1.ay sonuçlarına göre en düşük tek başına OA1 ve DAP uygulamalarında, en yüksek kontrol uygulamasında, hasat dönemi sonuçlarına göre ise en düşük OA2, en yüksek kontrol uygulamalarında belirlenmiştir. Belirlenen artış istatistiksel olarak önemli bulunmamış, ancak sonuçlarda uygulanan alglerin Zn’yi adsorbe ettikleri görülmüştür. (çizelge 4.21).

Toprakların toplam Cu kapsamlarının genel olarak birinci ay sonuçları hasat dönemi sonuçlarına göre daha yüksek olup, her iki dönemde de en yüksek kontrol, en düşük 1. ayda OA2, hasat döneminde OA1+DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen bakır miktarlarındaki artış her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.22 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr, Zn ve Cu kapsamları üzerine etkisi (mg/kg)

Uygulama	Cr 1 mg/kg	Cr 2 mg/kg	Zn 1 mg/kg	Zn 2 mg/kg	Cu 1 mg/kg	Cu 2 mg/kg
Kontrol	63,85 öd	62,25 öd	34,88A	36,55 öd	37,13 öd	36 öd
DAP	58,38 öd	57 öd	31,75B	31,78 öd	33,25 öd	32,75 öd
OA1	57,15 öd	46,65 öd	31,75B	31,5 öd	29,83 öd	30 öd
OA2	59,73 öd	49,6 öd	33,35AB	30,75 öd	28,65 öd	28,25 öd
OA1+DAP	59,25 öd	43,23 öd	33,78AB	32 öd	28,98 öd	27,75 öd
OA2+DAP	59,28 öd	44,05 öd	34,13AB	33,75 öd	31,25 öd	30 öd
LSD<0.05	5.197	4.308	2.439	2.039	2.772	2.275

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

ÖD: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları

Toprakların toplam Fe kapsamları 1. ay sonuçlarına göre en düşük OA1+DAP, en yüksek kontrol, hasat sonuçlarına göre ise en düşük tek başına DAP ve OA1+DAP, en yüksek OA2 uygulamalarında belirlenmiştir. Fe artışı yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak 1. ay sonuçlar istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı olup, hasat dönemi sonuçlarında anlamlı bulunmamıştır. 1. ay sonuçlarının Duncan testi harflendirmesi ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.

Toprakta toplam Mn değerleri hasat dönemi sonuçları 1. ay sonuçlarına nazaran (OA1 uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda) yüksektir. Buna göre her iki dönem sonuçlarında en düşük DAP, en yüksek ise başlangıç döneminde OA2, hasat döneminde ise kontrol uygulamalarında belirlenmiştir. Belirlenen artış $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Toprakların toplam Ca kapsamlarının genel olarak birinci ay sonuçları hasat dönemi sonuçlarına göre daha yüksek olup, her iki dönemde de en düşük OA2+DAP, en yüksek OA2 uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen Ca artışı her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprakta toplam Mg değerleri her iki dönem sonuçlarında en düşük OA2+DAP, en yüksek başlangıç döneminde DAP, hasat döneminde OA2 uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen Mg artışı her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.23 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe, Mn, Ca, Mg kapsamları üzerine etkisi (mg/kg)

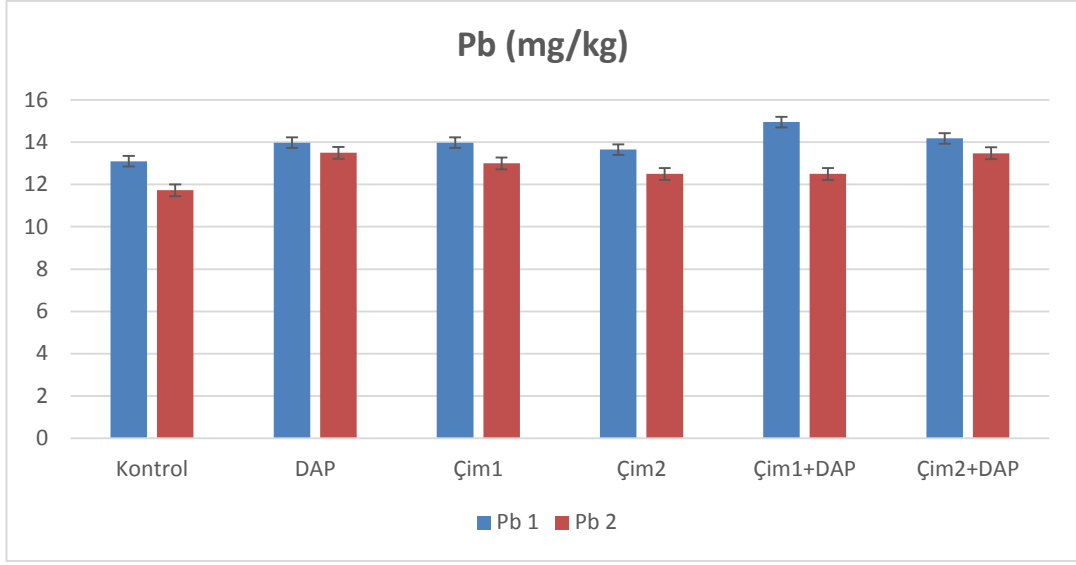
Uygulama	Fe 1 %	Fe 2 %	Mn 1 mg/kg	Mn 2 mg/kg	Ca 1 mg/kg	Ca 2 mg/kg	Mg 1 mg/kg	Mg 2 mg/kg
Kontrol	1,95 A	1,80 öd	513 öd	536,2 öd	74950 öd	74645 öd	12018 öd	12093 öd
DAP	1,81 AB	1,72 öd	437,75 öd	477,2 öd	75597 öd	75264 öd	12115 öd	12167 öd
OA1	1,76 B	1,74 öd	509,5 öd	507,85 öd	76075 öd	75299 öd	11815 öd	11650 öd
OA2	1,84 AB	1,85 öd	521,25 öd	536,15 öd	77177 öd	76056 öd	12065 öd	12226 öd
OA1+ DAP	1,71 B	1,72 öd	491,25 öd	501,82 öd	73188 öd	72675 öd	11468 öd	11426 öd
OA2+ DAP	1,78 B	1,78 öd	469,25 öd	494,32 öd	72920 öd	72085 öd	11245 öd	10949 öd
LSD<0.05	0.154	0.128	53.563	54.467	7693	7272	1232	1192

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

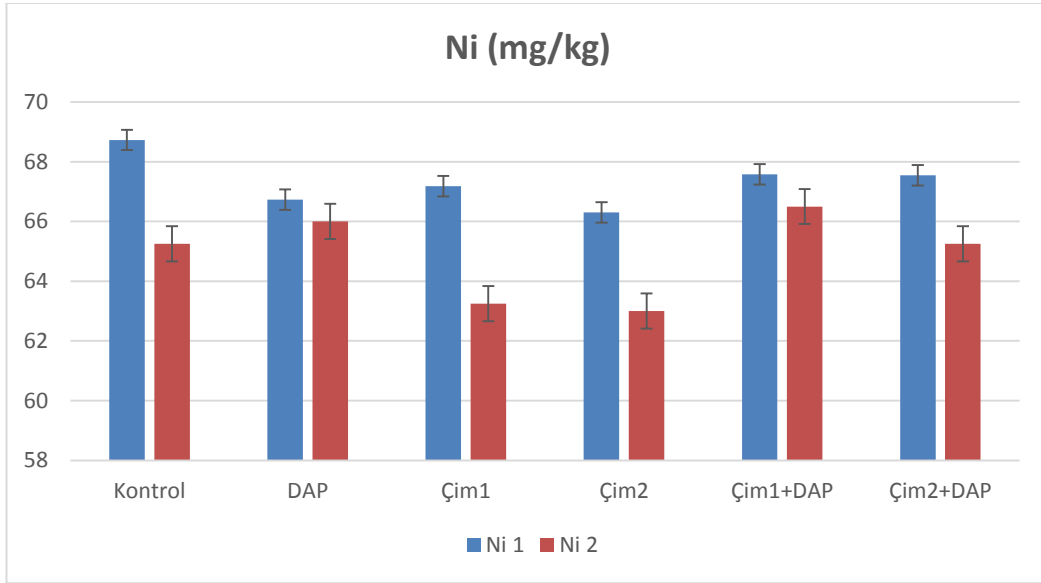
ÖD: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

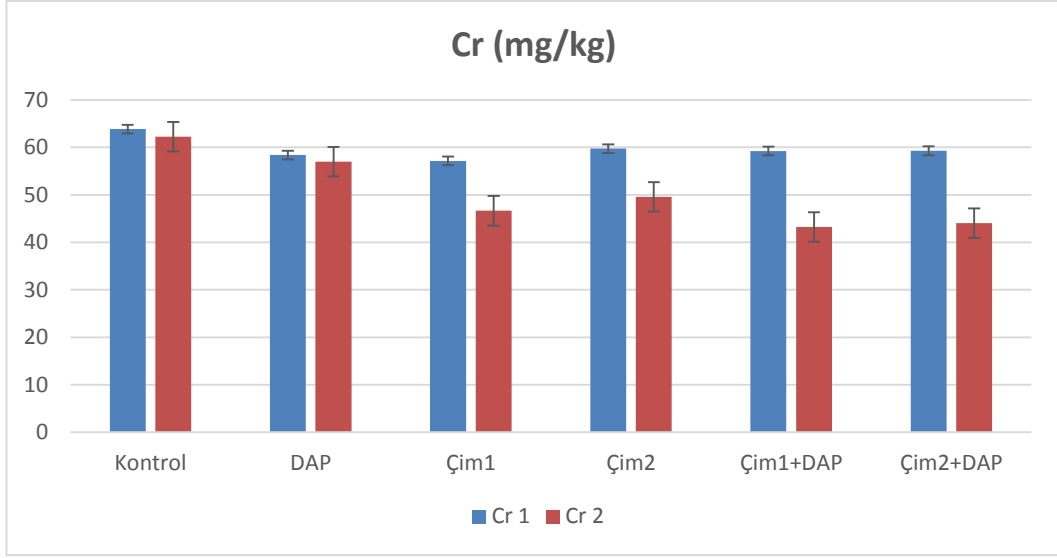
Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları



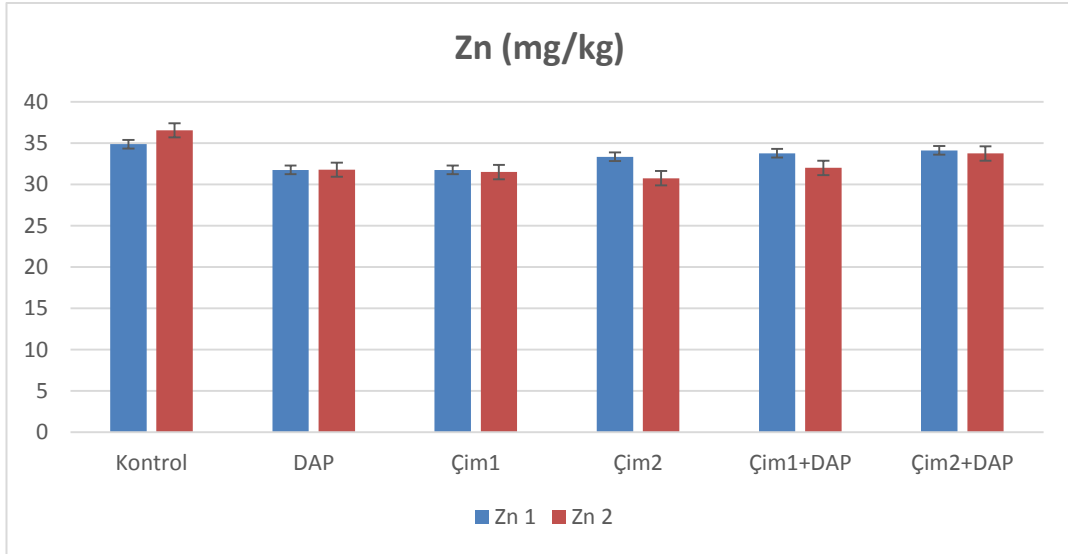
Şekil 4.74 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Pb kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



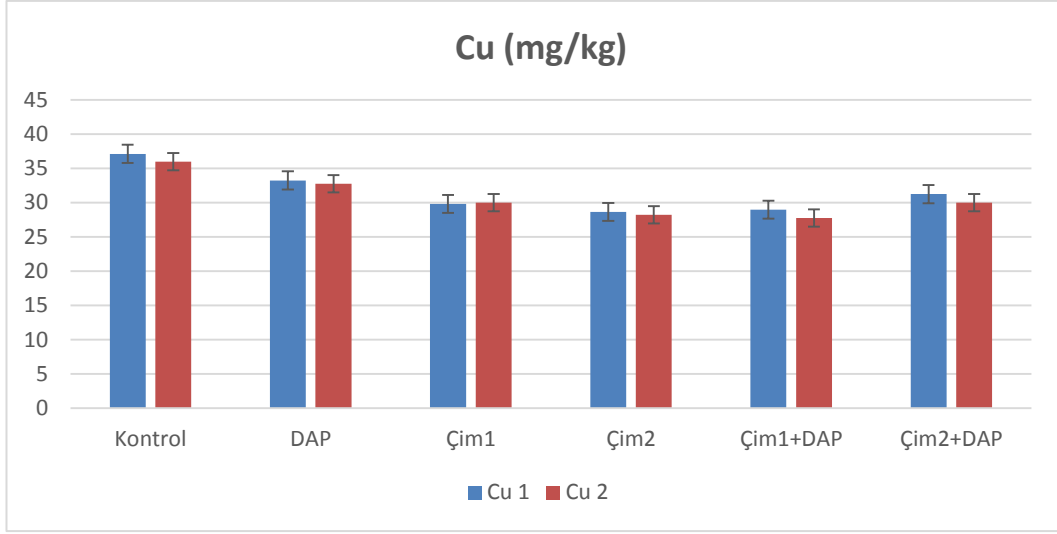
Şekil 4.75 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ni kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



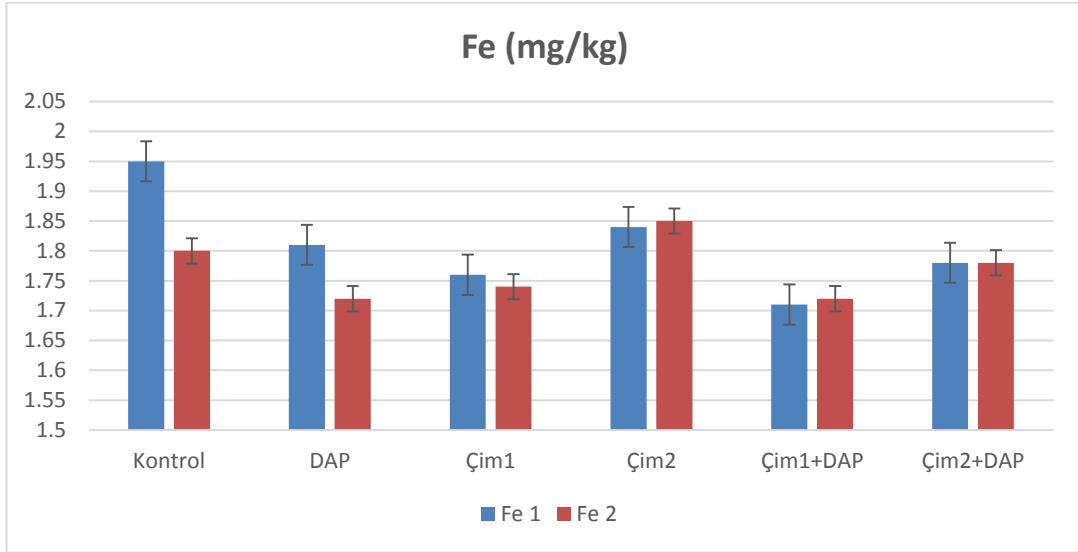
Şekil 4.76 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cr kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



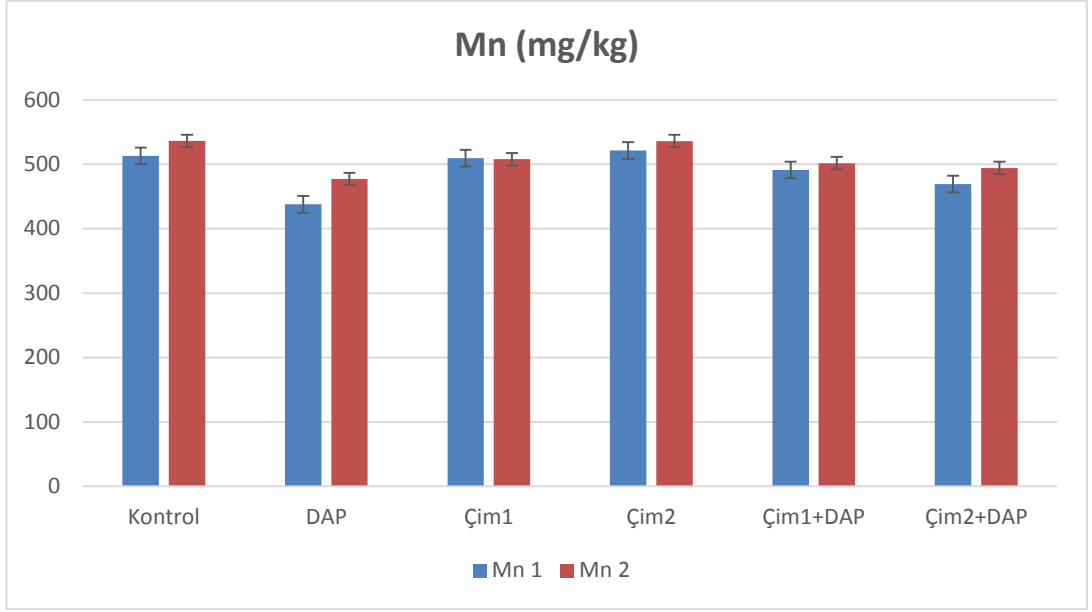
Şekil 4.77 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Zn kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



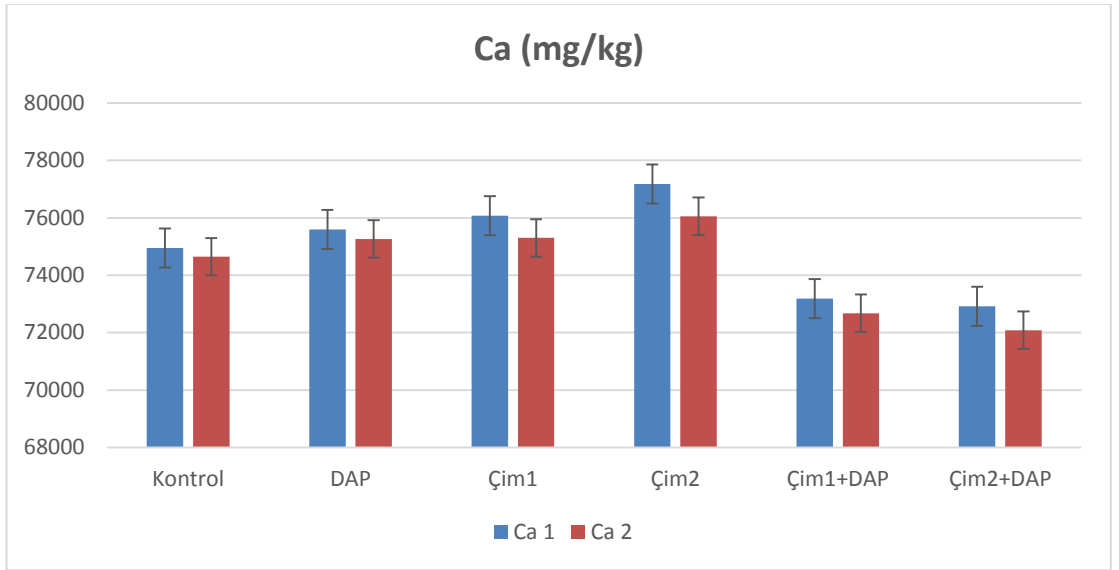
Şekil 4.78 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Cu kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



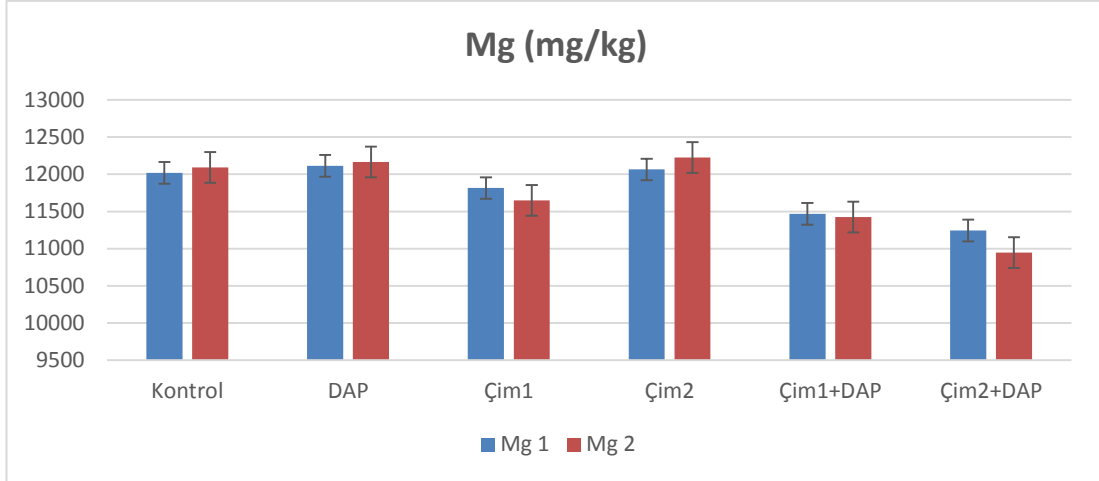
Şekil 4.79 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Fe kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 4.80 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Mn kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 4.81 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Ca kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)



Şekil 4.82 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların toplam Mg kapsamı üzerine etkisi (mg/kg)

4.4.6 Tarla denemesi toprak örneklerinin B-glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivitelerindeki değişimler

Tarla denemesinin 2014-2015 ürün dönemlerinde mikroalg ve DAP içerikli olan 6 uygulama faktörüne ilişkin toprakta belirlenen beta glukozidaz, alkali fosfataz ve üreaz enzim aktivitesi değerlerine ilişkin veriler çizelge 4.24’de verilmiştir.

Beta glukozidaz enzim aktivitesi her iki dönemde de kontrol uygulamasından yüksek çıkmıştır. En düşük beta glukozidaz enzim aktivitesi kontrol uygulamalarında, en yüksek aktivite ise her iki dönemde OA1+DAP uygulanmalarında belirlenmiştir. Hasat dönemi sonuçlarının başlangıç dönemi sonuçlarına göre yüksek çıkması uygulamayı izleyen 9 ay içerisinde (OA2+DAP uygulaması hariç) bu enzim aktivitesinde devamlılık gösteren bir artış olduğunu göstermektedir. Uygulamalardan 1 ay sonra alınan toprak örneklerinde uygulamalara bağlı olarak beta glukozidaz enzim aktivitesinde belirlenen değişimler $P<0.05$ düzeyinde önemli olmuş, hasat döneminde alınan toprak örneklerinde uygulamalara bağlı olarak enzim aktivitesinde belirlenen değişimler ise önemli bulunmamıştır.

Alkali fosfataz enzim aktivitesi tarla denemesi süresince artış göstermiştir. Başlangıç döneminde en düşük alkali fosfataz enzim aktivitesi kontrol, en yüksek ise OA1 uygulamasında, hasat döneminde ise DE alg uygulamasında en düşük kontrol, en

yüksek tek başına DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen söz konusu enzim artışı her iki dönemde de istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Tek başına alg uygulamalarının toprağın alkali fosfataz aktivitesini, DAP gübresiyle birlikte uygulanmasına göre daha fazla artırmıştır. Genel olarak ortamda DAP gibi inorganik fosfor kaynağı bulunması durumunda mikroorganizmalar alkali fosfataz enzim aktivitesini daha az salgırlar, organik fosforun ortamda bulunduğu topraklarda ise alkali fosfataz enzim aktivitesi mikroorganizmalar tarafından daha fazla ortama salınmaktadır.

Üreaz enzim aktivitesi tarla deneme süresi boyunca dönemsel olarak tüm uygulamalarda bir azalma göstermiştir. Uygulamalar arası bakıldığında ise başlangıç verileri en düşük OA1, en yüksek OA2+DAP uygulamalarında, hasat dönemi verileri başlangıcın tersine en düşük OA2+DAP, en yüksek OA1 uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen söz konusu enzim artışı her iki dönemde de istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır. Hofmann ve Hofmann (1966), toprakları üreaz enzimini aktivitelerine göre düşük (<8), normal (8-16) ve yüksek (>16) terimleriyle 3 sınıfa ayırmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre tarla denemesi topraklarının tamamı başlangıçta yüksek üreaz aktivitesine sahipken, hasat topraklarında hepsi normal seviyeye düşmüştür.

Çizelge 4.24 Tarla denemesi uygulamalarının toprakların enzim aktiviteleri üzerine etkisi

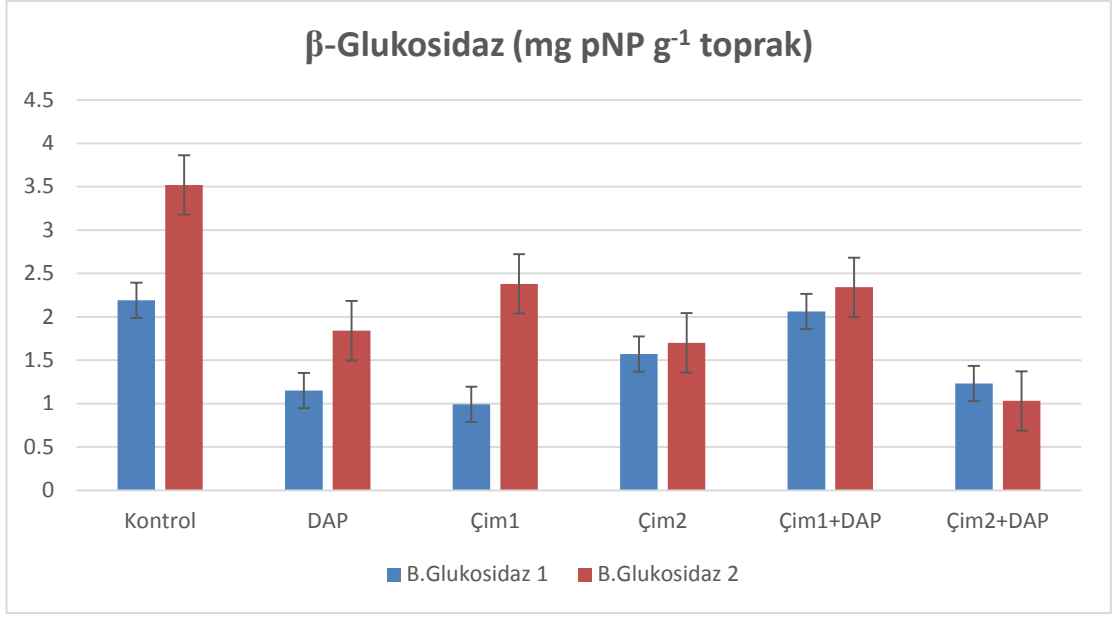
Uygulama	B-Glukosidaz 1 (mg pNP g ⁻¹ toprak)	B-Glukosidaz 2 (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Alkali Fosfataz 1 (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Alkali Fosfataz 2 (mg pNP g ⁻¹ toprak)	Üreaz 1 (mg NH ₄ -N/100 g toprak)	Üreaz 2 (mg NH ₄ -N/100 g toprak)
Kontrol	0,99B	1,52öd	4,30B	12,33B	19,65öd	8,90öd
DAP	1,15AB	1,84öd	4,81B	14,50A	22,02öd	9,45öd
OA1	0,99B	2,38öd	7,33A	13,64AB	19,37öd	13,26öd
OA2	1,57A	1,70öd	6,49A	14,47A	21,44öd	9,33öd
OA1+DAP	2,06A	2,34öd	4,98B	14,39A	21,28öd	10,24öd
OA2+DAP	1,23AB	1,03öd	4,32B	14,14A	27,69öd	8,26öd
LSD<0.05	1.161	1.405	1.945	1.326	13.64	7.63

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma (P<0.05);

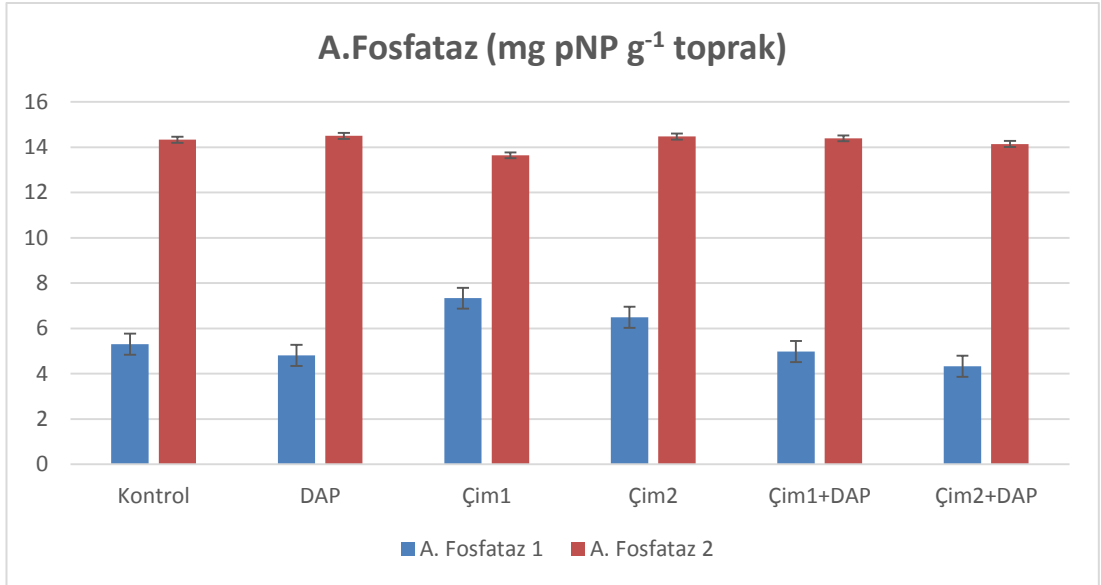
öd: Önemli değil.

LSD: Least Significant Difference.

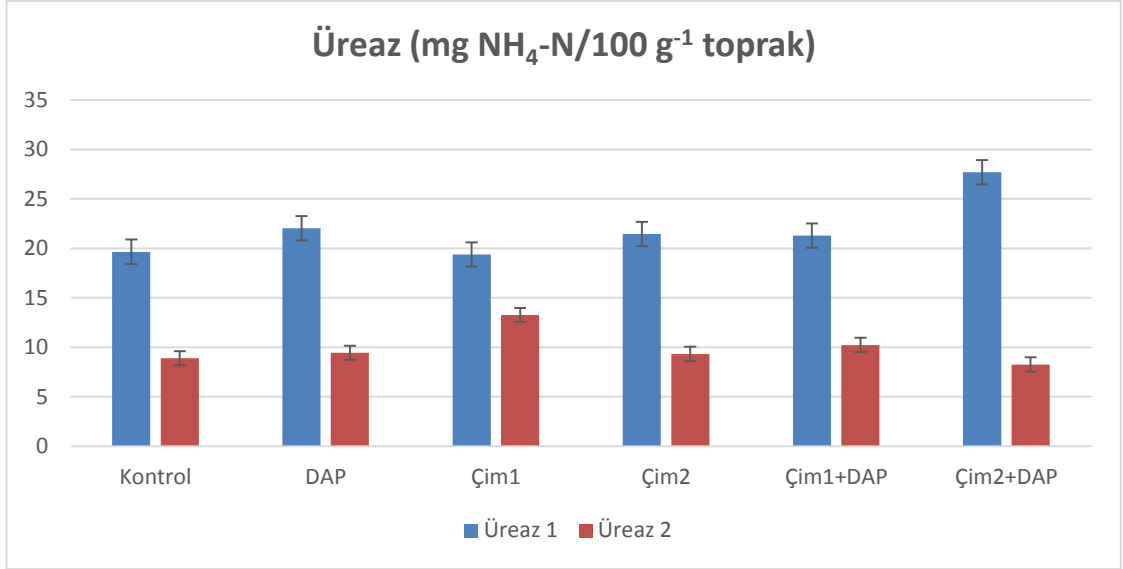
Parametre1: 1. Ay sonundaki analiz sonuçları, Parametre2: Hasat sonrası analiz sonuçları



Şekil 4.83 Tarla denemesi uygulamalarının beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri



Şekil 4.84 Tarla denemesi uygulamalarının alkali fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkileri



Şekil 4.85 Tarla denemesi uygulamalarının üreaz enzim aktivitesi üzerine etkileri

4.4.7 Tarla denemesi bitki örnekleri analiz sonuçları

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin bitki örneklerinde belirlenen bitki boyu ve verim sonuçları çizelge 4.25’de verilmiştir.

4.4.7.1 Bitki boyu

DAP ve mikroalg uygulanmış parsellerde yetişen buğday bitkilerinin boyu, kontrol parseline göre fazla bulunmuş, en yüksek bitki boyu ise OA1+DAP uygulamasında belirlenmiştir. Ancak uygulamalar arasında belirlenen fark $P < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Bitki boyu çeşidin genetik yapısı, ekim sıklığı, ekim zamanı, yağış durumu, gübreleme ve toprak şartlarına göre değişmektedir (Yürür vd. 1981, Gençtan ve Sağlam 1987, Kün 1988). Bitki boyu, hasat indeksi ve yatmaya etkisi yönünden önemli morfolojik özelliklerden biridir (Kirtok vd. 1987). Araştırma sonucunda bitki boyuna ilişkin elde edilen veriler, Anonim (2009)’in 7 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yaptığı çalışmadaki bitki boyu ortalamalarına (91-112 cm) oldukça yakındır.

4.4.7.2 Dekara tane verimi

Tarla denemesi hasat sonucunda en düşük verim kontrol uygulamasında 219,55kg/da olarak belirlenirken, en yüksek verim 307,18kg/da olarak OA2+DAP uygulanmış parselde belirlenmiştir. Algin yüksek dozunun DAP gübresiyle kombine uygulamasında en yüksek verim elde edilmiş, bunu tek başına DAP uygulaması takip etmiştir. Bütün uygulamalarla kontrol arasında $P<0,05$ düzeyinde önemli fark belirlenmiştir (şekil 4.87). Kontrole göre mikroalg ve kimyasal gübre uygulamalarında verimde meydana gelen artış $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Algin yüksek dozunun tek başına ve özellikle DAP kimyasal gübresiyle birlikte uygulanması, düşük doz alg uygulamasına göre verimde daha fazla etki etmiştir (şekil 4.87).

Biyolojik verim değerlerine bakıldığında da dekara verimde olduğu gibi en yüksek algin yüksek dozunun DAP gübresiyle kombine uygulamasında biyolojik verim elde edilmiş, bunu tek başına DAP uygulaması takip etmiştir. Bu iki uygulamayla geri kalan tüm uygulamalar arasında meydana gelen farklılık $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (şekil 4.87). Toprağa AO alginin DAP gübresiyle birlikte uygulanması tek başına DAP uygulamasına göre %5 oranında verimde artış yapmıştır. Ancak Tarla denemesinin yürütüldüğü Polatlı TİGEM işletme arazisinde 2014-2015 ekim döneminde ortalama buğday veriminin 320 kg/da olduğu yetkililer tarafından belirtilmiş, bu sonuca göre de bütün uygulamalarda bölge verim değerlerinin altında verim alınmıştır. TİGEM ortalamalarına en yakın verim ise yüksek doz OA alg izolatının DAP gübresiyle birlikte uygulandığı parsellerde belirlenmiştir.

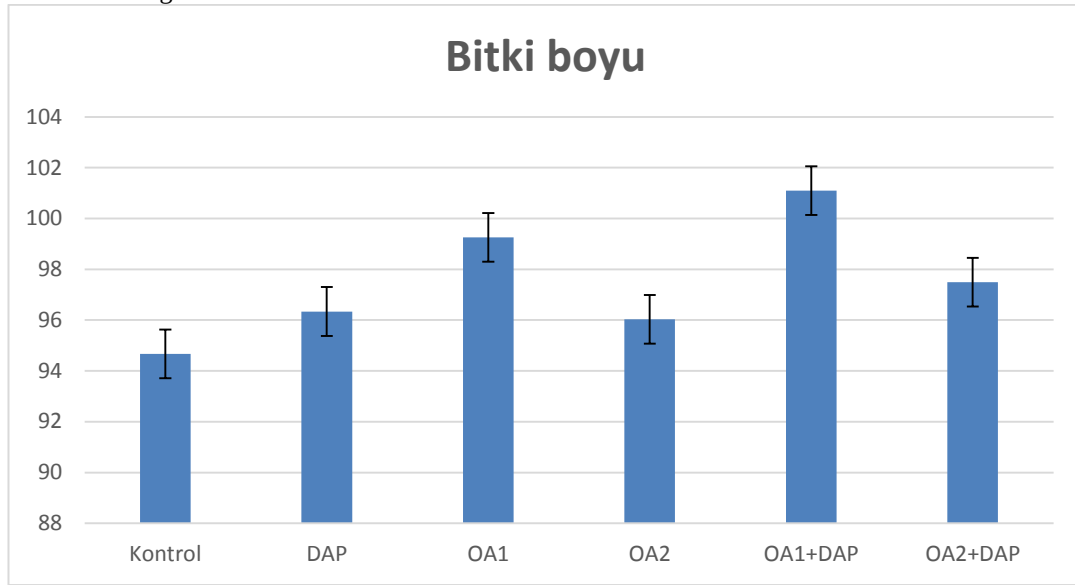
Çizelge 4.25 Tarla denemesi uygulamalarının bitki boyu ve verim üzerine etkisi

Uygulama	Bitki boyu Cm	Verim kg/da	Biyolojik verim
Kontrol	94,67öd	219,55B	67,36B
DAP	96,34öd	292,66A	73,96A
OA1	99,26öd	266,36A	66,06B
OA2	96,03öd	275,41A	68,93B
OA1+DAP	101,10öd	298,95A	73,91B
OA2+DAP	97,49öd	307,18A	76,28A
LSD<0.05	8.002	73.15	5,879

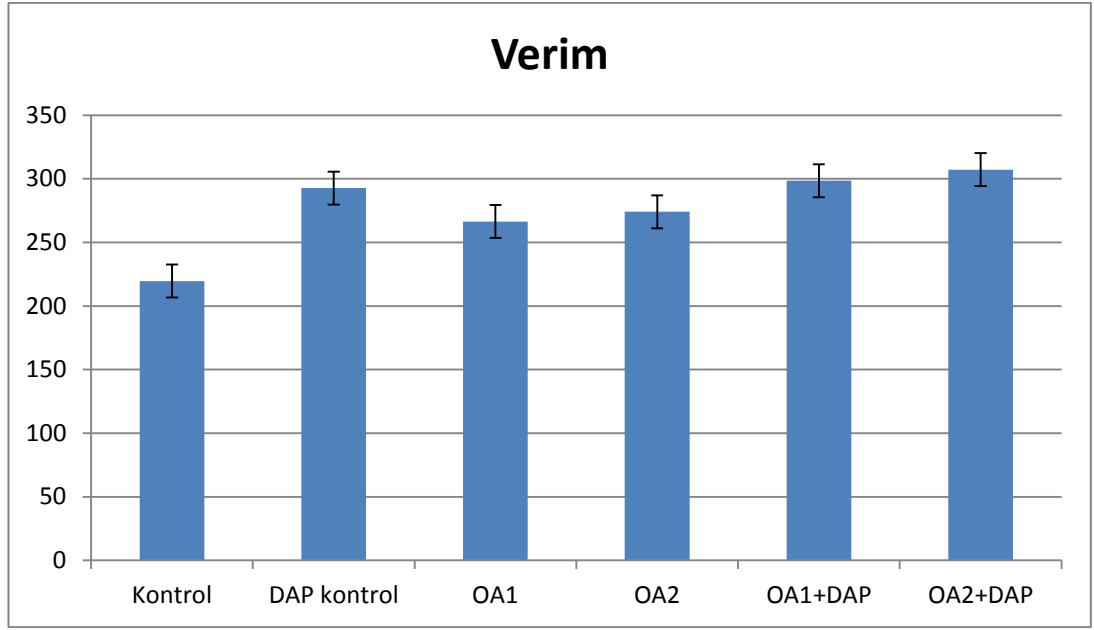
Büyük harf düzeyi olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

ÖD: Önemli Değil

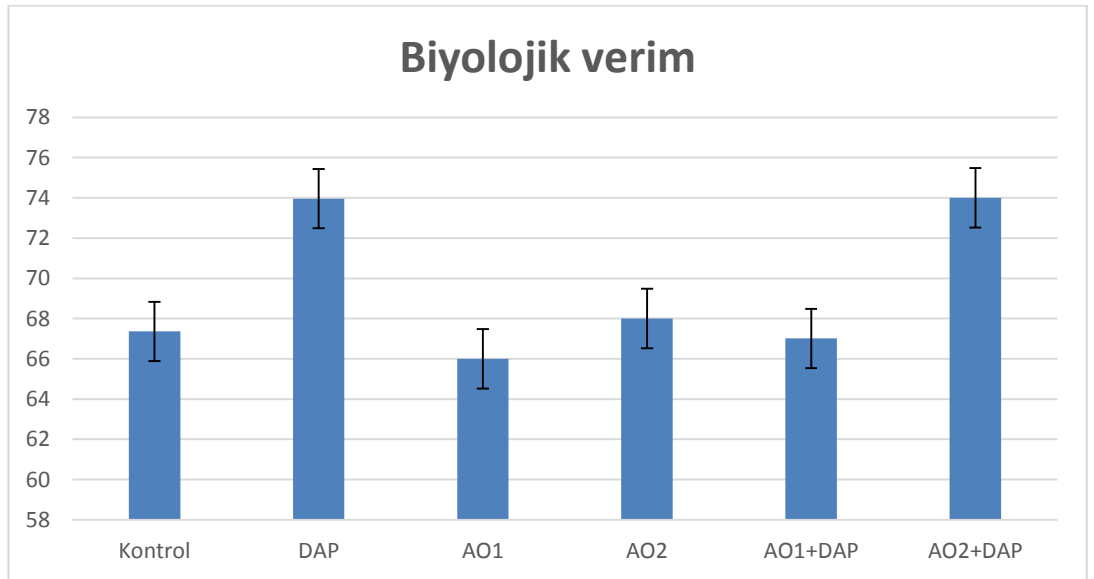
LSD: Least Significant Difference.



Şekil 4.86 Tarla denemesi uygulamalarının bitki boyu kapsamı üzerine etkisi



Şekil 4.87 Tarla denemesi uygulamalarının tane verimi üzerine etkisi



Şekil 4.88 Tarla denemesi uygulamalarının biyolojik verim üzerine etkisi

4.4.7.3 Tarla denemesi uygulamalarının buğday bitkisi azot, fosfor içeriklerine etkisi

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin hasat edilen bitkilerin içerdiği azot ve fosfor içerik değerleri çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Tarla denemesi uygulamalarının bitkilerin içerdiği azot ve fosfor içeriklerine etkisi

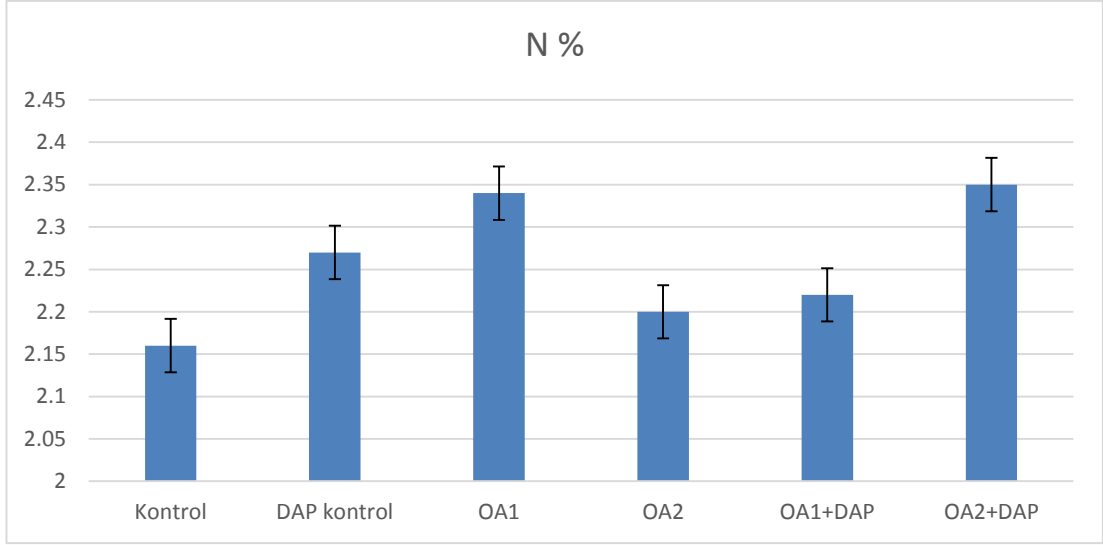
Uygulama	N %	P mg/kg
Kontrol	2,16 B	2577öd
DAP kontrol	2,27 A	2769öd
OA1	2,34 A	2773öd
OA2	2,20 A	2572öd
OA1+DAP	2,22 A	2775öd
OA2+DAP	2,35 A	2756öd
LSD<0.05	0,124	718,22

Büyük harf düşey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

ÖD: Önemli Değil

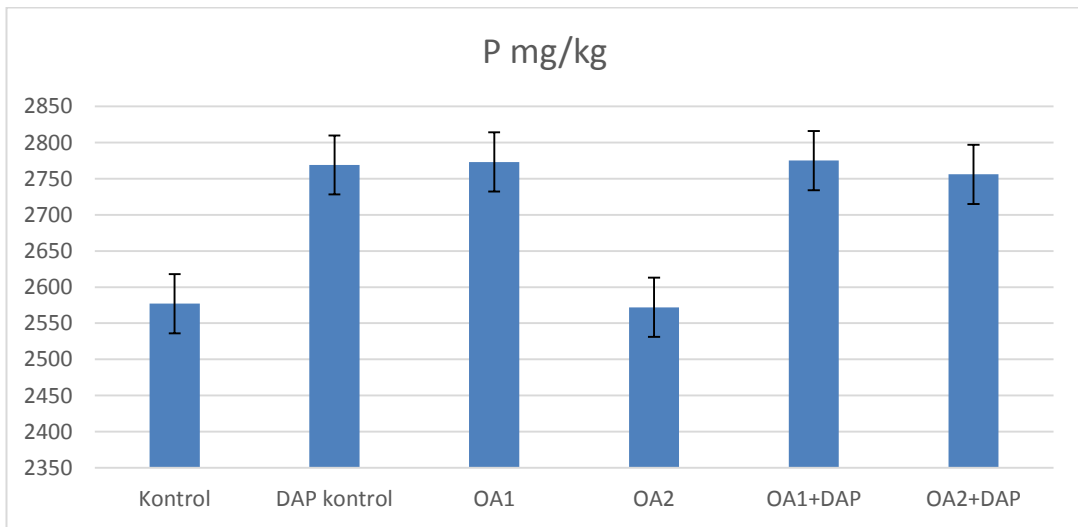
LSD: Least Significant Difference.

2014-2015 yılı tarla denemesi 6 uygulama faktörüne ilişkin hasat edilen ürünlerin azot içerikleri incelendiğinde tüm uygulamaların kontrole göre yüksek olduğu, en yüksek değer de OA2+DAP uygulamasında olduğu görülmektedir. Uygulanan dozların bitkideki azot içeriğine etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı olup, sonuçların Duncan testi harflendirmesi ortalamaların yanında harfli gösterim yaklaşımı ile verilmiştir.



Şekil 4.89 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği azot kapsamı üzerine etkisi

2014-2015 yılı tarla denemesi 6 uygulama faktörüne ilişkin hasat edilen ürünlerin fosfor içerikleri incelendiğinde tüm uygulamaların (OA2 hariç) kontrole göre yüksek olduğu, en yüksek değer de OA1+DAP uygulamasında olduğu görülmektedir. Alg dozundaki artışla fosfor değerinin azaldığı, ilavesiyle ise arttığı gözlenmiştir. Ancak uygulanan dozların bitkideki fosfor içeriğine etkisi istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



Şekil 4.90 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği fosfor kapsamı üzerine etkisi

4.4.7.4 Tarla denemesi uygulamalarının buğday bitkisi ağır metal içeriklerine etkisi

2014-2015 yılı tarla denemesi ürün döneminde 6 uygulama faktörüne ilişkin hasat edilen bitkilerin içerdiği Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni değerleri çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4. 27 Tarla denemesi uygulamalarının bitkilerin içerdiği Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni içeriklerine etkisi

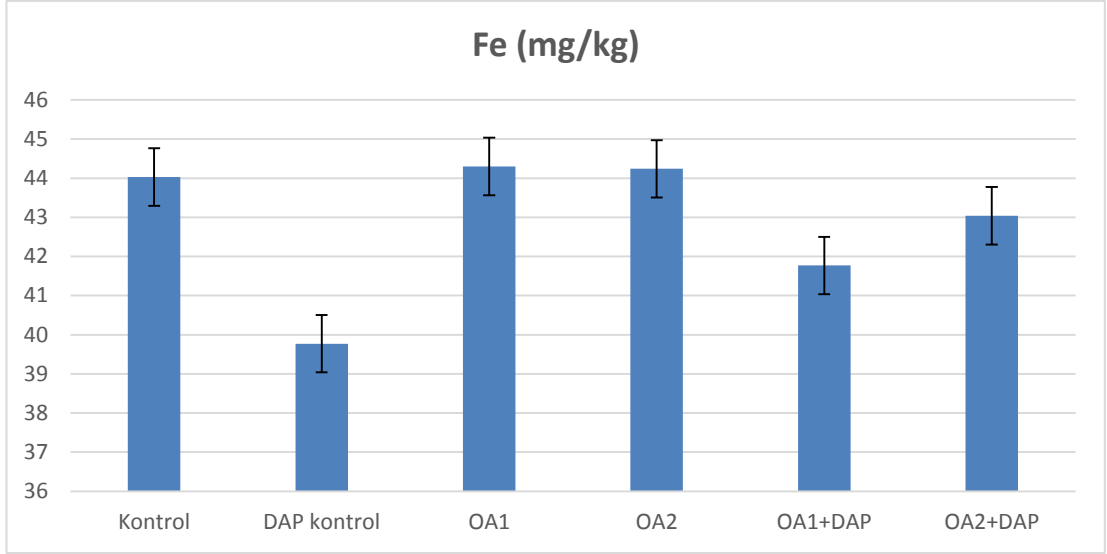
Uygulama	Fe(mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn(mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)
Kontrol	44,03 öd	3,12 öd	28,12 öd	47,37 öd	2,12 öd	1,67 öd
DAP kontrol	39,77 öd	3,15 öd	27,07 öd	48,70 öd	2,55 öd	1,80 öd
OA1	44,30 öd	3,55 öd	27,60 öd	49,97 öd	2,30 öd	1,27 öd
OA2	44,24 öd	2,72 öd	26,75 öd	46,47 öd	2,15 öd	1,12 öd
OA1+DAP	41,77 öd	3,02 öd	25,12 öd	42,72 öd	2,35 öd	1,65 öd
OA2+DAP	43,04 öd	3,37 öd	27,67 öd	42,57 öd	2,15 öd	1,69 öd
LSD<0.05	11,352	1,891	9,365	10,369	1,325	0,658

Büyük harf düzey olarak her bir doz arasındaki karşılaştırma ($P<0.05$);

ÖD: Önemli değil

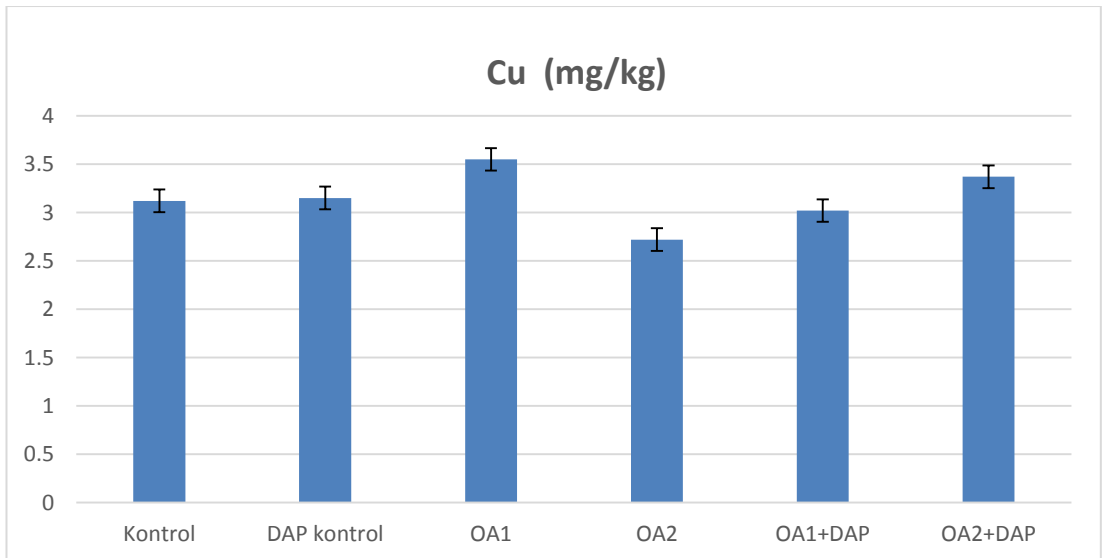
LSD: Least Significant Difference.

Hasat edilen ürünlerin Fe içerikleri incelendiğinde en yüksek değer OA2, en düşük değerin DAP kontrol uygulamasında olduğu görülmektedir. Doz ilavesiyle Fe değerinde anlamlı bir değişiklik olmamış, DAP ilavesiyle ise azalma gözlenmiştir. Ancak uygulanan dozların bitkideki Fe içeriğine etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



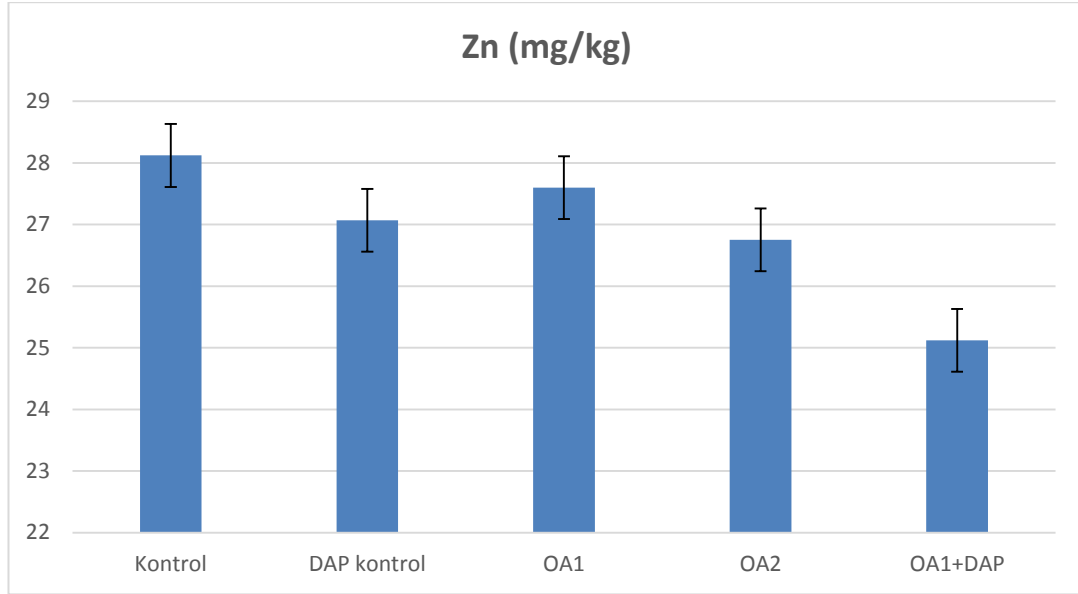
Şekil 4.91 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Fe kapsamı üzerine etkisi

Hasat edilen ürünlerin Cu içerikleri incelendiğinde en yüksek değerin OA1, en düşük değerin OA2 uygulamasında olduğu görülmektedir. Alg dozları ve DAP ilavesiyle Cu değerinde anlamlı bir değişiklik olmamış, ortalamalar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



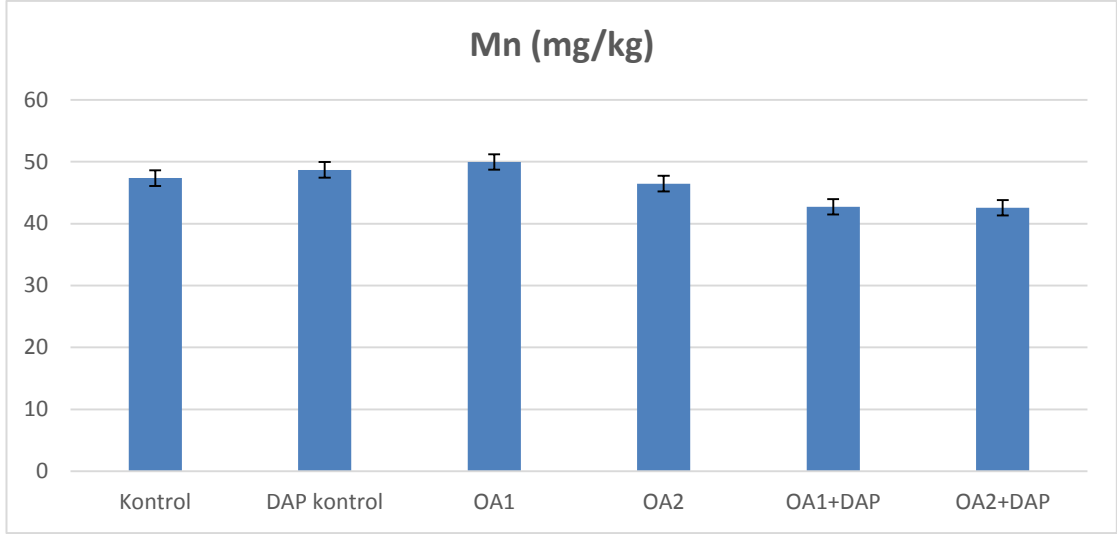
Şekil 4.92 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Cu kapsamı üzerine etkisi

Hasat edilen ürünlerin Zn içerikleri incelendiğinde en yüksek değerin kontrol, en düşük değerin OA1+DAP uygulamasında olduğu görülmektedir. Alg dozları ve DAP ilavesiyle Zn değerinde anlamlı bir değişiklik olmamış, ortalamalar istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



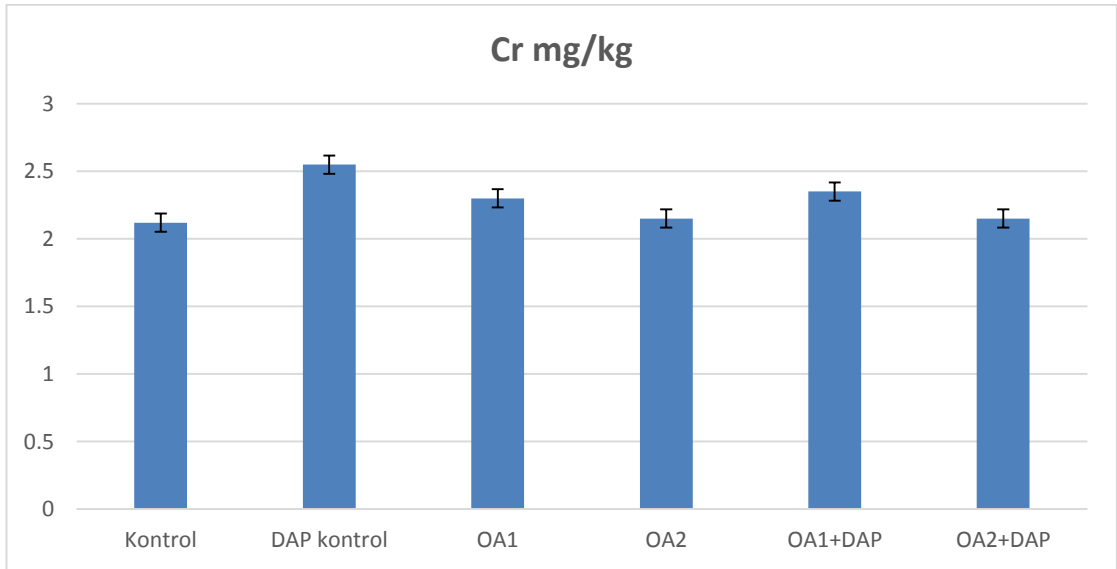
Şekil 4.93 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Zn kapsamı üzerine etkisi

Hasat edilen ürünlerin Mn içerikleri incelendiğinde en yüksek değerin OA1, en düşük değerin OA2+DAP uygulamasında olduğu görülmektedir. Alg dozları ve DAP ilavesiyle Zn değerinde azalma olmuş, ancak uygulanan dozların bitkideki Mn içeriğine etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



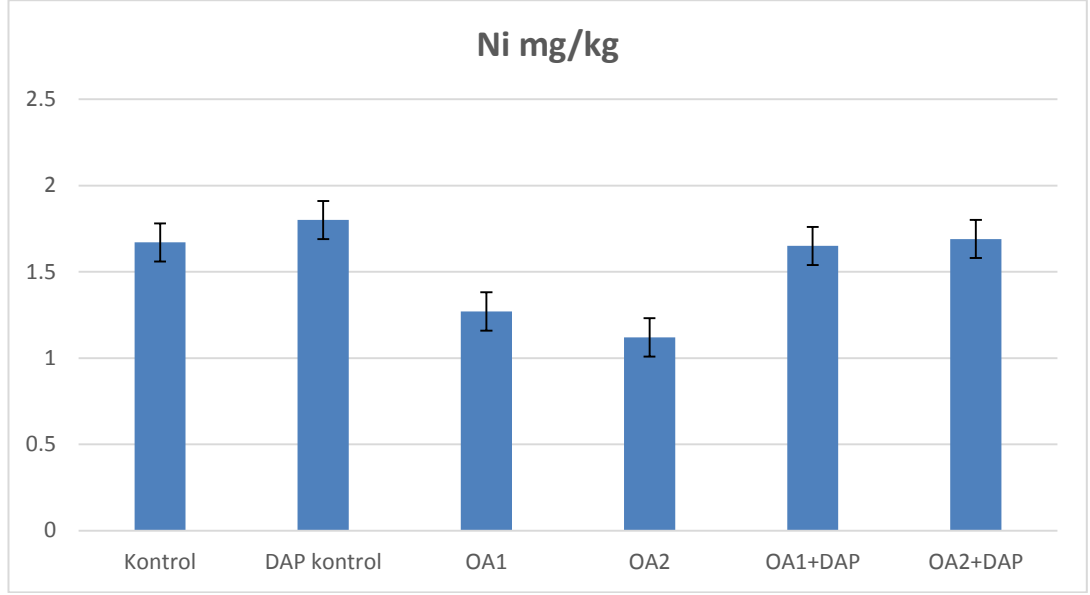
Şekil 4.94 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Mn kapsamı üzerine etkisi

Hasat edilen ürünlerin Cr içerikleri incelendiğinde en yüksek değerin DAP kontrol, en düşük değerin OA2 uygulamasında olduğu görülmektedir. Doz ilavesiyle Cr değerinde azalma olmuş, ancak ortalamalar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



Şekil 4.95 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Cr kapsamı üzerine etkisi

Hasat edilen ürünlerin Ni içerikleri incelendiğinde en yüksek değerin DAP kontrol, en düşük değerin OA2 uygulamasında olduğu görülmektedir. DAP ilavesiyle Ni değerinde artma olmuş, ancak ortalamalar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.



Şekil 4.96 Tarla denemesi uygulama konularının hasat ürününün içerdiği Ni kapsamı üzerine etkisi

5. SONUÇ

Bu çalışma mikroalglerin bitki yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre olarak kullanılabilirliğini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla öncelikle mikroalglerin seçilmesi çalışmaları yürütülmüştür. Mikroalgler Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama çiftliği arazisinde farklı ekim desenleri bulunan yüzey topraklarından (0-5cm) izole edilmiş ayrıca Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Merkezinde bulunan koleksiyondan da mikroalg temin edilmiştir. Söz konusu algler buğday bitkisi çimlenme testlerine ve mikroalglerin atmosferik azot fiksasyonu yeteneğine sahip izolatların belirlenmesi için asetilen redüksiyonu testine (ART) tabi tutulmuştur. Çimlenme ve ART testleri sonuçlarına göre de inkübasyon, sera ve tarla denemelerinde kullanılacak olan 3 adet mikroalg tespit edilmiş ve tür tanımlaması yapılmıştır. Bunlar; Çimen toprağından izole edilen: *Oscillatoria amoena* (OA), Buğday tarlasından izole edilen: *Oscillatoria nigro-viridis* (ON) ve Gazi Üniversitesi koleksiyonundan temin edilen: *Desertifilum tharense* (DT)'dir.

Denemelerde kullanılacak mikroalglerle karar verilmesinden sonra gerekli miktarlarda algler Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri merkezi laboratuvarlarında steril ortamda çoğaltılarak Ankara Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm laboratuvarlarına getirilmiş ve inkübasyon denemesi kurulmuştur.

Kontrollü koşullarda 4 ay süren inkübasyon denemesi sonuçlarına göre; sadece OA ve DT alg izolatlarının uygulandığı toprakların organik maddesindeki değişim inkübasyonun 1. gününde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Toprakların doza bağlı organik madde kapsamlarındaki artış ise 3. İnkübasyon dönemine kadar devam etmiş, 3. İnkübasyon döneminde (120 gün) mineralizasyonuna bağlı olarak azalmaya başlamıştır.

Toprakların hepsinde alınabilir fosfor orta düzeyde olup, ilave edilen alg dozuna ve zamana bağlı olarak alınabilir fosfor miktarları artış göstermiş ancak uygulamalar ve zamanlar arasında meydana gelen bu artışlar istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

İnkübasyon denemesi topraklarının değişebilir potasyum kapsamı noksan sınıfında olup ($<150 \text{ mg kg}^{-1}$), bütün uygulamalarda toprakların değişebilir potasyum değerlerinde belirlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Alg uygulamaları inkübasyon denemesi toprağının pH'sı üzerine etkide bulunmamıştır.

İnkübasyon denemesi topraklarının EC kapsamındaki değişimler ise bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Uygulamalar arasındaki farklar ve zamana bağlı belirlenen değişim farklılıkları $P>0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 3 alg türü kendi arasında kıyaslandığında OA ve ON alg türlerinin toprakların toplam EC kapsamı üzerine etkileri birbirine benzer seyretmiş, inkübasyon süresince önemli değişim göstermemiştir. DT alg türü uygulanmış toprakların ise inkübasyonun ilk 2 ayında kontrol toprağının altında EC belirlenmiş ancak inkübasyonun 4. ayında toprakların EC kapsamı kontrole göre önemli ($P<0.05$) artış göstermiştir. DT ile yapılan biyolojik gübreleme EC üzerinde artışa yol açarak toprakta tuzluluğun yükselmesine neden olarak bu biyolojik gübrenin tuzlu topraklarda uygulanmasında dikkatli olunması gerektiğine işaret etmektedir. Denemenin yürütüldüğü her üç dönemin ortalaması dikkate alındığında, EC değerinde istatistiksel olarak bir artış saptanmışsa da, bu artış bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyine ulaşmamıştır.

İnkübasyon denemesi topraklarının toplam azot kapsamı bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak artış göstermiş, bu parametreyi kontrole göre $P<0.05$ düzeyinde önemli derecede arttırmıştır. OA alg izolatında inkübasyonun başlangıç ve 2. Aylarında toprağın amonyum azotunu kontrole göre önemli derecede arttırmış, inkübasyonun son döneminde ise uygulamalar arasında önemli fark belirlenmemiştir. Nitrat azotu ise amonyum azotunun tersine, OA alg izolatı uygulanmış toprakların ilk 2 ayında uygulamalar arasında önemli bir fark belirlenmemiş, inkübasyonun son döneminde (4. Ay) uygulamalar arasındaki fark $P<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur, En yüksek nitrat azotu tek başına alg uygulamalarında belirlenmiş, üst üste alg uygulamaları her iki alg doz uygulamasında tek başına alg uygulamasına göre nitrat azotu daha düşük bulunmuştur. ON alg izolatı uygulamalarının toprağın azot kapsamı üzerine etkisi

OA alg izolatına benzemekte olup, ON alg uygulanmış toprakların amonyum, nitrat ve toplam azot kapsamları kontrole göre artış göstermiş, bu artış inkübasyonun 4. Ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. DT alg izolatı uygulanmış topraklarda alg uygulamalarının tamamında amonyum, nitrat ve toplam azot kapsamları kontrole göre tüm zamanlarda (nitrat azotu 1., 2. Ay hariç) istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir. Alg türleri kendi arasında kıyaslandığında OA ve DT alg türleri uygulanmış toprakların toplam azot kapsamları ON alg türü uygulanmış topraklara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek azot kapsamları 3 alg türünde de, düşük doz (0,03mg/kg) alg uygulamasında belirlenmiştir. İnkübasyonun 45, 60. ve 90. günlerinde ilaveten verilen alg uygulamaları toprakların toplam azot kapsamlarını kontrole göre artırmış olmasına rağmen, inkübasyonun başlangıcında bir kez alg uygulanmış topraklara göre ise azot kapsamları düşük bulunmuştur. İnkübasyon topraklarının başlangıç N değerleri yetersiz sınıftayken, alg uygulaması sonucu orta düzeyde N sınıfına yükselmiştir. İnkübasyon denemesi topraklarının amonyum azotu kapsamları inkübasyon süresine bağlı olarak azalmış, nitrat azot kapsamları ise artmıştır. En yüksek değerler tüm zamanlarda ve her 3 alg türünde de 0,012mg/kg + uygulamasında belirlenmiştir.

İnkübasyon denemesi topraklarının toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Pb, Cd, Ni ve Cr kapsamları bütün uygulamalarda ve tüm zamanlarda artış ve azalmalar göstermiş ancak bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

İnkübasyon denemesi topraklarının β -Glukozidaz enzim aktiviteleri bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak azalma göstermiştir ($P<0.05$). En yüksek β -Glukozidaz enzim aktivitesi 3 alg izolatında da, yüksek doz (0.012mg/kg) alg uygulamasında belirlenmiştir. OA alg uygulaması inkübasyonun başlangıcında kontrole göre önemli derecede artırmış, inkübasyonun 2. ve 4 aylarında ise uygulamalar arasında önemli fark belirlenmemiştir. ON alg uygulaması ise başlangıç ve 4. Ay topraklarında kontrole göre $P<0.05$ düzeyinde önemli artırmıştır. DT alg uygulaması ise inkübasyonun ilk 2 ayında uygulamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde anlamlı bir artış sağlamış, 4. ayda ise uygulamalar arasında belirlenen farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Her üç alg türü uygulamalarının özellikle yüksek dozu β -glukozidaz

aktivitesi üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olmuştur. Toprakta C-döngüsünde yer alan önemli bir enzim olan glukozidaz ile organik madde arasında yakın bir ilişki vardır. Toprakta glukozidazların hidroliz ürünleri toprak mikroorganizmaları için önemli enerji kaynağıdır. Bu çalışmadaki inkübasyon denemesinde de artan alg dozuyla beraber topraklarda artan organik karbon miktarı, enzim aktivitesinin artışında etken olmuştur. Ancak inkübasyon süresince belirli aralıklarda başlangıç uygulamasına ek, fazladan yapılan alg uygulamaları β -Glukozidaz enzim aktiviteleri üzerine belirgin bir etki yapmamıştır.

İnkübasyon denemesi topraklarının alkali fosfataz enzim aktiviteleri bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak azalma göstermiştir. Üç alg izolatı kendi arasında kıyaslandığında OA ve DT alg türleri uygulanmış toprakların alkali fosfataz enzim aktiviteleri ON alg türü uygulanmış topraklara kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur. En yüksek enzim aktivitesi başlangıçta 3 alg izolatında da, düşük doz (0,003mg/kg) alg uygulamasında belirlenmiş ancak inkübasyonun 2. zamanında en yüksek alkali fosfataz aktiviteleri 0,012mg/kg + (45, 60. ve 90. günlerinde ilaveten verilen alg) uygulamalarında belirlenmiştir (şekil 4.34). Özellikle OA ve DT alg türleri toprağın alkali fosfataz enzim aktivitesini önemli ölçüde artırmıştır ($P<0.05$).

İnkübasyon denemesi topraklarının üreaz aktiviteleri bütün uygulamalarda zamana bağlı olarak artış göstermiştir ($P<0.05$). 3 alg izolatı kendi arasında kıyaslandığında 3 izolatın da uygulandığı toprakların üreaz aktivite değerleri birbirine yakın bulunmuştur (yaklaşık 0,2-1,25 arası). En yüksek üreaz aktiviteleri 3 alg izolatında da, düşük doz (0,003mg/kg ve 0,003mg/kg +) uygulamalarında belirlenmiş, yüksek doz alg uygulaması üreaz aktivitesine fazladan artırıcı etkide bulunmamıştır. Üreaz enzim aktiviteleri ile toplam azot değerleri arasında paralellik bulunmaktadır. OA ve ON alg uygulamaları, inkübasyonun 2. ve 4. aylarında ise üreaz aktivitesini kontrole göre önemli derecede artırmış, DT alg uygulaması ise tüm inkübasyon süresi boyunca toprağın üreaz enzim aktivitesini kontrole göre $P<0.05$ düzeyinde önemli artırmıştır.

Karthikeyan vd. (2007), çalışmalarında buğday alanının rizosfer tabakasından 3 mikroalg izole ettiklerini, bunları özellikle bitki büyümesi hızlanan saksı kültürlerinden elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yaptıkları tüm çalışmaları kontrollü koşullarda, steril topraklarda yaptıklarını vurgulamışlardır. Buna göre 1/3 N+P+K verilen toprağa izole edilen algler ilave edilmiş ve tamamen kimyasal gübre verilen topraklarla kıyaslanmıştır. Sonuçlar kıyaslandığında parametrelerin tümünde istatistiksel olarak eşit sonuçlar alınmış, aşısız kontrol topraklarına göre ise mikrobiyal biyokütle karbonunda ciddi artış gözlenmiştir.

İnkübasyon denemesini takiben mikroalglerin bazı toprak özellikleri ile bitki gelişimi üzerine etkisini ortaya koyabilmek amacıyla kontrollü koşullarda sera denemesi kurulmuştur. Sera denemesinde yine 3 mikroalgin düşük ve yüksek dozlar tek başlarına ve DAP gübresiyle kombine uygulaması yapılmıştır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölüm serasında 2 ay süreyle devam ettirilen sera denemesinde saksı topraklarında ve buğday bitkisinde yapılan analizlere ait sonuçlar aşağıdaki gibi olmuştur.

Genel olarak bakıldığında, sera denemesinde kullanılan her üç mikroalg (OA, ON, DT) ve DAP uygulamasında kontrole göre pH değerleri azalmış (DT-OA2+DAP hariç), mikroalgler kendi aralarında değerlendirildiğinde ise OA uygulanan topraklarda pH değeri diğer iki mikroalgin uygulandığı topraklara nazaran daha yüksek (DT-OA2+DAP hariç), DT'li topraklarda ise daha düşük olmuştur. Uygulama konularına bağlı olarak belirlenen pH değişimleri istatistiki olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sera denemesi topraklarının EC değeri en yüksek (DT-OA2+DAP hariç) sadece DAP verilen toprakta, mikroalgli topraklar kendi aralarında incelendiğinde ise EC değeri en yüksek DT'li topraklarda belirlenmiştir. Ayrıca DT'li topraklarda artan alg dozuyla birlikte EC değerinde de artış gözlenmiştir. Uygulama konularına bağlı olarak belirlenen EC değişimleri istatistiki olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Organik madde değerleri bazı artış-azalışlar sergilemiş, ancak belirlenen bu değişimler istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Uygulama konuları bazında genel olarak incelendiğinde alınabilir fosfor değeri en düşük kontrol örneklerinde, en yüksek (ON-yüksek doz+DAPhariç) düşük doz+DAP örneklerinde belirlenmiştir. Bununla birlikte özellikle OA izolatının DAP'lı örneklerinde bir düşüş, DT izolatlarında ise doz artışı ve DAP'ın alınabilir fosfor değerini yükselttiği gözlenmiştir. Uygulama konularına bağlı olarak belirlenen alınabilir fosfor değişimleri istatistiki olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Değişebilir potasyum değerleri en düşük kontrol örneklerinde belirlenmiştir. Herbir mikroalg ayrı ayrı incelendiğinde yüksek doz+DAP uygulamaları dışında doz artışı ve DAP ilavesinin değişebilir potasyum değerini arttırdığı gözlenmektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre OA $P<0,05$ düzeyinde anlamlı olmayıp, diğer iki mikroalgin analiz sonuçları anlamlı bulunmuştur.

Toplam azot değeri uygulama dozları açısından incelendiğinde her 3 alg uygulamasında da en düşük kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Herbir mikroalg ayrı ayrı incelendiğinde ise toplam azot en yüksek (%0,41) DT izolatının tek başına uygulandığı (düşük ve yüksek dozun her ikisinde de) toprakta belirlenmiştir. Ayrıca dozlar ve DAP uygulamaları arasındaki toplam azot miktarı değişimleri incelendiğinde alg ilavelerinin toprakta DAP gübresine yakın seviyelerde toprağın azot kapsamını arttırdığı ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görölmektedir. Her 3 mikroalg uygulaması sera denemesi toprağının amonyum azotunu kontrole göre $P<0,05$ düzeyinde önemli artırmıştır. Herbir mikroalg ayrı ayrı incelendiğinde toprakların amonyum azotu kapsamaları DAP kimyasal gübre uygulamasına yakın sonuçlar vermiştir. Bütün uygulamalar (tek başına DAP, tek başına ve DAP ile kombine her 3 mikroalg uygulaması) toprağın amonyum azotu miktarını istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde artırmıştır. Nitrat azotu miktarında meydana gelen değişimler ise istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır.

Farklı alg türlerinin farklı tarım ürünlerinde denenmesiyle yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Mulbry vd. (2005), tarım ürünleri yetiştirmenin bir yolunun da N ve P'nin alana dağılmasını sağlamak olduğu düşüncesiyle anaerobik olarak yetiştirilen kuru algli biyokütlenin gübre değerini araştırmış, 2 ayrı toprak örneğine söz konusu biyokütleyi uygulamıştır. Sonuçta bahçe sistemlerinde kullanılan geleneksel gübrelerin yerine alg biyokütlesinin kullanımının bitkiler açısından daha verimli olduğunu ortaya koymuştur.

Sera denemesi topraklarının toplam Cu, Zn, Pb ve Cr kapsamlarındaki artış ve azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toprakların toplam Fe kapsamı bütün mikroalg türlerinde mikroalg dozuna bağlı olarak artış göstermiş, ancak yüksek dozla birlikte DAP verildiğinde düşüş göstermiştir. Tüm uygulamalar da en düşük değer DT mikroalginde gözlenmiştir. Fe değeri yapılan uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir. Toprakların Ca ve Mg kapsamlarındaki değişimler de sadece OA türünde $P<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Sera denemesinde OA türü uygulanmış toprakların beta glukozidaz enzim aktivite miktarları uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) değişim göstermiş, ON ve DT mikroalg uygulamalarında belirlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. OA alg uygulamalarının tamamında beta glukozidaz enzim aktivitesi kontrol ve DAP kimyasal gübre uygulamasına göre yüksek bulunmuştur. Aktivitesi en yüksek olan alg türü OA olurken, OA türünün ortalama sonuçları kontrole göre de yüksek belirlenmiştir.

Sera denemesinde, alkali fosfataz enzim aktivitesi bütün uygulamalarda kontrole göre artış göstermiş ve en yüksek değer tek başına DAP uygulamasında belirlenmiştir. Alg türleri arasındaki en yüksek alkali fosfataz değeri OA türüne bağlı yapılan uygulamalarda (DT-düşük doz hariç) belirlenmiştir. İstatistiksel olarak her 3 alg uygulamasında da toprakların alkali fosfataz enzim aktivite miktarları uygulamalara bağlı olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir. Gerek DAP gübresinin tek başına ve mikroalglerle birlikte uygulamaları, gerekse her üç algin tek başına düşük ve yüksek doz uygulamaları alkali fosfataz aktivitesi üzerine etki etmiştir.

Sera denemesinde üreaz enzim aktivitesi tüm alg türleri ve dozlarında (ON yüksek doz haricinde) kontrole oranla yüksek değerde belirlenmiştir. Mikroalg türleri arasında DT en yüksek enzim aktivite değerine sahip (DT-yüksek doz+DAP hariç) olarak belirlenmiş, OA'da ise yüksek dozla birlikte üreaz enzim aktivitesinde düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte uygulanan tüm mikroalg türleri ile kontrol ve DAP uygulamaları arasında $P<0.05$ düzeyinde önemli fark belirlenmiştir.

Sera denemesi bitkilerinin azot içerikleri tek başına mikroalg uygulamalarında kontrole oranla yüksek, DAP gübresinin tek başına ve alglerle kombine uygulamalarına göre (ON-düşük doz+DAP hariç) düşük olarak belirlenmiştir. Yine tüm mikroalglerin DAP'sız düşük dozları aynı değerde olup, dozun artması azot değerlerinde fazla fark meydana getirmemiştir. Düşük dozun DAP'lı örneklerinde ise DAP'sıza göre artış belirlenmiştir. İstatistiksel olarak bitkilerin azot içerikleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak OA ve ON türlerinde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiş, DT türünde ise önemli bulunmamıştır.

Sera denemesi bitkilerinin fosfor içerik değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek, tek başına DAP uygulamasına oranla düşük olarak belirlenmiştir. OA türünde doz artırımından çok DAP ilavesi etkili olmuş ve fosfor içeriğini önemli derecede arttırmıştır. Diğer türlerde ise DAP uygulaması bitkinin fosfor içeriğine çok fazla etki etmemiş, hatta DAP'sız yüksek doza göre fosfor içeriği düşük belirlenmiştir. İstatistiksel olarak bitkilerin fosfor içerikleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak tüm türlerde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir.

Sera denemesi bitkilerinin boy değerleri tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek olarak belirlenmiştir. En yüksek boy OA türünde gözlenmiştir. Doz artışı ve DAP ilavesi OA türünde boy artışına neden olmuş, diğer türlerde ise çok etkili olmamış, hatta DAP ilavesi olan örneklerde boy değerlerinde düşme gözlenmiştir. İstatistiksel olarak bitkilerin boy değerleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak tüm türlerde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir.

Sera denemesi buğday bitkisi ağırlıkları tüm mikroalg türlerinde kontrole oranla yüksek, tek başına DAP uygulamasına oranla (DT+DAP'lı örnekler hariç) düşük olarak belirlenmiştir. Yüksek doz haricinde en yüksek boy tek başına OA uygulamasında belirlenmiştir. OA türünde DAP ilavesi ağırlıkta etkili olup bitki ağırlığını arttırırken, diğer türlerde hem doz artışı (DAP'lı yüksek doz hariç), hem de DAP bitki ağırlığında etkili olmuştur. İstatistiksel olarak bitkilerin ağırlık değerleri artan mikroalg dozu ve DAP uygulamalarına bağlı olarak OA, ON ve DT türlerinde önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir. Allwright 1992'de yayınladığı bir çalışmasında bu sonucu desteklemekte ve alg ekstraktlarını buğdayda kullanmak suretiyle bitki boyu ve kuru ağırlığında artış saptandığını belirtmiştir.

Sera denemesi bitkilerinin Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Pb kapsamları uygulamalara bağlı olarak artış ve azalmalar göstermiş ancak bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sera denemesi bitkilerinin Ni değeri tüm mikroalg türlerinde kontrole göre yüksek, tek başına DAP uygulamasına göre düşük belirlenmiştir. DAP'lı örneklerin Ni değeri diğer örneklere göre oldukça yüksek olup, doz artışı da DAP'lı örneklerde etkili olmuştur. Bitkilerin Ni istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) derecede artış göstermiştir.

Karthikeyan vd. (2007), çalışmalarında buğday alanının rizosfer tabakasından 3 mikroalg izole ettiklerini, bunları özellikle bitki büyümesi hızlanan saksı kültürlerinden elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yaptıkları tüm çalışmaları kontrollü koşullarda, steril topraklarda yaptıklarını vurgulamışlardır. Buna göre 1/3 N+P+K verilen toprağa izole edilen algal ilave edilmiş ve tamamen kimyasal gübre verilen topraklarla kıyaslanmıştır. Sonuçlar kıyaslandığında parametrelerin tümünde istatistiksel olarak eşit sonuçlar alınmış, aşısız kontrol topraklarına göre ise mikrobiyal biyokütle karbonunda ciddi artış gözlenmiştir.

Sera denemesini takiben Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama çiftlik arazisinde sera denemesinde en etkin performans gösteren ve aynı zamanda çoğaltılması daha kolay olan OA mikroalg türüyle tarla denemesi kurulmuş ve kuru koşullarda buğday yetiştirilmiştir. 2014-2015 ekim sezonunda kurulan tarla denemesinin 1. ayında

ve hasat edildikten hemen sonra parsellerden 0-20cm derinlikten alınan toprak örnekleriyle, hasat bitkilerinde yapılan analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

Tarla denemesi topraklarının pH değeri bir miktar değişiklik gösterse de bu değişim $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Pandey vd. (2005), Gangetik ovanın üst kısımlarında; alfisol, solonets ve bazik topraklarda çalışmış ve ilk sağanak yağışı takiben 10 ay içerisinde (örn: Temmuz-Nisan) bir düzine siyanobakteri türü belirlemişlerdir. Çalışmalarında belirlemiş oldukları türler şunlardır: *Microcoleus* sp., *Calothrix brevissima*, *Scytonema* sp., *Cylindrosprum licheniformae*, *Cylindrosprum fertilissima*, *Nostoc calcicola*, *Nostoc punctiformae*, *Aphanothece parietina*, *Nostoc commune*, *Aulosira fertilissima*, *Phormidium* sp., and *Oscillatoria* sp. Bunlar arasında *N. Calcicola*'nın baskın olduğuna vurgu yapmışlardır. Çalışmalarında belirttiklerine göre; siyanobakteri türü bazik toprağa, laboratuvar ortamında ışık altında aşılansmış, bunun piritle (FeS_2) birleşmesi sonucu uygulandığı toprak özelliklerini hızla değiştirdiği gözlenmiştir. Ayrıca yine bu türün bikarbonatla (HCO_3^{-R}) mutasyona uğramasıyla toprak pH'sının modifikasyonuna daha iyi cevap verdiği gözlenmiştir.

Toprakta EC değerleri arasında belirlenen artış $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır. Ayrıca ölçülen değerler bitki yetiştiriciliği için kısıtlayıcı bir tuz stresi düzeyindeki değerler değildir. Araştırmada kullanılan bütün uygulama materyallerinin tuz kapsamı sınır değeri olan 2000-4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den düşük olup tuzluluk açısından bir sorun teşkil etmemektedir.

Toprakta OM değerleri 1.ay en düşük kontrol, en yüksek tek başına DAP uygulamalarında, hasat analiz sonuçlarına göre ise en düşük kontrol ve OA1+DAP, en yüksek OA2 uygulamalarında belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı organik madde değerlerinde meydana gelen artış 1. ay toprak örneklerinde $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuş, ancak hasat topraklarındaki organik madde kapsamı arasında belirlenen değişimler önemli bulunmamıştır.

Toprakta toplam azot, nitrat ve amonyum azotu değerleri 1.ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol ve OA1 uygulamalarında görülmüştür. Tarla denemesinin 1. ay analiz sonuçlarında en yüksek toplam ve nitrat azot miktarı ise OA2+DAP uygulamasında belirlenmiştir. Hasat analiz sonuçlarına göre en yüksek toplam ve nitrat azotları OA1, amonyum azotu ise OA2 uygulamalarında görülmüştür. Bütün uygulama konularında tarla denemesinin 1. ay topraklarında toprakların toplam ve amonyum azot değerlerinde uygulamalara bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P<0.05$), hasat topraklarında belirlenen değişimler ise anlamlı olmamıştır. Tarla denemesi gerek başlangıç gerekse hasat dönemi topraklarının uygulamalara bağlı olarak nitrat azotu kapsamlarında belirlenen değişimler ise $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprakta 450-900 mg/kg N yetersiz, 900-1700 mg/kg N bulunması yeterli iken, 1700-3200 mg/kg N fazla olarak değerlendirilmektedir. Buna göre, başlangıç topraklarında OA2+DAP uygulamasında N fazla olarak değerlendirilirken, diğer tüm uygulamalarda N yeterli, olarak değerlendirilmektedir. Hasat topraklarında ise OA1 uygulamasında fazla olan N değeri, diğer uygulamaların tamamında yeterli görülmektedir. OA alg türünün düşük doz uygulaması toprağın azot kapsamaları zerine DAP gübresine kadar etkili olmuştur.

Farklı alg türlerinin farklı tarım ürünlerinde denenmesiyle yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Mulbry vd. (2005), tarım ürünleri yetiştirmenin bir yolunun da N ve P'nin alana dağılmasını sağlamak olduğu dşnencesiyle anaerobik olarak yetiştirilen kuru algli biyokütlenin gübre değerini araştırmış, 2 ayrı toprak örneğine söz konusu biyokütleyi uygulamıştır. Sonuçta bahçe sistemlerinde kullanılan geleneksel gübrelerin yerine alg biyokütlesinin kullanımının bitkiler açısından daha verimli olduğunu ortaya koymuştur.

Roger ve Reynaud'un 1982'deki çalışmalarında uygulanan mavi-yeşil alglerin ortamdaki azot gübresini arttırdığı ve bunların geliştirici maddeler ürettiği, bu şekilde yüksek bitkilere faydalı oldukları belirtilmiştir. Bu sonucun ise mavi-yeşil alglerin mevcut azotlu gübrelere aşılanması suretiyle yapılabileceğini ifade etmişlerdir. Roger ve Reynaud bu sonuçların daha çok pirinç üzerinde çalışılmasıyla elde edilmiş olduğunu ancak benzer sonuçların domates gibi sebzelerde de alındığını belirtmişlerdir. Ayrıca ilk sulamanın yapıldığı mavi-yeşil alglerle yapıldığı pirinç tohumlarında çimlenme, kök-

filiz büyümesinde gelişme ve tanecik ağırlığı ile protein içeriğinde artış sağladığı da vurgulanmıştır.

Toprakta yarayışlı fosfor değerleri bütün uygulama konularında kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde belirlenmesi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Verimlilik açısından değerlendirildiğinde toprakta 3-8 mg/kg P az, 8-25 mg/kg P yeterli ve 25-80 mg/kg P fazla olarak değerlendirilmekte, buna göre her iki dönem toprak örneklemeğinde de tüm uygulamalarda toprakların P içerikleri fazla durumdadır.

Toprakların değişebilir potasyum değerleri arasında değişimler olmuş, ancak belirlenen değişimler $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır. Toprakta 200 - 300 mg/kg potasyum bulunması yeterli olup, deneme parsellerinin tamamında potasyum fazla durumdadır.

Toprakların toplam Pb, Ni, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Fe, Ca ve Mg miktarlarındaki değişimler her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Alg uygulanmış toprakların beta glukozidaz enzim aktivitesi her iki dönemde de kontrol uygulamasından yüksek çıkmıştır. En yüksek aktivite ise her iki dönemde OA1+DAP uygulanmalarında belirlenmiştir. Hasat dönemi sonuçlarının başlangıç dönemi sonuçlarına göre yüksek çıkması uygulamayı izleyen 9 ay içerisinde (OA2+DAP uygulaması hariç) bu enzim aktivitesinde devamlılık gösteren bir artış olduğunu göstermektedir. Uygulamalardan 1 ay sonra alınan toprak örneklerinde uygulamalara bağlı olarak beta glukozidaz enzim aktivitesinde belirlenen değişimler $P < 0,05$ düzeyinde önemli olmuş, hasat döneminde belirlenen değişimler ise önemli bulunmamıştır.

Alkali fosfataz enzim değeri tarla denemesi süresince artış göstermiştir. Başlangıç döneminde en düşük alkali fosfataz enzim aktivitesi kontrol, en yüksek ise OA1 uygulamasında, hasat döneminde de en düşük kontrol, en yüksek DAP uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan alg ve DAP uygulamalarına bağlı olarak belirlenen söz konusu enzim artışı her iki dönemde de istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli

bulunmuştur. Tek başına alg uygulamalarının toprağın alkali fosfataz aktivitesini, DAP gübresiyle birlikte uygulanmasına göre daha fazla artırmıştır. Genel olarak ortamda DAP gibi inorganik fosfor kaynağı bulunması durumunda mikroorganizmalar alkali fosfataz enzim aktivitesini daha az salgırlar, organik fosforun ortamda bulunduğı topraklarda ise alkali fosfataz enzim aktivitesi mikroorganizmalar tarafından daha fazla ortama salınmaktadır.

Üreaz enzim aktivitesi tarla deneme süresi boyunca dönemsel olarak tüm uygulamalarda bir azalma göstermiştir. Ancak bu durum her iki dönemde de istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır.

DAP ve mikroalg uygulanmış parsellerde yetişen buğday bitkilerinin boyu, kontrol parseline göre fazla bulunmuş, ancak uygulamalar arasında belirlenen fark $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tarla denemesi hasat sonucunda en düşük verim kontrol uygulamasında 204,55kg/da olarak belirlenirken, en yüksek verim 287,95kg/da olarak OA1+DAP uygulanmış parselde belirlenmiştir. Kontrole göre mikroalg ve kimyasal gübre uygulamalarında verimde meydana gelen artış $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Algin düşük dozunun tek başına ve DAP kimyasal gübresiyle birlikte uygulanması, yüksek doz alg uygulamasına göre verimde daha fazla etki etmiştir. Tarla denemesinin yürütüldüğü Polatlı TİGEM işletme arazisinde 2014-2015 ekim döneminde ortalama buğday veriminin 330 kg/da olduğı yetkililer tarafından belirtilmiş, bu sonuca göre de bütün uygulamalardan bölge verim değerlerinin altında verim alınmıştır.

Kumar ve Sahoo (2011), Hindistan'da yapmış oldukları çalışmada alglerin sıvı ekstraktlarını, buğday bitkisinde kullanmış ve toplam tohum çimlenmesinin kontrole göre %20 arttığını izlemişlerdir. Ayrıca algin sıvı ekstraktlarının çevre dostu, ucuz, verimli kullanıma sahip ve çiftçilere çevresel faydaları olan ürünler olduğunu belirtmişlerdir.

2014-2015 yılı tarla denemesi 6 uygulama faktörüne ilişkin hasat edilen buğday bitkisinin azot içerikleri incelendiğinde tüm uygulamaların kontrole göre yüksek olduğu, en yüksek değerin de OA2+DAP uygulamasında olduğu görülmektedir. Uygulanan dozların bitkideki azot içeriğine etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Mulbry vd. (2005) çalışmaları kapsamında toprakta mevcut olan veya kimyasal olarak verilen N ve P'un bitki tarafından alımını arttırmak amacıyla toprağa kuru algli biyokütle verilmiştir. Başlangıçta düşük olan N ve P miktarında 20-21 gün sonunda oldukça yüksek miktarda artış olduğu gözlenmiştir (% 33, % 46-60, % 38-60 gibi).

Buğday bitkisinin fosfor içeriklerinde meydana gelen değişim istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.

Hasat edilen buğday bitkisinin Fe; Cu, Zn, Mn, Cr, Ni kapsamlarında alg dozları ve DAP ilavesiyle anlamlı bir değişiklik olmamış, ortalamalar istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde anlamlı görülmemiştir.

Toprağa mikroalg uygulamaları her 3 denemede de özellikle azot kapsamları ile enzim aktiviteleri üzerinde etkili olmuştur. İnkübasyon ve sera denemeleri kontrollü koşullarda (sıcaklık ve nem) 3 farklı alg türüyle (*Oscillatoria amoena* –OA, *Oscillatoria nigro-viridis*- ON, *Desertifilum tharense* -DT) yürütülmüş, tarla denemesi ise kuru tarım koşullarında doğal arazi koşullarında diğer denemelerde öne çıkan ve yetişmesi daha kolay olan *Oscillatoria amoena* (OA) türüyle yürütülmüştür.

Mikroalg türü olarak *Oscillatoria amoena* (OA)'nın mikrobiyal gübre olarak kullanılmasına yönelik daha detaylı doz çalışmaları (tek başlarına ve kimyasal gübrelerle kombine) ve farklı bitki çeşitleri ile ve sulu ve kuru koşullarda tarla denemelerinin kurulması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akkaya, F. 1999. Ekolojik tarım gerçeği. *Derim*, 16(4): 180-190.
- Allen, V.G., Pond, K.R. Saker, K.E., Fontenot, J.P., Bagley, C.P., Ivy, R.L., Evans, R.R., Schmid, R.E., Fike, J.H., Zhang, X., Ayad, J.Y., Brown, C.P., Miller, M.F., Montgomery, J.L., Mahan, J., Wester, D.B. and Melton, C. 2001. Tasco: influence of a brown seaweed on antioxidants in forages and livestock—a review. *J Anim Sci* 79:E21–E31.
- Allwright, K.J. 1992. Effect of seaweed extracts on growth of whwat, and soil-borne diseases. Abstract of the 14th International Seaweed Symposium, Brest and St Malo, France, Abstract number 004.
- Anonim. 1997. <http://www.gencziraat.com> (<http://www.gencziraat.com/Tarla-Bitkileri/Bugday-Tarimi-7.html>), Erişim 24/Haziran/2012
- Anonim. 2007. www.tarim.gov.tr, (<http://tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Yonetmelikler/BUGEM/Organik%20G%C3%BCbre%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi.docx>), Erişim Tarihi: 29/Ocak/2015
- Anonim. 2014. TİGEM’de Yetiştirilen Sertifikalı Tohumluklar, TİGEM yayını, 28s, Ankara.
- Anonim. 2009. 2008 Yılı Tescil Raporu. Tohumluk Tescil Ve Sertifikasyon Merkezi Yayınları, Ankara.
- Anonymous. 1951. Soil Survey Manual. Agriculture handbook (United States. Department of Agriculture), no. 18. WCD.
- Atay, D. 1984. Plantal aquaculture and their production technique, (in Turkish). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, 905, 253, Ankara, 203s.
- Atıcı, T. 2004. Sarıyar barajı planktonik algleri. Kısım: I-Cyanophyta. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. Cilt II, Sayı XII, 88-98.
- Blunden, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In: Guiry MD, Blunden G(eds) *Seaweed resources in Europe: uses and potential*. Wiley, Chichester, pp 65–81.
- Blunden, G. 1992. Plant growth stimulants and seaweed extracts. *The Journal of International Crop and Animal Husbandry*, p. 22-25, Volume 44 Nos 1&2.
- Boussiba, S. 1987. *Anabaena azollae* as nitrogen bio-fertilizer. In: Barking, S.T. (ed.), *Algal Biotechnology*, pp: 169–78. Elsevier Applied Science Publishers, The Netherlands.

- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-439.
- Bremner, J.M. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Ed. A.C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series, no. 9, Madison, Wisconsin, 400 s., USA.
- Cirik, Ş. 1981. Algae in Turkish sea and their means of evaluation, (in Turkish). *Çevre haberleri*, Boğaziçi Üniversitesi yayınları, İstanbul, (9): 65-68.
- Cluzet, S., Torregrosa, C., Jacquet, C., Lafitte, C., Fournier, J., Mercier, L., Salamagne, S., Briand, X., Esquerré-Tugayé, M.T. and Dumas, B., 2004. Gene expression profiling and protection of *Medicago truncatula* against a fungal infection in response to an elicitor from the green alga *Ulva* spp. *Plant Cell Environ* 27:917–928.
- Crouch, I.J. and van Staden, J. 1994. Commercial seaweed products as biostimulants in horticulture. *J Home Consum Hort* 1: 19–76.
- Dennis, E.J. 1971. Magnesium deficiency and grass tetany. Is aluminum a key? *Fert. Sol.* 15:44-54.
- Dilworth, M.J. 1996. Acetylene reduction by nitrogen fixing preparations from *Clostridium pasteurianum*. *Biochem. BiophysActa* 127:285-294.
- Dubey, A. and Dubey, D.K. Evaluation of cost effective organic fertilizers. archived at <http://orgprints.org/17043>. India.
- Ei-Zeiny, O.A.H. 2007. Effect of bio-fertilizers and root exudates of two weeds as a source of natural growth regulators on growth and productivity of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Res J Agric Biol Sci* 3:440–446.
- El-Fouly, M.M., Abdalla, F.E. and Shaaban, M.M. 1992. Multipurpose large scale production of microalgae biomass in Egypt *Proc. 1st Egyptian Italian Symposium on Biotechnology*, Assiut, Egypt (Nov., 21-23), pp: 305–14.
- Faheed, F.A. and El-Fattah, Z.A. 2008. Effect of *Chlorella vulgaris* as bio-fertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. *Journal Of Agriculture & Social Sciences*. 4:165–169.
- Finnie, J.F. and Staden, J.V. 1985. Effect of seaweed concentrate and applied hormones on in vitro cultured tomato roots. *Journal of Plant Physiol*, Vol. 120. pp. 215-222.
- Gençtan, T. ve Sağlam, N. 1987. Ekim zamanı ve ekim sıklığının 3 ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. *TÜBİTAK Türkiye Tahıl Simpozyumu*, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, 6-9 Ekim, Bursa. 171-181.

- Gurung, S. (2004). Effect of *Azolla* and Cyanobacteria (BGA) in the Rice Productivity. M.Sc. Dissertation Submitted to Central Department of Botany, T.U., Kathmandu, Nepal.
- Hegde, D.M., Dwivedi, B.S. and Babu, S.N.S. 1999. Bio-fertilizers for cereal production in India- A review. Ind. J. Agric. Sci., 69: 73–83.
- Hoffman, G.G. and Teicher, K. 1957. Das enzyme system unserer kultur boden 7, Proteçsan 11. Zeitschrift für Pfalanzone-Nahrung und Bodenkunde, 77 (122), Bond.
- Hofmann, E. D. and Hoffmann, G. G. 1953. Über Das Enzymsystem Unserer Kulturböden. IV. Die β -Glikosidase. Biochemische Zeitschrift, Bd, (324), 297-400.
- Hong, D. D., Hien, H. M. and Son, P. N. 2007. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and fertilizer. J Appl Phycol 19: 817–826.
- Hutner, vd. 1950. Proc. Am. Philos. Soc. 94, 152-170 .
- Ip, P.F. and Chen, F. 2005. Production of astaxanthin by the green microalgae *Chlorella zofingiensis* in the dark. Process Biochemistry 40, 733e738.
- Issa, O.M., Défarge, C., Le Bissonais, Y., Marin, B., Duval, O., Bruand, A., D'Acqui, L.P., Nordenberg, S. and Annerman, M. 2007. Effects od the inoculation of cyanobacteria on the microstructure and the structural stability of a tropical soil. Plant Soil 290: 209-219.
- İnal, A., Sözüdoğru, S. ve Erden, D., 1996. Tavuk Gübresinin İçeriği ve Gübre Değeri. Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (3): 45-50.
- Jackson, M. L. 1962. Soil chemical analysis, Prentice-Hall, Inc., Englewood.
- Kacar, B. ve Katkat, V. 1998, Bitki Besleme, U.Ü. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, VİPAŞ Yayınları:3, Bursa.
- Karthikeyan, N., Prasanna, R., Nain, L. and Kaushik, B. D. 2007. Evaluating the Potential of Plant Growth Promoting Cyanobacteria as Inoculants for Wheat. European Journal of Soil Biology 43: 23-30.
- Kaushik, B.D. (1990). Algal biofertilizer. In: Biofertilizer Eds Somani *et al.* Scientific Publishers, Jodhpur, pp 137-154.
- Kemper, W.D. 1965. Aggregat Stability. In: Methods of Soil Analysis Part I (Black, C.A., ed.), American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 511-519, 1965

- Kendirli, K. 2010. Spirulina kültürlerinde besin elementlerinin farklı oranlarda kullanımının kuru madde, protein ve klorofil- α düzeyine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010, Adana.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J. and Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul* 28: 386–399.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J. and Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul* 28: 386–399.
- Kirkman, H. and Kendrick, G.A. 1997. Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beach-cast macro-algae and seagrasses in Australia: A review. *Journal of Applied Phycology*, 9(4), 311-326.
- Kirtok, Y., Genç, İ. ve Çölkesen, M. 1987. ICARDA kökenli bazı arpa çeşitlerinin çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Türkiye Tahıl Sempozyumu, TOAG, 83-90, 6-9 Ekim, Bursa.
- Kumar, G. 2008. Effect of seaweed extract on growth and development of wheat. M.Phil. Thesis, University of Delhi, Delhi, pp 66.
- Kumbul, B. 2000. Deniz yosunlarının bahçe bitkilerinde kullanım alanları. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bitirme Tezi, Antalya.
- Kün, E. 1988. Serin İklim Tahılları. A.Ü.Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Mahmoud, M.S. 2001. Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives. *J. Biol. Sci.*, 1: 475–9.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugna, S. and Briand, X. 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve ion fluxes and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv Horticulture Sci* 20:156–161.
- Mandimba, G.R., Okomba, G.D. and Pandzou. 1998. Nodulated Legumes as green manure: an alternative source of nitrogen for non-fixing and poor fixing crops. *Int. J. Trop. Agric.*, 16: 131–45.
- Manna, A. B. and Singh, P.K. (1986). Nitrogenfixationof *Azollapinnata* in presence of Combined N in rice field. In current status ofBiological N₂- fixation, HAU, Hissar, India, pp209-210.
- Masny, A., Basak, A. and Żurawicz, E. 2004 Effects of foliar applications of KELPAK SL and GOËMAR BM 86® preparation on yield and fruit quality in two strawberry. *J Fruit Ornam Plant Res* 12:23–27.

- McHugh, D. 2003. A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries, Technical Paper N° 441. FAO, Rome, Italy.
- Misra, S. and Kaushik, B.D. 1989a. Growth Promoting substances of cyanobacteria I. vitamins and their influence on rice plant. Proceeding of the Indian Science Academy B55: 295-300.
- Misra, S. and Kaushik, B.D. 1989b. Growth Promoting substances of cyanobacteria II. Detection of amino acids, sugars and auxins. Proceeding of the Indian Science Academy B55: 499-504.
- Moore, K.K. 2004. Using seaweed compost to grow bedding plants. Bio Cycle 45:43 – 44.
- Mulbry, W., Westhead, K., Pizzarro, C. and Sikora, L. 2005. Recycling of Manure Nutrients: Use of Algal Biomass From Dairy Manure Treatment As a Slow Release Fertilizer. BioresourceTechnology 96, 451–458.
- Naseby, D.C. and Lynch, J.M. 1997 Rhizosphere soil enzymes as indicators of perturbation caused by enzyme substrate addition and inoculation of a genetically modified strain of *Pseudomonas fluorescens* on wheat seed. Soil Biology & Biochemistry 29, 1353-1362.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US. Dept of Agric. Cric. 939.
- Osman, M.E.H., El-Sheekh, M.M., El-Naggar, A.H. and Gheda, S.F. 2010. Effect of two species of cyanobacteria as biofertilizers on some metabolic activities, growth and yield of pea plant. Biol Fertil Soils, 46: 861-875.
- Ördög, V. 1999. Beneficial effects of microalgae and cyanobacteria in plant/soil system with special regard to their auxin and cytokinin-like activity. International workshop and training course on microalgal biology and biotechnology, Mosonmagyaróvár, Hungary, June 13-26, UNESCO (International Cell Research Organization), pp 43-44.
- Ördög, V., Stirk, W.A., van Staden, J., Novak, O. and Strnad, M. 2004. Endogenous Cytokinins in three genera of microalgae from the chlorophyta. Phycological Society of America. J.Phycol. 40, 88-95.
- Pandey, K. D., Shukla, P. N., Giri, D. D. and Kashyap, A K. 2005. Cyanobacteria In Alkaline Soil And The Effect Of Cyanobacteria Inoculation With Pyrite Amendments On Their Reclamation. Biol Fertil Soils (2005) 41: 451–457.
- Porra, R.J., Thompson, W.A. and Kreidemann, P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of

chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta* 975, 384e394.

Prasad, Y.P. and Pradhan, S. 2012. Effect of blue-green algae on soil nitrogen. *African J. of Biotechnology*. Vol.11(61), pp. 12472-12474.

Prasad, R.C. and Prasad, B.N. 2003. Blue Green Algal Inoculation for Rice Productivity and Soil Fertility in Nepal. *Journal of Nepal Biotechnology Association*. Vol. I. 17-20.

Pratt, P. F., 1965. Potassium Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Soc. Of Agro. Inc. Publisher, Madison, US. s: 1022.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvment of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook 60.

Rippka, R. 1988. Recognition and identification of cyanobacteria, *Methods Enzymol*, 167, 28–67.

Roger, P. A. 1984. Effect of urea on the N₂- fixing flora in lowland rice at ripings stage. *IRRN*, 9(2): 28. Stewart, D. D. P. (1964). The effect of available nitrate and ammonium nitrate on the growth of two nitrogen fixing blue green algae. *J. Expt. Bot.*, 15: 138-145.

Roger, P.A. and Reynaud, P.A. 1982. Free living blue-green algae in tropical soils. Dommergues H. Diem eds. *Microbiology of tropical soils and plant productivity*. Martinus Nijhoff Publisher La Hague. Pp 147-168.

Sağlam, M.T. 2001. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Yardımcı Ders Kitabı No:5, 154s., Tekirdağ.

Shariatmadari, Z., Riai, H. and Shokravi, S. 2011. Study of soil blue-green algae and their effect on seed germination and plant growth of vegetable crops. *Rostaniha* (212): 101-110.

Sharma, N.K., Tiwari, S.P., Tripathi, K. and Ashwani, K.R. 2010. Sustainability and Cyanobacteria (blue-green algae): Facts and challenges. Springer Science +Business Media B.V.

Singh, N. K. and Dhar, D. W. 2010. Cyanobacterial Reclamation of Salt-Affected Soil. E. Lichtfouse (ed.), *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming, Sustainable Agriculture Reviews 4*, DOI 10.1007/978-90-481-8741-6_9, © Springer Science+Business Media B.V.

Stewart, W.D.P. 1964. The effect of available nitrate and ammonium nitrogen on the growth of two nitrogen-fixing blue-green algae. *J. Exp.. Bot.* 15, 138-145.

- Şimşek, Z. 1995. Klemantin mandarininde bilezik alma, demir bileşenleri ve deniz yosunu özü uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya.
- Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M.. 1972. Assay of urease activity in soil. Soil Biol. Biochem. Vol. 4, pp. 479-487. Pergamon Press 1972. Printed in Great Britain.
- Taştan, B.E., Duygu, E. and Dönmez, G. 2012a. Boron bioremoval by a newly isolated *Chlorella* sp. and its stimulation by growth stimulators, Water Res, 46, 167–175.
- Tortopoğlu, A.P. 2000. Ekolojik Tarım ve Geleceği, Hasad, Yıl: 16, Sayı: 182;38-41.
- Tyler, T. G. 1981. Heavy metal in soil biology and biochemistry. In: Soil Biochemistry, Marcel Dekker, New York, pp47-73.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook 60, USA.
- Venkataraman, G.S. 1979. Algal inoculation of rice fields. In:Nitrogen and rice. International Rice Research Institute, Los Baños, pp 311-321.
- Vilchez, C., Garbayo, I., Lobato, M.V. and Vega, J.M. 1997. Microlalgae-mediated chemicals production and wastes removal. Enzyme and Microbial Technology 20:562-572. Elsevier Science Inc.
- Vilchez, J. L., Espinosa, P., Arrebola, F. J. and Gonzalez-Casado, A. 1997. *Anal. Sci.* 13, 817–819.
- Vonshak, A. 1997. Spirulina: growth, physiology and biochemistry. In Spirulina platensis (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology. Vonshak, A. (Ed.), Taylor & Francis, London, 43-65.
- Washington, W.S., Engleitner, S., Boontjes, G. and Shanmuganathan, N. 1999. Effect of fungicides, seaweed extracts, tea tree oil and fungal agents on fruit rot and yield in strawberry. Aust J. Exp Agric 39:487-494.
- Weaver, R.W. and Danso, S.K.A. 1994. Dinitrogen fixation. pp 1019-1045. IN:Weaver R.W.J.S. Angleand P.S. Bottomley (eds). Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy Madison WI USA.
- Whapman, C.A., Blunden, G., Jenkins, T. and Hankins, S.D. 1993. Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. Journal of Applied Phycology. 5: 231-234.
- Yazıcı, K., Kaynak, L. 2001. Deniz yosunlarının organik tarımda kullanım olanakları. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu.s:344-352, 14-16 Kasım, -Antalya.

- Yürür, N., Tosun, O., Eser, D. ve Geçit, H. 1981. Buğdayda Ana Sap Verimi ile Bazı Karakterler Arasındaki İlişkiler. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 755-443.
- Yürür, V. ve Turgut, İ. 1992. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin başlıca tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9; 107-117, Bursa.
- Zaccaro, M.C., De Caire, G.Z., De Cano, M.S., Palma, R.M. and Colombo, K. 1999. Effect of cyanobacterial inoculation and fertilizers on rice seedling and postharvest soil structure. Comm Soil Sci Plant Anal 30:97-107.
- Zancan, S., Trevisan, R. and Paoletti, M.G. 2006. Soil algae composition under diferent agro-ecosystem in North-Eastern Italy. Science Direct. Agriculture, Ecosystems and Environment 112: 1-12.

EKLER

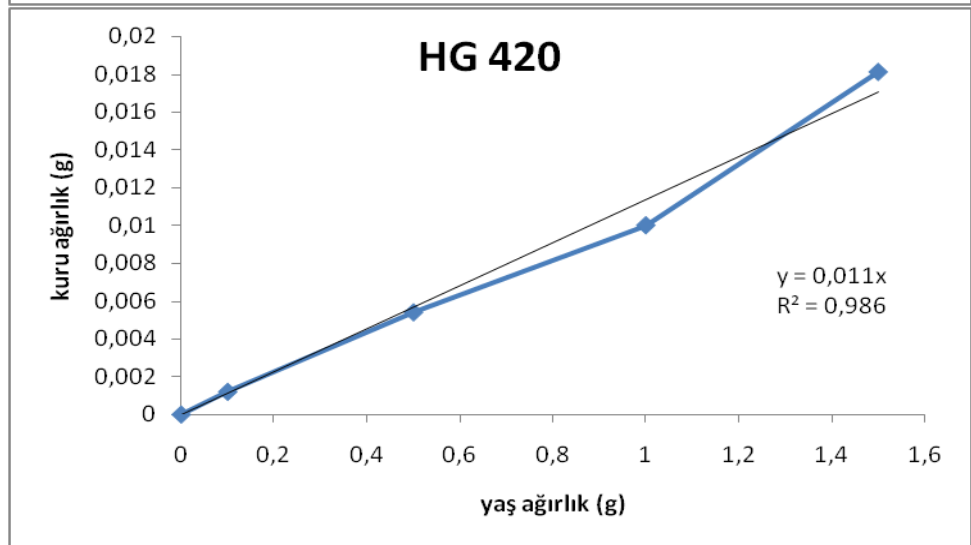
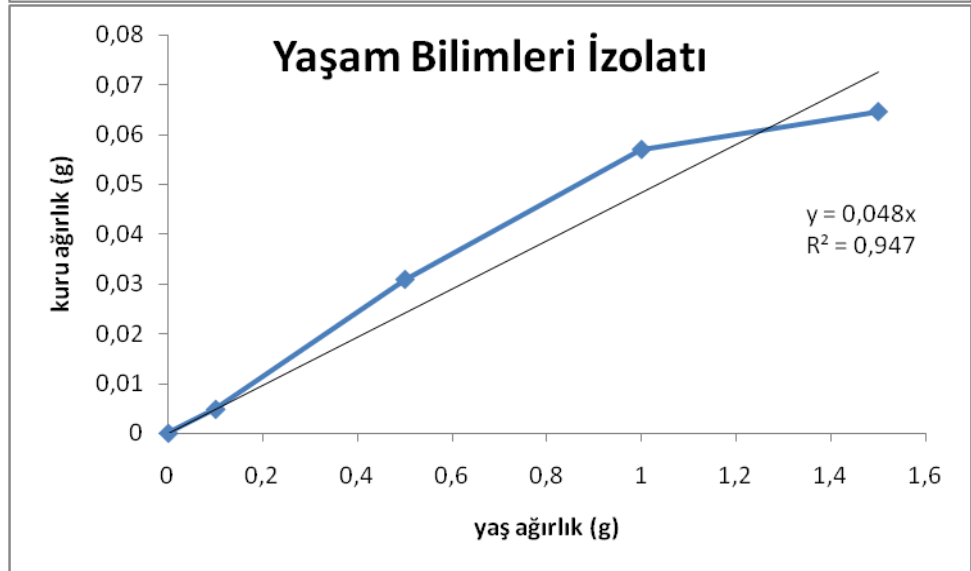
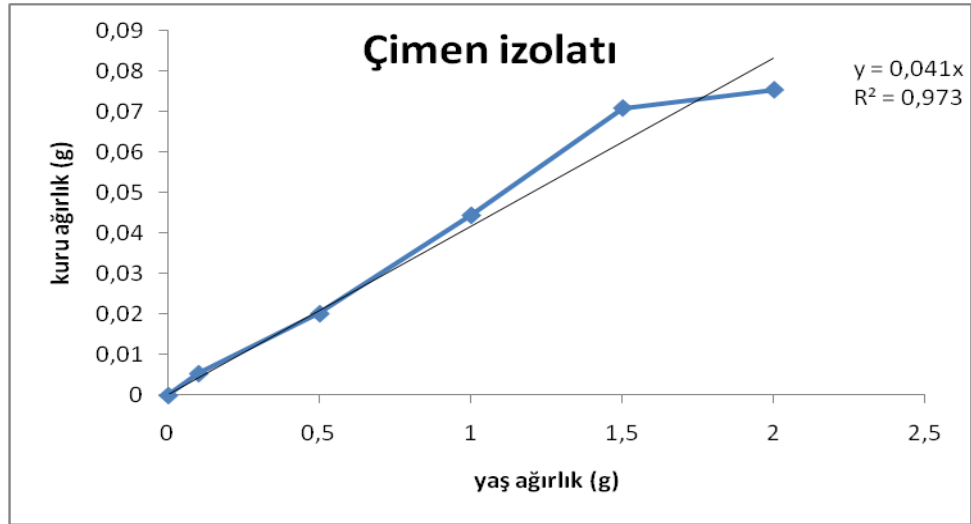
EK 1 Alg türlerinin eğim grafikleri

EK 2 Hasatın Yapıldığı Deneme Biçerdöveri

EK 3 Çimlenme Sonrası Parsel Resimleri

EK 4 İstatistik Sonuçları

EK 1 Alg türlerinin eğim grafikleri



EK 2 Hasatın Yapıldığı Deneme Biçerdöveri



EK 3 Çimlenme Sonrası Parsel Resimleri

Not: Resimler Tarla denemesi uygulama konuları sırasına göre aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Resim: Kontrol
2. Resim: DAP Kontrol
3. Resim: OA1
4. Resim: OA2
5. Resim: OA1+DAP
6. Resim: OA2+DAP







EK 4 İstatistik Sonuçları

İNKİBASYON İSTATİSTİK

ANOVA: ON-glukosidaz; ON-alkali fosfataz; ... versus ON- zaman; ON- Doz

Factor	Type	Levels	Values
ON- zaman	fixed	3	1; 2; 3
ON- Doz	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5

Analysis of Variance for ON-glukosidaz

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	13,9526	6,9763	58,76	0,000
ON- Doz	4	0,1995	0,0499	0,42	0,793
ON- zaman*ON- Doz	8	0,7007	0,0876	0,74	0,658
Error	30	3,5616	0,1187		
Total	44	18,4144			

S = 0,344558 R-Sq = 80,66% R-Sq(adj) = 71,63%

Analysis of Variance for ON-alkali fosfataz

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	607,267	303,633	78246,65	0,000
ON- Doz	4	361,415	90,354	23284,28	0,000
ON- zaman*ON- Doz	8	201,618	25,202	6494,65	0,000
Error	30	0,116	0,004		
Total	44	1170,416			

S = 0,0622934 R-Sq = 99,99% R-Sq(adj) = 99,99%

Analysis of Variance for ON-katalaz

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	1200,890	600,445	194,81	0,000
ON- Doz	4	20,841	5,210	1,69	0,178
ON- zaman*ON- Doz	8	40,832	5,104	1,66	0,151
Error	30	92,468	3,082		
Total	44	1355,032			

S = 1,75564 R-Sq = 93,18% R-Sq(adj) = 89,99%

Analysis of Variance for ON-ürez

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	2,91846	1,45923	19,97	0,000
ON- Doz	4	0,46838	0,11709	1,60	0,199
ON- zaman*ON- Doz	8	0,97806	0,12226	1,67	0,146
Error	30	2,19193	0,07306		
Total	44	6,55682			

S = 0,270304 R-Sq = 66,57% R-Sq(adj) = 50,97%

Analysis of Variance for ON-Cr ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	1276554799	638277399	5,82	0,007
ON- Doz	4	1125289968	281322492	2,57	0,058
ON- zaman*ON- Doz	8	2593291124	324161390	2,96	0,015
Error	30	3288373602	109612453		
Total	44	8283509492			

S = 10469,6 R-Sq = 60,30% R-Sq(adj) = 41,78%

Analysis of Variance for ON-Ni ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	20356717866	10178358933	123,04	0,000
ON- Doz	4	1868493217	467123304	5,65	0,002
ON- zaman*ON- Doz	8	4480282970	560035371	6,77	0,000
Error	30	2481637350	82721245		
Total	44	29187131403			

S = 9095,12 R-Sq = 91,50% R-Sq(adj) = 87,53%

Analysis of Variance for ON-Pb ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	24505156	12252578	17,43	0,000
ON- Doz	4	3151676	787919	1,12	0,365
ON- zaman*ON- Doz	8	8807089	1100886	1,57	0,177
Error	30	21088436	702948		
Total	44	57552357			

S = 838,420 R-Sq = 63,36% R-Sq(adj) = 46,26%

Analysis of Variance for ON-% N-NH4

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	0,000000682	0,000000341	0,22	0,805
ON- Doz	4	0,000004339	0,000001085	0,70	0,601
ON- zaman*ON- Doz	8	0,000019918	0,000002490	1,60	0,168
Error	30	0,000046770	0,000001559		
Total	44	0,000071709			

S = 0,00124860 R-Sq = 34,78% R-Sq(adj) = 4,34%

Analysis of Variance for ON-NH4-ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	0,7	0,4	0,00	0,998
ON- Doz	4	265,4	66,3	0,45	0,772
ON- zaman*ON- Doz	8	2392,2	299,0	2,02	0,078
Error	30	4431,5	147,7		
Total	44	7089,9			

S = 12,1539 R-Sq = 37,49% R-Sq(adj) = 8,33%

Analysis of Variance for ON-% N-NO3

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	0,00313101	0,00156551	41,90	0,000
ON- Doz	4	0,00009483	0,00002371	0,63	0,642
ON- zaman*ON- Doz	8	0,00017988	0,00002248	0,60	0,769
Error	30	0,00112083	0,00003736		
Total	44	0,00452655			

S = 0,00611237 R-Sq = 75,24% R-Sq(adj) = 63,68%
Analysis of Variance for ON-NO3 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	31,3101	15,6551	41,90	0,000
ON- Doz	4	0,9483	0,2371	0,63	0,642
ON- zaman*ON- Doz	8	1,7988	0,2248	0,60	0,769
Error	30	11,2083	0,3736		
Total	44	45,2655			

S = 0,611237 R-Sq = 75,24% R-Sq(adj) = 63,68%

Analysis of Variance for ON-% TOPLAM-N

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	0,077880	0,038940	15,26	0,000
ON- Doz	4	0,028936	0,007234	2,84	0,042
ON- zaman*ON- Doz	8	0,049519	0,006190	2,43	0,037
Error	30	0,076530	0,002551		
Total	44	0,232865			

S = 0,0505075 R-Sq = 67,14% R-Sq(adj) = 51,80%

Analysis of Variance for ON-OM %

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	1,71464	0,85732	15,42	0,000
ON- Doz	4	0,11393	0,02848	0,51	0,727
ON- zaman*ON- Doz	8	0,28867	0,03608	0,65	0,731
Error	30	1,66836	0,05561		
Total	44	3,78559			

S = 0,235822 R-Sq = 55,93% R-Sq(adj) = 35,36%

Analysis of Variance for ON-Yary. P

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	23,843	11,921	2,36	0,111
ON- Doz	4	37,346	9,336	1,85	0,145
ON- zaman*ON- Doz	8	28,154	3,519	0,70	0,691
Error	30	151,369	5,046		
Total	44	240,711			

S = 2,24625 R-Sq = 37,12% R-Sq(adj) = 7,77%

Analysis of Variance for ON-Değ. K

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	0,29313	0,14657	3,32	0,050
ON- Doz	4	0,56173	0,14043	3,18	0,027
ON- zaman*ON- Doz	8	1,09343	0,13668	3,10	0,011
Error	30	1,32390	0,04413		
Total	44	3,27219			

S = 0,210071 R-Sq = 59,54% R-Sq(adj) = 40,66%

Analysis of Variance for ON-pH

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	0,997204	0,498602	187,60	0,000
ON- Doz	4	0,003458	0,000864	0,33	0,859
ON- zaman*ON- Doz	8	0,018129	0,002266	0,85	0,566
Error	30	0,079733	0,002658		
Total	44	1,098524			

S = 0,0515536 R-Sq = 92,74% R-Sq(adj) = 89,35%

Analysis of Variance for ON-Fe ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	51013063	25506531	3,58	0,040
ON- Doz	4	245329633	61332408	8,62	0,000
ON- zaman*ON- Doz	8	384840055	48105007	6,76	0,000
Error	30	213486548	7116218		
Total	44	894669298			

S = 2667,62 R-Sq = 76,14% R-Sq(adj) = 65,00%

Analysis of Variance for ON-Cu ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	226,140	113,070	12,32	0,000
ON- Doz	4	186,700	46,675	5,09	0,003
ON- zaman*ON- Doz	8	235,858	29,482	3,21	0,009

Error	30	275,301	9,177
Total	44	923,999	

S = 3,02931 R-Sq = 70,21% R-Sq(adj) = 56,30%

Analysis of Variance for ON-Zn

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	321,49	160,75	6,38	0,005
ON- Doz	4	1580,76	395,19	15,70	0,000
ON- zaman*ON- Doz	8	3368,26	421,03	16,72	0,000
Error	30	755,35	25,18		
Total	44	6025,86			

S = 5,01779 R-Sq = 87,46% R-Sq(adj) = 81,62%

Analysis of Variance for ON-Mn

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	18958	9479	3,47	0,044
ON- Doz	4	98598	24650	9,02	0,000
ON- zaman*ON- Doz	8	217053	27132	9,93	0,000
Error	30	81990	2733		
Total	44	416599			

S = 52,2782 R-Sq = 80,32% R-Sq(adj) = 71,13%

Analysis of Variance for ON-Ca ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	709738689	354869344	1,95	0,160
ON- Doz	4	1085311512	271327878	1,49	0,230
ON- zaman*ON- Doz	8	3631277523	453909690	2,50	0,033
Error	30	5456117551	181870585		
Total	44	10882445275			

S = 13485,9 R-Sq = 49,86% R-Sq(adj) = 26,47%

Analysis of Variance for ON-Mg ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ON- zaman	2	27795397	13897699	3,09	0,060
ON- Doz	4	12783950	3195987	0,71	0,591
ON- zaman*HO- Doz	8	46683123	5835390	1,30	0,282
Error	30	134836700	4494557		
Total	44	222099170			

S = 2120,04 R-Sq = 39,29% R-Sq(adj) = 10,96%

Analysis of Variance for glukosidaz

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	5,41832	2,70916	469,01	0,000
DOZ OA	4	4,01200	1,00300	173,64	0,000
ZAMANOVA*DOZ OA	8	3,98250	0,49781	86,18	0,000
Error	30	0,17329	0,00578		
Total	44	13,58611			

S = 0,0760020 R-Sq = 98,72% R-Sq(adj) = 98,13%

Analysis of Variance for alkali fosfataz

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	55,164	27,582	3007,73	0,000
DOZ OA	4	133,860	33,465	3649,28	0,000
ZAMANOVA*DOZ OA	8	257,482	32,185	3509,73	0,000
Error	30	0,275	0,009		
Total	44	446,781			

S = 0,0957618 R-Sq = 99,94% R-Sq(adj) = 99,91%

Analysis of Variance for katalaz

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	1397,89	698,94	317,60	0,000
DOZ OA	4	203,64	50,91	23,13	0,000
ZAMANOVA*DOZ OA	8	388,19	48,52	22,05	0,000
Error	30	66,02	2,20		
Total	44	2055,73			

S = 1,48347 R-Sq = 96,79% R-Sq(adj) = 95,29%

Analysis of Variance for üreaz

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	1,84471	0,92236	10,75	0,000
DOZ OA	4	1,28540	0,32135	3,75	0,014
ZAMANOVA*DOZ OA	8	0,85892	0,10737	1,25	0,305
Error	30	2,57330	0,08578		
Total	44	6,56233			

S = 0,292876 R-Sq = 60,79% R-Sq(adj) = 42,49%

Analysis of Variance for Cr ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	1610805645	805402822	7,58	0,002
DOZ OA	4	399808145	99952036	0,94	0,454
ZAMANOVA*DOZ OA	8	2022926986	252865873	2,38	0,041
Error	30	3188586653	106286222		

Total 44 7222127430

S = 10309,5 R-Sq = 55,85% R-Sq(adj) = 35,25%

Analysis of Variance for Ni ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	13147272969	6573636484	63,33	0,000
DOZ OA	4	6420549716	1605137429	15,46	0,000
ZAMANOA*DOZ OA	8	8382059642	1047757455	10,09	0,000
Error	30	3114093183	103803106		
Total	44	31063975509			

S = 10188,4 R-Sq = 89,98% R-Sq(adj) = 85,30%

Analysis of Variance for Pb ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	742404	371202	0,91	0,414
DOZ OA	4	3105460	776365	1,90	0,136
ZAMANOA*DOZ OA	8	5995467	749433	1,83	0,109
Error	30	12253275	408442		
Total	44	22096606			

S = 639,095 R-Sq = 44,55% R-Sq(adj) = 18,67%

Analysis of Variance for % N-NH4

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	9,613	4,807	2,34	0,114
DOZ OA	4	19,199	4,800	2,33	0,079
ZAMANOA*DOZ OA	8	38,394	4,799	2,33	0,044
Error	30	61,740	2,058		
Total	44	128,946			

S = 1,43457 R-Sq = 52,12% R-Sq(adj) = 29,78%

Analysis of Variance for NH4-ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	156,54	78,27	2,38	0,110
DOZ OA	4	303,26	75,82	2,30	0,082
ZAMANOA*DOZ OA	8	309,91	38,74	1,18	0,345
Error	30	987,77	32,93		
Total	44	1757,47			

S = 5,73808 R-Sq = 43,80% R-Sq(adj) = 17,57%

Analysis of Variance for % N-NO3

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	0,045231	0,022615	17,03	0,000
DOZ OA	4	0,119633	0,029908	22,52	0,000
ZAMANOA*DOZ OA	8	0,215427	0,026928	20,28	0,000
Error	30	0,039839	0,001328		
Total	44	0,420129			

S = 0,0364412 R-Sq = 90,52% R-Sq(adj) = 86,09%

Analysis of Variance for NO3 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	39,1871	19,5935	34,90	0,000
DOZ OA	4	7,1833	1,7958	3,20	0,027
ZAMANOA*DOZ OA	8	16,6143	2,0768	3,70	0,004
Error	30	16,8443	0,5615		
Total	44	79,8289			

S = 0,749317 R-Sq = 78,90% R-Sq(adj) = 69,05%

Analysis of Variance for % TOPLAM-N

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	2,06040	1,03020	270,44	0,000
DOZ OA	4	3,50609	0,87652	230,10	0,000
ZAMANOA*DOZ OA	8	7,39799	0,92475	242,76	0,000
Error	30	0,11428	0,00381		
Total	44	13,07876			

S = 0,0617198 R-Sq = 99,13% R-Sq(adj) = 98,72%

Analysis of Variance for OM %

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	33,090	16,545	177,57	0,000
DOZ OA	4	52,065	13,016	139,69	0,000
ZAMANOA*DOZ OA	8	97,145	12,143	130,32	0,000
Error	30	2,795	0,093		
Total	44	185,095			

S = 0,305249 R-Sq = 98,49% R-Sq(adj) = 97,79%

Analysis of Variance for Yary. P

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	576,74	288,37	3,41	0,046
DOZ OA	4	102,50	25,63	0,30	0,873
ZAMANOA*DOZ OA	8	1100,13	137,52	1,63	0,158
Error	30	2533,54	84,45		
Total	44	4312,91			

S = 9,18974 R-Sq = 41,26% R-Sq(adj) = 13,84%

Analysis of Variance for Dež. K

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	17,6387	8,8194	963,31	0,000
DOZ OA	4	35,6091	8,9023	972,37	0,000
ZAMANOVA*DOZ OA	8	73,1203	9,1400	998,34	0,000
Error	30	0,2747	0,0092		
Total	44	126,6428			

S = 0,0956832 R-Sq = 99,78% R-Sq(adj) = 99,68%

Analysis of Variance for pH

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	0,492333	0,246167	227,46	0,000
DOZ OA	4	0,072102	0,018026	16,66	0,000
ZAMANOVA*DOZ OA	8	0,137978	0,017247	15,94	0,000
Error	30	0,032467	0,001082		
Total	44	0,734880			

S = 0,0328971 R-Sq = 95,58% R-Sq(adj) = 93,52%

Analysis of Variance for EC

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	8,9	4,5	0,02	0,978
DOZ OA	4	964,1	241,0	1,20	0,333
ZAMANOVA*DOZ OA	8	928,4	116,0	0,58	0,789
Error	30	6043,3	201,4		
Total	44	7944,8			

S = 14,1931 R-Sq = 23,93% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Fe ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOVA	2	30206749	15103375	2,45	0,104
DOZ OA	4	66178529	16544632	2,68	0,051
ZAMANOVA*DOZ OA	8	31040766	3880096	0,63	0,747
Error	30	185210497	6173683		
Total	44	312636542			

S = 2484,69 R-Sq = 40,76% R-Sq(adj) = 13,11%

Analysis of Variance for Cu ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	496,605	248,303	115,34	0,000
DOZ OA	4	32,204	8,051	3,74	0,014
ZAMANOA*DOZ OA	8	66,320	8,290	3,85	0,003
Error	30	64,582	2,153		
Total	44	659,712			

S = 1,46722 R-Sq = 90,21% R-Sq(adj) = 85,64%

Analysis of Variance for Zn

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	4,97	2,48	0,11	0,898
DOZ OA	4	270,46	67,61	2,95	0,036
ZAMANOA*DOZ OA	8	93,26	11,66	0,51	0,840
Error	30	687,30	22,91		
Total	44	1055,99			

S = 4,78644 R-Sq = 34,91% R-Sq(adj) = 4,54%

Analysis of Variance for Mn

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	68	34	0,01	0,988
DOZ OA	4	33351	8338	2,88	0,040
ZAMANOA*DOZ OA	8	10901	1363	0,47	0,867
Error	30	86923	2897		
Total	44	131242			

S = 53,8277 R-Sq = 33,77% R-Sq(adj) = 2,86%

Analysis of Variance for Ca ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	192302198	96151099	0,26	0,770
DOZ OA	4	2577044019	644261005	1,77	0,161
ZAMANOA*DOZ OA	8	613602325	76700291	0,21	0,987
Error	30	10913419907	363780664		
Total	44	14296368449			

S = 19073,0 R-Sq = 23,66% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Mg ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
ZAMANOA	2	695612	347806	0,07	0,928
DOZ OA	4	28383063	7095766	1,52	0,220
ZAMANOA*DOZ OA	8	18120905	2265113	0,49	0,856
Error	30	139686423	4656214		
Total	44	186886002			

S = 2157,83 R-Sq = 25,26% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for DT-glukosidaz

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	10,3019	5,1509	45,10	0,000
DT- Doz	4	0,2269	0,0567	0,50	0,738
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,1910	0,0239	0,21	0,987
Error	30	3,4267	0,1142		
Total	44	14,1464			

S = 0,337967 R-Sq = 75,78% R-Sq(adj) = 64,47%

Analysis of Variance for DT-alkali fosfataz

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	241,515	120,757	48,60	0,000
DT- Doz	4	218,946	54,736	22,03	0,000
DT-Zaman*DT- Doz	8	798,637	99,830	40,18	0,000
Error	30	74,545	2,485		
Total	44	1333,642			

S = 1,57634 R-Sq = 94,41% R-Sq(adj) = 91,80%

Analysis of Variance for DT-katalaz

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	1192,452	596,226	197,56	0,000
DT- Doz	4	3,570	0,893	0,30	0,878
DT-Zaman*DT- Doz	8	39,142	4,893	1,62	0,160
Error	30	90,537	3,018		
Total	44	1325,701			

S = 1,73721 R-Sq = 93,17% R-Sq(adj) = 89,98%

Analysis of Variance for DT-ürez

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	3,50326	1,75163	27,06	0,000
DT- Doz	4	0,14841	0,03710	0,57	0,684
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,26076	0,03259	0,50	0,844
Error	30	1,94199	0,06473		
Total	44	5,85442			

S = 0,254427 R-Sq = 66,83% R-Sq(adj) = 51,35%

Analysis of Variance for DT-Cr ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	747734644	373867322	6,62	0,004

DT- Doz	4	1751130851	437782713	7,76	0,000
DT-Zaman*DT- Doz	8	3984060790	498007599	8,82	0,000
Error	30	1693101433	56436714		
Total	44	8176027719			

S = 7512,44 R-Sq = 79,29% R-Sq(adj) = 69,63%

Analysis of Variance for DT-Ni ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	27797486548	13898743274	129,26	0,000
DT- Doz	4	1243106962	310776741	2,89	0,039
DT-Zaman*DT- Doz	8	3427150853	428393857	3,98	0,003
Error	30	3225809245	107526975		
Total	44	35693553607			

S = 10369,5 R-Sq = 90,96% R-Sq(adj) = 86,74%

Analysis of Variance for DT-Pb ppb

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	11304270	5652135	13,36	0,000
DT- Doz	4	4217332	1054333	2,49	0,064
DT-Zaman*DT- Doz	8	2246005	280751	0,66	0,719
Error	30	12694620	423154		
Total	44	30462227			

S = 650,503 R-Sq = 58,33% R-Sq(adj) = 38,88%

Analysis of Variance for DT-% N-NH4

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	0,000001561	0,000000780	**	
DT- Doz	4	0,000001961	0,000000490	**	
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,000014961	0,000001870	**	
Error	30	0,000013302	0,000000443		
Total	44	0,000031785			

** Denominator of F-test is zero or undefined.

S = 0,000665877 R-Sq = 58,15% R-Sq(adj) = 38,62%

Analysis of Variance for DT-NH4-ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	18,42	9,21	0,25	0,777
DT- Doz	4	174,55	43,64	1,21	0,328
DT-Zaman*DT- Doz	8	1957,16	244,65	6,77	0,000
Error	30	1084,43	36,15		
Total	44	3234,56			

S = 6,01229 R-Sq = 66,47% R-Sq(adj) = 50,83%

Analysis of Variance for DT-% N-NO3

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	0,00609155	0,00304578	74,14	0,000
DT- Doz	4	0,00046868	0,00011717	2,85	0,041
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,00089755	0,00011219	2,73	0,022
Error	30	0,00123240	0,00004108		
Total	44	0,00869019			

S = 0,00640936 R-Sq = 85,82% R-Sq(adj) = 79,20%

Analysis of Variance for DT-NO3 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	60,9155	30,4578	74,14	0,000
DT- Doz	4	4,6868	1,1717	2,85	0,041
DT-Zaman*DT- Doz	8	8,9755	1,1219	2,73	0,022
Error	30	12,3240	0,4108		
Total	44	86,9019			

S = 0,640936 R-Sq = 85,82% R-Sq(adj) = 79,20%

Analysis of Variance for DT-% TOPLAM-N

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	0,123175	0,061588	23,52	0,000
DT- Doz	4	0,013579	0,003395	1,30	0,294
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,029427	0,003678	1,40	0,235
Error	30	0,078546	0,002618		
Total	44	0,244728			

S = 0,0511685 R-Sq = 67,90% R-Sq(adj) = 52,93%

Analysis of Variance for DT-OM %

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	1,63701	0,81850	10,45	0,000
DT- Doz	4	0,27252	0,06813	0,87	0,493
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,08631	0,01079	0,14	0,997
Error	30	2,34987	0,07833		
Total	44	4,34571			

S = 0,279873 R-Sq = 45,93% R-Sq(adj) = 20,69%

Analysis of Variance for DT-Yary. P

Source	DF	SS	MS	F	P
--------	----	----	----	---	---

DT-Zaman	2	6,006	3,003	0,41	0,669
DT- Doz	4	7,513	1,878	0,26	0,904
DT-Zaman*DT- Doz	8	70,057	8,757	1,19	0,338
Error	30	220,758	7,359		
Total	44	304,333			

S = 2,71267 R-Sq = 27,46% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for DT-Değ. K

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	0,04135	0,02067	0,43	0,656
DT- Doz	4	0,20122	0,05031	1,04	0,402
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,30268	0,03783	0,78	0,620
Error	30	1,44827	0,04828		
Total	44	1,99352			

S = 0,219717 R-Sq = 27,35% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for DT-pH

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	0,820031	0,410016	119,19	0,000
DT- Doz	4	0,012858	0,003214	0,93	0,457
DT-Zaman*DT- Doz	8	0,045036	0,005629	1,64	0,156
Error	30	0,103200	0,003440		
Total	44	0,981124			

S = 0,0586515 R-Sq = 89,48% R-Sq(adj) = 84,57%

Analysis of Variance for DT-EC

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	2765,4	1382,7	4,58	0,018
DT- Doz	4	1327,7	331,9	1,10	0,374
DT-Zaman*DT- Doz	8	2548,2	318,5	1,06	0,419
Error	30	9048,0	301,6		
Total	44	15689,2			

S = 17,3666 R-Sq = 42,33% R-Sq(adj) = 15,42%

Analysis of Variance for DT-Fe ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	118957489	59478745	8,94	0,001
DT- Doz	4	169233971	42308493	6,36	0,001
DT-Zaman*DT- Doz	8	183651514	22956439	3,45	0,006
Error	30	199589777	6652993		
Total	44	671432752			

S = 2579,34 R-Sq = 70,27% R-Sq(adj) = 56,40%

Analysis of Variance for DT-Cu ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	545,941	272,970	48,48	0,000
DT- Doz	4	3,508	0,877	0,16	0,959
DT-Zaman*DT- Doz	8	49,000	6,125	1,09	0,398
Error	30	168,907	5,630		
Total	44	767,355			

S = 2,37281 R-Sq = 77,99% R-Sq(adj) = 67,72%

Analysis of Variance for DT-Zn

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	787,8	393,9	2,00	0,153
DT- Doz	4	698,5	174,6	0,89	0,485
DT-Zaman*DT- Doz	8	2873,2	359,2	1,82	0,112
Error	30	5918,1	197,3		
Total	44	10277,7			

S = 14,0453 R-Sq = 42,42% R-Sq(adj) = 15,55%

Analysis of Variance for DT-Mn

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	139892	69946	12,57	0,000
DT- Doz	4	86398	21599	3,88	0,012
DT-Zaman*DT- Doz	8	355878	44485	7,99	0,000
Error	30	166927	5564		
Total	44	749095			

S = 74,5938 R-Sq = 77,72% R-Sq(adj) = 67,32%

Analysis of Variance for DT-Ca ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	125096407	62548204	0,11	0,893
DT- Doz	4	672995263	168248816	0,31	0,872
DT-Zaman*DT- Doz	8	3313334644	414166830	0,75	0,646
Error	30	16520235234	550674508		
Total	44	20631661548			

S = 23466,5 R-Sq = 19,93% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for DT-Mg ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
DT-Zaman	2	627741	313870	0,07	0,933

DT- Doz	4	9690558	2422639	0,53	0,713
DT-Zaman*DT- Doz	8	25812825	3226603	0,71	0,681
Error	30	136502990	4550100		
Total	44	172634113			

S = 2133,10 R-Sq = 20,93% R-Sq(adj) = 0,00%

SERA İSTATİSTİK

ANOVA: PH ÇİM; EC ÇİM; ... versus C2

Analysis of Variance for PH ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,23091	0,04618	4,38	0,017
Error	12	0,12660	0,01055		
Total	17	0,35751			

S = 0,102713 R-Sq = 64,59% R-Sq(adj) = 49,83%

Analysis of Variance for EC ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	47305	9461	1,65	0,221
Error	12	68794	5733		
Total	17	116099			

S = 75,7155 R-Sq = 40,75% R-Sq(adj) = 16,06%

Analysis of Variance for Nem ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	99,61	19,92	0,94	0,491
Error	12	255,08	21,26		
Total	17	354,69			

S = 4,61049 R-Sq = 28,08% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for boy ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	129,718	25,944	8,75	0,001
Error	12	35,577	2,965		
Total	17	165,296			

S = 1,72185 R-Sq = 78,48% R-Sq(adj) = 69,51%

Analysis of Variance for Bitki ağırlık ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	3,1835	0,6367	2,85	0,064
Error	12	2,6822	0,2235		
Total	17	5,8658			

S = 0,472776 R-Sq = 54,27% R-Sq(adj) = 35,22%

Analysis of Variance for Üreaz ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	107,12	21,42	1,35	0,308
Error	12	189,95	15,83		
Total	17	297,07			

S = 3,97863 R-Sq = 36,06% R-Sq(adj) = 9,42%

Analysis of Variance for Fosfataz ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,19896	0,03979	2,29	0,112
Error	12	0,20891	0,01741		
Total	17	0,40787			

S = 0,131945 R-Sq = 48,78% R-Sq(adj) = 27,44%

Analysis of Variance for glukosidaz ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,083301	0,016660	1,97	0,156
Error	12	0,101421	0,008452		
Total	17	0,184722			

S = 0,0919335 R-Sq = 45,10% R-Sq(adj) = 22,22%

Analysis of Variance for OM ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	1,0922	0,2184	1,28	0,336

Error	12	2,0525	0,1710
Total	17	3,1447	

S = 0,413576 R-Sq = 34,73% R-Sq(adj) = 7,54%

Analysis of Variance for OC ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,39798	0,07960	1,29	0,332
Error	12	0,74222	0,06185		
Total	17	1,14020			

S = 0,248700 R-Sq = 34,90% R-Sq(adj) = 7,78%

glukosidaz			
C2	ÇİM	OM ÇİM	OC ÇİM
1	1,3826	2,2747	1,3194
2	1,4787	2,0010	1,1607
3	1,2824	2,3383	1,3563
4	1,2991	1,5987	0,9099
5	1,3701	2,0850	1,2094
6	1,2991	2,2281	1,2924

Analysis of Variance for N ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,0028143	0,0005629	0,96	0,479
Error	12	0,0070378	0,0005865		
Total	17	0,0098522			

S = 0,0242175 R-Sq = 28,57% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for N ÇİM BİYOTAR

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,027596	0,005519	0,96	0,480
Error	12	0,069078	0,005756		
Total	17	0,096673			

S = 0,0758714 R-Sq = 28,55% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for %N-NO3 ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,0042138	0,0008428	0,92	0,503
Error	12	0,0110503	0,0009209		
Total	17	0,0152640			

S = 0,0303456 R-Sq = 27,61% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for %N-NH4 ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,031819	0,006364	4,39	0,017
Error	12	0,017383	0,001449		
Total	17	0,049202			

S = 0,0380606 R-Sq = 64,67% R-Sq(adj) = 49,95%

Analysis of Variance for C/N Oranı-ÇİM NURAY

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	44,722	8,944	1,57	0,241
Error	12	68,225	5,685		
Total	17	112,947			

S = 2,38442 R-Sq = 39,60% R-Sq(adj) = 14,43%

Analysis of Variance for C/N oranı ÇİM AYTEN

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	8,934	1,787	1,31	0,322
Error	12	16,316	1,360		
Total	17	25,250			

S = 1,16605 R-Sq = 35,38% R-Sq(adj) = 8,46%

Analysis of Variance for P ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	70,369	14,074	2,50	0,090
Error	12	67,485	5,624		
Total	17	137,855			

S = 2,37145 R-Sq = 51,05% R-Sq(adj) = 30,65%

Analysis of Variance for K ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,03571	0,00714	0,24	0,937
Error	12	0,35813	0,02984		
Total	17	0,39383			

S = 0,172755 R-Sq = 9,07% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Agregat ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
--------	----	----	----	---	---

C2	5	305,83	61,17	1,24	0,350
Error	12	592,02	49,34		
Total	17	897,85			

S = 7,02389 R-Sq = 34,06% R-Sq(adj) = 6,59%

Analysis of Variance for KDK ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	35,3596	7,0719	38,68	0,000
Error	12	2,1941	0,1828		
Total	17	37,5537			

S = 0,427600 R-Sq = 94,16% R-Sq(adj) = 91,72%

Agregat			
C2	K ÇİM	ÇİM	KDK ÇİM
1	1,9871	38,284	13,512
2	1,9707	44,699	14,934
3	2,0247	47,305	12,022
4	2,0063	37,730	11,660
5	1,9775	37,028	14,073
6	2,1025	36,815	11,004

Analysis of Variance for Ca ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	894027941	178805588	3,28	0,042
Error	12	653183778	54431981		
Total	17	1547211719			

S = 7377,80 R-Sq = 57,78% R-Sq(adj) = 40,19%

Analysis of Variance for Cr ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	24,876	4,975	2,01	0,149
Error	12	29,657	2,471		
Total	17	54,533			

S = 1,57208 R-Sq = 45,62% R-Sq(adj) = 22,96%

Analysis of Variance for Cu ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	227,59	45,52	1,68	0,214
Error	12	325,24	27,10		
Total	17	552,83			

S = 5,20609 R-Sq = 41,17% R-Sq(adj) = 16,65%

Analysis of Variance for % Fe ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,40281	0,08056	3,26	0,043
Error	12	0,29669	0,02472		
Total	17	0,69950			

S = 0,157239 R-Sq = 57,59% R-Sq(adj) = 39,91%

Analysis of Variance for K ÇİM_1

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	6344466	1268893	6,83	0,003
Error	12	2229287	185774		
Total	17	8573753			

S = 431,015 R-Sq = 74,00% R-Sq(adj) = 63,16%

Analysis of Variance for Mg ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	29794634	5958927	7,25	0,002
Error	12	9868323	822360		
Total	17	39662958			

S = 906,841 R-Sq = 75,12% R-Sq(adj) = 64,75%

Analysis of Variance for Mn ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	17179	3436	2,37	0,102
Error	12	17368	1447		
Total	17	34547			

S = 38,0437 R-Sq = 49,73% R-Sq(adj) = 28,78%

Analysis of Variance for Ni ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	7,908	1,582	1,02	0,450
Error	12	18,678	1,557		
Total	17	26,587			

S = 1,24761 R-Sq = 29,75% R-Sq(adj) = 0,47%

Analysis of Variance for Pb ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	0,07673	0,01535	0,87	0,529
Error	12	0,21180	0,01765		
Total	17	0,28853			

S = 0,132854 R-Sq = 26,59% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Zn ÇİM

Source	DF	SS	MS	F	P
C2	5	19347	3869	3,16	0,047
Error	12	14685	1224		
Total	17	34032			

S = 34,9823 R-Sq = 56,85% R-Sq(adj) = 38,87%

ANOVA: EC GAZİ; Nem Gazi; ... versus gazi

Factor	Type	Levels	Values
gazi	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6

Analysis of Variance for EC GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	55280	11056	2,58	0,083
Error	12	51438	4286		
Total	17	106718			

S = 65,4714 R-Sq = 51,80% R-Sq(adj) = 31,72%

Analysis of Variance for Nem Gazi

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	73,84	14,77	0,84	0,545
Error	12	210,35	17,53		
Total	17	284,19			

S = 4,18674 R-Sq = 25,98% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for boy gazi

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	87,562	17,512	3,95	0,024
Error	12	53,184	4,432		
Total	17	140,746			

S = 2,10523 R-Sq = 62,21% R-Sq(adj) = 46,47%

Analysis of Variance for Bitki ağırlık GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,2453	0,0491	0,39	0,843
Error	12	1,4913	0,1243		
Total	17	1,7366			

S = 0,352527 R-Sq = 14,12% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Üreaz GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	194,94	38,99	3,66	0,031
Error	12	127,92	10,66		
Total	17	322,86			

S = 3,26492 R-Sq = 60,38% R-Sq(adj) = 43,87%

Analysis of Variance for Fosfataz GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,23348	0,04670	1,22	0,357
Error	12	0,45855	0,03821		
Total	17	0,69204			

S = 0,195481 R-Sq = 33,74% R-Sq(adj) = 6,13%

Analysis of Variance for glukosidaz GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,5799	0,1160	0,92	0,501
Error	12	1,5136	0,1261		
Total	17	2,0936			

S = 0,355158 R-Sq = 27,70% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for OM GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,26840	0,05368	0,90	0,513
Error	12	0,71790	0,05983		
Total	17	0,98630			

S = 0,244592 R-Sq = 27,21% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for OC GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,09030	0,01806	0,90	0,513

Error	12	0,24154	0,02013
Total	17	0,33185	

S = 0,141875 R-Sq = 27,21% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for N GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,0038958	0,0007792	1,27	0,338
Error	12	0,0073653	0,0006138		
Total	17	0,0112611			

S = 0,0247745 R-Sq = 34,60% R-Sq(adj) = 7,34%

Analysis of Variance for N GAZİ BİYOTAR

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,064566	0,012913	1,36	0,305
Error	12	0,113737	0,009478		
Total	17	0,178303			

S = 0,0973553 R-Sq = 36,21% R-Sq(adj) = 9,63%

Analysis of Variance for %N-NO3 GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,0059255	0,0011851	2,61	0,080
Error	12	0,0054400	0,0004533		
Total	17	0,0113655			

S = 0,0212917 R-Sq = 52,14% R-Sq(adj) = 32,19%

Analysis of Variance for pH GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	1,4922	0,2984	1,33	0,314
Error	12	2,6827	0,2236		
Total	17	4,1749			

S = 0,472822 R-Sq = 35,74% R-Sq(adj) = 8,97%

Analysis of Variance for %N-NH4 GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,045895	0,009179	5,86	0,006
Error	12	0,018796	0,001566		
Total	17	0,064690			

S = 0,0395764 R-Sq = 70,95% R-Sq(adj) = 58,84%

Analysis of Variance for C/N Oranı-GAZİnıray

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	12,830	2,566	0,81	0,562
Error	12	37,836	3,153		
Total	17	50,666			

S = 1,77566 R-Sq = 25,32% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for C/N oranı GAZİayten

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	37,709	7,542	1,68	0,213
Error	12	53,711	4,476		
Total	17	91,420			

S = 2,11564 R-Sq = 41,25% R-Sq(adj) = 16,77%

Analysis of Variance for P GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	180,74	36,15	0,61	0,692
Error	12	706,66	58,89		
Total	17	887,40			

S = 7,67387 R-Sq = 20,37% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for K GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,22827	0,04565	1,09	0,414
Error	12	0,50257	0,04188		
Total	17	0,73083			

S = 0,204647 R-Sq = 31,23% R-Sq(adj) = 2,58%

Analysis of Variance for Agregat GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	611,49	122,30	3,30	0,042
Error	12	444,94	37,08		
Total	17	1056,43			

S = 6,08921 R-Sq = 57,88% R-Sq(adj) = 40,33%

Analysis of Variance for KDK GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	23,8865	4,7773	62,34	0,000
Error	12	0,9195	0,0766		
Total	17	24,8061			

S = 0,276819 R-Sq = 96,29% R-Sq(adj) = 94,75%

Analysis of Variance for Ca GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	687280094	137456019	1,17	0,377
Error	12	1405373733	117114478		
Total	17	2092653828			

S = 10821,9 R-Sq = 32,84% R-Sq(adj) = 4,86%

Analysis of Variance for Cr GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	2,3621	0,4724	1,02	0,448
Error	12	5,5535	0,4628		
Total	17	7,9156			

S = 0,680290 R-Sq = 29,84% R-Sq(adj) = 0,61%

Analysis of Variance for Cu GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	101,25	20,25	0,70	0,633
Error	12	346,13	28,84		
Total	17	447,38			

S = 5,37070 R-Sq = 22,63% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for % Fe GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,33032	0,06606	1,49	0,264
Error	12	0,53183	0,04432		
Total	17	0,86215			

S = 0,210521 R-Sq = 38,31% R-Sq(adj) = 12,61%

Analysis of Variance for K GAZİ_1

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	4024344	804869	2,32	0,108

Error	12	4170881	347573
Total	17	8195224	

S = 589,554 R-Sq = 49,11% R-Sq(adj) = 27,90%

Analysis of Variance for K GAZİ_1

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	4024344	804869	2,32	0,108
Error	12	4170881	347573		
Total	17	8195224			

S = 589,554 R-Sq = 49,11% R-Sq(adj) = 27,90%

Analysis of Variance for Mg GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	14771585	2954317	3,05	0,052
Error	12	11608361	967363		
Total	17	26379946			

S = 983,546 R-Sq = 56,00% R-Sq(adj) = 37,66%

Analysis of Variance for Mn GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	7301	1460	0,50	0,768
Error	12	34740	2895		
Total	17	42041			

S = 53,8051 R-Sq = 17,37% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Ni GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	1,0367	0,2073	1,03	0,441
Error	12	2,4052	0,2004		
Total	17	3,4419			

S = 0,447699 R-Sq = 30,12% R-Sq(adj) = 1,00%

Analysis of Variance for Pb GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	0,05245	0,01049	0,57	0,723
Error	12	0,22150	0,01846		
Total	17	0,27395			

S = 0,135863 R-Sq = 19,15% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Zn GAZİ

Source	DF	SS	MS	F	P
gazi	5	18685	3737	2,80	0,067
Error	12	15992	1333		
Total	17	34677			

S = 36,5057 R-Sq = 53,88% R-Sq(adj) = 34,67%

ANOVA: PH HG; EC GHG; ... versus UYGULAMA

Analysis of Variance for PH HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,78171	0,15634	2,68	0,075
Error	12	0,69900	0,05825		
Total	17	1,48071			

S = 0,241350 R-Sq = 52,79% R-Sq(adj) = 33,12%

Analysis of Variance for EC GHG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	70856	14171	1,37	0,303
Error	12	124451	10371		
Total	17	195306			

S = 101,838 R-Sq = 36,28% R-Sq(adj) = 9,73%

Analysis of Variance for Nem HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	157,586	31,517	4,49	0,015
Error	12	84,161	7,013		
Total	17	241,747			

S = 2,64829 R-Sq = 65,19% R-Sq(adj) = 50,68%

Analysis of Variance for boy HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	192,20	38,44	3,84	0,026
Error	12	120,25	10,02		
Total	17	312,45			

S = 3,16557 R-Sq = 61,51% R-Sq(adj) = 45,48%

Analysis of Variance for Bitki ağırlık HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	2,85212	0,57042	6,85	0,003
Error	12	0,99894	0,08324		
Total	17	3,85106			

S = 0,288522 R-Sq = 74,06% R-Sq(adj) = 63,25%

Analysis of Variance for Üreaz HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	273,38	54,68	3,18	0,047
Error	12	206,31	17,19		
Total	17	479,69			

S = 4,14637 R-Sq = 56,99% R-Sq(adj) = 39,07%

Analysis of Variance for Fosfataz HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,2964	0,0593	0,38	0,852
Error	12	1,8631	0,1553		
Total	17	2,1595			

S = 0,394033 R-Sq = 13,73% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for glukosidaz HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,08271	0,01654	0,96	0,480
Error	12	0,20734	0,01728		
Total	17	0,29005			

S = 0,131448 R-Sq = 28,51% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for OM HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,3377	0,0675	0,38	0,856
Error	12	2,1596	0,1800		
Total	17	2,4973			

S = 0,424225 R-Sq = 13,52% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for OC HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,11361	0,02272	0,38	0,856
Error	12	0,72661	0,06055		
Total	17	0,84022			

S = 0,246070 R-Sq = 13,52% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for N HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,0078575	0,0015715	8,18	0,001
Error	12	0,0023046	0,0001921		
Total	17	0,0101621			

S = 0,0138583 R-Sq = 77,32% R-Sq(adj) = 67,87%

Analysis of Variance for N HG BİYOTAR

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,024163	0,004833	0,58	0,712
Error	12	0,099297	0,008275		
Total	17	0,123460			

S = 0,0909655 R-Sq = 19,57% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for %N-NO3 HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,0119699	0,0023940	4,05	0,022
Error	12	0,0070962	0,0005914		
Total	17	0,0190662			

S = 0,0243178 R-Sq = 62,78% R-Sq(adj) = 47,27%

Analysis of Variance for %N-NH4 HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,035943	0,007189	5,67	0,007
Error	12	0,015205	0,001267		
Total	17	0,051148			

S = 0,0355959 R-Sq = 70,27% R-Sq(adj) = 57,89%

Analysis of Variance for C/N Oranı-HG NURAY

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	22,404	4,481	1,12	0,402
Error	12	48,189	4,016		
Total	17	70,593			

S = 2,00393 R-Sq = 31,74% R-Sq(adj) = 3,29%

Analysis of Variance for C/N oranı HG AYTEN

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	3,4296	0,6859	0,97	0,473
Error	12	8,4723	0,7060		
Total	17	11,9018			

S = 0,840252 R-Sq = 28,82% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for P GAZİ_1

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	49,721	9,944	1,53	0,251
Error	12	77,807	6,484		
Total	17	127,528			

S = 2,54636 R-Sq = 38,99% R-Sq(adj) = 13,57%

Analysis of Variance for K HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,14252	0,02850	1,11	0,404
Error	12	0,30741	0,02562		
Total	17	0,44993			

S = 0,160054 R-Sq = 31,68% R-Sq(adj) = 3,21%

Analysis of Variance for Agregat HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	854,82	170,96	5,44	0,008
Error	12	377,22	31,43		
Total	17	1232,04			

S = 5,60669 R-Sq = 69,38% R-Sq(adj) = 56,63%

Analysis of Variance for KDK HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	12,4376	2,4875	11,88	0,000
Error	12	2,5128	0,2094		
Total	17	14,9504			

S = 0,457606 R-Sq = 83,19% R-Sq(adj) = 76,19%

Analysis of Variance for Ca HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	2428503294	485700659	3,68	0,030
Error	12	1583928733	131994061		
Total	17	4012432028			

S = 11488,9 R-Sq = 60,52% R-Sq(adj) = 44,08%

Analysis of Variance for Cr HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	6,4924	1,2985	2,14	0,130
Error	12	7,2681	0,6057		
Total	17	13,7605			

S = 0,778249 R-Sq = 47,18% R-Sq(adj) = 25,17%

Analysis of Variance for Cu HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	361,76	72,35	1,57	0,241
Error	12	553,02	46,09		
Total	17	914,78			

S = 6,78859 R-Sq = 39,55% R-Sq(adj) = 14,36%

Analysis of Variance for % Fe HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,67775	0,13555	2,24	0,123
Error	11	0,66460	0,06042		
Total	16	1,34234			

S = 0,245800 R-Sq = 50,49% R-Sq(adj) = 27,99%

Analysis of Variance for K HG_1

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	6216852	1243370	2,25	0,122
Error	11	6075207	552292		
Total	16	12292058			

S = 743,163 R-Sq = 50,58% R-Sq(adj) = 28,11%

Analysis of Variance for Mg HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	24510820	4902164	2,24	0,123
Error	11	24062585	2187508		

Total 16 48573405

S = 1479,02 R-Sq = 50,46% R-Sq(adj) = 27,94%

Analysis of Variance for Mn HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	70654	14131	3,25	0,048
Error	11	47861	4351		
Total	16	118515			

S = 65,9623 R-Sq = 59,62% R-Sq(adj) = 41,26%

Analysis of Variance for Ni HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	5,2195	1,0439	2,35	0,111
Error	11	4,8965	0,4451		
Total	16	10,1159			

S = 0,667183 R-Sq = 51,60% R-Sq(adj) = 29,60%

Analysis of Variance for Pb HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	0,185557	0,037111	3,80	0,030
Error	11	0,107296	0,009754		
Total	16	0,292853			

S = 0,0987633 R-Sq = 63,36% R-Sq(adj) = 46,71%

Analysis of Variance for Zn HG

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA	5	23287	4657	3,45	0,040
Error	11	14839	1349		
Total	16	38126			

S = 36,7289 R-Sq = 61,08% R-Sq(adj) = 43,39%

SERA BİTKİ VARYANS

Analysis of Variance for sera bitki N

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	0,127193	0,025439	8,27	0,001
Error	12	0,036912	0,003076		

Total 17 0,164105

S = 0,0554617 R-Sq = 77,51% R-Sq(adj) = 68,14%

Analysis of Variance for Fe sera bit

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	33062	6612	1,31	0,322
Error	12	60470	5039		
Total	17	93532			

S = 70,9870 R-Sq = 35,35% R-Sq(adj) = 8,41%

Analysis of Variance for Cusera bit.

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	18,251	3,650	2,87	0,063
Error	12	15,273	1,273		
Total	17	33,524			

S = 1,12817 R-Sq = 54,44% R-Sq(adj) = 35,46%

Analysis of Variance for Zn sera bit.

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	685,74	137,15	2,27	0,114
Error	12	726,39	60,53		
Total	17	1412,13			

S = 7,78025 R-Sq = 48,56% R-Sq(adj) = 27,13%

Analysis of Variance for Mn sera bit.

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	422,88	84,58	1,50	0,262
Error	12	677,53	56,46		
Total	17	1100,42			

S = 7,51406 R-Sq = 38,43% R-Sq(adj) = 12,77%

Analysis of Variance for Cr sera bit.

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	25,669	5,134	0,81	0,567
Error	12	76,400	6,367		
Total	17	102,070			

S = 2,52323 R-Sq = 25,15% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for P sera bitki

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	8584173	1716835	9,29	0,001
Error	12	2216847	184737		
Total	17	10801020			

S = 429,811 R-Sq = 79,48% R-Sq(adj) = 70,92%

Analysis of Variance for Nisera bit

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	3,3228	0,6646	2,25	0,116
Error	12	3,5400	0,2950		
Total	17	6,8628			

S = 0,543139 R-Sq = 48,42% R-Sq(adj) = 26,92%

Analysis of Variance for boy OA

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	129,718	25,944	8,75	0,001
Error	12	35,577	2,965		
Total	17	165,296			

S = 1,72185 R-Sq = 78,48% R-Sq(adj) = 69,51%

Analysis of Variance for ağırlık OA

Source	DF	SS	MS	F	P
UYGULAMA_1	5	1,4044	0,2809	2,48	0,091
Error	12	1,3572	0,1131		
Total	17	2,7616			

S = 0,336307 R-Sq = 50,85% R-Sq(adj) = 30,38%

Analysis of Variance for boy-HG

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	49,130	9,826	3,68	0,030
Error	12	32,080	2,673		
Total	17	81,210			

S = 1,63504 R-Sq = 60,50% R-Sq(adj) = 44,04%

Analysis of Variance for ağırlık-HG

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	0,77304	0,15461	2,37	0,102
Error	12	0,78193	0,06516		
Total	17	1,55497			

S = 0,255266 R-Sq = 49,71% R-Sq(adj) = 28,76%

Analysis of Variance for HG bit. N

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	0,18303	0,03661	1,36	0,307
Error	12	0,32410	0,02701		
Total	17	0,50713			

S = 0,164343 R-Sq = 36,09% R-Sq(adj) = 9,46%

Analysis of Variance for HG sera bit Fe

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	2458,3	491,7	1,07	0,425
Error	12	5526,8	460,6		
Total	17	7985,1			

S = 21,4609 R-Sq = 30,79% R-Sq(adj) = 1,95%

Analysis of Variance for HG sera bit.Cu

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	39,300	7,860	4,72	0,013
Error	12	20,000	1,667		
Total	17	59,300			

S = 1,29099 R-Sq = 66,27% R-Sq(adj) = 52,22%

Analysis of Variance for HG bit. sera Zn

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	786,73	157,35	4,31	0,018
Error	12	437,60	36,47		
Total	17	1224,33			

S = 6,03876 R-Sq = 64,26% R-Sq(adj) = 49,37%

Analysis of Variance for HG sera bit Mn

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	119,23	23,85	0,52	0,757

Error	12	551,27	45,94
Total	17	670,50	

S = 6,77782 R-Sq = 17,78% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for HG sera bit.Cr

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	34,360	6,872	0,94	0,490
Error	12	87,740	7,312		
Total	17	122,100			

S = 2,70401 R-Sq = 28,14% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Hg sera bit. Ni

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	5,6894	1,1379	2,98	0,056
Error	12	4,5867	0,3822		
Total	17	10,2761			

S = 0,618241 R-Sq = 55,37% R-Sq(adj) = 36,77%

Analysis of Variance for HG sera bit. P

Source	DF	SS	MS	F	P
dozs	5	9511282	1902256	4,75	0,013
Error	12	4805532	400461		
Total	17	14316814			

S = 632,820 R-Sq = 66,43% R-Sq(adj) = 52,45%

Analysis of Variance for boy-gazi

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	53,783	10,757	3,49	0,035
Error	12	36,982	3,082		
Total	17	90,765			

S = 1,75552 R-Sq = 59,25% R-Sq(adj) = 42,28%

Analysis of Variance for ağırlık-gaz,

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	0,68883	0,13777	1,69	0,212
Error	12	0,97948	0,08162		
Total	17	1,66831			

S = 0,285698 R-Sq = 41,29% R-Sq(adj) = 16,83%

Analysis of Variance for gazi bit. sera N

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	0,39652	0,07930	5,77	0,006
Error	12	0,16490	0,01374		
Total	17	0,56143			

S = 0,117226 R-Sq = 70,63% R-Sq(adj) = 58,39%

Analysis of Variance for gazi bit. sera Fe

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	27560	5512	2,20	0,122
Error	12	30099	2508		
Total	17	57658			

S = 50,0824 R-Sq = 47,80% R-Sq(adj) = 26,05%

Analysis of Variance for GAZİ bit. sera Cu

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	17,080	3,416	0,55	0,736
Error	12	74,620	6,218		
Total	17	91,700			

S = 2,49366 R-Sq = 18,63% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for GAZİ bit.sera Zn

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	617,80	123,56	3,68	0,030
Error	12	403,02	33,58		
Total	17	1020,82			

S = 5,79526 R-Sq = 60,52% R-Sq(adj) = 44,07%

Analysis of Variance for Gazibit.sera Mn

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	322,84	64,57	1,26	0,341
Error	12	613,10	51,09		
Total	17	935,94			

S = 7,14784 R-Sq = 34,49% R-Sq(adj) = 7,20%

Analysis of Variance for Gazi bitki seraCr

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	446,40	89,28	1,45	0,275
Error	12	737,71	61,48		
Total	17	1184,10			

S = 7,84063 R-Sq = 37,70% R-Sq(adj) = 11,74%

Analysis of Variance for Gazibit.sera Ni

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	7,3178	1,4636	5,62	0,007
Error	12	3,1267	0,2606		
Total	17	10,4444			

S = 0,510446 R-Sq = 70,06% R-Sq(adj) = 57,59%

Analysis of Variance for Gazi bitki sera P

Source	DF	SS	MS	F	P
dozsera	5	9408634	1881727	5,25	0,009
Error	12	4299266	358272		
Total	17	13707900			

S = 598,558 R-Sq = 68,64% R-Sq(adj) = 55,57%

TARLA DENEMESİ

ANOVA: Üreaz-1 (µgN.g-1; Üreaz-hasat (µgN; ... versus dOZ

Factor	Type	Levels	Values
dOZ	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6

Analysis of Variance for Üreaz-1 (µgN.g-1 soil)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	182,21	36,44	0,43	0,820
Error	18	1517,78	84,32		
Total	23	1699,99			

S = 9,18264 R-Sq = 10,72% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Üreaz-hasat (µgN.g-1 soil)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	62,54	12,51	0,47	0,791
Error	18	475,19	26,40		
Total	23	537,74			

S = 5,13806 R-Sq = 11,63% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for A.Fosfataz-1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	25,920	5,184	0,73	0,607
Error	18	127,103	7,061		
Total	23	153,023			

S = 2,65731 R-Sq = 16,94% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for A.Fosfataz-hasat

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	2,0495	0,4099	0,51	0,762
Error	18	14,3472	0,7971		
Total	23	16,3967			

S = 0,892785 R-Sq = 12,50% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for B.Glukosidaz-1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	4,9127	0,9825	1,61	0,208
Error	18	10,9943	0,6108		
Total	23	15,9070			

S = 0,781534 R-Sq = 30,88% R-Sq(adj) = 11,68%

Analysis of Variance for B.Glukosidaz-hasat

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	14,1327	2,8265	3,16	0,032
Error	18	16,1225	0,8957		
Total	23	30,2552			

S = 0,946413 R-Sq = 46,71% R-Sq(adj) = 31,91%

Analysis of Variance for Agregat Stabilitesi-1 %

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	95,64	19,13	0,85	0,535
Error	18	406,93	22,61		
Total	23	502,57			

S = 4,75469 R-Sq = 19,03% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Agregat Stabilitesi-hasat %

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	96,83	19,37	0,99	0,452
Error	18	352,50	19,58		
Total	23	449,33			

S = 4,42531 R-Sq = 21,55% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for O. M.-1 %

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	1,04972	0,20994	7,70	0,001
Error	18	0,49067	0,02726		
Total	23	1,54040			

S = 0,165105 R-Sq = 68,15% R-Sq(adj) = 59,30%

Analysis of Variance for O. M.-2 %

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,7357	0,1471	1,26	0,325
Error	18	2,1072	0,1171		
Total	23	2,8429			

S = 0,342152 R-Sq = 25,88% R-Sq(adj) = 5,29%

Analysis of Variance for pH-1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,029321	0,005864	1,14	0,376
Error	18	0,092675	0,005149		
Total	23	0,121996			

S = 0,0717538 R-Sq = 24,03% R-Sq(adj) = 2,93%

Analysis of Variance for pH-hasat

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,01679	0,00336	0,21	0,952
Error	18	0,28259	0,01570		
Total	23	0,29938			

S = 0,125298 R-Sq = 5,61% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for EC-1 (µS/cm)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	13289	2658	0,99	0,452
Error	18	48424	2690		
Total	23	61714			

S = 51,8676 R-Sq = 21,53% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for EC-hasat (µS/cm)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	9593	1919	0,91	0,498
Error	18	38062	2115		
Total	23	47655			

S = 45,9843 R-Sq = 20,13% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Cr 1.

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	103,24	20,65	1,69	0,189
Error	18	220,33	12,24		
Total	23	323,57			

S = 3,49867 R-Sq = 31,91% R-Sq(adj) = 12,99%

Analysis of Variance for Cr 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	1161,86	232,37	27,63	0,000
Error	18	151,38	8,41		

Total 23 1313,24

S = 2,89998 R-Sq = 88,47% R-Sq(adj) = 85,27%

Analysis of Variance for Cu1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	208,274	41,655	11,91	0,000
Error	18	62,932	3,496		
Total	23	271,206			

S = 1,86983 R-Sq = 76,80% R-Sq(adj) = 70,35%

Analysis of Variance for Cu 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	191,708	38,342	16,33	0,000
Error	18	42,250	2,347		
Total	23	233,958			

S = 1,53206 R-Sq = 81,94% R-Sq(adj) = 76,92%

Analysis of Variance for % Fe 1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,13359	0,02672	2,47	0,072
Error	18	0,19497	0,01083		
Total	23	0,32856			

S = 0,104077 R-Sq = 40,66% R-Sq(adj) = 24,17%

Analysis of Variance for Fe 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,052459	0,010492	1,40	0,272
Error	18	0,135258	0,007514		
Total	23	0,187717			

S = 0,0866851 R-Sq = 27,95% R-Sq(adj) = 7,93%

Analysis of Variance for Mn 1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	20189	4038	3,11	0,034
Error	18	23394	1300		
Total	23	43583			

S = 36,0509 R-Sq = 46,32% R-Sq(adj) = 31,41%

Analysis of Variance for Mn2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	11025	2205	1,64	0,200
Error	18	24198	1344		
Total	23	35223			

S = 36,6653 R-Sq = 31,30% R-Sq(adj) = 12,22%

Analysis of Variance for Ni 1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	14,018	2,804	1,27	0,320
Error	18	39,760	2,209		
Total	23	53,778			

S = 1,48623 R-Sq = 26,07% R-Sq(adj) = 5,53%

Analysis of Variance for Ni 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	41,375	8,275	1,05	0,417
Error	18	141,250	7,847		
Total	23	182,625			

S = 2,80129 R-Sq = 22,66% R-Sq(adj) = 1,17%

Analysis of Variance for Pb1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	7,447	1,489	0,79	0,568
Error	18	33,802	1,878		
Total	23	41,250			

S = 1,37037 R-Sq = 18,05% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Pb 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	9,278	1,856	1,33	0,297
Error	18	25,135	1,396		
Total	23	34,413			

S = 1,18169 R-Sq = 26,96% R-Sq(adj) = 6,67%

Analysis of Variance for Zn1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	32,757	6,551	2,43	0,075
Error	18	48,533	2,696		
Total	23	81,290			

S = 1,64203 R-Sq = 40,30% R-Sq(adj) = 23,71%

Analysis of Variance for Zn 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	90,042	18,008	9,55	0,000
Error	18	33,937	1,885		
Total	23	123,980			

S = 1,37310 R-Sq = 72,63% R-Sq(adj) = 65,02%

Analysis of Variance for %N-1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,018645	0,003729	0,83	0,546
Error	18	0,080971	0,004498		
Total	23	0,099616			

S = 0,0670700 R-Sq = 18,72% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for %N-2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,009901	0,001980	1,69	0,188
Error	18	0,021113	0,001173		
Total	23	0,031013			

S = 0,0342480 R-Sq = 31,92% R-Sq(adj) = 13,01%

Analysis of Variance for NO3-N 1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,020641	0,004128	1,14	0,375
Error	18	0,065150	0,003619		
Total	23	0,085791			

S = 0,0601617 R-Sq = 24,06% R-Sq(adj) = 2,97%

Analysis of Variance for NO3-N 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,014171	0,002834	2,57	0,063

Error	18	0,019825	0,001101
Total	23	0,033996	

S = 0,0331872 R-Sq = 41,68% R-Sq(adj) = 25,49%

Analysis of Variance for NH4-N 1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,00022921	0,00004584	0,59	0,707
Error	18	0,00139575	0,00007754		
Total	23	0,00162496			

S = 0,00880577 R-Sq = 14,11% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for NH4-N 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,10433	0,02087	1,93	0,140
Error	18	0,19488	0,01083		
Total	23	0,29921			

S = 0,104051 R-Sq = 34,87% R-Sq(adj) = 16,78%

Analysis of Variance for NH4- N 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	1345,6	269,1	2,53	0,066
Error	18	1912,9	106,3		
Total	23	3258,5			

S = 10,3089 R-Sq = 41,29% R-Sq(adj) = 24,99%

Analysis of Variance for P 1 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	6611	1322	0,88	0,511
Error	18	26892	1494		
Total	23	33502			

S = 38,6520 R-Sq = 19,73% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for P 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	5797	1159	0,83	0,548
Error	18	25281	1404		
Total	23	31078			

S = 37,4765 R-Sq = 18,65% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for K 1 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	259672	51934	0,22	0,949
Error	18	4236111	235339		
Total	23	4495782			

S = 485,118 R-Sq = 5,78% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for K2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	264397	52879	0,31	0,901
Error	18	3085547	171419		
Total	23	3349944			

S = 414,028 R-Sq = 7,89% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Na 1 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	5846	1169	0,42	0,831
Error	18	50542	2808		
Total	23	56387			

S = 52,9893 R-Sq = 10,37% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Na 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	10982	2196	1,33	0,297
Error	18	29758	1653		
Total	23	40740			

S = 40,6598 R-Sq = 26,96% R-Sq(adj) = 6,67%

Analysis of Variance for Ca 1 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	55456290	11091258	0,41	0,833
Error	18	482756992	26819833		
Total	23	538213282			

S = 5178,79 R-Sq = 10,30% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Ca 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	50676935	10135387	0,42	0,827
Error	18	431368118	23964895		
Total	23	482045053			

S = 4895,40 R-Sq = 10,51% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Mg 1 ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	2538500	507700	0,74	0,605
Error	18	12389150	688286		
Total	23	14927650			

S = 829,630 R-Sq = 17,01% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Mg 2

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	5096007	1019201	1,58	0,216
Error	18	11603978	644665		
Total	23	16699986			

S = 802,911 R-Sq = 30,52% R-Sq(adj) = 11,21%

Analysis of Variance for Bitki Boyu (cm)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	110,34	22,07	0,76	0,590
Error	18	522,28	29,02		
Total	23	632,62			

S = 5,38659 R-Sq = 17,44% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for C49

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	7577	1515	0,47	0,792
Error	18	57762	3209		
Total	23	65339			

S = 56,6481 R-Sq = 11,60% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Tane sayısı/Başak (adet)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	37,53	7,51	0,40	0,845

Error	18	340,78	18,93
Total	23	378,32	

S = 4,35114 R-Sq = 9,92% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Tane Ağırlığı/Başak (g)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	0,06725	0,01345	0,26	0,927
Error	18	0,91458	0,05081		
Total	23	0,98183			

S = 0,225411 R-Sq = 6,85% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for 1000 Tane Ağırlığı (g)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	11,088	2,218	0,27	0,921
Error	18	145,390	8,077		
Total	23	156,478			

S = 2,84205 R-Sq = 7,09% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Tane Verimi (kg/parsel)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	16191756173	3238351235	1,24	0,331
Error	18	46998878086	2611048783		
Total	23	63190634259			

S = 51098,4 R-Sq = 25,62% R-Sq(adj) = 4,96%

Analysis of Variance for Tane Verimi (kg/parsel)_1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	16192	3238	1,24	0,331
Error	18	46999	2611		
Total	23	63191			

S = 51,0984 R-Sq = 25,62% R-Sq(adj) = 4,96%

Analysis of Variance for Biy. Verim (kg/parsel)

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	213557742	42711548	0,24	0,941
Error	18	3250868056	180603781		
Total	23	3464425797			

S = 13438,9 R-Sq = 6,16% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Biy. Verim (kg/parsel)_1

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	213,6	42,7	0,24	0,941
Error	18	3250,9	180,6		
Total	23	3464,4			

S = 13,4389 R-Sq = 6,16% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for HI (%) (100*(Tane verimi/Biy. V

Source	DF	SS	MS	F	P
dOZ	5	3,555	0,711	0,62	0,684
Error	18	20,536	1,141		
Total	23	24,091			

S = 1,06813 R-Sq = 14,76% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for % N

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	3,7232	0,7446	2,63	0,059
Error	18	5,0899	0,2828		
Total	23	8,8131			

S = 0,531766 R-Sq = 42,25% R-Sq(adj) = 26,20%

Analysis of Variance for Fe ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	6547	1309	0,94	0,478
Error	18	25035	1391		
Total	23	31582			

S = 37,2942 R-Sq = 20,73% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Cu ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	37,495	7,499	0,85	0,533
Error	18	158,810	8,823		
Total	23	196,305			

S = 2,97032 R-Sq = 19,10% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Zn ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	173,72	34,74	0,76	0,593
Error	18	827,32	45,96		
Total	23	1001,05			

S = 6,77956 R-Sq = 17,35% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Mn ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	411,8	82,4	0,33	0,887
Error	18	4460,7	247,8		
Total	23	4872,5			

S = 15,7422 R-Sq = 8,45% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Cr ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	11,215	2,243	1,59	0,213
Error	18	25,345	1,408		
Total	23	36,560			

S = 1,18662 R-Sq = 30,68% R-Sq(adj) = 11,42%

Analysis of Variance for P ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	276965	55393	0,68	0,644
Error	18	1463922	81329		
Total	23	1740886			

S = 285,182 R-Sq = 15,91% R-Sq(adj) = 0,00%

Analysis of Variance for Ni ppm

Source	DF	SS	MS	F	P
doz	5	3,7933	0,7587	1,09	0,399
Error	18	12,5200	0,6956		
Total	23	16,3133			

S = 0,834000 R-Sq = 23,25% R-Sq(adj) = 1,93%

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nuray TUNÇ
Doğum Yeri : Mardin
Doğum Tarihi : 1982
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce, Arapça

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Şanlıurfa Anadolu Lisesi
Lisans : Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği, 2004
Yüksek Lisans : Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Çevre Mühendisliği, 2004- 2007
Doktora : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 2009- ..

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Harran Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Araştırma Görevlisi 2005-2007
Ulusal Ajans, Bağımsız Dış Uzman 2007
Enerji Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Yüksek Mühendis 2007-2012
Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, AB Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, AB Uzman Yardımcısı 2012-..

Hakemli Dergiler

Sitki Baytak, Erdal Kenduzler, A.Rehber Turker, Nuray Gok “Penicillium Digitatum Immobilized On Pumice Stone As A New Solid Phase Extractor For Preconcentration And/Or Separation Of Trace Metals” Journal of Hazardous Materials. 2008.

Bulent Armagan, Nuray Gok and Deniz Ucar.”Assessment Of Seasonal Variations In Surface Water Quality Of The Balıklıgol Lakes, Sanliurfa, Turkey” Fresenius Environmental Bulletin. 2008.

Yenigün, K., Aydogdu, M.H., Gerger, R., Gok, N., Gumus, V. and Yazgan, M.S., 2009, "Application of geosynthetics and evaluation of water quality in an artificial lake in Harran University, Turkey", Fresenius Environmental Bulletin, Parlar Scientific Publications. 2009.

Uluslararası Kongre Sunum

Sinan Uyanık, **Nuray Gök**, Güzel Yılmaz, Ahmet Kırıkçı, Vedat Uyak, Halil Kumbur, Hüdaverdi Arslan, ve Emel Deniz Avcı, “Şanlıurfa İçmesuyunda THM Tespiti ve THMOP’nin İncelenmesi”, Çevre Sorunları Sempozyumu, 14-17 Mayıs 2008, Kocaeli.

Sıtkı Baytak, Erdal Kendüzler, A. Rehber Turker, **Nuray Gök**, “The Use of Fungus (*Penicillium digitatum*) Immobilized on Pumice Stone as a Solid Phase Extractor for Cu(II), Zn(II) and Pb(II) Separation/Preconcentration and Determination by Atomic Flame Absorption Spectrometry”, 5rd Aegean Analytical Chemistry Days, 2006 – Thessalonica, Greece.