

ATMOSFERİK TAŞINIMA GİREN DEĞİŞİK KAYNAKLI TOPRAKLARIN BİTKİ GELİŞİMİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ramin EZZATİ

ÖZ

Çöl kökenli tozların uzun taşınım ile atmosferde kuru olarak taşınması iyi bilinen bir olaydır. Araştırmacılar bazı çöl tozlarının bulut içerisindeki su ile teması sonrasında eğer yeterli güneş enerjisi varsa indirgenmiş demir ve amino asitleri oluşturabileceğini göstermişlerdir. Bu çalışmada bazı çöl tozlarının bulut içerisindeki su ile teması sonrası oluşan ürünlerinin buğday gelişim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla değişik coğrafyalardan toplanan çöl tozlarının Gönen 98 ve Zabol genotipi buğday üzerindeki etkileri iklim dolaplarında incelenmiştir. Kontrol olarak Hewitt besin çözeltisi kullanılmıştır çünkü Hewitt besin çözeltisinin bitki gelişimi için gerekli her türlü kaynağı sağladığı kabullenilmiştir. Çalışılan topraklar arasında bulut içerisindeki suyla güneş ışığının da etkisi ile temas sonrasında Zabol ve Sahra örneklerinin birbirine benzer ancak Ankara toprağından en az 3 kat fazla indirgenmiş demir ürettiği gösterilmiştir. Zabol toprağı çok daha fazla indirgenmiş demir üretme kapasitesine sahip olsa da Gönen 98 genotipi buğdayın gelişiminde sadece Ankara toprağı kadar yani hiç etkili olmamıştır. Sahra toprağının Gönen 98 genotipi buğdayın gelişimine etkisi Hewitt çözeltisi kadar olmuştur. Buna karşı Zabol ve Sahra toprakları Zabol genotipi üzerinde Hewitt besin çözeltisine göre çok daha olumlu etki yapmıştır. Toprak yapısına en fazla benzeyen ve verimli olduğu varsayılan Ankara örneğı ise buğday gelişimi üzerinde hiç etkili olamamıştır. Bu çalışmadan elde edilen özgün sonuç, her bir buğday türünün kendisine etki eden çöl tozuna karşı adaptasyon geçirmiş olduğunun ve besin içeriğı çok daha fazla olsa bile başka bir toz karşı hiç cevap vermediğinin tesbit edilmesi olmuştur. Bu gerçekler ile sülfat içeriğı 30 kat arttırılmış ve “Saydam” çözeltisi olarak adlandırılan ve patent başvurusu yapılan sülfat içeriğı değiştirilmiş Hewitt çözeltisinin buğday gelişimi üzerinde çok daha başarılı olduğu tesbit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sahra tozu, Zabol toprağı, buğday, bitki besin maddeleri

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM, Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliğı Bölümü

Tez Yardımcı Yöneticisi: Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Blümü

INVESTIGATION ON THE IMPACTS OF ATMOSPHERICALLY TRANSPORTED OF VARIOUS SOILS SAMPLES ON THE DEVELOPMENT OF PLANTS

Ramin EZZATI

ABSTRACT

Atmospheric long range transport of desert dust, as dry under the influence of meteorological conditions is a well known phenomenon. Researchers have shown that upon contact with cloud water certain desert dust have the capability of producing reduced iron and various amino acids provided that the solar insolation is above some threshold level. In this study the possible impacts of the reaction products of various desert dust upon contact with cloud water on wheat samples. To achieve this various soil samples collected from different geography, e.g., Saharan soil (south Tunisia), Zabol (Iran) and Ankara (Turkey) and their impact on the growth parameters of Gönen 98 and Zabol genotype wheat was investigated in environment chambers. Hewitt nutrient solutions have been used as a control and the growth parameters compared accordingly since Hewitt solution was assumed to meet all the ingredients for idealized vegetative growth amongst the studied soil samples it has been shown that upon contact with cloud water under the influence of solar light Zabol and Sahara produces comparable Fe(II) within two hours, which is at least three fold than the Ankara soil. Although Zabol soil has more reduced iron production capacity its effect on the growth parameters of the Gönen 98 genotype was similar to Ankara soil, in other words not effective at all. The effect of Saharan soil sample on the growth parameters of Gönen 98 genotype was similar to the effect of Hewitt solution. As opposed to this Zabol and Saharan soil were much more effective on the growth parameter of Zabol genotype as compared to the Hewitt solution. Ankara soil which is structurally appears and accepted to be much more fertile as compared to desert soil samples proven to be not effective on the growth parameters of wheat at all.

The unique results obtained from this study, have shown that native wheat's has adapted them as to grow in accordance with the prevailing atmospheric dust veil and do not respond at all to other alternatives even if they are much more enriched. Based on these facts alternative Hewitt solution having 30 fold sulfate concentration named as "Saydam"(Patent Applied) solution tested and proven to be much more effective on the growth parameters of wheat's.

Keywords: Saharan dust, Zabol Soil, wheat, Plant nutrient material

Supervisor: Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM, Hacettepe University, Department of Environmental Engineering

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde, doktora başladığım günden bitinceye kadar her zaman maddi ve manevi destek olan, engin tecrübesi ve farklı bakış açısı, örnek kişiliğiyle bana yön veren, öneri ve bilgilerinden yararlandığım tez danışmanı ve hocam **Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM'a**,

Tüm tez çalışma programında ilgi, bilgi ve tecrübelerinden faydalanmama izin veren çok kıymetli **Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ'a**, (Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü),

Tüm tez çalışmam boyunca özellikle laboratuvar çalışmamda her zaman engin bilgisini benden esirgemeyen ve hoşgörüsüyle yaklaşan değerli hocam

Doç. Dr. Selim L. SANİN'e,

Tezimin başından sonuna kadar bilimselliğini artırmak ve istatistiki olarak anlam kazanılmasında, yine tüm laboratuvar çalışmalarımı yakından izleyen, engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve İstatistiksel analiz ve değerlendirmeleri yapmamda bana yardımcı olan **Prof. Dr. Gülen GÜLLÜ** hocama,

Tunus'tan, Ankara'ya Sahra toprağı getiren ve benim kullanmamı izin veren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM'a, İran / Zabol kentinden örnek sağlamama yardımcı olan Hormozgan Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Mahdi İRANMANESH'e, Ankara'da toprak örneklerinin elde etmeme bana yardımcı olan Gürış İnşaat ve Aktürk inşaat teknik personeline,

çalışmalarımda bana yardımcı olan, emeğı geçen, destek olan tüm değerli bölüm hocalarıma, dostlukları ve yardımıyla yanımda olan, çalışma arkadaşlarıma,

Çalışmamın tüm safhalarında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen anneme, babama ve sevgili ağabeyim, ayrıca beni her zaman destekleyen hayat arkadaşım sevgili eşim Behnaz ve dünya tatlısı çocuklarım Ali ve Armin'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı.....	3
2. Tanımlar.....	5
2.1. Bitki Besin Maddelerinin Kavramı.....	5
2.2. Yapraktan bitki besin alımı	10
2.2.1. Azot	13
2.2.2. Fosfor.....	14
2.2.3. Potasyum.....	14
2.2.4. Kalsiyum	15
2.2.5. Bakır.....	15
2.2.6. Demir.....	15
2.2.7. Kükürt	16
2.2.8. Çinko.....	20

2.2.9. Mangan.....	20
2.3. Bitki Besin Maddesinin Alınabilirliği.....	21
2.3.1. Nem.....	22
2.3.2. Sıcaklık.....	22
2.3.3. Fotosentez.....	23
2.3.4. Klorofil.....	23
2.3.4.1. <u>Hill reaksiyonu</u>	24
2.4. Çöl Tozunun Etkileri.....	24
2.5. Sahra Tozu Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	25
2.5.1. Tozun bulut içerisindeki davranışları.....	28
2.5.2. Çöl tozları ile yapılan bazı uygulamalar.....	33
3. MATERYAL VE METOT.....	36
3.1. Bitki Materyali	36
3.2. Besin Çözeltilerinin Hazırlanması.....	36
3.2.1. Işıklandırılmış ve ışıklandırılmamış hewitt besin çözeltisi.....	39
3.2.2. Işıklandırılmış Sahra tozu ve Zabol toprağı çözeltilerinin hazırlanması.....	41
3.2.3. Işıklandırılmamış Sahra tozu ve Zabol toprağı çözeltilerinin hazırlanması..	41
3.2.4. Bidistile su uygulaması.....	41
3.3. Deneysel materyallerin hazırlanması.....	42

3.3.1. Buğday danelerinin sterilizasyonu.....	42
3.3.2. Tohumların ekime hazırlanması.....	42
3.3.2.1. <u>Çimlendirme kabının hazırlanması</u>	42
3.3.2.2. <u>Tohumların saksılara ekilmesi</u>	42
3.4. Deneysel Koşullar.....	43
3.5. Bitki Büyütme Yöntemi.....	45
3.5.1. Kullanılan toprakların özellikleri.....	45
3.5.1.1. <u>Ankara toprağı</u>	45
3.5.1.2. <u>Sahra toprağı</u>	47
3.5.1.3. <u>Zabol toprağı</u>	48
3.6. Yapılan Analizler.....	49
3.6.1. X-Ray fluorescence spectrometer – XRF.....	49
3.6.2. X-Ray diffraction - XRD.....	51
3.6.3. Elek analizi.....	52
3.6.4. Değişik topraklarda Fe ²⁺ oluşumu.....	52
3.6.5. TOC ve TON analizleri.....	52
3.6.6. Bitkilerde yapılan ölçüm ve analizler.....	53
3.6.6.1. <u>Hasat ve bazı büyüme kriterlerinin ölçümü</u>	53
<u>Fide uzunluğu (cm/fide)</u>	53
<u>Fide yaş ve kuru ağırlığı</u>	53

<u>Bir Santimetrede Fide Yaş Ağırlığı</u>	53
3.6.7. Fotosentetik pigment analizleri.....	53
3.6.8. Toprak ve yaprak örneklerinde metal analizleri.....	54
3.7. Bitkide Fotosentez Hızı Ölçümü.....	55
3.8. Toprak Örneklerinde pH Belirlemesi.....	55
3.9. İstatistiksel Analizler.....	56
4. BULGULAR	57
4.1. Topakta Yapılan Analizler.....	57
4.1.1. Elek analizi	57
4.1.2. Değişik topraklarda Fe^{2+} oluşumu.....	58
4.1.3. Değişik toprakta TOC ve TON seviyesi.....	60
4.1.4. Denemede kullanılan toprakların özellikleri.....	61
4.1.5. X-Ray fluorescence spectrometer – XRF.....	64
4.1.6. Değişik toprakların X-Işınları (XRD, X-Ray diffraction) yöntemi İle minerolojik analiz sonuçları.....	65
4.1.7. Toprak örneklerinde pH.....	66
4.2. Bitki ile İlgili Ölçüm ve Analizlerin Sonuçları.....	67
4.2.1. Denemenin I. Aşaması.....	67
4.2.2. Denemenin ikinci aşaması sülfat oranı ve demir oranında değişiklik.....	76
4.2.2.1. Bitki Boyu.....	76

4.2.2.2. Bitki Ağırlığı.....	81
4.2.2.3. . <u>Bitki kuru ağırlık (g/bitki)</u>	82
4.2.2.4. <u>Pigment miktarlarındaki değişim (mg/g taze ağırlık)</u>	83
4.2.2.5. <u>Yaprakta klorofil A</u>	84
4.2.2.6. <u>Yaprakta klorofil B</u>	86
4.2.2.7. <u>Yaprakta klorofil A+B</u>	87
4.2.2.8. <u>Yaprakta karotenoid</u>	88
4.2.3. Bitki yaprağında metal miktarındaki değişimler (ppm).....	90
4.3. Denemenin Üçüncü Aşaması 30 Kat Sülfat ve Demir Oranında Değişiklik.....	101
4.3.1. Demir oranında değişiklik.....	101
4.3.2. Bitki yprağında metal analizi (ppm).....	109
4.3.3. Bitki yaprağında TOC ve TON miktarı.....	115
4.3.4. Fotosentez Hızları.....	116
4.3.5. Bin tane Toghun Ağırlığının Ölçülmesi.....	118
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	120
6. GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER	121
6.1. Bundan Sonra Yapılacak Çalışmalar İçin Öneriler.....	122
KAYNAKLAR	124
İNTERNET KAYNAKLARI	135

EK	136
ÖZGEÇMİŞ	138

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Denemede Kullanılan Tozların Işıklandırılmasından Bir Görünüm.....	41
Şekil 3.2. Bitkilerin Pülverizatör Yardımıyla Sulaması.....	43
Şekil 3.3. Perlit Su Miktarını ve pH'sını Ölçmede kullanılan TFA COMBI TESTER Cihazına Ait Bir Görünüm.....	44
Şekil 3.4. İklim Odasından Genel Görünüş.....	44
Şekil 3.5. Ankara'da -27 m'den Toprak Alınan Bölge.....	46
Şekil 3.6. Tunus'ta Yıllık Ortalama Sıcaklığı.....	48
Şekil 3.7. Sahra Bölgesinden Genel Görünümü.....	48
Şekil 3.8. Tunusun Yıllık Yağış Miktarı.....	48
Şekil 3.9 Zabol Kentinin Haritadaki Yeri.....	49
Şekil 3.10. Deneyde Kullanılan Theta/theta – XRD Cihazı	51
Şekil 3.11. Fotosentetik Pigment Analizleri Sırasında Kullanılan UV Spektrofotometre Cihazından Genel Görünüm.....	54
Şekil 4.1. Sahra, Zabol ve Anadolu Toprağı için Elek Analizi Testi Grafiği.....	57
Şekil 4.2. Sahra, Zabol ve Anadolu Toprağı için Elek Analizi Testinde Kümülatif Olarak Geçen Toz Miktarı.....	57
Şekil 4.3. Karanlıkta Tutulan Topraklar Örneklerinde Zamana Karşı Fe^{2+} Oluşumu.....	58
Şekil 4.4. Işıklandırılmış Toprak Örneklerinde Zamana Karşı Fe^{2+} Oluşumu.....	59
Şekil 4.5. Değişik Topraklarda % Ağırlık olarak Mevcut Kimyasal Maddeler.....	64
Şekil 4.6. Değişik Topraklarda ppm olarak Mevcut Kimyasal Maddeler.....	64

Şekil 4.7. Farklı besin çözeltileri uygulanan 10 günlük Gönen 98 buğday genotipinde fide uzunluğu (cm/fide) üzerine etkisi. LSD%5.....	67
Şekil 4.8. Farklı besi ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde saptanan fide uzunluğu (cm/fide) üzerine etkisi. LSD%5.....	68
Şekil 4.9. Değişik Çözeltilerle 30 Gün Büyütülen Bitkilerin Genel Görünümü.....	69
Şekil 4.10. Değişik Çözeltilerle Farklı Büyüme Gösteren Bitkilerin Genel Görünümü...	70
Şekil 4.11. Hewitt Bitki Besin Maddesi ve Sahra Tozu Çözeltisiyle Yetişen Buğdayın Genel Görünümü.....	71
Şekil 4.12. Işınlandırılmış ve Işınlandırılmamış Sahra Tozu Çözeltisinin Etkileri.....	71
Şekil 4.13. Işınlandırılmış ve Işınlandırılmamış Anadolu Toprak Çözeltisinin Etkileri...	72
Şekil 4.14. Işınlandırılmış ve Işınlandırılmamış Kontrol Çözeltisinin Etkileri.....	72
Şekil 4.15. Işınlandırılmış Sahra Tozu Çözeltisinin Etkisini Gösteren Genel Görünüm.....	73
Şekil 4.16. Sahra ve Zabol Çözeltileri Büyümedeki Etkilerini Gösteren Görünüm.....	74
Şekil 4.17. Zabol ve Anadolu Çözeltileri Büyümedeki Etkilerini Gösteren Görünüm.....	75
Şekil 4.18. Farklı besi ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde saptanan fide uzunluğu (cm/fide) üzerine etkisi. LSD%5.....	76
Şekil 4.19. Sahra Tozunun Taşınımından Genel Görünüm.....	79
Şekil 4.20. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde saptanan fide ağırlığı (g/bitki) üzerine etkisi. LSD%5.....	81
Şekil 4.21. Farklı besi ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde saptanan fide kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkisi. LSD%5.....	82

Şekil 4.22. Değişik Çözeltilerle Yetiştirilen Gönen 98 Genotipindeki Değişimler.....	85
Şekil 4.23. Değişik Çözeltilerle Yetiştirilen Zabol Genotipindeki Değişimler.....	85
Şekil 4.24. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde klorofil-A miktarı. LSD%5.....	86
Şekil 4.25. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde klorofil-B miktarı. LSD%5.....	87
Şekil 4.26. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde klorofil-A+B miktarı. LSD%5.....	88
Şekil 4.27. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Karotenoid miktarı. LSD%5.....	88
Şekil 4.28. Sahra ve Zabol Çözeltileri ile Beslenen genotipin % Olarak Metal Değişimi.....	100
Şekil 4.29. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde boydaki değişim. LSD%5.....	103
Şekil 4.30. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde bir santimetredeki ağırlık değişimi. LSD%5.....	103
Şekil 4.31. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde yaş ağırlık değişimi. LSD%5.....	105
Şekil 4.32. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Klorofil-A değişimi. LSD%5.....	106
Şekil 4.33. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Klorofil-B değişimi. LSD%5.....	107
Şekil 4.34. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Klorofil-A+B değişimi. LSD%5.....	107
Şekil 4.35. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Karotenoid değişimi. LSD%5.....	108

Şekil 4.36. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Demir Oranındaki Değişim. LSD% 5.....	111
Şekil 4.37. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Bakır Oranındaki Değişim. LSD% 5.....	111
Şekil 4.38. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Mangan Oranındaki Değişim. LSD% 5.....	112
Şekil 4.39. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Çinko Oranındaki Değişim. LSD% 5.....	113
Şekil 4.40. Bitkide Fotosentez Hızını Gösteren Diyagram.....	117
Şekil 6.1. 23 Ocak 2009 tarihinde Arjantin'den Güney Atlantiğe doğru çıkan toz bulutu.....	120

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bitki Besin Elementlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerine Göre Sınıflandırılması	9
Çizelge 3.1. Denemenin Birinci Aşamasında Kullanılan Çözeltiler.....	37
Çizelge 3.2. Denemenin İkinci Aşamasında Kullanılan Çözeltiler.....	38
Çizelge 3.3. Denemenin Üçüncü Aşamasında Kullanılan Çözeltiler.....	38
Çizelge 3.4. Hewitt Stok Besin Çözeltisi İçeriğinde Besin Maddeleri.....	39
Çizelge 3.5. Hewitt Stok Besin Çözeltisi İçeriğinde Besin Maddeleri.....	40
Çizelge 3.6. Deneyde Kullanılan XRF Cihazının Başlıca Özellikleri.....	50
Çizelge 3.7. Denemeler Sırasında CRM Değerleri.....	55
Çizelge 4.1. Değişik Topraklarda TOC ve TON Miktarı.....	61
Çizelge 4.2. Kullanılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri.....	62
Çizelge 4.3. Değişik Toprakların Yararışlı Demir Üretme Kapasiteleri.....	62
Çizelge 4.4. Değişik Toprakların XRD Değerleri.....	65
Çizelge 4.5. Değişik Çözeltilerinin PH'sı.....	66
Çizelge 4.6. Gönen 98 Genotipi İçin Boy Analizi.....	77
Çizelge 4.7. Zabol Genotipi İçin Boy Analizi.....	78
Çizelge 4.8. Gönen 98 Genotipi İçin Klorofil - A Analizi.....	83
Çizelge 4.9. Zabol Genotipi İçin Klorofil – A Analizi.....	84
Çizelge 4.10. Gönen 98 Genotipi İçin Karotenoid Analizi.....	89
Çizelge 4.11. Zabol Genotipi İçin Karotenoid Analizi.....	90

Çizelge 4.12. Gönen 98 Genotipi İçin Demir Analizi.....	91
Çizelge 4.13. Zabol Genotipi İçin Demir Analizi.....	92
Çizelge 4.14. Sahra ve Zabol ile Beslenen Genotiplerdeki Demir Miktarı ve % Değişimleri.....	92
Çizelge 4.15. Gönen 98 Genotipi İçin Bakır Analizi.....	94
Çizelge 4.16. Zabol Genotipi İçin Bakır Analizi.....	95
Çizelge 4.17. Gönen 98 Genotipi İçin Çinko Analizi.....	96
Çizelge 4.18. Zabol Genotipi İçin Çinko Analizi.....	96
Çizelge 4.19. Gönen 98 Genotipi İçin Mangan Analizi.....	97
Çizelge 4.20. Zabol Genotipi İçin Mangan Analizi.....	98
Çizelge 4.21. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki Fiziksel Değişimler.....	104
Çizelge 4.22. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki Fiziksel Değişimler	104
Çizelge 4.23. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki Pigment Miktarındaki Değişimler.....	105
Çizelge 4.24. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki Pigment Miktarındaki Değişimler.....	106
Çizelge 4.25. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki Metal İçeriğindeki Değişimler.....	109
Çizelge 4.26. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki Metal İçeriğindeki Değişimler.....	110

Çizelge 4.27. Değişik Çözeltilerle Beslenen Bitkiler ile Saydam Çözeltisi ile Yetiştirilenlere Göre Metal % Farkı.....	110
Çizelge 4.28. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki TOC ve TON Değişimleri.....	115
Çizelge 4.29. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki TOC ve TON Değişimleri.....	115
Çizelge 4.30. Yetiştirilen Bitkilerinin 1000 tane Tohum Ağırlığı.....	118

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

HI	Hewitt Besin Çözeltisi + Işık
HK	Hewitt Besin Çözeltisi + Karanlık
SI	Sahra Çözeltisi + Işık
SK	Sahra Çözeltisi + Karanlık
ZI	Zabol Çözeltisi + Işık
ZK	Zabol Çözeltisi + Karanlık
AI	Anadolu Çözeltisi + Işık
AK	Anadolu Çözeltisi + Karanlık
KI	Kontrol + Işık
KK	Kontrol + Karanlık
HI + 10 SO ₄	Hewitt Besin Çözeltisi + 10 Kat SO ₄ ⁻² + Işık
HI + 20 SO ₄	Hewitt Besin Çözeltisi + 20 Kat SO ₄ ⁻² + Işık
HI + 30 SO ₄	Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ ⁻² + Işık
HI + 40 SO ₄	Hewitt Besin Çözeltisi + 40 Kat SO ₄ ⁻² + Işık
HI + % - 10 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % - 10 Fe + Işık
HI + % 0 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % 0 Fe + Işık
HI + %10 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % 10 Fe + Işık
HI + % 20 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % 20 Fe + Işık
HI + % 30 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % 30 Fe + Işık

HI + % 40 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % 40 Fe + Işık
HI + % 65 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + % 65 Fe + Işık
HI + 30 SO ₄ + % - 10 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ ⁻² + %-10 Fe+ Işık
HI + 30 SO ₄ + % 0 Fe	(Saydam Besin Çözeltisi) Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ ⁻² + % 0 Fe + Işık
HI + 30 SO ₄ + %10 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ ⁻² + % 10 Fe + Işık
HI + 30 SO ₄ + % 20 Fe	Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ ⁻² + % 20 Fe + Işık
A.Ö.F	Asgari Önemli Fark
AAS	Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi
BM	Birleşmiş Milletler
FAO	Food Agriculture Organization
XRD	X-Ray Diffraction
XRF	X-ray fluorescence

1. GİRİŞ

Günümüzde tarımsal üretimdeki araştırma faaliyetleri genel olarak, birim alandan daha fazla ürün elde edebilmek amacı ile yapılmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda ulaşılan noktada neredeyse iki uç taraf oluşmuş bulunmaktadır. Bir yanda genetik faktörleri değiştirilerek yetiştirilen ürünler, diğer uçta ise hiçbir katkı maddesi kullanmadan elde edilen doğal ürünler bulunmaktadır.

Bitkinin büyüme ve gelişmesi için makro ve mikro besin maddelerine gereksinim duyduğu bilinmekte ve endüstriyel amaçlı bitki yetiştirmede, gübre olarak adlandırılan değişik besin çözeltilerinden yararlanmak mümkündür. Tarımda gübrenin kullanımı Fritz Haber tarafından geliştirilen bir metot ile azotun ekonomik olarak elde edilmesi ile başlamıştır. Haber bu buluşundan dolayı 1918 Nobel ödülünü almıştır (Kacar 2002). Bir başka deyişle tarımda kimyasal maddelerin gübre olarak kullanılması en fazla 100 yıl öncesine dönmektedir. Öte yandan doğal koşullarda çöl ortamından veya ülkemize en yakın ve yerküredeki en geniş çöl alanı olan Sahra'dan meteorolojik olaylar sonucu tozların atmosfere taşındığı bilinmektedir. Bu toz kütlesinin da 10 mikrondan daha küçük parçacıklarının atmosferik taşınma yolu ile uzun mesafeler kat edebildiği bilinmektedir. Sahra tozlarının taşınımı günümüzde uydular tarafından kolaylıkla izlenebilmektedir. Yerden kalkan bu tozların etkilediği bölgelerde sadece toz parçacıkları ile birlikte bakteri ve mantarların da arttığı bilinmektedir. Barbados'ta yapılan bir çalışmaya göre, atmosferde bulunan bakteri ve mantar sporlarının, toz taşınımı olduğu dönemde normalden 2 – 3 kat daha fazla miktarlarda ölçülebildiği bildirilmiştir (Griffin ve ark. 2001).

Atmosferdeki toz taşınım olayının yakın geçmişini buzullardan alınan örneklerden 600.000 sene öncesine kadar izlemek mümkündür. (Marino ve ark.2008)

Bu olayın jeolojik geçmişte de var olduğunu kanıtlar ile görmek mümkündür. Lever ve McCave(1983)

Yapılan araştırmalar Kuzey Afrika bölgesinden kalkan Sahra tozu kompozisyonunda ortalama % 0.41 Na, % 2 K, % 5,7 Ca, % 1.69 Mg, % 0,0051 S ve % 0,00626 P

makro elementleri ve % 3.40 Fe, 540 ppm Mn, 39,3 ppm Cu ve 142 ppm Zn olduğu veya Sahra tozunun belirli bir anlamda daha fazla bir element içermediği gösterilmiştir (Avila ve ark. 1998). Sahra tozunun mineralojik yapısının da diğer toprak örneklerinde olduğu gibi, quartz, kalsit, dolomit, feldispat ve jips'ten oluştuğu belirlenmiştir. Bu mineralojik yapı sonuçları, Suudi Arabistan, Libya, Mısır ve Necef kaynaklı çöl toprağı ile ortaktır ve herhangi birinin diğerine oranla beligin bir üstünlüğü yoktur (Ganor ve ark. 2000).

Yapılan çaişmalar, Barbados'tan toplanan Sahra tozu içerisinde Fe⁺² konsantrasyonunun, gün boyunca değıştiğı ve geceye göre konsantrasyonun iki kat arttığı ve bunun atmosferik su ve aerosoldeki Fe⁺³'ün Fe⁺²'ye fotoredüksiyonun önemli bir sonucu olduğu, ancak bunun kaynağının ise endüstriyel kirlilikten dolayı olduğu bildirilmiştir (Zuo and Hoigne, 1992).

Son senelerde ise Saydam ve Şenyuva (2002) ve Baker (2006)'ye göre Sahra tozuyla taşınan aerosol şeklindeki besin maddeleri olan Fe'in, yarayışlı hale gelmesi için yeterli fotokimyasal ışınlarına maruz kalmalarının gerekli olduğunu bildirilmiştir.

Bu fotoredüksiyon hızını belirleyen faktörlerin; ışığın dalga boyu ve şiddeti, sıvı fazda bulunan indirgeyicinin tipi ve konsantrasyonu, ortamda bulunan Fe⁺³ içeren partikülünün yüzey alanı ve miktarı, sıvı ortamın iyonik gücü ve pH'sı ve demir (III) hidroksit kristalinin tipi (lepidokrosit, geotit ve hematit) olduğu laboratuvar çalışmaları ile belirlenmiştir (Sulzberger and Laubscher, 1995). Araştırmalarda Fe(III)'ün Fe(II)'ye indirgenmesi için atmosferdeki varlığı bilinen ve kaynağı olarak endüstriyel kirlilik gösterilen oksalat kullanımıştır.

Saydam ve Şenyuva (2002) ise bu alanda yeni olarak, oksalatın çöl kökenli tozlar tarafından üretildiğini göstermişlerdir. Çöllerin toz taşınımı sürecinde atmosfere beraberlerinde çok miktarda bakteri ve mantar çıkardığı Griffin ve arkadaşları (2001) tarafından gösterilmişti. Saydam ve Şenyuva (2002) ise Sahra Çölü tozlarının atmosferik taşınım sürecinde çöl ortamından kil minerali ile birlikte kalkan bakteri ve mantar sporlarının bulutla buluşması sonrasında 15 dakika gibi kısa bir zaman sonra

oksalatını üretebildiğini göstermişlerdir. Oksalat kil mineralinin yapı taşında bulunan demir ile demir oksalat meydana getirmektedir. Demir oksalat yeterli güneş enerjisi ile dekarboksilasyon reaksiyonu sonucunda parçalanmaktadır. Bu reaksiyon sonucunda ise ortamda bir mol indirgenmiş demir, bir mol carbon dioksit ve bir mol de karbonil radikali oluşmaktadır. Oluşan karbonil radikali bir başka geri kazanım mekanizmasını daha tetikleyebilmekte ve yeni bir yüzeyle veya oksijen ile birleşmekte veya yeni bir Fe(III)'ü çözebilmektedir. Oksalatın kendi başına da bitki büyümesi üzerindeki etkileri de bilinmektedir Graustein (1977).

Bu olaylar sonucunda Sahra'dan kalkan tozların belirli koşullarda atmosferik taşınım sürecinde içerisindeki kullanılabilir demiri arttırabildiği gösterilmektedir. Bu tozların yağmurla yere inmesi halinde ise alıcı ortam hemen kullanıma hazır demir ile karşılaşmaktadır. Alıcı ortam denizler olabiliği gibi karadaki bitkiler ve canlılar da olabilmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışması doğal atmosferik süreçler içerisinde bulut içerisinde meydana gelen ve indirgenmiş demir açısından zengileşen toz taşınım olayının bitkiler üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi için çeşitli toprak örneklerinin ve ideal gübre çözeltisi olarak adlandırılan besin tuzlarının bitki yetiştiriciliğindeki karşılaştırılmalı deneme süreçlerini kapsamaktadır.

Doğal toz taşınım koşulları içerisinde, atmosferde oluşan yağmurların bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin anlaşılması ile günümüzde giderek daha önemli hale gelen “organik tarım” uygulamalarını destekleyecek yepyeni bir anlayışın olabirliliği tartışılacaktır. Bu çalışmada değişik toprak örneklerinin;

Tunus'tan Sahra toprağı(Sahra),

Türkiye'den Ankara'nın -27 m derinliğinden alınan toprak(Anadolu),

İran'dan Zabol toprağı(Zabol) kullanılmıştır.

Bitki büyümleri, bitkilerin gelişiminde gereksinim duyduğu her çeşit temel besin maddesini içerdği kabul edilen Hewitt çözeltisine göre karşılaştırılmıştır.

Deneyler ekonomik değer taşıyan buğday bitkisinin 2 genotipi (Gönen 98 ve Zabol) kullanılarak perlit ortamında ve iklim dolabında gerçekleştirilmiştir. Buğday genotiplerinin gelişimi sadece yapraklara verilecek çeşitli çözeltilerin etkisi ile incelenmiştir.

Sahra tozunun atmosferik taşınım sürecinde, bulut içerisinde güneş enerjisinin de etkisi ile özellikle sülfat açısından zenginleştiği bilindiğinden (Benname, 2006) sülfatça zenginleştirilen besin çözeltisinin de genotiplere olası etkileri incelenmiştir.

2. Tanımlar

2.1. Bitki Besin Maddelerinin Kavramı

Yaşamları boyunca insanlar bitkilere, bitkilerin beslenmelerine ve bitkilerde cereyan eden metabolik olaylara ilgi duymuşlardır. Cansız gibi görülen bir bitki tohumunun belli koşullar altında çimlenmesi kök, gövde, yaprak vb. organların oluşturması ve bunun nedenleri düşünen ilk insanların önemli uğraşları arasında yer almıştır. İnsan ve hayvanların beslenmelerinde bitkilerin çok önemli bir yere sahip olması insanların bitki gelişmesi üzerinde her çağda ve zamanımızda ilgilerinin sürmesinin başlıca nedenidir. Bitkilerin yaşayan varlıklar oldukları daha ilk çağda biliniyordu ancak yaşam ile ilgili olayların, çevreden sürekli madde alışverişi ile sürdürülebildiği çok sonraları anlaşılabilmektedir.

Bitkilerin beslenme ve gelişmeleriyle ilgili dikkate değer ilk öneri milattan 384 yıl önce doğmuş olan büyük filozof Aristoteles tarafından yapılmıştır. Aristo kısa adıyla anılan büyük düşünür, bitkilerin gereksinim duydukları maddeleri, kökleri aracılığıyla topraktan işlenmiş olarak aldıklarını ve bu maddelerin bitkilerde oldukları gibi toprakta da bulunduklarını ileri sürmüştür.

Aristo'nun görüş ve önerileri, Belçikalı fizikçi ve kimyager Jan Baptist van Helmont tarafından gerçekleştirilen araştırma sonuçları yayınlanıncaya değin uzun süre etkili olmuş ve geniş kabul görmüştür. Bitki besleme alanında dikkate değer ilk araştırma olarak kabul edilen ve iyi planlanmış olan çalışmanın sonuçları van Helmont'un oğlu tarafından 1648 yılında yayınlanmıştır. Bitki besleme alanında yeni bir aşamayı gösteren ve geniş yankı yapan denemede saksı içerisinde konulan 90,7 kg kuru torağa 2,3 kg ağırlığında bir söğüt fidanı (*salix sp.*) dikilmiştir. Beş yıl süreyle saksıya gerektiğinde yağmur suyu ya da arı su verilmiş ve dışarıdan herhangi bir maddenin karışmaması için saksının üzeri delikli galvanize sac ile kapatılmıştır. Tam beş yıllık bir gelişme süresi sonunda denemeye son verilmiş ve ağacın ağırlığının 77,1 kg olduğu saptanmıştır. Gelişme süresi içerisinde sonbaharda dökülen yapraklar tartılmamış ve bunlar denemede dikkate alınmamıştır. Deneme sonunda toprak kurutulmuş ve orijinal toprak ağırlığından 57 g az olduğu görülmüştür. Toprağa yalnızca suyun

verildiğini dikkate alan van Helmont doğru olmasa da, söğüt fidanının sudan oluştuğunu ve suyun tek bitki besin maddesi olduğunu ileri sürmüştür. Bitkilerin beslenmelerinde varlığı bile bilinmeyen atmosferdeki oksijen ve karbondioksitin önemli rolünün, topraktan alınan çeşitli elementlerin bitkilerdeki işlevlerinin bilinmediği bu dönemde böyle bir görüş yeni bir çığır açmıştır. Her ne kadar van Helmont tarafından yetiştirilen söğüt fidanın büyük bir bölümü su ise de bitkinin gelişmesi temelde toprak ve atmosferden alınan bitki besin maddeleriyle sağlanmıştır.

İngiliz araştırmacı John Woodward yaptığı çok ilginç bir denemenin sonuçlarını 1699 yılında yayınlamıştır. Woodward, nane bitkisini (*Mentha sp.*) yağmur suyunda, Thames ırmağı suyunda, Hyde park kanal suyunda ve toprak karıştırılmış kanal suyunda 77 gün süreyle yetiştirmiştir. Bitkiler tarafından kullanılan su miktarı dikkatli şekilde belirlenmiş ve denemenin bitiminde bitkilerin ağırlıkları kaydedilmiştir. Deneme sonunda bitki ağırlıklarının sıra ile 1.14, 1.69, 9.02 ve 18.42 kg olduğu saptanmıştır. Nane bitkisinde gelişmenin, suyun içerdiği yabancı madde miktarıyla ilgili olarak arttığını gören Woodward, Van Helmont'un aksine, bitki gelişmesi için toprağın ya da benzeri materyallerin esas olduğu sonucuna varmıştır. Zamanında tepkiyle karşılanan bu öneri günümüzde kolay anlaşılır ve açıklanabilir niteliktedir.

Gereksinim duyulan besin elementlerinden topraktan karşılanmasına karşın bazılarını da bitkilerin havadan aldıkları 1727 yılında Stephen Hales tarafından saptanmıştır.

Topraksız ortamda (besin çözeltilerinde) bitki yetiştirme tekniğini geliştiren Avrupalı bilim adamları Julius Sachs ve W. Knop'un çalışmalarıyla bitkiler için mutlak gerekli elementlere yenileri eklenmiştir. Besin çözeltilerinde bitkiler için uygulanacak besin elementlerinin konsantrasyonları saptanmıştır (Kacar, 2002).

Yirminci yüzyılda bitki besleme ve toprak bilimi alanında hızla gelişen çalışmalar sorunların düşünüldüğünden çok daha karmaşık olduğunu ortaya koymuştur. Toprakları yalnızca parça boyutuna göre kumlu, killi, tınlı, vb diye ayırmanın ya da tüm dikkatleri yüzey toprağa çevirmenin bitki besleme yönünden büyük önem taşımadığı görülmüştür. Bir toprağın özellikleri yalnızca o toprağı oluşturan ana

materyale değil, Rus bilgini Dokuchaey'in de belirttiği gibi iklim, bitki örtüsü, toprağa uygulanan işlemeler vb pek çok etmenlere bağlı olduğu saptanmıştır (Kacar, 2002).

Yirminci yüzyılın başlarında toprak zltisi ile ilgili temel ilkeler Amerikalı bilim adamı Cameron tarafından geliştirildi. Bitkilerin toprak zltisinde bulunan mineral maddelerden kolaylıkla yararlandıkları saptandı. Bu arada toprak zltisi ile toprağın katı fazı arasındaki ilişki üzerinde de duruldu. Toprakların "bitki besin maddeleri verme gücü" ile ilgili kuram geliştirildi. Toprakların dinamik bir sistem olduğu yine bu dönemde açıkça anlaşıldı. Bitki besleme ile ilgili sorunların değerlendirilmesinde bu durum önemle dikkate alındı.

Bitki besleme alanında geçmişte yapılan çalışmalara ilişkin ayrıntılı bilgi için Kacar(2002), Tisdale ve ark. (1985), Xu (1996), Jeanine (2004), Aydemir ve İnce (1988), Sheldon (2004,), Avila ve ark.(1998), Baker ve ark. (2005), Tuna (2007) ve Shakya (2008)'nın eserlerine başvurulabilir.

Yeterli düzeyde bitki besin elementine sahip topraklarda kök büyümesi yoksul topraklara göre daha fazladır. Bu durum gübreleme denemeleriyle de kanıtlanmıştır. Özellikle azotlu gübre uygulamasına göre fosforla birlikte uygulanan azotlu gübrenin kök büyümesi üzerine etkisi daha fazla olmuş azotun potasyumla birlikte uygulanması önemli etki göstermemiştir. Bitki besin elementleri denildiği zaman genelde; " Işık enerjisi (güneş ya da yapay işık) karşısında gerçekleştiren fotosentez sonucu işığının fiziksel enerjisinin kimyasal gıda enerjisi şeklinde depo edildiği organik maddenin yapımında kullanılan ve bitkiler tarafından az yada çok absorbe edilen kimyasal elementler" anlaşılır (Kacar, 2002).

Araştırmacılara göre bitki için bir besin elementinin mutlak gerekli olabilmesi için:

a-Elementin noksanlığı durumunda bitkinin vejetatif ya da generatif gelişmesini gelişme süreci içerisinde tamamlayamaması gerekir.

b-Elementin noksanlığı ile ilgili olarak ortaya çıkan belirtiler yalnızca noksan olan elementin sağlanmasıyla önlenmeli ya da giderilmelidir.

c-Sağlanan element bitkinin gelişmesi üzerine bitki besin maddesi olarak doğrudan kendine özgü etki yapmalı ve bu etki gelişme ortamında uygun olmayan bazı mikrobiyolojik, kimyasal koşulları düzeltmek ya da bir enzimatik sistemde görev almak şeklinde ortaya çıkmamalıdır.

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerin sayısında ve sınıflandırılmasında değişik kaynaklar arasında ayrıcalıklar bulunmaktadır. Bitki besin elementlerinin miktarındaki ayrımlılığının temel nedeni bunların tüm bitkiler için mutlak gerekli olmaması ve gelişen teknik sonucu yeni elementlerin listeye eklenmesidir. Tisdale ve ark.'na (1985) göre 20 element bitki gelişmesi için mutlak gereklidir. Bunlar; karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), demir (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), bakır (Cu), bor (B), çinko (Zn), klor (Cl), sodyum (Na), kobalt (Co), vanadyum (V) ve silisyum (Si)'dur. Anılan elementlerin her birisi bitki büyümesinde ve gelişmesinde önemli işlevlere sahiptir ve miktarca yeterli düzeyde bulunmamaları durumunda gelişme yeterince olmaz, ürün miktarı önemli ölçüde azalmaktadır.

Kacar ve ark (2002) 'a göre bitki besin elementleri makro ve mikro (iz elementleri) olmak üzere ikiye ayrıldığını belirtmiş N, P, S, K, Ca ve Mg makro bitki besin elementlerini oluşturur. Mikro besin elementleri ise Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Si, Cl ve Co' dır.

Bitki besin elementlerinin, fizyolojik görevleri ve biyokimyasal özellikleri Çizelge 2.1.'de tanımlanmıştır.

Çizelge 2.1. Bitki besin elementlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması (Kaçar, 2002).

Fonksiyonel grup	Besin elementleri			Fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri
	Makro	Mikro	Bitkiler tarafından alınış şekli	
I	C H O N S		CO ₂ , HCO ₃ ⁻ H ₂ O H ₂ O, O ₂ NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , N ₂ SO ₄ ²⁻ , SO ₂ İyonlar toprak çözeltisinden ve gazlar atmosferden alınırlar.	Organik moleküllerin en önemli yapı maddeleridir. Enzimatik işlevlerle atomik grupların temel elementleridir. Yükseltgenme-indirgenme olayları sonunda organik maddeye dönüşürler.
II	P	Si B	Fosfat Silikat Borik asit ya da borat köklerden toprak çözeltisinden ve yapraktan alınırlar.	Bitkilerde bulunan fosfat, silikat ve borat iyonlarıyla esterleşme oluşur. Enerji aktarım tepkimelerinde önemli fosfat esterleri görev yapar.
III	K Ca Mg		İyonlar toprak çözeltisinden köklerle ve yapraktan alınırlar.	Bitki hücrelerinde osmotik potansiyel üzerine etki yaparlar. Enzimatik tepkimelerde belirgin işlevlere sahiptirler. Madde-enzim tepkimelerinde köprü görevini yerine getirirler. Anyonların difüzyonunu ayarlamak suretiyle membran geçirgenliğini ve elektron potansiyelini etkiler.
IV		Fe,Cu, Zn, Mo	İyonları (Mo ya da MoO ₄ ²⁻) şeklinde toprak çözeltisinden ve yapraklardan alınırlar.	Enzimlerin prostetik gruplarında temelde kleyt şeklinde yer alırlar. Elektriki yük değişimi yoluyla elektron aktarımında görev yaparlar.

Topbaşı ve ark. (1998), bitki besin maddelerini başlıca; ticari (kimyasal) gübreler ve işletme (organik) gübreler olmak üzere iki sınıfa ayırmışlardır.

Tuna ve ark.(2007), domates bitkisinde uyguladıkları CaSO_4 çözeltisi ile bitki yapraklarındaki Ca^{2+} , N ve K^+ miktarında artış gözlerken Na^+ düzeyinde azalma gözlemiştir. Deney sonuçları tuzlu topraklarda uygulanan CaSO_4 çözeltisinin bitki üretim açısından olumlu etki yaptığını göstermektedir.

Xu ve ark. (1996), sera ortamında hidroponik sistem uygulanarak yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Trust) bitkilerine 4 değişik konsantrasyonda sülfat (0.1 mM, 5.2 mM, 10.4 mM ve 20.8 mM) uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Sülfat konsantrasyonu düştükçe fotosentez kapasitesinin de düştüğü gözlenmiştir. Sülfat konsantrasyonu düştükçe yapraklardaki klorofil ve çözünebilir protein miktarı da azalmıştır.

Jeanine (2004), Mısır bitkisini değişik sülfat konsantrasyonlarda (0,11mM ve 2,01 mM) ve değişik pH'larda (3,7, 4,6 ve 5,5) yetiştirmiş ve bitkideki adsorblanan fosfat miktarı incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre sülfat konsantrasyonu yüksek ve pH miktarı en düşük seviyedeysen, fosfatı bitki tarafından daha fazla absorblandığı gözlenmiştir.

2.2. Yapraktan Bitki Besin Alımı

Suda yaşayan (aquatik) bitkilerde besin elementleri kök yerine temelde yapraklar aracılığıyla alınır Kacar (2002). Kara bitkilerde ise toprak üstü organlarındaki ve yapraklarındaki epidermal hücrelerin üst kısmında oluşan kütin ve mum tabakası nedeniyle besin elementi alımı önemli düzeyde ve olumsuz şekilde etkilenir. Kütin tabakası su ve suda çözünmüş besin elementlerine karşı sınırlı geçirgenliğe sahiptir. Genellikle karasal bitkilerde yapraklarla absorpsiyonun kütikül tabakaya değin yer aldığı görülen, ektodermis diye adlandırılan, epidermal hücre plazmodesmataları aracılığıyla yapılmıştır.

Yaprak hücreleri tarafından bitki besin elementlerinin alım mekanizması, kök hücreleri tarafından bitki besin elementlerinin alım mekanizmasıyla temelde özdeşir.

Püskürtülerek uygulanan çeşitli bitki besin elementlerinin absorpsiyon hız ve mekanizmaları izotop tekniği uygulanarak duyarlı bir şekilde belirlenebilmektedir (Kacar, 2002). İzotoplarla etiketlenmiş bitki besin elementleri püskürtülerek uygulandıktan sonra yaprak diskleri üzerinde yapılan analizlerle absorpsiyon durumu belirlenmektedir. Fasulye bitkisine püskürtülerek uygulanan çeşitli elementlerin absorpsiyon, taşınma ve hareketini izotop tekniğinden yararlanarak araştıran (Kacar, 2002) rubidyum, sodyum ve potasyum'un çok kolay absorbe edildiklerini ve olağanüstü hareketli olduklarını, kalsiyum, stronsiyum ve baryumun yapraklar tarafından absorbe edilmekle beraber hareketsiz olmaları nedeniyle yaprakta kaldıklarını saptamışlardır. Araştırmacılar fosfor, klor, kükürt, çinko, bakır, mangan, demir ve molibdenin hareketliliğini araştırmada kullanılan öteki elementlere göre orta düzeyde oluşunu ve yazılış sırasına göre bu elementlerin hareketliliğini azaldığını saptamışlardır.

Püskürtülerek bitki besin elementlerinin uygulanması topraktan besin elementleri alımının sınırlandığı durumlarda yararlıdır. Bu özellikle Fe, Mn, Zn ve Cu gibi ağır metal elementleri için söz konusudur. Alınan metaller çoğu kez toprak parçacıkları tarafından sabitlenmekte ve bunların bitki köklerinden absorpsiyonları olanaksızlaşmaktadır. Böyle durumlarda besin elementlerinin inorganik tuzlar yada şelatlar şeklinde püskürtülerek uygulanması büyük yarar sağlamaktadır (Kacar, 2002). Az miktarlarda gereksinim duyulan mikro elementler uygun zamanda bir veya birkaç kez uygulanırsa noksanlık belirtileri giderilmekte, ürünün nitelik ve niceliği olumlu yönde etkilenmektedir.

Böyle koşullarda besin elementlerinin püskürtülerek topraktan uygulanmasına göre yapraktan uygulanması daha iyi sonuç vermektedir. Avustralya'nın yarı kurak bölgesinde tarla koşullarında buğday üzerinde yapılan tarla denemelerinde araştırmacılar bakırlı gübrenin topraktan uygulanmasına göre yapraktan uygulanması ile daha iyi sonuç almışlardır. Yine Orta Anadolu'da çinko noksanlığı görülen kireçli

toprakta yapılan denemelerde değişik şekillerde uygulanan çinkonun ekmeklik ve makarnalık dört değişik buğday çeşidinde sap ve tane ürün miktarı üzerine önemli bir etki yapmamasına karşın toprak + yaprak uygulanması ile tanenin çinko içeriğinin artış çeşitler arasında önemli ayrımlılık gösterilmiş ve bu 1.7 ile 3.3 kat arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmacılar insan ve hayvanlarda çinko noksanlığının yaygın olduğu yörelerde çinkonun topraktan uygulanmasının da kısa dönemde çözüm için yararlı olabileceğini önermişlerdir (Kacar, 1993).

Püskürtülerek bitki besin elementlerinin uygulanmaları belli koşullarda önemli yarar sağlamaktadır. Ancak, bitkilerin yaprakları aracılığıyla absorbe ettikleri besin elementleri miktarları, bitkinin gereksinim duyduğu tüm besin elementleri miktarlarına oranla çok azdır. Bu durum özellikle bitkilerin yüksek düzeyde gereksinim gösterdikleri makro bitki besin elementleri yönünden önem taşımaktadır. Bu nedenle azot, fosfor ve potasyum'un püskürtülerek uygulanması yaygın değildir.

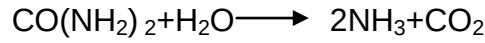
Geniş yapraklı bitkilerde püskürtülerek uygun besin elementleri daha da yararlı olmaktadır. Çünkü absorpsiyon yüzeyi genişledikçe bitkilerin besin elementlerini asorbe etme miktarları da artmaktadır. O nedenle besin elementlerinin püskürtölme yöntemi meyve ağaçları, süs bitkileri, sebzeler, çapa bitkileri ile benzeri bitkilerde daha fazla uygulanmaktadır.

Yapraklardan absorpsiyonları, besin çözeltilisinin yaprak üzerinde ince bir tabaka halinde kalma süresine bağlı olarak artmaktadır. Güneşli ve sıcak günlerde buharlaşmanın yüksek olması nedeniyle püskürtölün çözeltilinin suyu kısa sürede buharlaşmakta ve geriye yaprak düzeyinde absorbe edilmeden tuz birikip kalmaktadır. Bu da yaprakta lekelenmeye ve yanmaya neden olmaktadır. İstenmeyen bu durum püskürtölün çözeltilerde tuz konsantrasyonun olabildiğince düşük (örneğin %2-5 civarında) tutulması ve püskürtme işinin serin ve bulutlu günlerde yada gece yapılmasıyla giderilebilmektedir. Kacar (1993), yaprakdan uygulanan besin çözeltilisi pH'sının düşük olması oranında bitkilerde yaprak zararlanmasının en aza ineceğini önermiştir.

2.2.1. Azot

Yaşamsal öneme sahip olan azot, bitkiler tarafından (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde alınır. İyi havalandan ve pH 6 ila 8 arasında değişen topraklarda nitrifikasyon oranının yüksekliği nedeniyle bitkiler nitrati daha fazla absorbe ederler. Nötr ya da nötre yakın pH'larda NH_4^+ alımı yüksek olup pH asit yöne doğru değiştikçe azalır. Buna karşın NO_3^- asidik pH'larda daha fazla ve daha hızlı alınır.

Üre [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], çok az miktarda da olsa doğrudan bitkiler tarafından alınır, ancak toprağa uygulanan üre üreaz enziminin etkisiyle hidroliz olur ve $\text{NH}_4\text{-N}$ oluşur.



Üre uygulanan topraklarda bitkiler hidroliz sonucu oluşan amonyumu ya da amonyumun yükseltgenmesiyle oluşan nitrati olarak azot gereksinimlerini karşılarlar.

Nitrat redüktaz (NR) enzim aktivitesi üzerine ışığın olumlu etki yaptığı ve karanlıkta aktivite azalarak nitrat birikimine yol açtığı saptanmıştır (Kacar, 2002). Bitkiler için azotun diğer önemli kaynağı atmosferdir. Bitkiler atmosferde bulunan azottan doğrudan yararlanamazlar. Bitkilerle ortak yaşam sürdüren ya da bağımsız yaşayan mikroorganizmalar aracılığıyla yararlanma gerçekleşmiştir.

Yapılan hesaplamalara göre bir yılda dünyada biyolojik yolla toprağa sağlanan toplam N miktarı $139\text{-}170 \times 10^6$ ton ve kimyasal olarak azotlu gübreye dönüştürülen miktarı ise yılda 65×10^6 tondur. Görüldüğü gibi doğada biyolojik yolla sağlanan azot kimyasal yolla üretilen azotlu gübrelerin 2 katından daha fazladır. Bundan da açıkça anlaşılabileceği gibi bitkilerin azot gereksinimlerinin karşılanmasında biyolojik azot tutulmasının katkısı çok büyüktür. Üstelik bu katkı yenilemez enerji tüketimi de gerektirmemektedir (Kacar 1993).

Atmosferde bulunan azot yağışlarla toprağa aktarılır. Toprak ve bitkilerden olduğu gibi petrol ürünlerinin ve kömürün yanması sonucu atmosfere amonyak, nitrat, nitrit, nitroz oksitler ve organik bileşikler şeklinde azot karışır. Atmosferde şimşek çıktığı zaman

N_2 ile O_2 birleşerek NO_3^- oluşur. Buna ek olarak trafiğin yoğun olduğu yörelerde ekzos gazları ile de atmosfere azot karışır. Werner'e (1980) göre yağışlarla toprağa her yıl yaklaşık 60×10^6 ton NO_3^- ve NO_2^- ile 140×10^6 ton NH_3 şeklinde azot karışmaktadır. Toprağa aktarılan NO_3-N yaklaşık % 10-20'si şimşek çakması sonucu atmosferde oluşur (Tisdale ve ark.1985).

Atmosferden toprağa özellikle amonyak ve nitrat şeklinde aktarılan azotlu bileşiklerin miktarı mevsimden mevsime ve yöreden yöreye önemli değişiklik göstermektedir. Genelde yağışlı ılıman yörelere yağışlarla aktarılan azot miktarı yarı kurak ılıman yörelere aktarılan azot miktarına göre daha fazladır. Aynı şekilde endüstri alanları ile şehirlere yakın yörelere kırsal alanlara göre atmosferden daha fazla azotlu bileşik aktarılmaktadır.

2.2.2. Fosfor

Bitkiler geliştikleri ortamdan fosforu primer ortofosfat iyonu $H_2PO_4^-$ ve sekonder ortofosfat iyonu HPO_4^{2-} , şeklinde alırlar. Bitkilerin optimum gelişme gösterdikleri topraklarda göreceli olarak daha fazla miktarda bulunduğu için bitkiler $H_2PO_4^-$ iyonu daha fazla almaktadır. Foth ve Ellis (1988) tarafından rapor edildiğine göre bitkiler tarafından alınan $H_2PO_4^-$ ve HPO_4^{2-} iyonları arasındaki oran 10/1 dir. Genelde bitkiler asit tepkimeli topraklarda $H_2PO_4^-$ iyonu ve alkali tepkimeli topraklarda HPO_4^{2-} iyonunu daha fazla alırlar (Kacar, 2002). Toprakların fosfor içerikleri üzerine toprağın oluştuğu ana materyalin cinsi, iklim, dağılıp parçalanma derecesi, organik madde içeriği ve tekstür gibi çok çeşitli etmenler etki yapmaktadır. Toplam fosfor içerikleri yönünden topraklar arasında önemli ayrımlar bulunmaktadır.

2.2.3. Potasyum

Bitkiler geliştikleri ortamdan potasyumu K^+ iyonu şeklinde alır (Kacar, 2002). Potasyum bitkilerin enzim ve fotosentez aktivitesinde, fotosentez ürünlerinin taşınmasında, hücre büyümesinde ve bitkideki su dengesi üzerinde etkilidir.

2.2.4. Kalsiyum

Kalsiyum hücre duvarları için önemli bir yapıtaşıdır. Kalsiyumun bitki gelişmesi, canlılığı ve de tohum oluşumunda yararlı etkileri bulunur. Kalsiyum, amin azot etkisine destek olmakta, artan vejetatif gelişme sırasında hücre duvarlarını sağlamlaştırmakta ve bitkiye dayanıklılık kazandırmaktadır. Kalsiyum etki ve alınımını arttıran element ise bor'dur. Bor ayrıca protein sentezi ve amino asit oluşumunda da rol oynamaktadır. Bitkiler kalsiyumu Ca^{2+} iyonu şeklinde alır (Kacar 2002)

2.2.5. Bakır

Bakır, bitkilerde klorofil üretimi için gereklidir ve fotosenteze yardımcı olur. Bitkide su hareketinin dengelenmesine yardımcı olmaktadır ve tohum üretimi için gereklidir. Eksikliği durumunda gelişme ve verim azalmaktadır. Bitkilerin bakır kapasitesi vejetatif organlarda 4-20 ppm civarındadır. Eksiklik sınırı 4 ppm olarak kabul edilmektedir. Bakırın yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınma kabiliyeti iyi olmadığından eksiklik belirtileri öncelikle genç yapraklarda görülmektedir (Aktaş, 1991).

2.2.6. Demir

Bitki metabolizmasında Fe^{2+} kullanılır bu nedenle bitki Fe^{2+} iyonunu ya da bu şekle indirgenmiş demiri alır. İndirgenme sırasında Fe^{3+} 'ün kararlılığı bozulur ve bağımsız şekle geçen Fe^{2+} iyonundan bitki yararlanır. İndergeme olgusu ortam pH'sına bağlıdır. Düşük pH'da indirgenen demir miktarı artar (Kacar 2002). Toprak çözeltisinde demir miktarı genelde çok düşüktür, topraktaki demir miktarı ortamın pH'sına ve redoks potansiyeline bağlı olarak 10^{-20} ile 10^{-6} mg/L arasında değişir. Organik madde içerikleri yüksek topraklarda ise demir miktarı 10^{-4} - 10^{-3} mg/ L arasındadır (Kacar 2002). Bitkilerin demir alımı üzerine çeşitli etmenler etki yapmaktadır. Bunlar bitkisel, çevresel ve toprak etmenleri olarak sınıflandırılır.

Lafon et al. (2004)'e göre demirin bağlanmasını, molekül ağırlığı düşük organik ligant olan siderophores'lere bağlamıştır. Siderophorler demir oksit çözünebilirliği üzerinde etkili olmuştur.

Dexter H. Howard (1999)'da yapmış olduğu bir çalışmada, $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ indirgenmesinin mekanizması patojenler tarafından da olabileceğini açıklamıştır.

Chatterjee ve ark.(2005) demir eksikliği bitkide meydana getireceği yan etkileri ve bu yan etkilerinin nedeni üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Yapılan denemenin sonucundan elde edilen değerler, bitki büyümesinde bulunması gereken demir miktarının çok düşük konsantrasyonlara yani stres yaratacak seviyelere getirildiğinde, bitki büyümesinde duraklamalar, klorofil miktarında ve Hill reaksiyon aktivitesindeki azalmalar ve nihayet Fe ve Mn konsantrasyonlarında ve enzim aktivitelerindeki değişimlere neden olduğunu, bunun sonucu olarak ta bitki yapısında mevcut olan toplam şeker, nişasta ve protein kalitesinde azalmalara yol açtığını göstermişlerdir.

Adhikari (2006), çeltik bitkisinde kadmiyum (Cd^{+2}) ve demirin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla serbest demir (Fe^{+2}) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, besin çözeltisinde mevcut demir ve kadmiyumun miktarının artmasıyla birlikte kontrol bitkiye nazaran %65 - %69 ürün azalması tespit edilmiştir. Yine bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, demir ve kadmiyum miktarındaki artış bitkiler tarafından diğer elementlerin alınabilirliğini düşürmesi olarak bildirilmiştir.

2.2.7. Kükürt

Bitkilerin gereksinim duydukları kükürdün büyük bir bölümünü kökleri aracılığıyla toprak çözeltisinden SO_4^{2-} iyonları şeklinde alırlar. Bitkiler az da olsa stomaları aracılığıyla atmosferden kükürtdioksit (SO_2) absorbe ederler. Atmosferdeki kükürttten yararlanma durumu bitkiden bitkiye önemli ayrımlıklar gösterir. Toprakta yeterli miktarda SO_4^{2-} bulunsa bile bitkilerdeki toplam kükürdün %25-35 kadarının doğrudan atmosferdeki kükürttten absorbe edildiği rapor edilmiştir.

Toprak ya da besin çözeltilerinde 3-5 mg $\text{SO}_4^{2-} \text{ L}^{-1}$ konsantrasyonu çoğu bitkilerin normal gelişimi için yeterlidir. Kök yöresinde SO_4^{2-} içeriği 5 mg $\text{SO}_4^{2-} \text{ kg}^{-1}$ ya da daha fazla olan topraklarda bitkilerin kükürt gereksinimin tamamına yakınının karşılanmasında kitle akımının payı büyüktür (Kacar, 2002).

Bitkilerde kükürt asal olarak (a) proteinler, (b) uçucu bileşikler ve (c) sülfat bileşikleri şeklinde bulunur. Bitkilerde yaygın olarak bulunan sistein, sistin ve methionin gibi amino asitlerin yapı maddesi olan kükürt anılan amino asitlerinden oluşan proteinlerde yer alır. Bitkisel proteinlerde % 0.003 - 7,2 arasında değişen miktarlarda kükürt bulunmaktadır. Uçucu kükürt bileşikleri başta hardal olmak üzere soğan, sarımsak vb. bitkilerde bulunur. Bitkilerde inorganik kükürt sülfatlar şeklindedir. Kimi bitkilerde toplam kükürdün %65'i sülfatlardan oluşmuştur.

Bitkilerde kükürt miktarı kuru madde ilkesine göre %0.15 ile % 0.50 arasında değişir. Kimi bitkilerin kükürt içerikleri kalsiyum, fosfor ve magnezyum içeriklerinden daha yüksektir. Bitkilerin içerisinde tahıllar en az, baklagiller daha fazla ve Cruciferae'ya dahil bitkiler ise en fazla kükürt içerirler. Örneğin buğday, yulaf ve arpa bitkilerinin tane ve samanlarında ortalama kükürt miktarının % 0.161 olmasına karşın, yonca ve çeşitli üçgül bitkilerinin değişik olgunluk dönemlerinde ortalama kükürt içerikleri % 0.253 'dür. Cruciferae'ya dahil lahana, şalgam, marul, hardal ve benzeri bitkilerde ortalama kükürt % 0.87 olarak bulunmuştur.

Bitkilerin S ve N içerikleri arasında dikkate değer bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin tarla bitkilerinde protein sentezi için 1 kısım S 'e karşılık 14 kısım N'a gereksinim vardır. Protein sentezi için S:N oranı çayır bitkilerde 1/14, baklagil bitkilerinde ise 1/17'dir. Bitkilerin toplam S içerikleri bitki çeşidine ve gelişme durumuna göre değişir. Cruciferae'ya dahil bitkiler P 'a göre 3 kat daha fazla S 'e sahiptirler. Baklagil bitkilerinde S ve P miktarları birbirine eşittir. Tahıl bitkileri ise P'a göre 1/3 oranında S içerirler. Genelde bitkiler topraktan 11-90 kg ha^{-1} S kaldırırılar. Tahıl bitkileri, çayır bitkilerinde ve patatesten bu miktar 10 kg S ha^{-1} iken şeker pancarı, lahana, yonca ve pamuk bitkilerinde 17-45 kg S ha^{-1} dır.

Bitkiler kükürt gereksinimini karşılamak üzere kökleriyle aldıkları SO_4 iyonlarını ve atmosferden absorbe ettikleri SO_2 'i asimile edebilmek için sülfüre indirger. Kükürdün asimilasyonu pek çok yönden nitratın asimilasyonuna benzemektedir. Kükürdün amino asitlere, proteinlere ve koenzimler ile yeşil yapraklardaki sülfatın indirgeni olan ferrodoksine bağlanabilmesi için indirgeme olgusu gerekli ve zorunludur.

Sülfatın indirgenmesi yüksek bitkiler, algılar, mantarlar, mavi-yeşil algılar ve bakteriler gibi çeşitli organizmalarda meydana gelir. Yüksek bitkilerde indirgeme tepkimeleri sonucu kükürdün bağlandığı durağan ilk organik bileşik sistein amino asididir. Sistein, sistin ve methionin gibi önemli amino asitleriyle proteinlerin, koenzimlerin ve diğer bileşiklerin öncüsüdür. Sülfat indirgenmesi ışık koşullarında fazla olduğu gibi bitki köklerine göre yeşil yapraklarda birkaç kat daha fazladır. (Kacar, 2002).

Koenzim A, miyotin, thiamin ya da B_1 vitamini ile glutasyon sentezinde kükürt önemli rol oynamaktadır. Bunlar arasında koenzim A'nın ayrı bir önemi vardır. Yağ asitlerinin sentezinde, yükseltgenmesinde, amino asitlerin sentezi ile trikarboksilik asit ya da sitrik asit döngüsünde, ara ürünlerin yükseltgenmelerinde koenzim A'ya gereksinim duyulmaktadır.

Biyotin çeşitli karboksilasyon tepkimelerinde görev yaparken thiamin pirofosfat oksiasitlerin dekarboksilasyonunda ko-faktör olarak görev yapar. İndirgeyici bir eleman olarak glutasyon hücreye zehir etkisi yapan maddelerin etkinliklerinin giderilmesinde rol oynamaktadır.

Kükürt yükseltgenem-indirgenme tepkimeleriyle elektron aktarımında önemli rol oynayan ferrodoksinlerin yaşamsal öneme sahip bir parçasıdır. Fotosentezin ışık ve karanlık tepkimelerinde ek olarak ferrodoksin nitrit ve sülfatın indirgenmelerinde önemli rol oynadığı gibi toprakta bağımsız ve ortak yaşam sürdüren bakterilerin atmosfer azotunu fikse edebilmeleri için de önemlidir. Öte yandan klorofilin yapısında yer almamakla birlikte kükürt klorofilin sentezinde etkilidir.

Kükürt noksanlığı görülen bitkilerde amid ve nitrat şeklinde proteine bağlı olmayan azot birikir. Bitkilerde nitrat birikimi, kükürt noksanlığında nitratın indirgenmesinde

önemli rol oynayan nitrat redüktaz enzimin işlevini gerektiği gibi yapamamasına dayanılarak açıklanmaktadır.

Keten, soya fasulyesi, yer fıstığı ve kolza gibi yağ bitkilerinde kükürt yağ oluşumu üzerine önemli etki yapmaktadır. Öte yandan kükürt ile birlikte uygulanan magnezyum bitkilerde yağ miktarının dikkate değer düzeyde artmasına neden olmaktadır.

Türkiye'nin değişik yerlerinden alınan 89 toprak örneği üzerinde türbidimetrik yöntemle yapılan analizler $\text{SO}_4\text{--S}$ miktarının toprakların %30 'unda 10 mg kg^{-1} 'dan az ve %70 'inde ise 20 mg kg^{-1} 'dan az olduğunu göstermiştir (Kacar, 1993). Trakya bölgesi-Meriç Havzası topraklarının bitkiye yarayışlı S durumu üzerinde çalışan Kacar (1993)'te bölge topraklarında KH_2PO_4 (500 mg L^{-1}) çözeltisinde ekstrakte edilen $\text{SO}_4^{2-}\text{--S}$ miktarının 6.9 mg kg^{-1} ile 35.9 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve ortalama miktarın 12.7 mg kg^{-1} olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonucuna göre bu topraklarda bulunan kükürdün büyük bir bölümü çoğunlukla biyolojik kökenli organik bileşikler şeklindedir. Yapılan çalışmalar topraklarda bulunan kükürdün %80 – 90'nının organik bileşikler şeklinde ve % 10 - 20'sinin ise inorganik bileşikler şeklinde bulunduğunu göstermiştir. Bitki artıkları da çoğunlukla organik kükürt bileşiklerini içermektedir.

Atmosferde bulunan SO_2 'nin bir bölümü çözünerek yağışlarla toprağa karışır ve toprakta yükseltgenerek SO_4 oluşur. Bu yolla toprak asitlik kazanır. Atmosferden toprağa karışan kükürt miktarı denizden uzaklaştıkça azalır. Deniz kıyısına yakın yörelerde kükürt miktarı çoğunlukla yeterli düzeydedir. Atmosferdeki kükürten yararlanma durumu bitkiden bitkiye önemli ayrımlılıklar gösterir. Topraktaki yeterli miktarda SO_4^{2-} bulunsa bile bitkilerdeki toplam kükürdün % 25 – 35 kadarının doğrudan atmosferdeki kükürten absorbe edildiği rapor edilmiştir.

Kacar (1993)'a göre orta Avrupa koşullarında bitkiler tarafından her yıl 10 – 20 kg ha^{-1} kükürdün absorbe edildiği hesaplanmıştır. Bu değerler birçok bitkinin yıllık kükürt gereksinimlerinin 2 katından daha fazladır. Görüldüğü gibi bitkilerin kükürt gereksinimlerinin karşılanmasında atmosferin katkısı dikkate değer düzeydedir.

Kükürt noksanlığının en belirgin işareti yapraklarda klorofil miktarının azalmasıdır. Buna paralel olarak bitkide protein sentezi azalırken çözünebilir organik azot ve nitrat miktarı artmaktadır.

Shamima ve ark. (2002) ayçiçeği bitkisinde, üç yıllık bir çalışmanın sonunda N, P, K ve S'ün alımı ve ürün üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonunda ürün üzerinde kükürdün olumlu etkisi belirlenmiş, 60-80 kg.ha⁻¹ uygulanması halinde bitkiler tarafından alınan N, P ve K'da artış ve ayçiçeği çekirdek miktarındaki artış söz konusu olmuştur. Yine bu üç yıllık çalışmanın sonunda kükürdün yüksek dozların uygulanması ürün miktarında ve topraktan alınan bitki besin maddelerinin alımında olumsuz etki göstermiştir. Kükürdün uygulanmaması halinde ürün miktarında ve topraktan bitki besin alımında kayda değer azalmalar görülmüştür. Bu amaçla en iyi ürün seviyesini ulaşması için 60 kg S ha⁻¹ uygulanması uygun görülmüştür.

2.2.8. Çinko

Bitkide, Çinko metabolik fonksiyonlarda, büyüme ve bitkideki hastalıklara karşı dayanma gücünü artırmakta ve mutlaka bitki besin maddesinde bulunması gereken elementlerde biridir (Samman, 2007).

Pamila (1977), sera koşullarında buğday bitkisine değişik konsantrasyonlarda çinko içeren besin maddesi uygulanmıştır. Yapılan denemenin sonucuna göre 0,5 ppm çinko uygulandığı durumunda toplam kuru madde ve çözülebilir protein seviyesinin en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir (<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/112.610.385/ABSTRACT?CRETRY=1&SRETRY=0>).

2.2.9. Mangan

Demir ile birlikte klorofil oluşumuna yardım eder. Bu nedenle fotosentez için gereklidir. Bitkilerde çeşitli enzimlerin işleyişinde etkilidir ve aynı zamanda protein ve

karbonhidrat oluşumunda rol oynar. Bitki gelişmesine yardımcı olmak için bakır, demir ve çinko ile kombinasyonlar oluşturur.

Toprak pH'sı ile mangan elverişliliği arasında sıkı bir ilişki vardır. Yüksek pH' lı topraklarda manganın alınabilirliği düşüktür. Bu sebeple kireçli topraklarda Mn eksikliği sık görülür. Mangan eksikliği belirtileri Mg noksanlığı belirtilerine benzer. Yapraklardaki damarlar arasında sararma görülür. Ancak Mg noksanlığı önce yaşlı yapraklarda olmasına karşılık Mn noksanlığı genç yapraklarda görülür. Mangan noksanlığında yapraklar arası kloroza ilave olarak yapraklarda sarı noktalar halinde lekeler oluşur. Meyve ağaçlarında Mn eksikliği belirtileri rahatlıkla demir noksanlığı ile karışabilir. Yaprak analizleri doğru teşhis için önemli bir araçtır. 25-30 ppm' den az Mn bulunursa mangan eksikliği muhtemeldir. 20 ppm' den az olursa mangan noksanlığı vardır. Şeftali, kayısı ve erik diğer sert çekirdekliilere göre daha fazla mangana ihtiyaç gösterirler.

Asmada yaprak yüzeyinde üniform bir sararma olur. Yapraklar normalden küçük ve açık yeşil renklidirler. Zamanla çok sayıda küçük nekrotik lekeler ortaya çıkar. Sonunda sarı bölgeler kahverengine döner ve yaprak ölür (Kacar, 1993).

2.3. Bitki Besin Maddesinin Alınabilirliği

Besin maddesi alınabilirliğini tayin eden faktörler, kök sisteminin büyüklüğü, toprağın nemlilik derecesi ve toprak çözeltisinin iyon konsantrasyonudur.

Bitkiler tarafından alınan ve değerlendirilen bütün besin maddelerinin esas kaynağı toprakta değildir. Bitkiler elementer Azotu (N_2) serbest yaşayan ve ortaklaşa (Symbioz) yaşayan mikroorganizmalar aracılığı ile atmosferden aldıkları gibi, daha birçok besin maddelerini de atmosferden alırlar veya bunlar atmosferden toprağa geçmektedirler.

2.3.1. Nem

Kök büyümesi üzerine toprağın su içeriği (ya da toprağın su potansiyeli), fiziksel ve kimyasal toprak etmenlerine bağlı olarak etkinlik göstermektedir. Genellikle bitki köklerinin büyüme oranı yaş topraklara göre kuru topraklarda daha iyidir. Ancak kuru topraklarda mekanik direncin yanında su içeriğinin azlığı kök büyümesinde temel stres etmenidir. Tuzlu topraklarda ise yüksek tuz konsantrasyonu ve rizosferde oluşan iyon dengesizliği sonucu kök yöresinde su potansiyelinin azalması kök büyümesi için önemli bir stres kaynağıdır. Böyle koşullarda su noksanlığının giderilmesi ile kök büyümesi üzerine toprağın mekanik direncinin etkisi daha açık şekilde görülebilir. Su içeriğinin daha fazla artırılması ise toprak havasının azalmasına yol açarak kök büyümesini olumsuz etkileyebilir (Kacar,2002).

2.3.2. Sıcaklık

Bitkilerde kök büyümesi optimum sıcaklığın altındaki ve üzerindeki sıcaklıklarda azalır. Optimum kök büyüme sıcaklığı ise bitki türleri arasında farklı olup kök için optimum sıcaklık gövdeye göre daha düşüktür. Optimum kök büyüme sıcaklığı C-3, C-4 bitkileri ile tropik ve yarı tropik bitkilerde farklıdır. Örneğin optimum sıcaklık pamuk bitkisinde 30'C, buğday bitkisinde 25'C ve patates bitkisinde 15-20'C olarak belirlenmiştir.

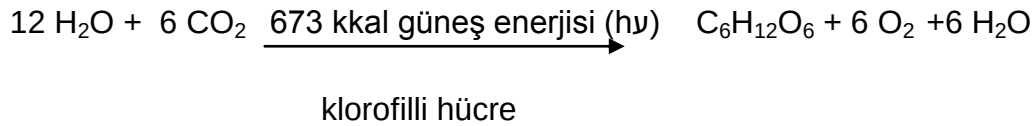
Kök yöresinde sıcaklığın değişmesi pasif absorpsiyonu olduğu gibi aktif absorpsiyonu da etkilemektedir. Örneğin pasif absorpsiyonda bağımsız difüzyon oranı, difüzyon eden moleküllerin ya da iyonların kinetik enerjileri ile yakından ilgili olup bunu da sıcaklık önemli derecede etkilemektedir. Sıcaklığın azalması ile molekül ya da iyonların kinetik enerjileri azalmakta ve dolayısıyla bağımsız difüzyon da azalmaktadır. Aynı şekilde aktif absorpsiyonda önemli rol oynayan biyokimyasal tepkimeler sıcaklık düşmesine bağlı olarak azalmakta ve bu aktif absorpsiyonun olumsuz şekilde etkilenmesine yol açmaktadır.

Kök yöresinde sıcaklığın belli bir düzeyin üzerine çıkması sonucu iyon alımının hızla azalması besin elementi alımına rol oynayan enzimlerin işlevlerini yitirmeleri ile

yakından ilgilidir. Yüksek sıcaklıkta solunumun etkilendiği gibi membranların geçirgenliklerinin azalması sonucu pasif absorpsiyon ve iyon birikimi (aktif absorpsiyon) de azalmaktadır. Sıcaklık, absorbe edilen anyon ve katyonların oranı üzerinde de etkili olmaktadır. Nedenleri kesinlikle bilinmemekle birlikte yapılan çalışmalar, değişik sıcaklıklarda anyonların katyonlara göre daha az absorbe edildiklerini göstermiştir.

2.3.3. Fotosentez

Yeşil bitkilerin ve alglerin güneş ışınlarının enerjisinden yararlanarak karbondioksidi indirgenmesiyle glikoz ve diğer şekerleri ve de başka biyoorganik bileşiklerin sentezlemesine "Fotosentez" denir, Çelik (1989). Fotosentez için önerilen basit eşitlik aşağıdaki gibidir.



Fotosentez çok güçlü ve etkin bir doğa olayıdır. Himalaya dağlarının en yüksek tepelerinde karlar altında yetişen bitkiler ve okyanuslarda güneş ışınlarının erişebildiği derinliklerde büyüyen algler fotosentez sayesinde gelişebilmektedir.

Fotosentez ile organik maddelerin yapılabilmesi için ışık enerjisine gereksinim vardır. Fakat bitkinin ışık enerjisinden yararlanabilmesi için ışığın bitki tarafından absorbe edilmesi gerekir. Absorplama fotosentetik pigmentler (klorofil ve karotenoidler) aracılığı ile olmaktadır.

2.3.4. Klorofil

Klorofil en önemli fotosentez pigmentidir. Fotosentezde ilk basamak güneş ışığının klorofil tarafından absorblanmasıdır. Fotosentezin yardımcı pigmentleri karotenoid ve

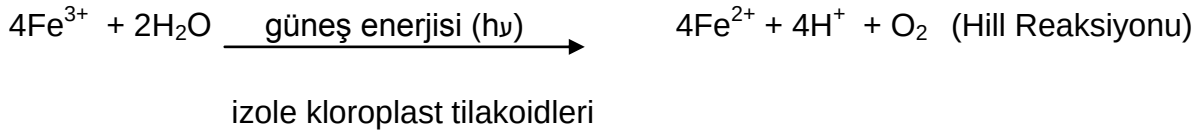
bilinlerdir. Karotenler yeşil yapraklarda her zaman klorofillerle birlikte bulunurlar. Bilinler ise mavi-yeşil ve kırmızı alglerde bulunur.

Mineral tuzların (Fe, Mn ve Mg) eksikliklerinin klorofil düzeyini etkiledikleri ve yaprak sararmasına neden oldukları saptanmıştır.

Yüksek bitkilerde klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) ve klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6 N_4Mg$) türleri vardır. Klorofil a ile klorofil b arasındaki fark molekülün 3 numaralı C' unda görülür. Klorofil a' da bu C atomuna bağlı metil grubu, klorofil b' de ise aldehit grubu vardır. Klorofil a ve klorofil b maksimum ışık absorpsiyonunu mor-mavi ve kırmızı ışınlar bölgesinde gösterir (Çelik, 1989).

2.3.4.1. Hill reaksiyonu

Fe^{3+} oksalat içeren bir çözelti güneş ışığında bırakılırsa hiç bir değişiklik olmaz. Çözeltiye kloroplast özütü konulursa (kloroplast özütü, yeşil bir yaprağı havanda ezip su ile çalkalanarak elde edilebilir) güneş ışığında tutulduğunda Fe^{3+} , Fe^{2+} 'ye indirgenir ve çözeltiden oksijen çıkar;



Bu reaksiyonda su molekülünün oksijen atomu Fe^{3+} iyonlarını Fe^{2+} iyonlarına indirgemiş, kendisinde O_2 molekülüne yükseltgenmiştir (Tüzün, 1992).

2.4. Çöl Tozunun Etkileri

Bilim dünyasında çöl tozlarının atmosferdeki varlığı uzun zamandan beri bilinmektedir. Ancak genelde toz taşınımı kuru toz taşınımı olarak kabullenilmiştir. Toz bulut karışımının izlenmesi bulutun tozu maskeleymesi nedeni ile yapılamamaktadır. Ayrıca uydu ile izleme teknikleri içerisinde bulutu maskeleymenin de çok kolay olması bilim dünyasının kuru toz taşınımı üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur.

Günümüzde Saydam ve Şenyuva (2002) tarafından toz bulut karışımının kullanılabilir demirle sonlanan bir reaksiyon zincirini tetiklediği gösterilmiş ve yeni çalışmalar artık toz, bulut etkileşimi üzerinde yoğunlaşmıştır. (Herut ve ark., 2005; Kubilay ve ark., 2002)

Bilim dünyası sadece tozun kuru taşınımı ile ilgilenmek yerine, toz taşınımı süresince ve daha sonrasında doğada izlenen birtakım değişikliklerin de tozla ilintili olabileceği varsayımından yola çıkarak çeşitli araştırmalar gerçekleştirmiştir. Atmosferik tozların güneş ışığını yansıtması ile yerkürenin sıcaklık dengesi üzerinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Atmosferik tozların güneş ışığını yansıtarak yerkürenin soğumasına neden olabilmesi (Benameh 2006) veya emilme ile ısınmaya neden olabilmesi tozların mineralolojik ve kimyasal bileşimine bağlı olmaktadır (Saydam 2008, sözlü görüşme). Taşınma ajanı olarak iki etken, hava ve su bilinir. Su ve rüzgar ile fiziksel taşınma gerçekleşir. Rüzgarlar özellikle ≤ 0.015 mm olan partikülleri özellikle (ince kum - silt - kil) taşınarak engebeli bölgelerde birikmesini, dolayısıyla çökmesini sağlamaktadır. Kara üzerinde hareket eden rüzgarlar ile hızın bir fonksiyonu olarak 0.015 mm civarında çapa sahip partikül çökerler. Rüzgarla taşınan partiküller çaplarına, rüzgarın şiddetine bağlı olarak uzak ve yakın mesafelere, denizlere ve okyanuslara taşınırlar (Üşenmez, 1985).

2.5. Sahra Tozu Üzerine Yapılan Çalışmalar

Çöl kökenli tozların atmosferik taşınımına girdiği ve 10 mikrondan ufak parçacıkların binlerce kilometre uzaklara taşındığı uzun zamandan beri bilinen bir olgudur. Grönland adasındaki buzul örnekleme sitelerinden veya Antarktika'da yapılan buzul örneklemelerinden de tozların özellikle buzul çağları döneminde kutuplara kadar taşındığı ve kutup atmosferlerinin geçmişte yaşanan o dönemlerde zamanımıza oranla çok daha fazla tozlu olduğu bilinmektedir (<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/indexice.html>).

1970'li yıllarda araştırma gemileri kullanılarak yapılan ölçümler teknolojinin gelişmesi ile uydular aracılığı ile bulgu toplanması aşamasına gelmiş ve Sahra kaynaklı tozların küresel dağılımı çok daha belirgin olarak saptanabilmektedir. Atmosferdeki toz taşınımı ile ilgili ilk yayınlar tozun ne kadar yayılım gösterdiği, belirli bir noktaya hangi zamanlarda daha yoğun olarak geldiği, gelen tozların mineralojisi, elementel dağılımı, manyetik özelliklerinin incelenmesi şeklinde olmuştur. Uzun süreli atmosferik toz izleme programlarının gelişmesi ile tozların zaman içerisindeki dağılımları hakkında daha net bilgilere ulaşılmış ve atmosferdeki toz taşınım olayının boyutları hakkında önemli bilgiler edinilmiştir.

Husar et al (1997) tarafından NOAA Television Infrared Observing Satellites (TIROS - N) serisi uydularda bulunan Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) aracılığı ile ve yer çözünürlüğü 1 km olan uydu verileri ile yapılan ölçümlerde Akdeniz'in yerküredeki en tozlu atmosfere sahip denizlerden birisi olduğu gösterilmiştir. Aynı olgu Moulin ve ark.(1997) tarafından da ayrıca kanıtlanmış olup Akdeniz üzerinde ölçülen Aerosol Optik Derinliğinin Kuzey Atlantik Salınımı - Northern Atlantic Oscillation (NAO) ile yakın ilgisi olduğu da gösterilmiştir. Bu denli yoğun toz taşınımının olması araştırmacıları sadece tozun jeokimyasal yapısı ile ilgilenmelerinin yanı sıra diğer bazı özelliklerinin de incelenmesi aşamasına getirilmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmalar Akdeniz atmosferindeki aerosollerin atmosferde yarattığı yansıtıcı etkinin Akdeniz atmosferinde metrekarede 3-4 Watt gücünde olduğunu ve bu negatif etkinin sera gazları ile aynı seviyelerde etki yarattığı da göstermiştir. Bir başka değişle Akdeniz üzerindeki aerosoller sera gazları ile yaratılan ısınmanın etkisini sıfıra indirebilecek kadar yansıtma özelliğine sahip olabilmektedirler (Jacobson, 2001; Bennameh, 2006).

Kuzey Afrika'dan meteorolojik olaylar sonucu havalanan Sahra tozları, kırmızı çamurumsu yağmurla kuzey-doğu İspanya'ya ulaşmaktadır. Bu olay, Avila ve ark. (1998) tarafından, 1983-1994 yılları arasında kırmızı Sahra tozunun elemental bileşiminin belirlenmesi, Sahra tozundaki partikül ve çözünmüş bileşenlerin orman besin döngüsü üzerindeki etkilerini araştırılmıştır.

Ağustos 1991 ve Aralık 1992 tarihleri arasında Doğu Akdeniz'in Türkiye kıyısındaki Erdemli bölgeye ulaşan hava kütlelerinden 339 adet aerosol örnekleri toplanmıştır. Örnekler yüksek debili hava pompalanması kullanılarak toplanmış ve elemental analizleri (Al, Fe, Mn, Co, Cr, Ni, V, Zn, Pb, Cd, Mg, Ca, Na) yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Erdemli'de toplanan aerosollerde ölçülen elementlerin derişimlerdeki mevsimsel değişimlerin yağışlarla yakından ilgili olduğunu göstermiştir. Bu dönemde toplanan bulgulara göre Sahra çölünden Anadolu'ya yılda 20 milyon ton toz taşındığını göstermiştir. Bu miktarın % 80'e ulaşan kesimi ise özellikle Mart ve Nisan aylarında Anadolu'ya ulaşmıştır (Kubilay, 1996).

Anadolunun bulunduğu enlem ve boylamda, bu dönemde yeterli güneş enerjisinin olması, bu tozların yağışla gündüz vakti kullanılabilir demir ve diğer besin elementleri açısından zenginleşmiş bir şekilde toprağa ineceğini ve bitkiler tarafından hemen kullanılabileceği anlamına gelmektedir (Saydam, 2008, sözlü görüşme).

İndirgenmiş demir ile birlikte çöl tozlarının oluşturduğu kimyasal matriksin (mineral ve kayaç parçacıklarının tümü) deniz yüzeyine çökmesi sonucunda da denizlerde alg patlamasına yol açabileceği bildirilmiştir. Cemiliana hipotezine göre; güneş enerjisinin yeterli olduğu enlem ve boylamlarda deniz yüzeyine çöken çöl kökenli tozları aynı bölgede *E. hux* patlamalarına neden olmaktadır (Guerzoni ve ark. 1996, Saydam ve Polat, 1999, Binnameh, 2006).

Aytekin, (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, Sahra ve İran toprakları ele alınmıştır. Her bir örnekten 10'ar gram toprak artı 10 ml amonyum asetat almak suretiyle 500 ml'e suyla tamamlanmıştır, 1000 watt'lık ışık kaynağının yardımıyla 0. dakika, 30 dakika, 60 dakika ışıklanmaya maruz kalan örneklerde ölçülmüş Fe(II) aşağıdaki sonuçlar çıkmıştır.

Yapılan denemede başlangıçta, daha herhangi bir ışıklama olmadan mevcut çözünmemiş demir miktarının İran toprağında, Sahra toprağına göre daha yüksek olduğu ve (İran toprağı için 240 ppb ve Sahra toprağı için 32 ppb) olduğu ifade edilir.

Işıklamadan 30 dakika sonra Fe(II)'nin değerleri sırasıyla, 630 ppb ve 264 ppb olarak ve 60 dakikadan sonra yine elde edilen değerler sırasıyla 690 ppb ve 390 ppb olarak tespit edilmiştir. Ön denemeler Sahra öl toprağından çok daha fazla kullanılabilir demir içeren bir toprağın da elimizde olduğunu göstermiştir.

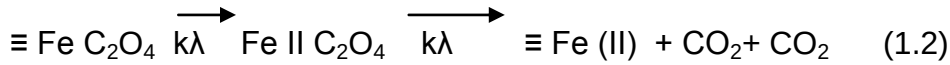
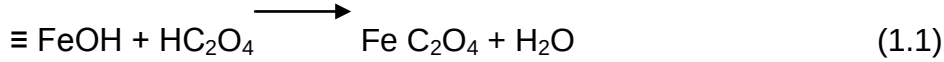
2.5.1. Tozun bulut içerisindeki davranışları

öllerde yapılan çalışmalar örnekleme ve ölçüm teknikleri nedeni ile doğal olarak hep toplam demir üzerinde yoğunlaşmış bulunmaktadır. Saydam ve şenyuva (2002) tarafından ileri sürölen hipotez de hep bu açıdan değerlendirilmiş ve sanki çöllerdeki toprakların demir içeriği fazla gibi yanlış bir varsayımla olaya yaklaşılmıştır. Halbuki öne sürölen hipotez çöllerdeki toprakların demir mineral içeriğinden çok çöllerde bulunan bakteri ve mantarların ortamdaki kil minerali üzerindeki etkisini esas almakta ve bu olayın bulut içerisindeki evrimine bakarak ortaya çıkan indirgenmiş demir üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Çöl kökenli tozların bulut içerisinde kullanılabilir demir üretebilmesi için gerekli olan mekanizmanın tabiat tarafından nasıl gerçekleştirildiğini bilim dünyasında ilk kez Saydam ve şenyuva, (2002) göstermiştir. Daha önce, Sulzberger and Laubsherrer, (1995) tarafından gösterilen reaksiyon mekanizmasında demir oksitlerden Hematit, Geotit ve Lepidokrosit kullanılmış ve indirgeyici olarak da atmosferde bol bulunan oksalat seçilmişti. Oksalatın atmosferde varlığı bilinmekte ve kaynağı da endüstriyel kirlilik olarak verilmektedir. Saydam ve şenyuva (2002) ise oksalatın çöl kökenli tozlar tarafından üretildiğini ve bunun nedeninin çöllerin toz taşıınımı sürecinde atmosfere çok miktarda bakteri ve mantar çıkardığı Griffin ve ark. (2001) tarafından gösterilmişti. Araştırıcılar tarafından yapılan çalışmada, Atlantik Okyanusu'nun batı tarafında yer alan Barbados adasında toplanan örneklere çöl kökenli havalarda kuzeyden gelen tozsuz havaya göreceli olarak birkaç kat fazla bakteri ve mantar sporlarına rastlandığı bildirilmiştir. Saydam ve şenyuva (2002) ise Sahra ölünün kendi oksalatını dolaylı yoldan üretebildiğini göstererek bu alanda önemli bir buluşa imza atmışlardır. Çöl ortamında gerektiğinde binlerce sene kendi kimliklerini kuru olarak saklayabilen bakteri ve mantarlar bulut içerisinde bir damla su ile temas etmeleri halinde aktif hale

gelmekte ve 15 dakika gibi kısa bir süreçte ortama oksalat çıkarmaktadırlar. Bugün dahi endüstriyel boyutlarda oksalik asit *Aspergillus niger* kullanılarak elde edilmektedir (Sushil ve ark. 2005) Saydam (2008, sözlü görüşme).

Saydam ve Şenyuva (2002) bunu deneylerle kanıtlamışlar ve çöl tozunun ıslatılmasından 15 dakika gibi kısa bir zaman sonra oksalatını üretebildiğini göstermişlerdir. Oksalatını üretmiş olan bakteri ve mantar atmosferik taşınım sürecinde aynı ortamda bulunan kil mineralinin yüzeyine bu nedenle yapışabilmekte ve kil mineralinin kristal yapısına girebilmektedir. Kil mineralinin yapı taşında bulunan demir ile demir oksalat yapmakta ve bundan sonraki taşınımına bu şekilde devam edebilmektedir. Aradan geçen bu süreçte, örneğin Sahra çölü için, o dönemdeki meteorolojik olayın yönüne bağlı olarak kaynak noktasından daha kuzeye veya batıya bulut içerisinde taşınmış olan demir oksalat eğer yeterli güneş enerjisi ile buluşursa liganddan metale yük transferi yapmakta ve dekarboksilasyon reaksiyonu ile parçalanmaktadır. Bu reaksiyon sonucunda oluşan karbonil radikali bir başka geri kazanım mekanizmasını daha tetikleyebilmekte ve yeni bir yüzeyle veya oksijen ile birleşmekte veya yeni bir Fe(III)'ü çözebilmektedir (Zhuang ve ark.1992). Bu radikal çok önemli olmakla birlikte henüz üzerinde detaylı çalışmalar yapılmamıştır ancak yeni bir indirgenmiş demir üretme potansiyeli açısından çok önemlidir.



Bulut içerisinde bu mekanizma ile yeterli güneş enerjisi olması halinde gündüz vakti indirgenmiş demir üretilebilmektedir. Saydam ve Şenyuva (2002) yaptıkları deneylerde dekarboksilasyon reaksiyonunun sürücüsü olan ışığı ortadan kaldırdıklarında indirgenmiş demirin zaman içerisinde azaldığını yani Fe(III) e okside olduğunu göstermişlerdir. Tabiatta güneş enerjisi deneylerde olduğu gibi ışığın kapanması ile bir anda yok olmamakta ve zaman içerisinde azalan bir grafik çizmektedir. Bu nedenle tabiatta gündüz vakti oluşan kullanılabilir demirin güneş

enerjisinin belirli bir seviyenin altına inmesi ile bir anda azalması yerine çok daha uzun bir zaman içerisinde azalması beklenir.

Saydam ve Şenyuva (2002) araştırmalarında çöl tozunu Co-⁶⁰ gama radyasyonu ile ışınlamışlar ve ortamda bulunan bakteri ve mantarın sterilizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Sterilizasyon işleminin kil mineraline zarar vermeden gerçekleştirilebilmesi için çeşitli ıslak sterilizasyon yöntemleri yerine Co-⁶⁰ gama radyasyon kaynağı özellikle seçilmiştir. Işınlandırılan toprak örneklerinin indirgenmiş demir üretmediği gösterilmiştir. Bu sonuçlar bize toprak örneklerinde bulunan bakteri ve mantarların indirgenmiş demir oluşumunda reaksiyon zincirini kontrol eden adım olduğunu göstermiştir.

Atmosferdeki sülfatın ise yakın zamana kadar hatta halen dahi büyük bir oranda endüstriyel kirlilikten kaynaklandığı varsayılmış ve de biyogenik üretim açısından denizlerin çözü sayılan Akdeniz'den de kaynaklanabileceği neredeyse hiç hesaba katılmamıştı. Yapılan araştırmalar özellikle gelişmiş ülkelerin atmosferindeki sülfat miktarlarının ve dolayısı ile asit yağmurlarının arttığını kesin bir şekilde ortaya koymakla beraber yine de denizden gelen kaynağın varlığı her zaman gösterilmiştir. Gieray ve ark., (1997) EUROTRAC projesi kapsamında İngiltere'nin kuzeyinde bulunan Great Dunn Fell izleme kampanyası sürecinde izleme noktasına gelen hava kütleleri ve bulutlar izlenmiş ve geri izleme teknikleri ile endüstriyel kirlilikten uzak kuzey Atlantik Okyanusu kaynaklı havanın içerisinde dahi bol miktarda amonyum veya sodyum tuzları halinde sülfat ve düşük moleküler ağırlıklı karbon örneklerinin olduğunu ve bu örneklerde aynı zamanda metan sulfonik asit (MSA) ve MSA içeren örneklerin ilaveten karbonatlı maddeler de içerdiği gösterilmiştir. Sülfatın büyük oranda endüstriyel kirlilikten kaynaklandığını öne süren araştırmacılar bulut içerisinde yapılan bu ölçümler hakkında tam bir açıklama getirememişlerdir.

Yakın bir geçmişte yapılan çalışmalar ise (Ganor ve ark., 2000, Kouvarakis ve Mihalpulos, 2002) Doğu Akdeniz'deki sülfür bütçesine biyogenik kökenli sülfürün önemli katkılar yapabileceğini göstermiştir. Kubilay ve ark. (2002) Doğu Akdeniz'in kuzeyinde yer alan Erdemli örnekleme istasyonuna Karadeniz'den gelen hava kütlelerinin Karadeniz'de meydana gelen *Emiliana huxleyi* patlamalarına bağlı

olduğunu ve Sahradan gelen toz kütlelerinin yağmurla denize inmesini takip eden günlerde MSA konsantrasyonlarında artışlar olduğunu göstermiştir.

Kraemer, (2004) ise demiroksitin çözünebilmesi için gerekli aşamaları anlatırken, küçük moleküler ağırlıktaki bu organik liganların demir bağlama kapasiteleri yüksek olup demiri bağlamaları için öncelikle sidereforları hücre içerisinde biyosentezle üretmeleri; bu sidereforları hücre dışına çıkarmaları; demir içeren minerallerdeki demir ile kompleks yapmaları; demir(II) sidereforu gelişmiş bir transfer sistemi aracılığı ile kullanmaları veya siderefordan demiri serbest hale getirip kullanıma hazır hale getirmesi şeklinde açıklamaktadır. Bu çalışmada anlatılan basamaklar Saydam ve Şenyuva (2002) de anlatılan yaklaşımla birbirlerine çok benzemekte olup bundan sonra yapılması gereken çalışmalarda çöl kökenli toprakların da sidereforleri üretme kapasitesine sahip olup olmadıkları detaylı olarak incelenmelidir.

Mace ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada ise Saydam ve Şenyuva (2002) ve Kraemer (2004) tarafından ileri sürülen yaklaşımları tamamen destekler yeni bulgular ortaya konmuş ve çöl kökenli toprakların bulut içerisindeki davranışlarının çok daha detaylı araştırılması gerektiğini destekleyen çok önemli deliller sunulmuştur. Bu çalışmada Sahra'dan geldiği bilinen hava örneklerinde yağmur suyu ve toplam aerosol örnekleri toplanmış ve bu örneklerde ölçülen toplam organik azot ile kalsiyum, magnezyum, sülfat ve nitrat arasında kuvvetli korelasyon olduğu tesbit edilmiştir. Yapılan çalışmada yağmur suyu ve aerosollerde ölçülen organik azotunun toplam azotun %13 ve %17 si kadar olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen önemli bulgulardan birisi de, toplam amino azota katkı yapan serbest amino asitlerin (Glycine, Arginine, Proline ve Valine) toplam amino azot miktarına katkısının %75'lere ulaşan oranlarda olmasıdır. Glavin ve ark. (2001) ile Nagata ve ark.(2001) tarafında gösterildiği üzere glycine, proline ve valine gibi amino asitler ortamda biyolojik bir etkinin olduğunun delili olmaktadır çünkü bu amino asitler en fazla bakteri gibi basit organizmalarda yoğunlaşmaktadır. Bu sonuçlar ise Mace ve ark. (2004)'e göre atmosferik örneklerin içerisindeki basit biyolojik organizmaların aktivitelerinin fazlalığının delili olarak gösterilmektedir. Bir başka deyişle Saydam ve Şenyuva (2002) tarafından önerilen mekanizma sonucu oluşan, kararsız bir yapıya sahip olan

ve hemen kullanılmaması halinde tekrar demirin kararlı hali olan +3 oksidasyonlu haline dönecek olan bu ürün ortamdaki bakteri ve mantarlar tarafından kullanılmaktadır. İşte bu nedenledir ki Mace ve ark.(2003) tarafından yağmur suyunda bol miktarda bulunan ve basit mikroorganizmalarca üretilen amino asitler ölçülebilmektedir. Bir başka deyişle Sahra çöl tozu ile yüklü bulutlar atmosferik taşınım sürecinde yeterli güneş enerjisi olması halinde organik açıdan zenginleşebilmekte ve yağmur olarak yere indiğinde içeriğinde sadece su veya Sahra'dan kaynaklanan maddelerin de ötesinde zenginlik taşıyabilmektedir. Geçmişte bazı çalışmalar bu detayların farkında olmadan atmosferik yollarla özellikle taşınabilir kumlu topraklarla birlikte bitki besin maddelerin taşındığını da belirlenmiştir Art (1974).

İngiltere'de yapılan Great Dunn Fell deneyinde de Atlantik'ten gelen ve endüstriyel kirlilikten etkilenmediği saptanan bulutların içerisinde sülfat MSA ve kalsiyum karbonat bulunmuştur. Atmosferde bu parçacıkların sadece endüstriyel kirlilikten geldiğini varsayan araştırmacılar bu parçacıkların varlığını yine de endüstriyel kirlilikle açıklamışlardır. Halbuki öne sürülen yaklaşım ile bulutların içerisinde var olan bakteri ve mantarların kil minerallerinin bulut içerisinde yeni biyolojik oluşumları da destekleyebilecekleri Kapur ve ark., (1999) tarafından ileri sürülmüş ve elde edilen bulgular da bu varsayımları desteklemektedir. Bir başka deyişle yer kabuğunda nereden geldiği belli olmayan pedojenik karbonat formasyonlarının atmosfer kaynaklı olabileceği olgusu ve bunun nedeninin de çöl kökenli toprakların bulut içerisindeki reaksiyonları sonucu olabileceği varsayımının arkasında artık belirgin bilimsel destekleri bulmak mümkün olmaktadır (Binnaméh, 2006).

Mace, (2003) tarafından yapılan ve Sahra kökenli tozların içerisinde basit mikroorganizmaların varlığı ve bu denli yağmurların basit mikroorganizmaların içeriğinde bulunan basit aminoasitleri içerdiği ile de kanıtlanmış olmaktadır. Dolayısı ile bu mikroorganizmaların kalsiyum karbonatlı kabuklar oluşturmaları için gerekli olan reaksiyonu bulut içerisinde doğal karşılanabilir.

Özetle çöl tozlarının bulut içerisinde 1.1 ve 1.2 denklemdeki reaksiyonlar sonucunda bakteriyolojik yaşamı destekleyici tüm unsurları üretebileceklerini ileri sürmek olasıdır.

Bir başka değişle yararsız olarak adlandırılan çöl tozlarının bulut içerisindeki su ile teması sonrasında buluta yepyeni bir anlam katabilecekleri öne sürülebilir.

Bunun en çarpıcı örneği atmosferde en fazla bulunduğu bilinen oksalattır. Çöl kökenli tozların içerdiği demirin indirgenmesinde en önemli ara basamaklardan olduğu Saydam ve Şenvuya(2002) tarafından saptanmış olan ve çöl kökenli topraklarda bulunan bakteri ve mantarların ıslanması sonucu hücre içerisinde üretilip dışarı çıkarılan maddenin oksalat olduğu gösterilmiştir

Yapılan araştırmalar okslatın bulut içerisinde daha fazla ölçüldüğünü de ayrıca ortaya koymaktadır (Xiaohong ve ark., 2002), Baudet ve ark.(1990), Bertrand (1973).

2.5.2. Çöl tozları ile yapılan bazı uygulamalar

Yerkürenin geniş alanlarını kaplayan çöllere günümüze kadar vasıfsız, işe yaramayan ve onu bulunduran ülkeler için ise neredeyse bir şanssızlık olarak adlandırılmıştır. Bu geniş çöl alanlarının altında petrol bulunduran ülkeler ekonomik refah içerisine girebilme şansını yakalarken, bu zenginlikten yararlanamayan ülkeler için bu geniş çöl alanları o da bazı şanslı ülkeler için hiç olmazsa senede bir defa yapılan araba yarışları için bir test alanı halinde idi, öyle ki bu yarışlar sürecinde dahi olabilen toz fırtınaları yarışı da engelleyen kötü bir şanssızlık olarak değerlendirilmekte idi. Halbuki bu fırtınalar ile kaynaktan kalkarak her iki yarı kürede de daha ılıman enlemlere taşınan tozların bulut ile temas etmesi ve yukarıda bahsi geçen reaksiyonlar zincirini başlatması ile Saydam (kişisel görüşme,2008) tarafından öne sürülen iklim teorisinin ilk basamağı gerçekleşmektedir.

Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yürütölen çalışmalar bu tezin gerçekleştiği süreç içerisinde de devam etmiş ve elde edilen sonuçlar ve yapılan yayınlar konunun daha geniş boyutlarda da ele alınması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu tezin başlamasının en önemli nedenlerden biri, Yücekutlu (2004) tarafından gerçekleştirilmiş ve Sahra öl tozu ile büyütölen buğday bitkisinin Hewitt besin çözeltisi ile büyütölen bitkiler kadar büyüdüğü gösterilmiştir.

Işıklandırılmış Sahra tozu bitki büyüme ve gelişme üzerinde Hewitt besin çözeltisi kadar etkili olmuştur. Bundan da öte elde edilen bazı sonuçların Hewitt besin çözeltisine eşdeğer ve belki de daha fazla olumlu sonuçlar verdiği de gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların pratik alandaki etkileri çok büyüktür. Öncelikle Sahra çözeltisi kullanılarak en azından gübre solüsyonu kullanılarak elde edilen büyümeye eşdeğer bir büyüme sağlamak günümüzde daha değerli olamaya başlayan “organik tarım”ın en tabii şeklide gerçekleştirilebileceğini ispatlamıştır. Ayrıca içerdiği bazı bileşiklerin toksik etki göstermesi gerekirken bitki büyümesinde hiçbir toksik etkinin izlenmemiş olması sahra tozuyla ilgili bazı varsayımlar yanlışlığını da göstermiştir.

Yine bu süreçte tamamlanmış olan bir çalışmada ise yerkürenin başka yerlerinden getirilen ve atmosfere toz pompalama özelliğine sahip toprak örneklerinin bulut içerisindeki davranışları izlendiğinde çok daha başka etkilerin izlenebileceği gözlemlenmiştir. Örneğin Afgan İran sınırında kalan ve Arap Denizine olağan üstü oranlarda toz katabilen bölgeden alınan örneklerde yüksek oranlarda nitrat ve nitrit’e rastlanmıştır. Bu tozların etkisinde kalan deniz alanlarında belirli süre sonra olağan üstü alg patlamaları izlenmiştir, Göral (2004).

Doğal şartlarda birleşmeleri çok nadir belki de imkansız olan bu tozların birleştirilmesi ile belki de beklentilerin ötesinde biyolojik gelişmelerin izlenmesi hayal olmak çizgisinden de yakındır.

Doğa, sınırlı da olsa gizemlerini ortaya koymakta ancak bizler çoğu zaman bunları göz ardı edebilmekteyiz. Örneğin Sahra çölünde bulunan ve Vaha olarak adlandırılan ağaçlı alanların hepsi nadir su kaynaklarının etrafında kümelenmiştir. Yani çöl toprağı su ile temas ederse beklenen gelişmeleri doğal olarak göstermektedir. Yine Sahra ile ilgili bölümde yapılan bir başka çalışmada Binnameh (2006)’e göre Libya’nın kuzey batı bölgesinden alınan toprak örneklerinde bazı analizler yapılmış ve toprakların bulut içerisindeki olası davranışları hakkında fikir edinilmiş, bu bölgedeki çöl topraklarının içeriklerinin örneğin yağmur oluşumunda ana etken olan sülfat’ın kaynağı olabileceği gösterilmiştir. Bu çalışmada örnekleme doğru bölgelerden yapılmasa dahi en azından Sahra’nın Libya sınırları içerisinde kalan ve Al hamada olarak adlandırılan bölgesinden atmosfere bol miktarda sülfat taşınabileceğini ve

uygun koşulların oluşması halinde bulut içerisinde en ideal bulut oluşturma çekirdeği vazifesi görebileceği olgusunu destekleyeceğini göstermiştir.

Sahra toprağının alg oluşumu üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla Yılmaz (2006), spirulina üzerinde yapmış olduğu denemelerde klasik büyüme koşullarına ek olarak, sürekli ışık kaynağı altında, Kuzey Afrika, İran ve Anadolu topraklarından hazırlanan ek besin ortamları reaktörlerden kullanmıştır. Reaktörler, deneyler süresince uygun sıcaklıkta, pH aralığında havalandırılmış ve karıştırılmıştır. Besin kaynakları dışında üretim koşullarında değiştirilmemiştir.

% 60 Sahra ve % 40 Zarrouk karışımından oluşan çözeltide bulunan kesikli reaktörde en yüksek verim elde edilmiştir. Benzer büyüme saf Zarrouk çözeltilisinden sonra % 60 Zabol ve % 40 Zarrouk çözeltisi ile hazırlanan reaktörde elde edilmiştir. Anadolu toprağından elde edilen verim ise en az olarak saptanmıştır. Ayrıca, Spirulina'nın, bazı besinlerin Sahra tozu çözeltilisine eklendiği ortamda da ürettiği tespit edilmiştir (Yılmaz, 2006).

Sonuç olarak, Zarrouk çözeltilisine Sahra tozu çözeltilisinin eklenmesiyle üretim oranı artmıştır. Sonuçlar, spirulina üretiminde alternatif doğal büyüme ortamlarının kullanılabileceğini göstermektedir (Yılmaz, 2006).

Sanin ve ark. (2005), fenolün biyolojik bozunma yöntemiyle parçalamak amacıyla kullanılan 2 beyaz çürükçül mantarların beslenmesi sırasında besin maddesinin yanı sıra Sahra tozu da kullanılmıştır. Bu çalışmadan çıkan sonuca göre Sahra tozu kullanmak suretiyle mantarların ihtiyaç duyduğu besin maddesi karşılanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bitki Materyali

Çalışmada, Tarım Bakanlığı'nın Ankara Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen *Triticum aestivum* L. Var. Gönen 98 ve İran Tarım Bakanlığı'nın Zabol Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen *Triticum aestivum* L. Var.stm/3/kal/v534/jit 716 (Zabol) tohumları kullanılmıştır.

3.2. Besin Çözeltilerinin Hazırlanması

Yapılan bu tez çalışması 3 aşamada gerçekleşmiş olup bitki boy, bitki yaş ve kuru ağırlık, bitkinin bir santimetredeki ağırlık, klorofil A, B, toplam, karotenoid, demir, bakır, mangan, çinko, bitkideki TOC ve TON ölçülmüş ve aşağıda belirtilen çözeltiler ise değişik 3 aşamada hazırlanmıştır. Bu araştırmada kullanılan kimyasallar Sigma ve Merck'in ürünleridir. Çözeltilerin tamamının hazırlanmasında bidistile su kullanılmıştır. Deneylerimizde kullanılan besin çözeltilerini 25 ana grupta toplanmıştır (Çizelge 3.1, 3.2, ve 3.3).

Çizelge 3.1. Denemenin Birinci Aşamasında Kullanılan Çözeltiler

Birinci Aşamada Kullanılan Çözeltiler	Kullanılan Çözeltilerin Kısaltılması
Hewitt Besin Çözeltisi + Işık	HI
Hewitt Besin Çözeltisi + Karanlık	HK
Sahra Çözeltisi + Işık	SI
Sahra Çözeltisi + Karanlık	SK
Zabol Çözeltisi + Işık	ZI
Zabol Çözeltisi + Karanlık	ZK
Anadolu Çözeltisi + Işık (AI)	AI
Anadolu Çözeltisi + Karanlık	AK
Kontrol + Işık	KI
Kontrol + Karanlık	KK

Çizelge 3.2. Denemenin İkinci Aşamasında Kullanılan Çözeltiler

İkinci Aşamada Kullanılan Çözeltiler	Kullanılan Çözeltilerin Kısaltılması
Hewitt Besin Çözeltisi + 10 Kat SO ₄ + Işık	HI + 10 SO₄
Hewitt Besin Çözeltisi + 20 Kat SO ₄ + Işık	HI + 20 SO₄
Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ + Işık	HI + 30 SO₄
Hewitt Besin Çözeltisi + 40 Kat SO ₄ + Işık	HI + 40 SO₄
Hewitt Besin Çözeltisi + % - 10 Fe + Işık	HI + % - 10 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + % 0 Fe + Işık	HI + % 0 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + % 10 Fe + Işık	HI + %10 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + % 20 Fe + Işık	HI + % 20 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + % 30 Fe + Işık	HI + % 30 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + % 40 Fe + Işık	HI + % 40 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + % 65 Fe + Işık	HI + % 65 Fe

Çizelge 3.3. Denemenin Üçüncü Aşamasında Kullanılan Çözeltiler

Üçüncü Aşamada Kullanılan Çözeltiler	Kullanılan Çözeltilerin Kısaltılması
Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ + %-10 Fe+ Işık	(HI + 30 SO₄+ % - 10 Fe)
Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ + % 0 Fe + Işık	(HI + 30 SO₄+ % 0 Fe) (Saydam Besin Çözeltisi)
Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ + % 10 Fe + Işık	HI + 30 SO₄+ %10 Fe
Hewitt Besin Çözeltisi + 30 Kat SO ₄ + % 20 Fe + Işık	HI + 30 SO₄+ % 20 Fe

3.2.1. Işıklandırılmış ve ışıklandırılmamış Hewitt besin çözeltisi

Denemede kullanılan Hewitt besin çözeltisinin içerdiği mineraller ve miktarları Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5 'de verilmiştir. Hewitt seyreltik besin çözeltisinin pH' sı; pH metre ve 0,5 M KOH kullanılarak pH= 6,3' e ayarlanmış, ışıklandırılmış Hewitt besin çözeltisi 2x500 watt ışık kaynağına maruz bırakılmış, ışıklandırılmamış çözelti ise tamamen karanlık ortamda tutulmuştur.

Çizelge 3.4. Hewitt Stok Besin Çözeltisi İçeriğinde Besin Maddeleri (Hewitt, 1966)

Tuzlar	Stok Besin Çözeltisi İçin g / 400 ml	Konsantrasyon Molar (M)	Seyreltme
KNO ₃	80,800	2,000	500 defa
Ca (NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	131,200	2,000	500 defa
MgSO ₄ . 7H ₂ O	73,600	0,750	500 defa
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	41,600	0,670	500 defa
MnSO ₄ . 4H ₂ O	8,920	0,100	10 000 defa
Zn SO ₄ . 7H ₂ O	1,160	0,010	10 000 defa
H ₃ BO ₃	7,440	0,500	10 000 defa
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,484	0,005	10 000 defa
NaCl	23,400	1,000	10 000 defa
C ₆ H ₃ Fe.5H ₂ O	13,400	0,100	1 000 defa

Çizelge 3.5. Hewitt Stok Besin Çözeltisi İçeriğinde Besin Maddeleri (Hewitt, 1966).

Besin maddeleri	Form	Konsantrasyon	
		mg.equiv./ L	ppm
N	NO_3^-	12,00	168,00
K	K^+	4,00	156,00
Ca	Ca^{+2}	8,00	160,00
Mg	Mg^{+2}	3,00	36,00
S	SO_4^{-2}	3,00	48,00
Na	Na^+	1,43	33,00
P	H_2PO_4^-	1,32	41,00
Mn	Mn^{+2}	0,02	0,55
Zn	Zn^{+2}	0,002	0,065
B	BO_3^{-2}	0,15	0,54
Mo	MoO_4^{-3}	0,003	0,048
Cl	Cl^-	0,10	3,5
Fe	Fe^{+3}	0,30	5,6

3.2.2. Işıklandırılmış Sahra tozu ve Zabol toprağı çözeltilerinin hazırlanması

10 L'lik dereceli kaba, 400 g Sahra tozu ve 400 g Zabol toprağı tartılmış ve üzeri distile su ile 10 L'ye tamamlanmıştır (Şekil 3.1.).

Sahra tozu ve Zabol toprağı ile hazırlanan çözeltiler; 3 saat, 500 watt'lık halojen lamba ve gün ışığı altında bırakılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Tozların Işıklandırılmasından Bir Görünüm

3.2.3. Işıklandırılmamış Sahra tozu ve Zabol toprağı çözeltilerinin hazırlanması

Işıklandırılmamış Sahra tozu çözeltisi ve Zabol toprağı, gün ışığı olmayan karanlık bir dolapta tutularak muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Bidistile su uygulaması

Deneylerde kullanılan diğer besin çözeltileriyle karşılaştırma yapabilmek amacıyla bidistile su uygulamasına da yer verilmiştir.

3.3. Deneysel Materyallerin Hazırlanması

3.3.1. Buğday danelerinin sterilizasyonu

Yapılan çalışmada, sağlıklı ve benzer büyüklükte yeteri kadar tohum seçilmiştir. Seçilen tohumların yüzeysel sterilizasyon Ellis (1988)'nın yöntemine uyularak gerçekleştirilmiştir. Buna göre tohumlar % 20 sodyum hipoklorit çözeltisinde 15 dakika tutulmuştur. Bu sürenin sonunda 3 defa 5'er dakika süreyle distile su ile yıkanmıştır.

3.3.2. Tohumların ekime hazırlanması

Buğday tohumları çimlendirme kabına koymadan önce 3 saat distile suda şişmeye bırakılmıştır. Şişme işlemi tamamlandıktan sonra fazla su süzülerek, şişmiş buğday taneleri özel çimlendirme kaplarına alınmıştır.

3.3.2.1 . Çimlendirme kabının hazırlanması

Çimlendirme kapları olarak 25x15x5 cm boyutlarında kapalı plastik 1 mm çapında 14 adet hava giriş ve çıkışına uygun delikler bulunan birbirine geçme plastik kaplar kullanılmıştır. Kaplar içerisinde çok ince bir tabaka pamuk konduktan sonra üzerine iki tabaka kurutma kağıdı yerleştirilmiştir. Pamuk ve kurutma kağıdı 20 ml distile su ile nemlendirilmiştir. Çimlendirme kaplarının kapakları kapatılıp tohumların çimlenmesi için iklim dolabında 8 gün karanlıkta bırakılmıştır.

3.3.2.2. Tohumların saksılara ekilmesi

Çimlenmiş ve kökleri yeteri kadar uzamış 8-10 günlük fideler büyümek üzere perlit içeren saksılara alınmıştır.

Bu amaçla 14cm x 14cm; üst çap x yükseklikteki plastik saksılar kullanılmıştır.

3.4. Deneysel Koşullar

Saksılar $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklık (gündüz – gece sabit), %60-65 nem ve Yaprak yüzeyi yaklaşık $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sn}^{-1}$ ışık yoğunluğunda, 16 saat ışık ve 8 saat karanlık periyodu ayarlanmış iklim dolabına yerleştirilmiştir.

Denemede kullanılan her bir çözelti için 6'şar saksı hazırlanmış ve her saksıda ilk etapta 7'şer bitki dikilip daha sonra 5'er bitkiye seyreltilmiştir. Bitkilerin sulaması her gün pülverize olarak ışıklanmış ve ışıklanmamış çözeltiler yapraktan uygulanarak yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bitkilerin Pülverizatör Yardımıyla Sulaması

Verilecek çözelti miktarı aşağıda verilmiş olan toprak su tutma kapasitesi formülü ve Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendislik laboratuvarına ait TFA COMBI TESTER cihazı (Şekil 3.3.) kullanılarak perlit'te mevcut nem miktarı ölçülerek yapılmıştır.

$$\text{Toprak Su Tutma Kapasitesi (\%)} = \frac{C-B}{B-A} \times 100$$

A= Boş kap (g)

B= Boş kap + Kuru perlit (g)

C= Boş kap+ Islak perlit (g)



Şekil 3.3. Perlit su miktarını ve pH'sını ölçmede kullanılan TFA COMBI TESTER cihazına ait bir görünüm

Bu şekilde büyüyen fideler ise 2. yapraklar çıkınca ki bu da yaklaşık çimlenmeden sonraki 10. gün ve 3. yapraklar çıkınca ki bu da yaklaşık çimlenmeden sonraki 30. günde hasat edilerek ölçüm ve analizler yapılmıştır

Deneme 2 genotip x 25 uygulama x 6 tekrar olarak rasgele deneme deseninde gerçekleştirilmiştir. İklim dolabında büyütülen bitkilerin genel görünümü Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. İklim odasında büyütülen bitkilerin genel görünüşü.

3.5. Bitki Büyütme Yöntemi

Deneme süresince bitkilerin büyüme ve gelişmesi izlenerek perlitlerin nem ihtiyacı genelde gün aşırı uygun besin çözeltileri fidelerin yapraklarına püskürtülerek uygulanmıştır.

3.5.1. Kullanılan toprakların özellikleri

Bu tezin amaçları doğrultusunda değişik coğrafi bölgelerden getirilen toprak örneklerinin bulut içerisindeki su ile temasını taklit eden ortak bir işleminden geçirilmesi sonrasında bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle değişik coğrafi bölgelerden alınan toprakların aldığı yerler hakkında genel bir ön bilgi verilmiştir.

3.5.1.1. Anadolu toprağı

Denemede kullanılan Anadolu toprağı Ankara'da (32:52 E ve 39:56 N, yükseklik: 841m) Eskişehir yolu üzerinde -27 m derinliğinden alınmıştır (Şekil 3.5.). Alınan toprak Ankara'nın yüzeysel toprağının genel özelliklerini taşımayıp sadece sahra ve diğer tozlardan etkilenmemiş olan bir örnek olarak Ankara'dan alınmış, bu çalışmada -27m'den alınan örnek yerine kısaca Anadolu toprağı terimi kullanılmıştır. Ankara genel olarak Yazları biraz sıcak, kışları soğuktur ve soğuğun şiddeti Orta Anadolu'nun doğu kısmına doğru artmaktadır. Doğal bitki örtüsü, yaz kuraklığından dolayı alçak kısımlarda bozkırlardan, yüksek kesimlerde ise kuru ormanlardan oluşur. Soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı -0,7°C, sıcak ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 22°C, yıllık ortalama sıcaklık 10,8°C dir. Ortalama yıllık toplam yağış 413.8mm dir ve yağışların çoğu kış ve ilkbahar mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı %14,7 dir. Yıllık ortalama nispi nem %63,7 dir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü - 1998-2007).



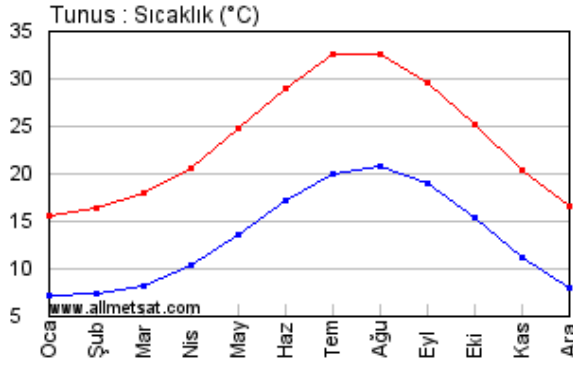
Şekil 3.5. Ankara’da -27 m’den Toprak Alınan Bölge

Deneylerde kullanılması planlanan toprağın yerel özellikleri temsil edebilmesi ve Sahra’dan atmosferik taşınım ile gelen tozdan etkilenmemiş olmasını sağlamak amacı ile toprağın derinden alınması planlanmıştır. Ankara Bahçelievler Milli Kütüphane mevkiinde (Şekil 3.5) alt geçit çalışmaları sürecinde yüzeyden -27 metre derinliğe kadar inilmiştir. Tüm derinlik toprak katmanından oluşmuştur ve örnekleme delinin yapıldığı en alt noktadan burgunun metal aksamının direkt olarak toprağa temas etmediği yerden yapılmıştır. Dolayısı ile deneylerde Anadolu toprağı olarak kullanılan örnek uzun bir geçmiş zamandan bu yana atmosfer ile temas etmemiş ve olduğu derinlik itibarı ile de atmosferden herhangi bir materyalin bu derinliğe kadar gelmemiş olduğu varsayımı ile kullanılmıştır. Burada uzun bir geçmiş tabiri, herhangi bir yaş tayini yapılmadığı için göreceli bir zaman dilimidir. Ancak Ankara’nın yakın jeolojik geçmişine, örneklemenin konumuna, daha üst tabakalardan da çıkan aynı yapıdaki toprak özelliklerine, dayanarak bu toprak tabakasının birkaç bin yıldan bu yana atmosfer ile temasta olmadığını öne sürmek olasıdır.

3.5.1.2. Sahra toprağı

Sahra ölü (36-50N, 010-14E, yükseklik: 3m), ya da Büyük Sahra ölü, Afrika'nın kuzeyinde, kıtanın ortası ile kuzeyini ayıran 9.000.000 km² büyüklüğünde dev bir öldür. Sahra sözcüğü Arapça'daki "sahra" sözcüğünden gelme olup "öl" anlamındadır.2,5 milyon yıl yaşındadır. Yüzölçümü büyüklüğü Amerika Birleşik Devletleri'ni kaplayacak kadardır. Atlas Okyanusu kıyılarından Kızıldeniz kıyılarına kadar uzanır.

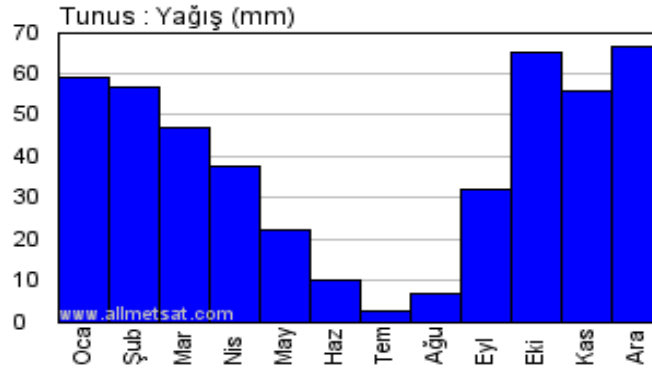
Erg adı da verilen kum ölü, genel kanının tersine bütün çölün yalnızca beşte birini kaplar. Onun dışında kalan yerler kaya ve molozlardan oluşur. Sahra'da Tibesti ve Ahaggar gibi, yükseklikleri 3.265 m'yi bulan dağlar da vardır. Buraları görece daha çok yağış alan ve göçebelerin yazın konaklamalarına elverişli yerlerdir. Buna karşılık Sahra'nın bazı yerlerine arka arkaya 10 yıl yağmur düşmeyebilir. Sahra toprağındaki mineraller yağmur suyu ile veya bitki gelişimi nedeni ile kullanılmadığı için, çölün zemini mineral besinler açısından çok zengindir. Bunun için, uzun süreli kuraklığı atlatmayı beceren tohum taneleri kısa ve güçlü sağanaklar biçiminde yağın ilk yağmurlarda hemen kök salıp çiçek açar ve birkaç gün içinde olgunlaşır. Mineral bakımında zengin bu tabaka rüzgarlarla dünyanın dört bir yanına dağılarak buradaki toprakları da zenginleştirir. Örneğin aslında toprağı mineral bakımında çok fakir olan Amazon bölgesi bu mineral takviyesi ile bitkiler için gerekli besini sağlar. Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8'de Tunus'un yıllık gece gündüz sıcaklık ve yıllık yağış miktarını gösteren grafiğı verilmiştir.



Şekil 3.6. Tunusta yıllık ortalama sıcaklığı



Şekil 3.7.Sahra Bölgesinden Genel Görünümü



Şekil 3.8. Tunusun yıllık yağış miktarı

Sahra çölünün kuzeyinde yer alan Tunus'ta yapılan ölçümler dahi bölgedeki yağış rejimi hakkında bilgi vermektedir. Çölün daha güney kesimlerinde yağıştan bahsetmek mümkün değildir.

3.5.1.3. Zabol toprağı

Denemede kullanılan Zabol toprağı İran'ın güney doğusunda Afganistan ve Pakistan sınırında bulunan Zabol (31-20N, 061-29E, yükseklik: 489 m) kentinden alınmıştır (Şekil 3.9).

Zabol kent'inin yüz ölçümü 38,431 km² ve tarım açısında bölgede buğday, arpa, yulaf, üzüm, muz, Hindistan cevizi ve turunçgiller yetişmektedir. Zabol'da bakır, magnezyum ve krom madenleri açısından İran'ın en zengin bölgesi olarak bilinmektedir. Zabol yıllık ortalama 27°C sıcaklıkla İran'ın sıcak kentlerinden biridir. Yıllık rutubet ve yağış miktarı sırasıyla %27 ve 84 mm olarak belirlenmiştir (Iran Meteorological Organization, 2007).



Şekil 3.9. Zabol kentinin haritadaki yeri

Denemede kullanılan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için aşağıdaki parametreler ölçülmüştür;

3.6. Yapılan Analizler

3.6.1. X-Ray fluorescence spectrometer – XRF

Radyasyonun yayılım ve soğurulması prensibine dayanan tüm spektrometreler gibi X-Işınları Floresans spektrometresi (XRF), atomların elektronik geçişlerindeki

yayınlanan 1 keV(kilo elektro volt) – 100 keV arasındaki karakteristik X-ışınlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır (Horváth, 2001).

Türkiye Atom Enerjisi Ölçme ve Enstrümantasyon Bölümünde bulunan Otomatik Tüplü XRF spektrometresi ile deneylere devam edilmiştir. Oxford marka ED2000 model 50 W (max. 50kV ve 1 mA) gücündeki tüplü XRF spektrometresi ile otomatik olarak 16 adet numunenin matrisine bağlı olarak sodyumdan (Na) uranyuma (U) kadar nicel ve 1 ppm ile % mertebesinde nitel analiz yapılmıştır. Cihazın genel özellikleri Çizelge 3.6’te ve genel görünümü Şekil 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Deneyde kullanılan XRF cihazının başlıca özellikleri

XRF’in bölümleri	Değerler
Maksimum Güç	50 W
Maksimum Voltaj	50 kV
Maksimum Akım	1000 mA
Soğutma	Hava
Çözünürlük Gücü	160 eV/Mn K_α
Soğutma Yöntemi	Sıvı Nitrojen
16 numune taşıyıcı	31 mm çapında
8 numune taşıyıcı	51 mm çapında

X-ışınları floresans tekniği, genel olarak foton madde etkileşmesi sonucu meydana gelen karakteristik X-ışınları ve saçılma fotonlarının nicel ve nitel değerlendirilmesine bağlı olarak uygulanan bir tekniktir.



Şekil 3.10. Denemede Kullanılan XRF Cihazının Görünümü

3.6.2. X-Ray diffraction- XRD

Kil minerallerini inceleme metotları arasında en önemli mineralojik analiz yöntemi X-ışınları toz kırınım yöntemidir. Bu yöntemin mineralojik tanımlama prensibi, her bir kristal fazın kendine has otomatik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınlarının karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristalin kırınım profilleri bir nevi parmak izi gibi o kristali tanımaktadır.

Denemede kullanılan örneklerinin X-ışınları toz kırınım analizi (Philips W1140 model) Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Aletsel Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Anadolu, Sahra ve Zabol toprağının fiziksel yapılarını ölçmek amacıyla Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Bölümünün laboratuvarına ait RIGAKU D/MAX 2200 PC XRD 2 THETA (deg.) cihazı kullanılmıştır.

3.6.3. Elek analizi

Topraklar içerdikleri kum, silt, kil ve organik madde oranlarına göre tekstür sınıflandırması sisteminde kum, kil ve silt üçgenine yerleştirilen organik maddeli kum, kumlu organik madde gibi sınıflara ayrılır. Bu sınıflandırma elek analizine, yani tanecik boyutlarına göre oranlamaya dayanır (Duygu, 2007). Anadolu, Sahra ve Zabol topraklarının çaplarını belirlemek amacıyla Hacettepe Üniversitesi Maden Bölümüne ait laboratuvarında elek analiz Testi yapılmıştır. Bu amaçla, 19, 9.5, 4.75, 2.36, 1.40, 0.71, 0.355, 0.180 ve 0.0041mm'lik elekler kullanılarak, Anadolu, Sahra ve Zabol toprağına ait % ağırlık değerleri belirlenmiştir.

3.6.4. Değişik topraklarda Fe^{2+} oluşumu

Denemede kullanılan Anadolu, Sahra ve Zabol topraklarının ışıklı ve karanlık ortamında Fe^{+2} üretme kapasitesini ölçülmüştür. Fe^{+2} ölçümleri aynı tane boyutundaki 50'şer gramlık Anadolu, Sahra ve Zabol toprağının 1000 ml suda 4.6 pH'da, karanlık ve 1000 wat'lık ışık kaynağı altında tutularak hazırlanan çözeltilerinde yapılmıştır.

3.6.5. TOC ve TON analizleri

Toprak ve yaprak örneklerinde bulunan çözünmüş Toplam Organik Karbon (Total Organic Carbon-TOC) ve Toplam Organik Azot (Total Organic Nitrogen-TON) seviyeleri Teledyne Tekmar cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ölçülen miktar daha önce hazırlanmış olan standart kalibrasyon eğrisi ile ppm cinsinden hesaplanmıştır. Örneklerdeki TON miktarları da Apollo 9000 e bağlı olan azot ünitesi aracılığı ile ölçülmüştür. Cihaz ölçümler yapılmadan önce örnekte bulunması beklenen karbon ve azot miktarlarına göre organik karbon için potasyum hidrojen fitalat ile, azot için ise potasyum nitrat ile kalibre edilmiştir.

3.6.6. Bitkilerde yapılan ölçüm ve analizler

Denemede büyütülen Gönen 98 ve Zabol genotiplerin yapraklarından örnekler alınarak aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler yapılmıştır.

3.6.6.1. Hasat ve bazı büyüme kriterlerinin ölçümü

Fide uzunluğu (cm/fide)

Fide uzunluğu kök ile sapın birleştiği noktadan en uzun yaprağın ucuna kadar olan uzunluğu ölçülerek cm/fide olarak belirlenmiştir (Doğru, 2006).

Fide yaş ve kuru ağırlığı

Kök ile sapın birleştiği noktadan kesilen fidelerin taze ağırlıkları belirlendikten sonra 105°C'de ayarlanmış etüv'de 24 saat tutularak kurutulmuş ve tekrar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Doğru, 2006).

Bir santimetrede fide yaş ağırlığı

Denemelerde, 30 gün yetiştirme süresi sonunda (3 yaprak evresinde) 1 cm boyundaki yaprak ağırlığı ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır (Güllü, 2008).

3.6.7. Fotosentetik pigment analizleri

Deneme, 10 gün yetiştirme süresi sonunda (1 yaprak evresinde) ve 30 gün yetiştirme süresi sonunda (3 yaprak evresinde) her bir genotipin farklı uygulamalarından hazırlanan, 6 farklı yaprak örneğinin 1 cm' lik taze yaprak segmenti fotosentetik pigmentler belirlemek amacı ile %100'lük asetonunda özümlendi (Yücekutlu, 2004).

Özütlerin absorbansları 470, 644,8 ve 661,6 nm' de, UV spektrofotometrede (Jen Wat 6105 UV/Vis. Spektrophotometre Model) ölçülmüştür (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Fotosentetik Pigment Analizleri sırasında kullanılan UV spektrofotometre Cihazından Genel Görünüm

Örneklerdeki klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil (kla+klb) ve karotenoidlerin konsantrasyonları aşağıdaki förmüller birimi olarak hesaplandı (Linchtenthaler,1987).

$$kla = (11.24 \times A_{661.6}) - (2.04 \times A_{644.8})$$

$$klb = (20.13 \times A_{644.8}) - (4.19 \times A_{661.6})$$

$$kla+b = (7.05 \times A_{661.6}) - (18.09 \times A_{644.8})$$

$$\text{karotinoidler} = [(1000 \times A_{470}) - (1.9 \times kla) - (63.14 \times klb)] / 214$$

3.6.8. Toprak ve yaprak örneklerinde metal analizleri

Elenmiş ve 60 derecede 24 saat süre ile kurtulmuş toprak örneklerinden alınan yaklaşık 1 gram toprak veya 0,5 gram kurutulmuş ve toz haline getirilmiş yaprak örneği teflon kaplara konmuştur. %65 ve 15 ml nitrik asit konulmuş ve 24 saat süre ile kapalı vaziyette kaynatılmıştır. Örneklerin üzerlerine daha sonra 10 ml hidroflorik

asit ilave edilmiş ve içerdikleri silikat minerallerinin parçalanması sağlanmıştır. Daha sonra örneklerde kalan asit, buharlaştırma yöntemi ile ortamdan uzaklaştırılmıştır.

Kurumaya yakın hale gelen örnekler 0,1 N HNO₃ ilavesi ile belirli hacime kadar seyreltilmiştir. Aynı uygulamalar şahit numuneler (CRM) için de tekrarlanmıştır.

Metal analizleri için kullanılan yaprak eritme metodunun doğruluğu Certified Reference Material (CRM) kullanılarak denemiştir (Çizelge 3.7). Yapılan element analizlerinin sertifikalı değerleri ile elde edilen sonuçlar Tablo'da verilmiştir. Buna göre deneysel hata sınırları içerisinde elde edilen metal değerleri tartışmanın sağlıklı olması için yeterli güvenirlik sınırları içerisinde.

Çizelge 3.7. Denemeler Sırasında CRM Değerleri

Metaller	CRM	Deneysel	%
Fe/100	10,7	10,65	99,5
Cu	6,6	6,98	105,8
Mn	61	63,11	103,5
Zn	55	57,44	104,4

3.7. Bitkide Fotosentez Hızı Ölçümü

Değişik çözeltilerle yetişen bitkilerin fotosentez hızlarını belirlemek amacıyla Qubit systems plant CO₂ Analysis Package Logger Pro 3 Version cihazı kullanılmıştır.

3.8. Toprak Örneklerinde pH Belirlemesi

Toprak örneklerinin pH ölçümlerinde 'Toprak-Su (1:2.5'luk) karışımında pH belirlemesi' yöntemi kullanıldı (Kacar,1993). Toprak örnekleri, 63 µm (250 mesh)'lik elekten geçirilerek aynı fraksiyona getirildi. Toprak örnekleri 105°C'de 2 saat kurutulup, desikatörde 1 saat soğutulmuştur. Soğuyan numunelerden 10 gr. tartılarak 50 ml 'lik beherlere aktarılmıştır. Üzerleri 25 ml saf su ile tamamlanarak çalkalayıcıda 5 dakika karıştırıldı. Analiz için; pH 320 / SET-1 WTW pH meter kullanılmıştır.

3.9. İstatistiksel Analizler

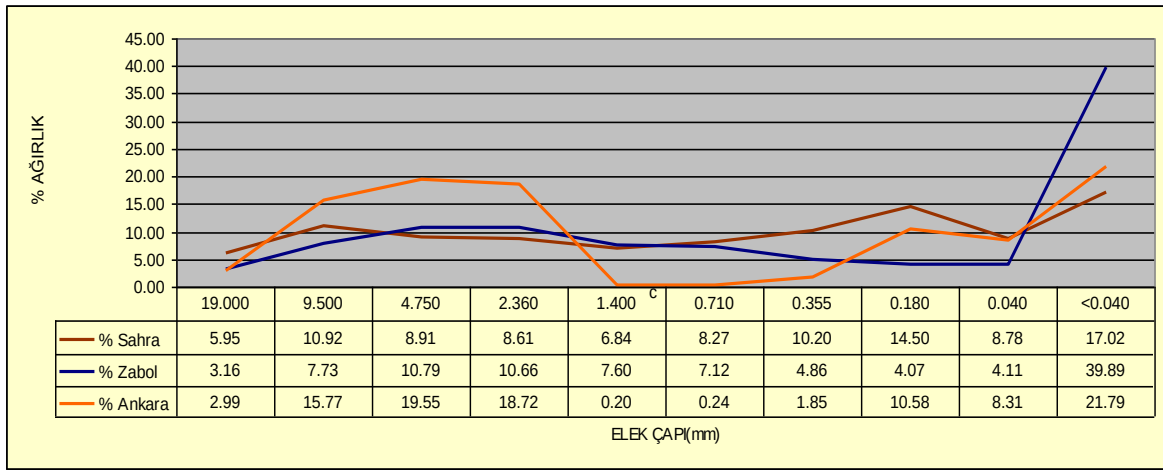
Buğday seçiminde amaç hazırlanacak olan karışımlara hızlı ve istatistiksel olarak güvenilir tekrara olanak sağlayabilecek bir bitki gereksiniminden dolayıdır. Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemedeki faktörlerden (genotipler ve besin) tekrarlanan ölçümler varyans analizi tekniği ile üzerinde durulan özellikler bakımından faktörler karşılaştırılmış, faktörlerin seviyeleri arasındaki farklar asgari önemli fark (A.Ö.F.) çoklu karşılaştırma yöntemi ile incelenmiştir. Hesaplamalarla, STATGRAPHICS 3,0 istatistik paket programı kullanılmıştır (Güllü, 2008).

4. BULGULAR

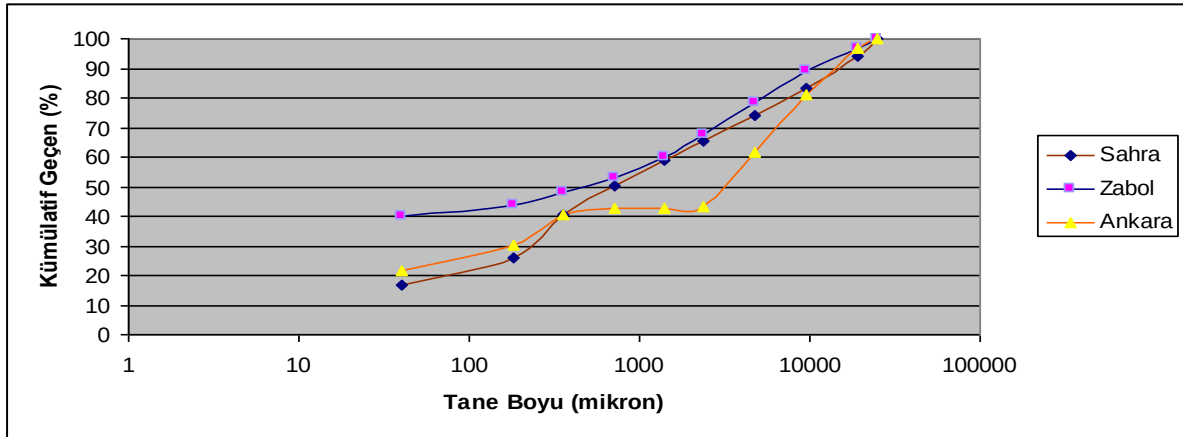
4.1. Toprak Analiz Sonuçları

4.1.1. Elek analizi

Anadolu, Sahra ve Zabol topraklarının çaplarını elek analiz Testi yapılmıştır. Bu amaçla, 19, 9.5, 4.75, 2.36, 1.40, 0.71, 0.355, 0.180 ve 0.0041mm 'lik elekler kullanılmıştır. Anadolu, Sahra ve Zabol toprağının elek analiz testi ile belirlenen % ağırlık değerleri Şekil 4.1'de kümülatif olarak geçen toz miktarı Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sahra, Zabol ve Anadolu Toprağı için Elek Analizi Testi Grafiği

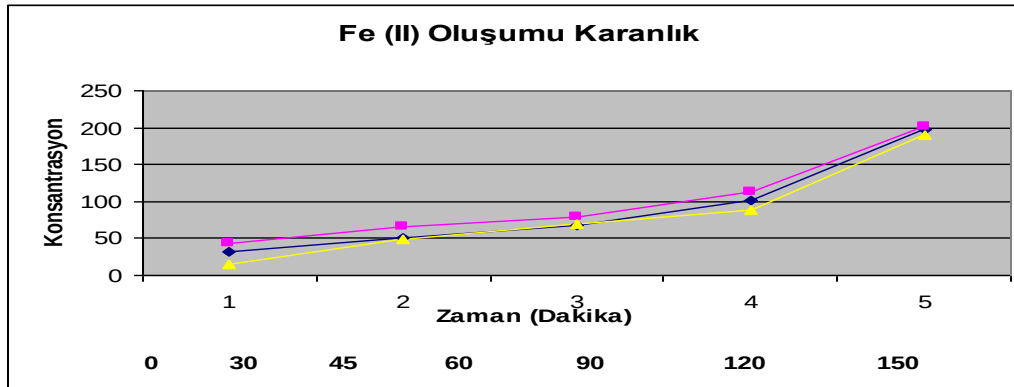


Şekil 4.2. Sahra, Zabol ve Anadolu Toprağı için Elek Analizi Testinde Kümülatif Olarak Geçen Toz Miktarı

Elek analizi sonucunda Zabol toprağının 0.041 mm elekten geçen miktarının %40 gibi oldukça yüksek bir miktarda olduğu gözlenmiştir. Sahra ve Anadolu toprakları ince tane boyutunda birbirlerine yakın değerler göstermiş hatta Anadolu toprağının Sahradan yaklaşık %5 daha fazla ince tane içerdiği belirlenmiştir.

4.1.2. Değişik topraklarda Fe^{2+} oluşumu

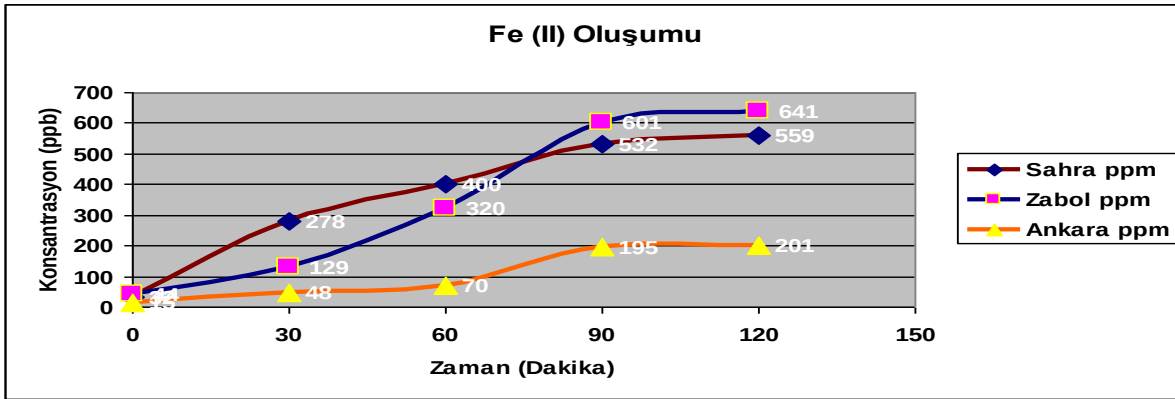
Tezin amaçlarına uygun olarak yapılması gereken en önemli saptama kullanılan toprakların kullanılabilir demir $Fe(II)$ üretme kapasitelerinin tesbiti olmaktadır. Bu amaçla denemede kullanılan Anadolu, Sahra ve Zabol topraklarının bulut içerisinde su ve yeterli güneş enerjisi ile teması sonrasında üretebildikleri indirgenmiş demirin saptanmasına çalışılmıştır. Toprak ve su karıştırıldıktan, pH(4.5) tamponlaması da yapıldıktan sonra ve 500 watt tungsten halojen lamba ile ışınlandırılan veya kontrol olarak su ve toprak örnekleri karıştırılmış ve aynı koşullarda sadece karanlık ortamda saklanan toprak örneklerinde her 30 dakikada bir alınan örneklerde 150 dakika süreyle $Fe(II)$ miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar (Şekil 4.3 ve 4.4)'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Karanlıkta Tutulan Topraklar Örneklerinde Zamana Karşı Fe^{2+} Oluşumu

Karanlık ortamda tutulan örneklerdeki $Fe(II)$ artışı pH tamponlamasına paralel olarak ilk 30 dakikada var olan seviyelerden başlayarak paralel bir artış göstermiştir. 150 dakikalık deney süresinde Zabol örneği göreceli olarak en fazla indirgenmiş demir içeren örnek olmuş bunu sırası ile Sahra ve Anadolu örnekleri takip etmiştir. Ancak

deney hata sınırları içerisinde her üç örneğin indirgenmiş demir üretme kapasiteleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir.



Şekil 4.4. Işıklandırılmış Toprak Örneklerinde Zamana Karşı Fe^{2+} Oluşumu

Işıklandırılmış toprak örneklerinde ise izlenen tablo tamamen farklı bir değişim izlemiştir. Anadolu toprak örneği karanlık ve ışıklandırılmış ortamlarda aynı davranış şeklini göstermiştir. Bir başka değişle demir (II) üretim kapasitesinde ışıklı veya karanlık ortamlarda herhangi bir değişim olmamıştır. Bu Saydam ve Şenyuva(2002) ile tamamen uyum içerisinde. Saydam ve Şenyuva(2002) o dönemde yaptıkları deneylerde kullandıkları üç farklı toprak örneğinden sadece Sahra örneğinde kullanılabilir demir üretimi olduğunu Anadolu ve Riyad toprak örneklerinde ise kullanılabilir demir üretemediklerini bunun da Sahranın kendine has bakteriyolojik ve mineralojik yapısından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir.

Deneylerde kullanılan Sahra ve Zabol toprak örnekleri ise ışıklandırılmış koşullarda farklılık göstermiş ve 30 dakikadan itibaren $Fe(II)$ demir içeriği yükselmeye başlamıştır. Sahra toprak örnekleri 30 ve 60 dakikalarda Zabol toprak örneğinden belirgin bir farklılaşma gösterirken 90 dakikadan itibaren Zabol toprak örneğinin demir üretme kapasitesi Sahraya yaklaşmış ve geçmiştir. Bu da Zabol içerisindeki bakteri ve mantar türlerinin ve/veya mineralojik yapının farklılığından ileri gelebilir. Deneyin 150 dakikalık bölümünde $Fe(II)$ üretim kapasitelerinin 90 dakikada ulaştığı seviyelerden pek farklı olmadığı dolayısı ile platoya ulaşıldığı gözlenmiş ve deney 150 dakikada

tamamlanmıştır. Göral (2004) tarafından yapılan çalışmada Afgan toprak örnekleri ile çalışılmış ve bu tezde kullanılan bölgeye en yakın yer olan Farah bölgesinden alınan toprak örneklerinde kullanılabilir demir üretimine rastlanmazken çok yüksek miktarlarda nitrat ve nitrit rastlanmıştır. Bu tezde kullanılan örnek ise aynı bölgenin İran içerisinde kalan kesiminden Zabol şehri yakınından toplanmıştır. Eski bir göl yatağı olduğu bilinen bu bölgede bu çalışmada kullanılan toprak 483 metre yükseklikte yer alan Zabol kenti yakınlarından Göral 2004'te kullanılan örnek ise Afgan sınırı içerisinde kalan ve 640 metre yükseklikteki Farah bölgesinden alınmıştır. Afgan ve İran sınırı içerisinde kalan bu bölgede 500 metre yükseklikte geçmişte bir iç göl olduğu ve şimdi kurumuş olan bu göl yatağının da Arap Denizi için önemli bir toz kaynağı olduğu bilinmektedir. Dolayısı ile bu çalışmada daha alçak ve bölge için göl yatağının en alt kesimi olabilecek bir rakımdan alınan örneğin bölge toprağını çok daha iyi temsil edebileceği anlaşılmaktadır. Zabol bölgesi de Afganistan'daki Farah bölgesi gibi tarımsal üretim açısından çok verimli bir bölgedir ve bu verimliliğin de bölge topraklarının içerdiği maddelerden oluştuğu bu çalışmada da bir kez daha belirlenmiş olmaktadır. Dolayısı ile Saydam ve Şenyuva(2002) tarafından öne sürülen ve toz üretme kapasitesine sahip olan ve uydular tarafından tesbit edilen yerküredeki diğer bazı bölgelerin de kullanılabilir demir üretme açısından incelenmesi önerisi bu kez da Zabol bölgesi için tekrarlanmış bulunmaktadır. Elde edilen sonuç demir üretme kapasitesi açısından Zabol bölgesi topraklarının Sahra toprağından daha da değerli olduğudur. Bu sonuç deneylerin bundan sonraki aşamasında elimize kullanılabilir demirin bitki gelişimi üzerindeki olası etkisinin denenmesi için çok güçlü bir olanak sunmaktadır.

4.1.3. Değişik topraklardaki TOC ve TON seviyesi

Sahra, Zabol; Anadolu toprakları ve kontrol olarak kullanılan saf suyun toplam organik karbon ve toplam organik azot miktarları ve Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Değişik Topraklarda TOC ve TON Miktarı

TOPRAK ÇEŞİDİ	TOC (ppm)	TON (ppm)	STANDART SAPMA (%)
SAHRA	91.76	1.95	C=0.360 N= 0.031
ZABOL	80.15	1.38	C=0.464 N= 0.005
ANADOLU	68.43	1.00	C=0.460 N= 0.005
SAF SU	2.17	0.03	C=0.025 N= 0.013

C: Karbon N: Azot

Deneme sırasında ele alınan Sahra, Zabol; Anadolu toprakları ve kontrol olarak kullanılan saf suyun toplam organik karbon ve toplam organik azot miktarı ölçülmüştür.

Demir(II) üretme kapasitesindeki belirgin farklılığa rağmen Zabol toprak örneklerindeki TOC ve TON değerlerinde herhangi bir fazlalık söz konusu değildir.

4.1.4. Denemede kullanılan toprakların özellikleri

Sahra, Zabol ve Anadolu topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kullanılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri

Parametreler		SAHRA	ZABOL	ANADOLU
YARAYIŞLI Fe	ppm	8,45	10,65	2,77
SU İLE DOYMUŞLUK	%	38	46	18,04
TOPLAM TUZ	%	0,087	0,121	0,042
ELEKTRİK İLETKENLİK (EC)	ds/m	6,1	5,71	1,38
SU İLE DOYMUŞ TOPRAKLARDA	pH	7,63	7,99	8,3
KİREÇ (CaCO ₃)	%	22,89	14,95	5,2
FOSFOR (P ₂ O ₅)	ppm	15,29	2,25	1,25
POTASYUM (K ₂ O)	ppm	40,74	26,21	17,13
ORGANİK MADDE	%	0,31	0,38	0,19

Fe(II) miktarı Anakara toprağı için 2,77 Sahra için 8,45 ve Zabol için de 10,65 ppm olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar bölüm 4.2. Değişik Topraklarda Fe²⁺ Oluşumu İle ilgili deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yarayışlı demir bakımından en verimli toprak örneğı olarak belirginleşen Zabol toprak örneğinden elde edilen değer 100 olarak kabul edildiğinde diğer örneklerin bu orana ne kadar yaklaşabildiğı irdelenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Değişik Toprakların Yarayışlı Demir Üretme Kapasiteleri

Topraksu Analizi		İşinlandırma Sonucunda Demir Üretme Kapasitesi
Zabol	%100	%100
Sahra	% 80	%87
Anadolu	%26	%31

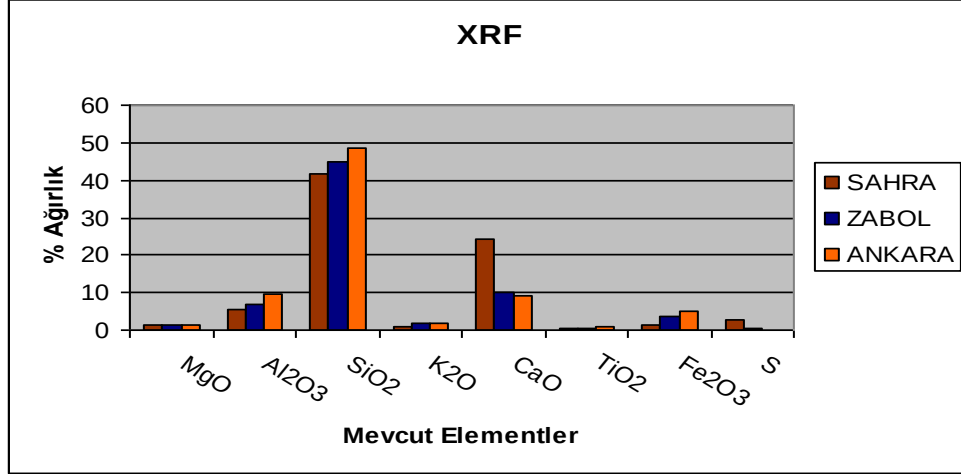
Satandart indirgenmiş demir ölçme tekniği ile elde edilen demir miktarı ile toprağın bulut içerisindeki davranışını taklit ederek elde edilen demir miktarı açısından Zabol toprağı en verimli toprak olmuştur. Birbirlerinden tamamen bağımsız iki yaklaşım ile Zabol ve Sahra topraklarında kullanılabilir demirin Anadolu toprağına göre çok daha fazla çıkması bulut içerisindeki reaksiyonlar sonucunda kullanılabilir demir oluşumu zincirini desteklemektedir.

Su ile doymuşluk özelliğı bakımından da yine aynı sıralanma görölmektedir. Sahra Zabol ve Anadolu toprakları arasındaki farklılıklar çok belirgindir. Su tutma kapasitesinin toprağın ana yapısını oluşturan kil minerali yapısındaki farklılaşmadan ileri geldiğı düşünölmektedir.

Tuz kapasitesinde de sıralama aynı şekildedir ancak burada Zabol ve Sahra örneklerinin daha tuzlu olması bilindiğı kadarı ile istenen bir özellik değıldir. pH değıerlerine bakıldığında Anadolu toprağı pH'sı en yüksek toprak olarak farkedilmektedir. Sahra ve Zabol ise 7,63 ve 7,99 pH değıerleri ile daha nötr bölgede yer almaktadırlar. Kabul edilen bir başka görüşe göre de toprağın kireç miktarının az olması da istenen bir özelliktir. Bu açıdan da Anadolu toprağı %5,2 ile en düşük kireç miktarına sahiptir. Zabol %15 Sahra ise %23 oran ile Anadolu'ya göre çok daha fazla kireç miktarına sahiptir. Yine bir toprak için besin tuzu açısından önemli bir parametre olan fosfor (P_2O_5) oranlarına bakıldığında Sahra toprağının belirgin üstünlüğü göze çarpmaktadır. Zabol toprağının da Anadolu toprağına göre göreceli üstünlüğü vardır ancak Sahra toprak örneğinde fosfor belirgin üstünlük göstermektedir. Bu durum Tunus'ta varlığı bilinen ve fosforik asit yapımında kullanılan fosfat içeriğı yüksek madenlerin varlığı ile açıklanabilir. Göreceli olarak Sahra ve Afgan toprak örneklerinin fosfor yüksekliğı ise bu bölgelerin geçmiş iklim dönemlerinde göllerle kaplı olması ile açıklanabilir. Potasyum her üç örnekte de belirgin bir seviyenin üzerinde olmakla beraber potasyum açısından da en zengin toprak Sahra daha sonra Zabol ve en sonda ise Anadolu toprağıdır. Organik madde miktarı olarak ta Zabol ve Sahra Anadolu toprağına göre %100'e varan belirgin bir fazlalık taşımaktadır.

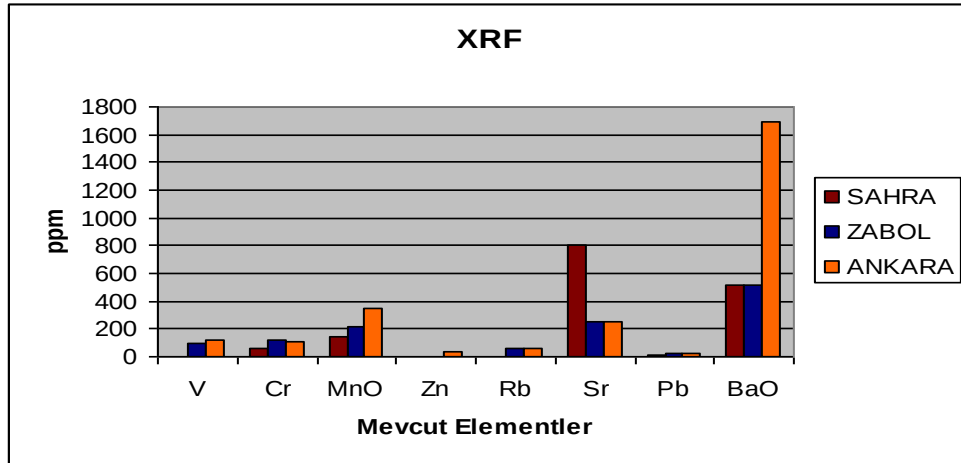
4.1.5. X-Ray fluorescence spectrometer – XRF

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na ait araştırma laboratuvarında yapılan deneyler sonucunda, Sahra, Anadolu ve Zabol topraklarına ait mineralojik olarak kimyasal bileşenleri Şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.5. Değişik Topraklarda % Ağırlık olarak Mevcut Kimyasal Maddeler

Sonuçlar bir kil mineralojisinden beklendiği gibi alüminosilikat ağırlıklı bir yapı özelliği göstermektedir. Yapısal özellikler birbirlerine benzemekte, ancak sadece Sahra'nın CaO içeriği diğerlerine göre belirgin bir fazlalık göstermektedir. Demiroksit açısından bakıldığında ise Anadolu toprağının en fazla demir içerdiği görülmektedir.



Şekil 4.6. Değişik Topraklarda ppm olarak Mevcut Kimyasal Maddeler

XRF sonuçlarına göre de kil yapısı içerisinde değişik miktarlarda çeşitli elementler bulunmaktadır. Çalışmanın bu aşamasında tüm bu elementlerin bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelememiz mümkün olmamıştır. Ancak Saydam ve Şenyuva(2002) tarafından belirtildiği gibi kil mineralinin yapısında bulunan demir atomunun kil yapısından ayrılması ile kilin içeriğinde bulunan ve yukarıda varlıkları gösterilen S,V, Cr, Mn, Zn, Rb, Sr, Pb ve Ba gibi elementlerin de bitki gelişimi üzerinde etkisi olması gerekmektedir. Dolayısı ile bu çalışmadan sonra yapılacak geliştirme çalışmalarında bu elementlerin de kil minerali içerisinde var oldukları oranlar kapsamında dikkate alınmasında yarar vardır.

4.1.6. Değişik toprakların X-ışınları (XRD, X-Ray Diffraction) yöntemi ile mineralojik analiz sonuçları

Elde edilen sonuçlara göre 3 topraktaki X-ışınları toz kırınım difraktogram yöntemiyle, kırınım şiddetleri, mineralin yapısı ve kimyasal bileşimi tespit edilmiştir.

Anadolu toprağının yapısında; Mika, Kil, Kuvars, Feldspat, Kalsit, Dolomit tespit edilmiştir. Sahra toprağında ise Mika, Kil, Kuvars, Kalsit ve Jips'e rastlanmıştır. Zabol toprağında Mika, Kil, Kuvars, Feldspat, Kalsit ve Dolomit görülmüştür.

Çizelge 4.4'te genel olarak Anadolu, Sahra ve Zabol toprağının içerdiği mineraller gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Değişik Toprakların XRD Değerleri

TOPRAK ÇEŞİDİ	FİZİKSEL ÖZELİĞİ
SAHRA	Mika, Kil, Kuvars, Kalsit ve Jips
ZABOL	Mika, Kil, Kuvars, Kalsit, Feldspat, Dolomit
ANADOLU	Mika, Kil, Kuvars, Kalsit, Feldspat, Dolomit

Toprak örneklerinin mineralojik analizleri sonucunda Zabol ve Anadolu toprağının genellikle aynı özellikleri taşıdığı ve Sahra örneğinden farklı olarak Feldspat ve Dolomit içerdikleri gözlemlenmiştir. Sahra örneğinde ise diğer örneklerde de varlığı saptanmış olan mika, kil, kuvars, kalsit yanı sıra jips'e de rastlanmıştır.

Yücekutlu (2004)'e göre, kullanılan Sahra kumunun bünyesinde bulunan mineralojik kristallerin yapısı X-ışını difraktogram kırınım analiz yöntemi ile belirlenmiştir. X-ışını kırınım yöntemi, minerallerin özellikle killerin nicel analizleri için kullanılan en önemli analiz yöntemidir (Sara, 1996).

Yücekutlu (2004)'e göre Sahra kumu mineralinin bünyesinde kuvars, kalsit, jips, feldspat ve kil varlığı tespit edilmiştir. Kimyasal bileşimi ise; SiO_2 % 54.72, Al_2O_3 % 3.60, Fe_2O_3 % 1.43, CaO % 16.44, MgO % 0.56, K_2O % 0.69, TiO_2 % 0.226, Mn_2O_3 % 0.019, P_2O_5 % 0.095, Cr_2O_3 % 0.011, Na_2O % 0.01, SO_3 % 0.1, toplam % 97.65, geriye kalan ateşte kayıp' tır.

4.1.7. Toprak örneklerinde pH

Anadolu, Sahra ve Zabol topraklarının ve bunların yanında Hewitt Bitki Besin Maddesi ve ultra saf su çözeltilerinin PH'sı ölçülmüş ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Değişik Çözeltilerinin PH'sı

Kullanılan Çözeltiler	PH Değeri
Anadolu	8,3
Sahra	7,6
Zabol	7,9
Hewitt	6,5
Ultra Safsu	7,4

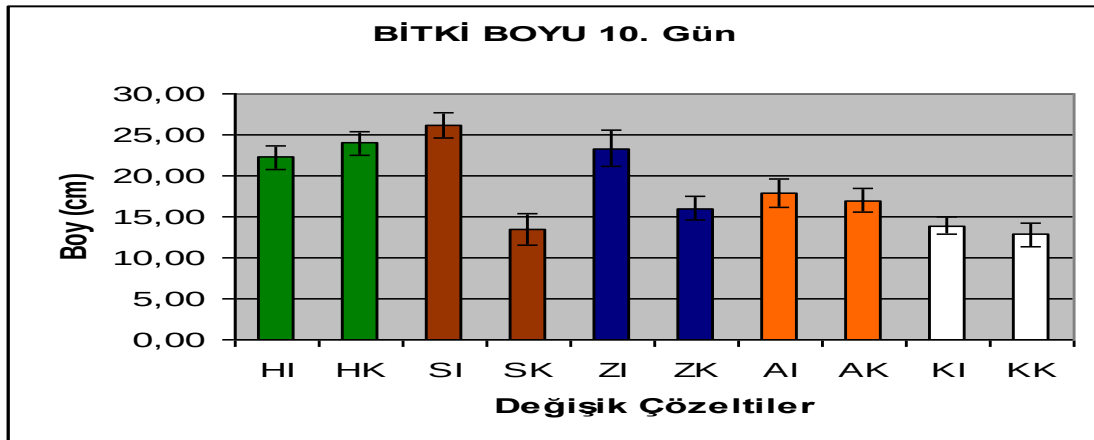
4.2 . Bitki ile İlgili Ölçüm ve Analizlerin Sonuçları

4.2.1. Denemenin I. Aşaması

Çeşitli toprak örneklerinin bulut içerisinde güneş enerjisinin de yardımı sonucunda oluşturması muhtemel ürünlerin bitki üzerindeki etkilerinin incelemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, ekmeklik buğday Gönen 98 genotipi (*Triticum aestivum* L. var. Gönen 98) deney materyali olarak seçilmiştir. Denemenin başlangıcında fideler üzerinde büyüme ortamı olarak, ışıklandırılmış ve ışıklandırılmamış 4 farklı besin çözeltisi (Hewitt besin çözeltisi, Sahra tozu çözeltisi, Zabol tozu çözeltisi ve Anadolu tozu çözeltisi) ve kontrol olarak distile su denenmiştir.

Farklı besin çözeltileri uygulanan ilk aşamada Gönen 98 ve Zabol genotipi buğdayların 10 gün ve 30 günlük gelişimleri sonunda ulaştıkları evreler incelemeye alınmıştır. 10 günlük fidelerin uzunlukları (cm/fide) ölçülerek tüm buğday çeşitlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır (Şekil 4.7).

Birinci aşamadan alınan sonuçlara göre 10. gün ayrıca 30. gün karanlık, Anadolu çözeltisi ve kontrol çözeltisi ile yapılan uygulamaların bitkiler üzerindeki etkisinin istatistiki olarak diğerlerine göre önemsiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle sözü edilen çözeltilerin deneyden çıkartılması uygun görülmüştür.



Şekil 4.7. Farklı besin çözeltileri uygulanan 10 günlük Gönen 98 buğday genotipinde fide uzunluğu (cm/fide) üzerine etkisi. LSD%5

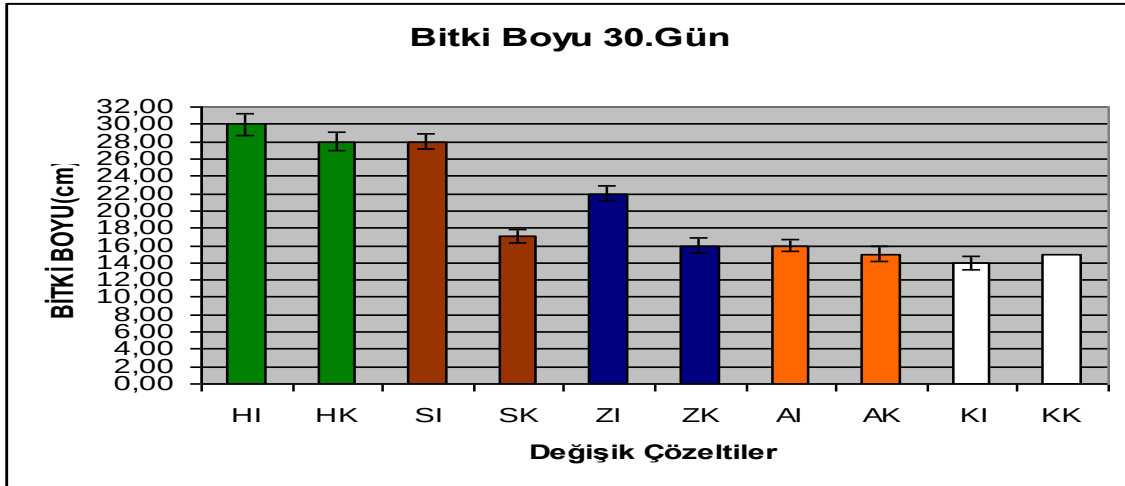
Aynı fideler uzunluk bakımından karşılaştırıldığında; HI, HK, SI ve ZI uygulamaları önemli derecede farklı sonuçlar verirken diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenememiştir.

HI, HK, SI ve ZI çözeltilerinin etkileri karşılaştırıldığında fide uzunluğu bakımından aralarında önemli bir fark belirlenememiştir. Fakat aynı grup SK, ZK, AI, AK, KI ve KK karşılaştırıldığında istatistiki açıdan farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir.

Birinci aşamada elde edilen sonuçlara Anadolu, Kontrol ve tüm karanlık koşullarındaki çözeltilerin denemeden çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca andosperminden faydalandığından ve kullanılan çözeltilerin potansiyellerini yansıtmadığından 10. gündeki uygulamanın yeterli olmadığına karar verilmiştir.

Farklı besin çözeltisi uygulamalarının çeşitli parametrelerle fideler üzerindeki büyüme etkilerinin önemli olup olmadığı istatistiksel analiz yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve her bir bağımsız değişken için uygulamalar ve çeşitler arasındaki farkın önem kontrolü En Küçük Önemli Fark (LSD) %5 düzeyinde hesaplanmıştır.

Yine farklı besin çözeltileri uygulanan 30 günlük fidelerin uzunlukları ölçülerek tüm buğday genotiplerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Farklı besi ortamlarının 30 günlük bazı buğday genotiplerinde saptanan fide uzunluğu (cm/fide) üzerine etkisi. LSD%5

Tüm çeşitler fide uzunlukları açısından istatistiki anlamda karşılaştırıldığında; HI, HK, SI ve ZI karanlık koşullarında yetişen fidelerin SK, AI, AK, KI ve KK'tan önemli ölçüde farklı olduğu görülmüştür. Grafikselsel anlamda farklılığı tesbit edilen fidelerin görsel olarak ta farklı olduğu izlenmiştir (Şekil 4.9) .



Şekil 4.9. Değişik Çözeltilerle 30 Gün Büyütülen Bitkilerin Genel Görünümü

Bu görselden de anlaşılacağı gibi Hewitt ve Sahra çözeltisinde yetiştirilen fideler Anadolu ve Kontrol çözeltisi ile yetişen fidelere göreceli olarak belirgin bir gelişme göstermişlerdir. Hewitt çözeltisi ile yetiştirilen bitkiler beklentileri olan tüm besin maddelerini en ideal koşullarda bulabildikleri için olabilecek en ideal gelişmeyi göstermişlerdir. Hewitt ve Sahra çözeltisi ile yetişen fidelerdeki sağlıklı gelişme ile Anadolu ve kontrol grubu arasındaki farklılık ayrıca dikkate değerdir. Anadolu toprağı ve kontrol grubundaki bitkilerin gerekli gelişmeyi gösterememişlerdir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Değişik Çözeltilerle Farklı Büyüme Gösteren Bitkilerin Genel Görünümü

HI, HK, SI ve ZI ile SK, ZK, AI, AK, KI büyütülen fidelerin bitki boyları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmemiştir.

30. gün sonunda ulaşılan bu ilk sonuç bize Anadolu toprağı ve saf su ile kontrol amacı ile yetiştirilen fidelerin gelişiminin bundan sonra izlenmemesi kararımızın doğruluğunun da kanıtı olmuştur.

Fidelerin görsel anlamda tek tek karşılaştırılması halinde ise; Hewitt besin çözeltisi ile beslenen Gönen 98 genotipi buğday fidelerinin Sahra çözeltisi ile benzer büyüme gösterdiği görülmüştür (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Hewitt Bitki Besin Maddesi ve Sahra Tozu Çözeltisiyle Yetişen Buğdayın Genel Görünümü



Şekil 4.12. Işıklandırılmış ve Işıklandırılmamış Sahra Tozu Çözeltisinin Etkileri

Işıklandırılmış ve ışıklandırılmamış Sahra örnekleri karşılaştırıldığında ışıklandırılmış örneklerin fide büyümesine olumlu etkileri olan kullanılabilir demir ve diğer parçalanma ürünleri ile daha iyi beslendiği ve geliştiği görülmüştür. Işıklandırılmamış Sahra toprak örneğinde gelişen fide ve yaprak sayısında eksiklik ve belirgin bir cılızlık olduğu izlenmiştir (Şekil 4.12).



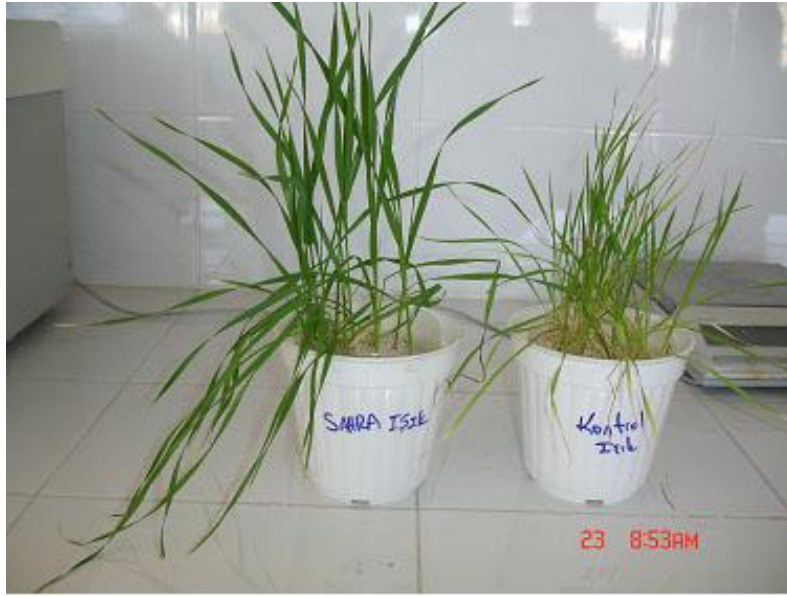
Şekil 4.13. Işınlandırılmış ve Işınlandırılmamış Anadolu Toprak Çözeltisinin Etkileri

Şekil 4.13'te da gösterildiği gibi Anadolu toprağında yetiştirilen fidelere bakıldığında ise yine aynı durum gözlenmektedir. Her ne kadar Hewitt ve Sahra çözeltilerine göre çok gerilerde kalmış bir gelişme olsa da kendi arasında bile her iki fidenin büyümesinde de fizyolojik etkilerin olduğu ve büyümenin ışınlandırılmamış ortamda beklenenden çok daha zayıf olduğu ortadadır. Işınlandırılmış örnekte her ne kadar bir kullanılabilir demir beklentisi olmasa da yine de ışınlandırmanın bariz etkisi ortadadır. Ancak bunlar göreceli gelişmeler olup büyüme Sahra veya Hewitt ile karşılaştırıldığında çok hafif kalmaktadır.



Şekil 4.14. Işınlandırılmış ve Işınlandırılmamış Kontrol Çözeltisinin Etkileri

Işıklandırmanın etkisi kontrol grubunda da görülmüştür (Şekil 4.14). Işıklandırılan çözelti saf su olması nedeni ile burada etkinin ışınlandırmadan değil ortam şartlarından ileri geldiği öne sürülebilir. Bir başka değişle ışınlandırılan ve dolayısı ile bakteri mantar gelişimine ışınlandırmanın getirdiği doğal sıcaklık artışı nedeni ile daha elverişli ortam yaratılan bir durum bu gelişme farkının açıklaması olabilir. Ancak burada da unutulmamamsı gereken konu her iki ortamdaki göreceli farklılıktır. Kontrol ve ışınlandırılmış Sahra örneklerinin gösterildiği görselde ise Sahranın büyümeye etkisi çok daha net bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Işınlandırılmış Sahra Tozu Çözeltisinin Etkisini Gösteren Genel Görünüm

Kontrol grubunda gelişen fideler fizyolojik stres altında çok daha zayıf bir gelişme göstermektedir. Bunun tipik bir örneği olarak Sahra ve ışıklı Kontrol ortamında yetişen bitkilerin görselinde belirginleşmektedir (Şekil 4.15). Bu iki örnek te çöle olan önyargımızın ve de su hayattır tezinin tek başına ne kadar önyargılı bir durum olduğunun ispatı olmaktadır.



Şekil 4.16. Sahra ve Zabol Çözeltileri Büyümedeki Etkilerini Gösteren Görünüm

Denemenin ilk aşamasında farklı toprak örnekleri ile yetiştirilen fideler arasında en çarpıcı sonuç Sahra ve Zabol toprak örnekleri ile beslenen buğdaylardan alınmıştır (Şekil 4.16). Zabol toprak örneği Sahradan daha fazla kullanılabilir demir üretmesine ve diğer parametrelerde de Sahra ile aynı özellikleri taşımasına rağmen Gönen 98 tipi buğday bu çok daha değerli toprağa hiç cevap vermemiş ve boy olarak gelişmemiştir.

Şekil 4.17’de Zabol toprak örneği ile Anadolu toprak örneğinde yetiştirilen bitkilere görsel olarak bakıldığında ise; Anadolu toprağından çok daha zengin olan Zabol toprağının neredeyse Anadolu toprağından da daha cılız bir gelişme gösterdiği izlenmektedir. Bu toprak kalitesine özelliklerine ve kullanılabilir demir üretme kapasitesine bakıldığında hiç te beklenen bir gelişme değildir. Bu sonuç kendi başına Sahra toprağıının kullanılabilir demir üretme olgusu ile yarayışlı olduğu tezini de kökünden sarsacak niteliktedir ve kendi başına irdelenmesi gerekmektedir.

Zabol toprağı ile yetiştirilen buğday türünde acaba ışıklandırılmış ve ışıklandırılmamış örneklerin etkisi varmı diye bakıldığında ise karanlık ortamda tutan Zabol örneğinde neredeyse daha iyi bir gelişme olduğu söylenebilir. Ancak yine gelişme kendi içerisinde göreceli olarak farklıdır ve beklenen gelişmeden çok uzak bir durumdadır.



Şekil 4.17. Zabol ve Anadolu Çözeltileri Büyümedeki Etkilerini Gösteren Görünüm

Bu olayın nedenleri hakkında belirli bazı fikrilerin olmasına rağmen herhangi bir yorum yapmadan önce ortaya İran'ın Zabol bölgesinde yetişen buğday türü tohumu getirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Bu amaçla gerekli temaslar kurulmuş ve Zabol bölgesine özgü olan ve İran Tarım Bakanlığı'nın Zabol Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen *Triticum aestivum* L. Var.stm/3/kal/v534/jit 716 2 genotip buğday (Zabol) getirilmiş ve gerekli ön işlemlerden sonra kullanılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında sadece Gönen 98 tipi buğday ve çeşitli toprak örnekleri kullanılırken ikinci aşamada Gönen 98 türü buğdayın yanı sıra Zabol genotipine ait buğday da çeşitli toprak örnekleri ile yetiştirilmeye başlanmıştır.

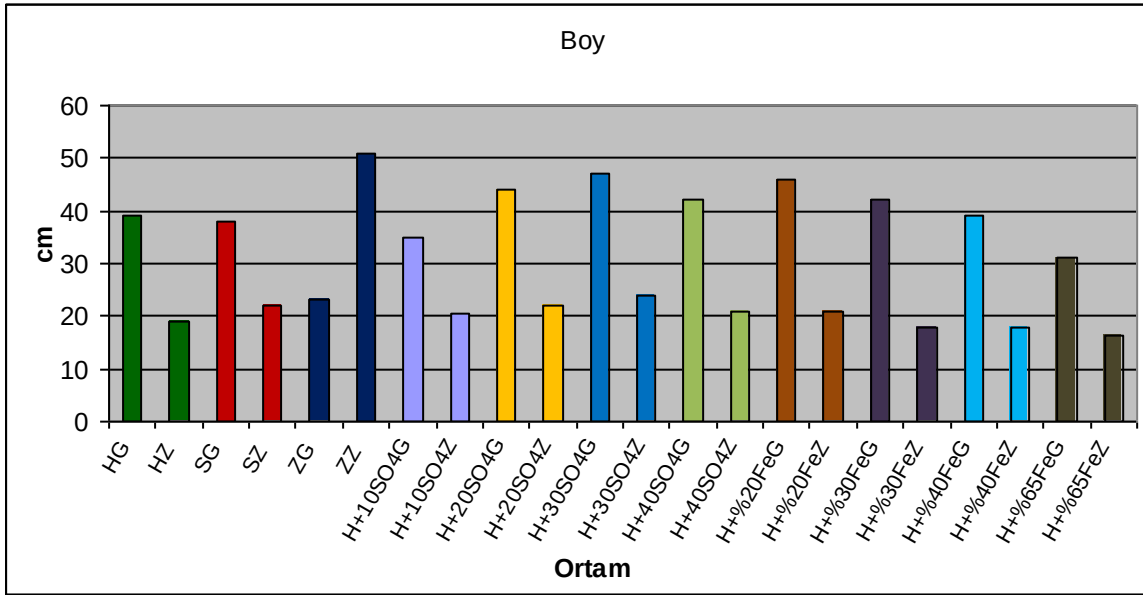
Ancak geline bu aşamada sadece farklı toprak örneklerinin etkisini farklı genotiplerde incelemenin yanı sıra Sahra toprak örneklerinin ışıklandırılması sonrasında sülfat içeriğinin artması nedeni ile sülfat oranı değiştirilmiş Hewitt çözeltisinin etkileri de araştırılmıştır. Böyle bir uygulamaya temel olan özellik Sahra toprağının ışıklandırılması sonucunda giderek artan oranlarda sülfat üretebilmesi özelliğine dayanmaktadır(Benname,2006).

4.2.2. Denemenin ikinci aşaması sülfat ve demir oranında değişiklik

4.2.2.1. Bitki Boyu

Denemenin ikinci safhasında Hewitt'in içerdiği demir ve sülfatın oranları değiştirilmiş ve uygulama Sahra, Zabol ve içeriği değiştirilmiş Hewitt çözeltileri ile Gönen 98 ve Zabol genotipleri buğday kullanılarak devam edilmiştir.

Yapılan değişiklikle Hewitt besin çözeltisinde bulunan sülfat miktarı sodyum sülfat ilavesi ile 10, 20, 30, 40 kat, demir oranı ise Hewitt çözeltisindeki demirin demir klörür katkısı ile %10, %20, %40 ve %65 olarak artırılmış ve deneylere toplam 22 farklı besin çözeltisi ile devam edilmiştir. Bir başka deyişle Hewitt her iki uygulamada da sabitlenmiş ve sadece sülfatın ve demirin farklı oranlardaki katkılarının bitki gelişimi üzerindeki etkisi iki farklı genotip buğday üzerinde incelenmiştir.



Şekil 4.18. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday genotiplerinde saptanan fide uzunluğu (cm/fide) üzerine etkisi

30 gün sonunda elde edilen toplu sonuçlar yaprak boyu olarak şekil 4.18’da verilmiştir. Şekle ilk bakışta en ideal büyümenin beklenenin aksine Hewitt çözeltisi ile sağlanmadığı Zabol genotipi buğdayın Zabol toprağı ile en ideal büyümeyi sağladığı görülmektedir. 30 kat sülfatı arttırılmış Hewitt çözeltisi Zabol’a en yakın, boya sadece Gönen 98 genotipi buğdayda ulaşmıştır. Hewitt çözeltisinin Zabol genotipi buğday üzerinde ise hiç etkisi olmamaması ve en zayıf gelişme grubunda bir boya sahip olması ise şaşırtıcı bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

Sonuçların grafiksel olarak değerlendirilmesinin tek tek yapılması, uç değerler haricinde neredeyse imkansızdır. Bu nedenle elde edilen sonuçların istatistiksel anlamda değerlendirilmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Gönen 98 Genotipi İçin Boy Analizi

Multiple Range Tests for Boy Gonen98 by Besin Maddesi

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Maddesi	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Z	3	23,3333	X
H+%65Fe	3	30,6667	X
30SO4 X % -10	3	33,0	X
H+10SO4	3	34,8333	X
S	3	38,02	X
H+%40Fe	3	38,6667	X
H	3	39,0	X
H+%30Fe	3	41,6667	X
30SO4 X % 20F	3	42,0	X
H+40SO4	3	42,5	XX
30SO4 X % 10F	3	42,6667	XX
H+20SO4	3	43,3333	X
30SO4 X % 0 F	3	44,6667	X
H+%20Fe	3	45,3333	XX
H+30SO4	3	46,3333	X

Gönen 98 genotip buğday boy olarak istatistiksel anlamda en farklı gelişmeyi 30 kat sülfatı arttırılmış Hewitt çözeltisinde göstermiştir. Sahra ve Hewitt çözeltileri aynı oranlarda etkili olmuşlardır. Kullanılabilir demir açısından Sahra toprağından daha

fazla demir üretme kapasitesine sahip olan Zabol toprağı ise istatistiksel anlamda en zayıf gelişmeyi göstermiştir. Bu beklenen bir gelişme değildir. Bitkinin daha fazla demir üretme kapasitesi olan toprakta daha da iyi gelişmesi beklenirken istatistiksel anlamda en zayıf gelişme bu toprakta izlenmiştir (Çizelge 4.6).

Denemenin ikinci aşmasında Zabol genotipi buğday ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar boy açısından istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Deney sonuçlarına göre Zabol toprağı, Zabol genotipi buğdayın büyümesi üzerinde en olumlu etkiyi göstermiştir. 30 kat sülfatı arttırılmış Hewitt çözeltisi de boy gelişimi üzerinde olumlu etki göstermiştir. Zabol genotipi buğday Hewitt besin çözeltisi ile en zayıf gelişmeyi gösteren grup içerisinde kalmıştır. Bu sonuçta şaşırtıcı ve beklenmeyen bir gelişme olmuştur. Hewitt besin çözeltisinin bir bitkinin gelişimi için en ideal besin maddelerini içerdiği düşünülürse bu sonuçların açıklanmasında doğal olarak bir zorluk çekilmektedir. Zabol genotipi buğdayın Hewitt besin çözeltisi ile boy açısından beklenen gelişmeyi göstermezken Sahra çözeltisi ile istatistiksl anlamda çok daha belirgin bir farklılık göstermesi de beklenen bir durum değildir.

Çizelge 4.7. Zabol Genotipi İçin Boy Analizi

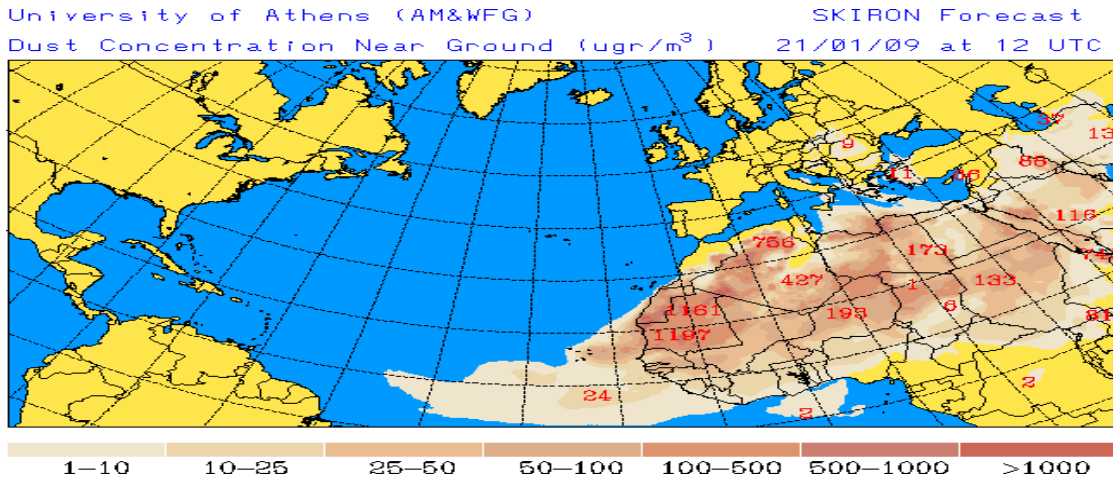
Method: 95,0 percent LSD

Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+%65Fe	3	35,0333	X
H+%40Fe	3	38,0333	X
H	3	39,3333	XX
H+%30Fe	3	40,0	XX
H+10SO4	3	40,3333	XXX
30SO4 X % -10	3	40,5	XXX
30SO4 X % 20F	3	41,0	XXX
30SO4 X % 10F	3	41,6667	XXX
S	3	42,0	XX
H+40SO4	3	42,0	XX
H+%20Fe	3	43,0	XX
H+20SO4	3	43,0	XX
30SO4 X % 0 F	3	43,6667	X
H+30SO4	3	44,0	X
Z	3	51,0	X

Bu sonuç belki de bilim dünyasında bu şekilde farklı toprak ve besin maddesi kullanılarak elde edilen ilk bulgu olma özelliğini de taşımaktadır. Normal olarak

beklenen Zabol genotipinin de Hewitt gibi bitkinin her türlü gereksinimi karşıladığı öne sürülen bir besin tuzu karşısında çok daha fazla veya en azından Zabol toprağı kadar gelişme göstermesini izlemek olmalı idi. Zabol genotipi buğday, Hewitt besin çözeltisinde beklenen gelişmeyi göstermezken, Sahra çözeltisine Hewitt 'ten de daha olumlu tepki vermiştir. Bu bilinen veya kabul edilen bitki davranışı açısından açıklanabilen bir durum değildir.

Zabol genotipi buğdayın Zabol ve Sahra toprağına olumlu tepki verirken, Hewitt besin çözeltisine cevap vermiyor olması sorusunun cevabını yine tozun kaynağına etki eden atmosferik olaylarda aramamız gerekmektedir. Bu yaklaşıma neden olan olayların arkasında uzun mesafeli taşınımına giren tozların hangi bölgeyi ne kadar etkiledikleri olgusunun olup olmayacağı araştırılmıştır. Sahra tozlarının Kuzey Afrika üzerinden Avrupa'ya, Atlantik Okyanusu'na, Doğu Akdeniz üzerinden Anadolu yarımadasına ve Rusya içlerine taşındığı bilinen bir gerçektir. Hatta büyük hava olayları sonucunda bu tozların Irak, İran ve Afganistan'a ulaşması da sıklıkla rastlanan bir olaydır. Ayrıca Sahranın güneyinden güney batı muson rüzgarları ile büyük miktarlarda tozları Arabistan Yarımadası üzerinden ve oradan da aldığı katkılar ile Arap Denizine, Pakistan, Hindistan ve ötesine de taşındığı da bilinmekte ve uydu verileri aracılığı ile de izlenebilmektedir .



Şekil 4.19. Sahra Tozunun Taşınımından Genel Görünüm (<http://forecast.uoa.gr>)

Örneğin 21 Ocak 2009 tarihinde beklenen toz hareketinde Sahranın ticari rüzgarlar ile hem Atlantik Okyanusu'na hem Akdeniz üzerinden İtalya Yunanistan ve ötesine, Arabistan yarımadası ve İran üzerinden Afganistan'a kadar uzanan bir alanda etkili olduğu izlenmiştir. Yani Sahra tozu sıklıkla İran ve Afganistan'a ulaşmakta ve toprakta birikim gösterebilmekte ve bitkilerin gelişiminde rol alabilmektedir (Şekil 4.19).

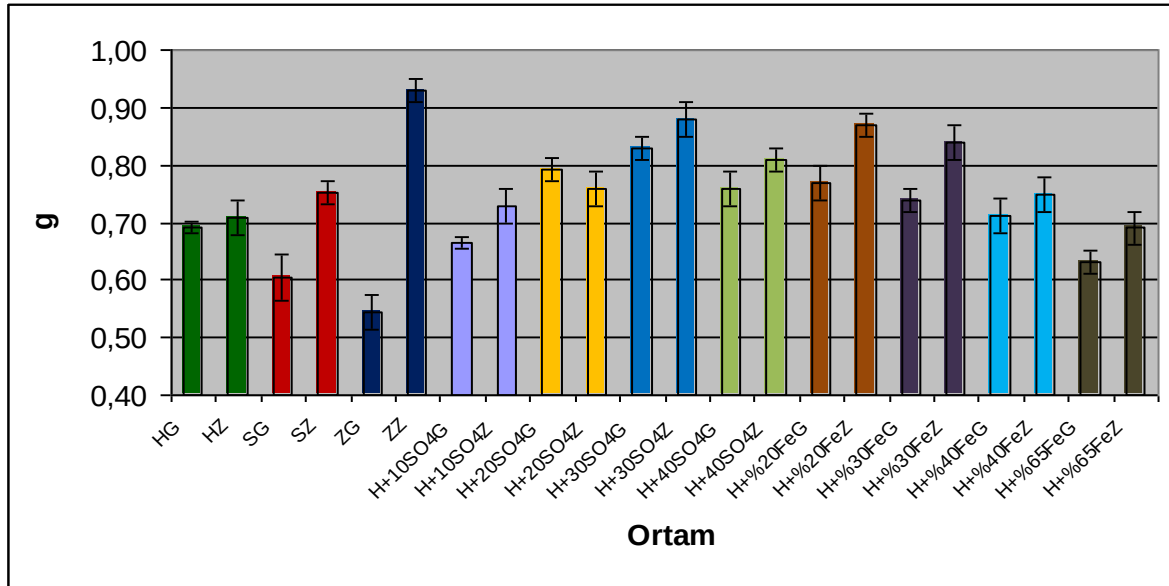
Ancak Afganistan İran sınırından kalkan tozların Anadolu'ya gelme ihtimali neredeyse yok denecek kadar azdır ve neredeyse imkansızdır. Bu elbette dünyanın döngüsü ve etkin rüzgarların yüksek enlemlerde genelde batıdan doğuya doğru esmesinden kaynaklanmaktadır. Uydu verilerinden de Afgan/İran sınırından kalkan tozların güneye ve doğuya doğru taşındıkları sıklıkla izlenmektedir (<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>).

Dolayısı ile tezin bu aşamasında elde edilen sonuçlardan çok önemli yeni bir yaklaşım ortaya çıkarılmış olmaktadır. Bunu bitkilerin kendisini etkileyen çöl kökenli tozları tanıması şeklinde ortaya koyabiliriz veya bitki kendisini etkileyen atmosferik tozun bulut içerisinde geçirdiği çevirim sonucu oluşan oranlarda elementel bileşim beklemektedir. Bitkilerin geçirdiği evrim içerisinde bu oranlara uyum sağladığı ve zaman içerisinde genetik olarak ta uyum sağlamış olması muhtemel bu oranlardan başka elementel oranları kabullenmediği hipotezi elde edilen bu sonuçlardan çıkarılabilecek yeni bir kavram olmaktadır. Topraksız bitki yetiştiriciliğinde referans olarak kullanılan besin çözeltileri Hewitt, Hoagland ve Arnon gibi geçmişi sadece 1950 senesine gittiği bunun yanı sıra toz ve buğday ilişkisinin ise yüz milyonlarca, belkide milyarlarca yıldan bu yana devam ettiği düşünülürse her bir bitkinin kendisine etki eden çöl tozuna karşı genetik adaptasyon gösterdiği yaklaşımı öne sürülebilir. Geçmişte atmosferde tozların varlığına en net delil kutuplardan alınan buzul örneklerinde bulunmaktadır. Avrupa Topluluğu tarafından gerçekleştirilen ve EPICA olarak adlandırılan proje kapsamında elde edilen buzul örnekleri bundan 600 000 sene öncesine kadar Antarktika'daki toz iklim ilişkisini ortaya koymuştur. Dolayısı ile atmosferdeki ve dolayısı ile toz bulut ilişkisinin varlığı net bir Şekilde 600 000 sene öncesine kadar ulaşılan bir geçmişle ifade edilmektedir (Augustin ve ark.,2004) Toz taşınımı sadece bu kadar bir zaman süreci içerisinde olsaydı bile bitkiler bu taşınma ile gelen oranlardaki elementlere ve bileşiklere muhtemelen bu zaman sürecinde

genetik olarak uyum sağlayabilmiştir. Bu varsayımdan hareket edersek elimizdeki sonuçlar Saydam(2008) tarafından öne sürülen ve yerkürede yaşayan her şeyde olduğu gibi bitkilerin de kendisini etkileyen toza karşı genetik adaptasyon geçirmiştir tezi ile açıklanabilir. Batıda geliştirilen Hewitt ve Hoagland olarak adlandırılan ve bitkinin istediği her türlü besin tuzunu içerdiği varsayılan bir çözelti İran'dan gelen bir genotipte olumlu sonuç vermemiştir. Çünkü batılı bilim adamları besin tuzu için yaptıkları çalışmalarda kullandıkları bitkiler muhtemelen Sahra'nın etkisinde kalmış ve dolayısı ile Sahra ve Hewitt başa baş büyüme etkisi gösterebilmiştir. Buna neden olan olayın yerküredeki en geniş çöl alanına sahip olan Sahra çöl tozlarının hem Avrupa hem de Amerika kıtalarına rahatlıkla yayılım gösterebilmesinden kaynaklanmaktadır.

4.2.2.2. Bitki Ağırlığı

Denemenin ikinci safhasında farklı demir ve sülfat oranları içeren Hewitt ,Sahra ve Zabol çözeltileri ile yetiştirilen bitkilerin 30. gün sonundaki ağırlıkları toplu olarak Şkil 4.20'de gösterilmiştir.

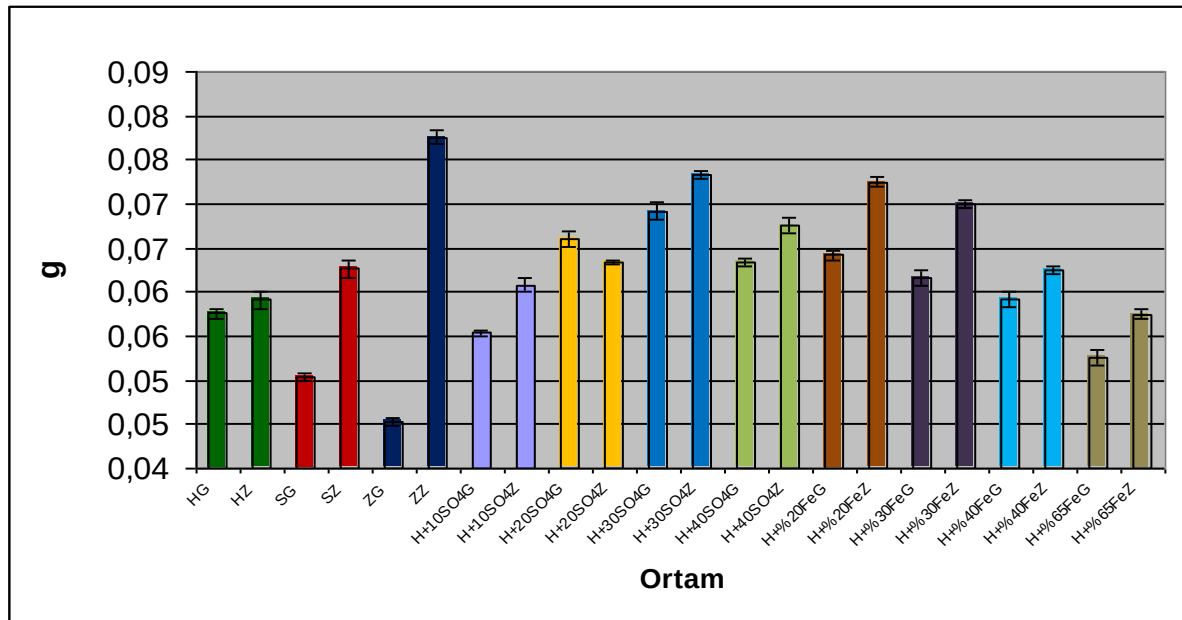


Şekil 4.20. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde saptanan fide ağırlığı (g/bitki) üzerine etkisi. LSD%5

Şekil 4.20' de görülebileceği gibi yaprak ağırlığı en fazla Zabol genotipi buğdayın Zabol toprağındaki uygulaması sonucunda elde edilmiştir. Daha sonra sırası ile sülfat içeriği 30 ve 20 kez artırılmış Hewitt çözeltilerinin Zabol genotipi üzerindeki uygulamaları yer almaktadır. Bitki yaş ağırlı açısından sülfatı artırılmış Hewitt çözeltisinin genellikle Hewitt ve Sahra çözeltisinden daha olumlu sonuç verdiği görülmüştür.

4.2.2.3. Bitki kuru ağırlık (g/bitki)

Bitki kuru ağırlığı da yaş ağırlıkla aynı şekilde değişim göstermiş ve sülfat oranı artırılmış Hewitt çözeltisinin bitki üzerindeki olumlu etkileri kuru ağırlıkta da kendini göstermiştir. Bitki kuru ağırlığı farklılaşması sadece 50-80 mg aralığında yapıldığı için en küçük tartım hatasının da kayda değer farklılaşmalara neden olabileceği unutulmamalıdır. Ancak bu limitler dahilinde bile Zabol genotipi buğdayın Zabol toprağında ve Sahra toprağındaki Hewitt besin çözeltisine olan göreceli farklılığı kayda değer bir gelişmedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Farklı besi ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde saptanan fide kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkisi. LSD%5

4.2.2.4. Pigment miktarlarındaki değişim (mg/g taze ağırlık)

Değişik çözeltilerin bitki klorofil miktarındaki etkilerini izlemek yaş ve kuru ağırlığa oranla çok daha önemli olmaktadır. Bitki gelişiminde fotosentez aktivitesini kontrol eden klorofil seviyelerindeki değişim doğal olarak diğer tüm parametreleri de etkilemektedir.

Bitkilerin klorofil içerikleri istatistiksel anlamda değerlendirildiğinde Gönen 98 genotipi buğday için Zabol çözeltisinin en az etkili olduğu görülmektedir. Sahra ve Hewitt klorofil açısından aynı grup içerisinde yer almaktadır. Sülfat ve demir oranları arttırılmış Hewitt çözeltileri ile yetiştirilen Gönen 98 genotipi buğdaydaki klorofil miktarları sürekli farklılık göstermiştir. En üst seviye ise 30 kat sülfatı arttırılmış Hewitt çözeltisi ile sağlanmıştır. (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Gönen 98 Genotipi İçin Klorofil - A Analizi

Multiple Range Tests for Klorofil A Gonen için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD

Besin Madde Count LS Mean Homogeneous Groups

Z	3	1,76333	X
H+%65Fe	3	1,87333	X
H+40SO4	3	2,08667	X
30SO4 X % 20F	3	2,12	XX
H	3	2,17	XX
S	3	2,18667	XX
H+%40Fe	3	2,19333	XX
30SO4 X % 10F	3	2,24333	XX
30SO4 X % -10	3	2,26	XX
H+10SO4	3	2,26	XX
H+20SO4	3	2,30667	XX
30SO4 X % 0 F	3	2,31	XX
H+%30Fe	3	2,34667	X
H+%20Fe	3	2,47	X
H+30SO4	3	2,54	X

Zabol genotipi buğdayın çeşitli çözeltilerin etkisindeki klorofil içeriğine bakıldığında Hewitt çözeltisi tek başına klorofil üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Diğer tarafta Sahra ve özellikle de Zabol çözeltisi Zabol genotipi üzerinde en etkili olan gruplaşmayı oluşturmaktadır. Hewitt bu gruplaşmaya ancak sülfat oranlarının

arttırılması ile yaklaşılabir de yine de Sahra ve Zabol ile ayrı gruplar içerisinde yer almaktadır. Bu farklılık bize Zabol çeşiti buğdayın özellikle Zabol ve Sahra toprak içeriklerine olumlu cevap verdiğini bir başka deyişle çöl kökenli tozların bileşenlerine olumlu cevap verdiğini diğet tüm çözeltilere ise yanıtız kaldığını göstermektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Zabol Genotipi İçin Klorofil – A Analizi

Multiple Range Tests for Klorofil A Zabol için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups

H+%65Fe	3	1,76	X
H+40SO4	3	2,13	X
H	3	2,16667	X
30SO4 X % 20F	3	2,21	X
H+%40Fe	3	2,27333	X
30SO4 X % -10	3	2,3	X
H+20SO4	3	2,33	X
H+10SO4	3	2,34667	X
H+%30Fe	3	2,38667	X
H+30SO4	3	2,41667	X
30SO4 X % 10F	3	2,51	X
30SO4 X % 0 F	3	2,53	X
H+%20Fe	3	2,54667	X
S	3	2,68	X
Z	3	2,95333	X

4.2.2.5. Yaprakta klorofil A

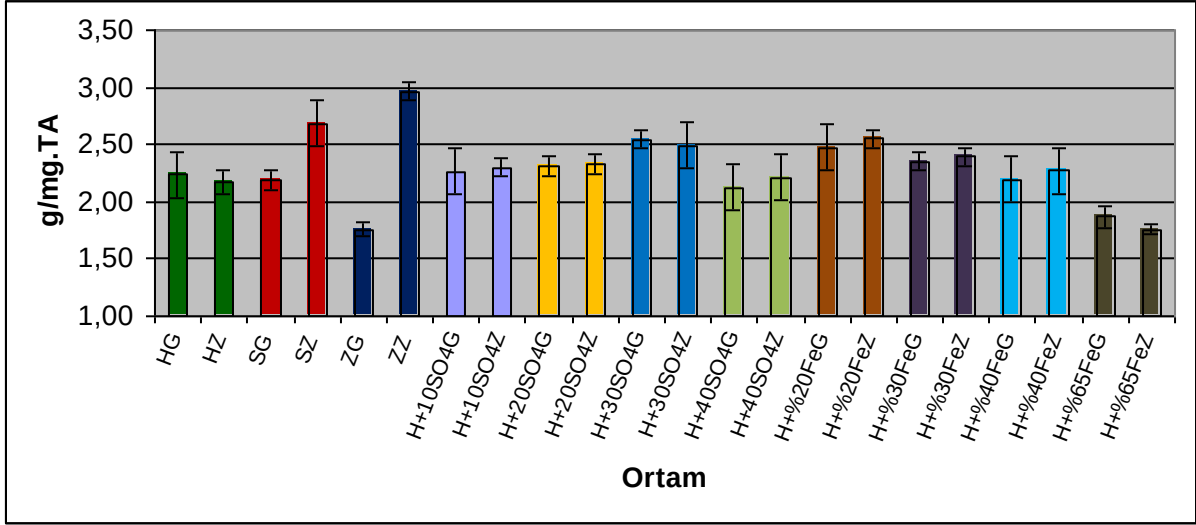
Sülfat oranı arttırılan Hewitt boy faktörü ile paralel olarak korofil-a miktarını da istatistiki olarak en fazla artış 30 SO₄ ve %20Fe çözeltiler ile beslenen bitkilerde görülmüştür (Şekil 4.22 ve 4.23). Bu sonuç Hewitt'in ideal büyüme için yeterli maddeleri veya oranları taşımadığını ve bitkiye sadece sülfat veya demir ilavesi ile Hewitt ile sağlanan klorofil gelişiminin de geçilebileceği ilk kez gösterilmiş olmaktadır.



Şekil 4.22. Değişik Çözeltilerle Yetiştirilen Gonen 98 Genotipindeki Değişimler



Şekil 4.23. Değişik Çözeltilerle Yetiştirilen Zabol Genotipindeki Değişimler

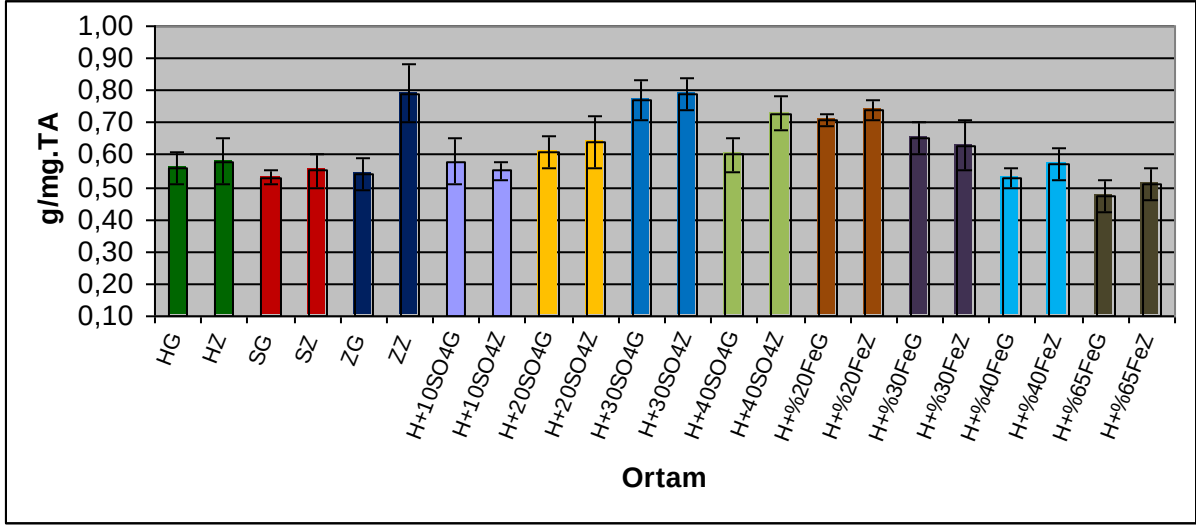


Şekil 4.24. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde klorofil-A miktarı. LSD%5

Hewitt çözeltisi Zabol gentopindeki klorofil oranlarını belirli bir seviyeye çıkartmıştır. Ancak Sahra çözeltisi, Zabol genotipinde klorofil miktarını Hewitt besin çözeltisinden çok daha iyi arttırmıştır. Diğer tüm karışımlarda, Zabol genotipi buğdayın klorofil seviyesinde, Zabol veya Sahra çözeltisi kadar etki göstermemiştir. Bu da Hewitt çözeltisi baz alındığında sülfat veya demir ilavesinin bitkideki klorofil gelişimdeki eksiklikleri gidermediğini göstermektedir. Aynı çözeltiler Gönen 98 genotipinde olumlu sonuçlar vermiştir. (Şekil 4.24).

4.2.2.6. Yaprakta klorofil B

Gönen 98 genotipinde çeşitli çözeltiler kullanılarak yapılan beslemenin 30. gün sonunda alınan örneklerde ölçülen klorofil b miktarları beklenildiği gibi klorofil a miktarlarına göre çok daha azdır. Gönen 98 tipi buğdayda ölçülen klorofil b miktarları her üç besi çözeltisi için istatistiki anlamda fark göstermemiştir.

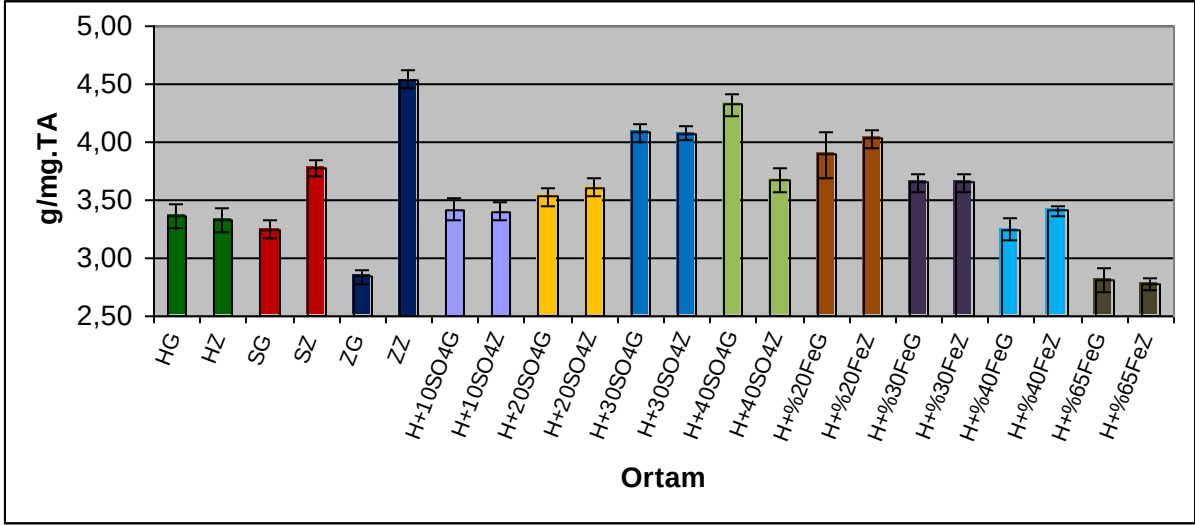


Şekil 4.25. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde klorofil-B miktarı. LSD%5

Zabol genotipinin ise Zabol çözeltisinde klorofil b miktarını klorofil a nın 1/3 oranına varan Şekilde arttırdığı izlenmektedir. Farklı büyüme çözeltilerinin etkisini denemek için kullanılan değişik çözeltilerin içerisinde istatistiki anlamda en fazla klorofil-b düzeyi Hewitt çözeltisine 30 kat SO_4 ve %20 demir ilavesi ile bulunmuştur (Şekil 4.25).

4.2.2.7. Yaprakta klorofil A+B

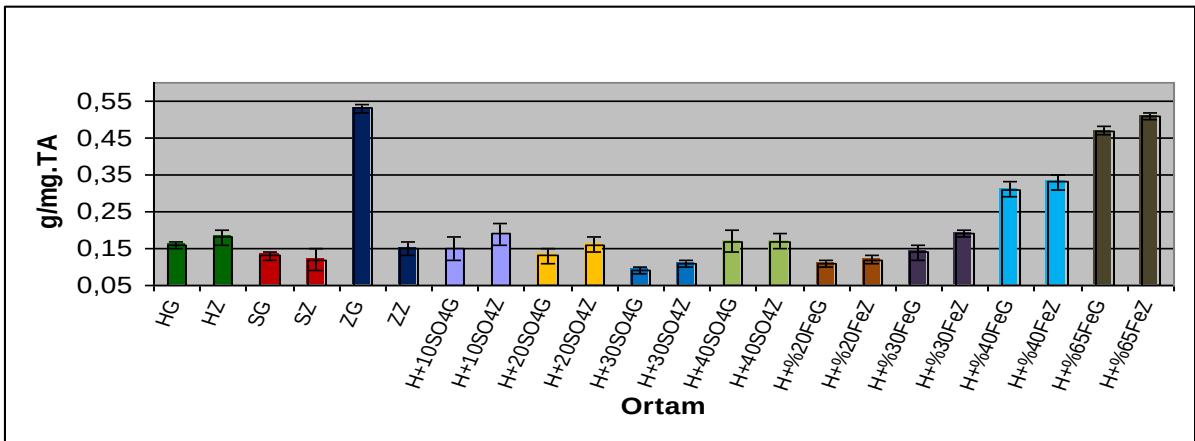
Toplam klorofil açısından incelendiğinde, her iki genotipte de 30 SO_4 ve %20 Fe ile beslendiği durumda istatistiki anlamda diğer besin maddeler ile önemli bir fark ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.26). Genellikle sülfat ve demir içeriği değiştirilmiş besin çözeltisinin bitki gelişimi üzerindeki daha olumlu etkisi görülmektedir.



Şekil 4.26. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde klorofil-A+B miktarı. LSD%5

4.2.2.8. Yaprakta karotenoid

Gönen 98 genotipinde istatistiki anlamda en fazla karotenoid Zabol çözeltisi ve %65 Fe ile beslenenlerde görülmüştür. Bu beklenen bir sonuçtur çünkü aynı çözeltilerde klorofil a miktarı en düşük ölçülmüştür. Bir başka değişle bitki klorofildeki azlığı karotenoid miktarındaki artışla dengelemektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Karotenoid miktarı. LSD%5

Aynı davranış şekli Zabol genotipinde de gözlenmiştir. Aynı deneme Zabol genotipinde uygulanmış sonuç olarak en fazla Karotenoid H+%65 Fe ve H+%40 Fe'de belirlenmiştir (Şekil 4.27).

Zabol genotipinde de temel besin çözeltileri içerisinde en fazla karotenoid Hewitt besin çözeltisinde izlenmiştir. Diğer çözeltilerde de beklenen oranlarda artışlar veya eksiklikler gözlenmiştir. Gönen 98 genotipi buğdayın içerdiği karotenoidin istatistiksel değerlendirmesi diğer bazı büyüme parametrelerine göreceli olarak ters gibi görünse de bu bitkilerin karotenoid içeriğinin klorofil ile ters orantılı olmasından kaynaklanmaktadır. Gönen 98 tipi buğdayda en farklı grup Zabol çözeltisi olarak belirginleşirken Saydam çözeltisi ise en duyarsız grup olarak belirlemektedir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Gönen 98 Genotipi İçin Karotenoid Analizi

Multiple Range Tests for Karotenoid Gonen için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD

Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+30SO4	3	0,0833333	X
30SO4 X % 0 F	3	0,11	X
H+%20Fe	3	0,11	X
30SO4 X % 10F	3	0,12	XX
30SO4 X % -10	3	0,13	XX
H+20SO4	3	0,13	XX
S	3	0,13	XX
H+%30Fe	3	0,14	XX
H+10SO4	3	0,15	XX
H	3	0,16	XX
H+40SO4	3	0,17	X
30SO4 X % 20F	3	0,19	X
H+%40Fe	3	0,31	X
H+%65Fe	3	0,47	X
Z	3	0,52	X

Zabol genotipinin karotenoid içeriğine istatistiksel anlamda bakıldığında H+%65Fe, H+%40 ve H+%30Fe Zabol genotipi üzerinde etki yaparak en fazla karotenoid

miktarın neden olmuştur. Hewitt bu grubaşmaya ancak sülfat oranlarının arttırılması ile yaklaşabilse de yine de Sahra ve Zabol ile ayrı gruplar içerisinde yer almaktadır. Bu farklılık bize Zabol genotipinin özellikle Zabol ve Sahra içeriklerine olumsuz cevap verdiğini bir başka değişle bitkilerin büyüme ve gelişme evreleri ne kadar sağlıklı ise ki bu da tamamen almış oldukları bitki besin maddeleriyle doğru orantılı olarak bağlı olup, karotenoid miktarında düşüş ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Zabol Genotipi İçin Karotenoid Analizi

Multiple Range Tests for Karotenoid Zabol için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups

H+30SO4	3	0,11	X
H+%20Fe	3	0,12	X
30SO4 X % 10F	3	0,123333	XX
S	3	0,126667	XX
30SO4 X % 0 F	3	0,14	XX
Z	3	0,15	XX
30SO4 X % 20F	3	0,16	XX
H+20SO4	3	0,166667	XX
H+40SO4	3	0,17	XX
30SO4 X % -10	3	0,173333	XXX
H	3	0,173333	XXX
H+10SO4	3	0,186667	XX
H+%30Fe	3	0,19	X
H+%40Fe	3	0,33	X
H+%65Fe	3	0,506667	X

4.2.3. Bitki yaprağında metal miktarındaki değişimler (ppm)

Değişik besin çözeltilerinin 2 buğday genotipinde yapraktaki metaller üzerindeki etkileri incelenmiştir ve analiz sonuçları Çizelge 4.12 ve 4.13’da verilmiştir. Hewitt çeşitli besin tuzlarını ve bitkinin gereksinim duyduğu her türlü eser elementi de içermektedir. Sahra ve Zabol toprak örnekleri ise doğal koşullarda bulundurdıkları metal içerikleri ile bitki üzerinde etki yapabilmektedirler. Bu doğal ve yapay ortama ilave olarak sülfatın bitki üzerindeki etkilerini denemek için Hewitt besin çözeltisi

içerisindeki sülfat miktarı değiştirilmiş ve bu çözeltinin bitkideki element dağılımı üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Yine aynı yaklaşım ile Hewitt içerisindeki demir miktarı da belirli oranlarda arttırılmış ve bitkinin davranışları bu sefer de içerdiği elementler açısından incelenmiştir.

Yapraklardaki demir miktarına bakıldığında Gönen 98 tipi buğdayın Sahra ve Zabol çözeltilerinde birbirlerine yakın ancak Hewitt'e göreceli olarak daha fazla demir içerdiği görülmektedir. Yapraklardaki demir eksikliği beklendiği gibi demir ilave edilen Hewitt ile giderilememiştir. İçerdiği sülfat 30 kat arttırılmış Hewitt çözeltisi ise her iki buğday genotipindeki yapraklardaki demir oranının en üst seviyeye çıkmasına neden olmuştur.

Zabol tipi buğday yaprağındaki demir içeriğine bakıldığında ise çok daha ilginç bir gelişme ortaya çıkmaktadır. Hewitt çözeltisine cevap vermeyen Zabol genotipi Sahra çözeltisine Zabol toprağından daha olumlu cevap vermiştir (Çizelge 4.13).

Gönen 98 tipi buğday yapraklarındaki demir dağılımına bakıldığında Sahra, Saydam ve Zabol çözeltilerinin en ideal grubu oluşturdukları izlenmektedir. En fazla randımanı beklenen Hewitt ise düşük seviyede kendisini göstermiştir. İdeal demir ve sülfat karışımının tesbiti için yapılan denemeler dahi genelde Hewitt çözeltisinden daha olumlu sonuçlar vermiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Gönen 98 Genotipi İçin Demir Analizi

Multiple Range Tests for Demir Fe Gonen için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+%65Fe	3	6,90667	X
30SO4 X % 20F	3	8,19333	X
H+40SO4	3	8,2	X
H	3	8,53	X
H+%30Fe	3	8,63	X
H+%40Fe	3	9,31	X
Z	3	9,67	X
H+20SO4	3	9,89	X
S	3	10,07	X
H+10SO4	3	10,0767	X
30SO4 X % -10	3	10,08	X
H+%20Fe	3	10,9067	X
30SO4 X % 10F	3	11,79	X
H+30SO4	3	11,81	XX
30SO4 X % 0 F	3	11,8267	X

Zabol genotipi için yapılan deneylerde elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi sonucunda Sahra, Saydam ve Zabol en ideal grubu oluşturmuşlardır. Hewitt ise en alt demir grubunu oluşturan çözeltilere daha yakın bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Zabol Genotipi İçin Demir Analizi

Multiple Range Tests for Demir Fe Zabol için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD

Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+%65Fe	3	5,08	X
H	3	6,29	X
H+%40Fe	3	6,50333	X
H+10SO4	3	7,0	X
30SO4 X % -10	3	7,0	X
30SO4 X % 20F	3	7,2	X
H+20SO4	3	8,76	X
H+%30Fe	3	9,36333	X
30SO4 X % 10F	3	9,60667	X
30SO4 X % 0 F	3	9,67	X
H+40SO4	3	10,1933	X
H+%20Fe	3	11,09	X
Z	3	11,61	X
H+30SO4	3	13,62	X
S	3	14,32	X

Çizelge 4.14. Sahra ve Zabol ile Beslenen Genotiplerdeki Demir Miktarı ve % Değişimleri

Ortam	Fe Gönen 98 (ppm)	Fe Zabol (ppm)	Gönen 98 (%)	Zabol (%)
Hewitt	8,53	6,29	100	74
Sahra	10,07	14,32	118	168
Zabol	9,67	11,61	113	136

Çizelge 4.14'te görüldüğü gibi yapraklardaki demir içeriğini Hewitt ile beslenen bitkideki demirin en ideal seviyelerde olacağını kabul edip yüzdeler olarak ifade edersek; Gönen 98 genotipi buğdayın Sahra ve Zabol toprağı ile Hewitt'ten %18 ve %13 daha fazla demir içerdiği görülmektedir. Aynı yaklaşımla Zabol tipi buğdayın

içerisindeki demire bakıldığında ise Hewitt besin çözeltisi ile yapraklarında demir depolamadığı ve demir içeriğinde %26 bir azalma olduğu görülmektedir. Atmosferik toz taşınımına paralel olarak her bir buğday genotipinin kendisini etkileyen toza karşı genetik olarak uyum sağladığını öne sürdüğümüz hipoteze uygun olarak Zabol genotipi Sahra tozu ile karşılaştığında ise Hewitt'e göre %68 daha fazla demir depolayabilmektedir. Zabol genotipinin kendine has toprakta bile bu kadar fazla demir içermediği ancak Hewitt'te göreceli olarak yinede %36'lık bir demir fazlalığı gösterdiği gözlemlenmektedir (Çizelge 4.14).

Demir içeriği sülfat oranı 10 kat arttırılmış Hewitt solüsyonunda Sahra seviyesine ulaşmış, 30 kat arttırılmış Hewitt solüsyonunda ise en üst seviyeye çıkmış 40 kat Sülfat oranı ise demir alımını ölçülen en alt seviyeye indirmiştir. Hewitt solüsyonuna demir ilavesi değişik sonuçlar vermiş ve %20 lik demir oranı artışında yapraktaki demirde göreceli bir artış izlenmiştir.

Konsantrasyon anlamında değişik uygulamaların farklılığını izlemek zor olduğu için Şekil 86'da verilen gösterimde Hewitt ile olan büyüme baz alınarak diğer besin türlerinde yetişen buğday yapraklarında izlenen metal değişimi % fark olarak gösterilmiştir. Hewitt çözeltisine %10 Sülfat ilave edilmesi ile Gönen 98 genotipi buğdaydaki demir seviyesi Sahra seviyesine kadar yükselmiştir. Bu da sülfatın bitki fizyolojisinde ne kadar etkili olduğunu gösteren ayrı bir delil olmaktadır. Demir içeriği Hewitt'te 30 kat sülfat ilavesi ile en üst seviyeye ulaşmış ve Hewitt'e göreceli olarak %40'lık bir artış sağlanabilmiştir. Aynı yaklaşımla demir içeriği %20 arttırılmış Hewitt çözeltisinde yetiştirilen buğdaydaki demir miktarı Hewitte göreceli olarak %30 artmıştır.

Yapraktaki bakır miktarına bakıldığında da yine göreceli olarak aynı durumla karşılaşmıştır. Sahra tozu ile beslenen bitkilerde Hewitt'e göreceli olarak %45, Zabol tozu ile beslenenlerde ise %60' a varan artışlar izlenmiştir. 30 kat'lık sülfat artışı da yine yapraklardaki bakır oranının Hewitt'e göre %15 artmasına neden olmuştur. Hewitt'teki demir miktarının %20 arttırıldığı çözelti ile beslenme sonucunda Gönen 98 tipi buğdayın yapraklarındaki bakır miktarının %55 gibi bir seviyede arttığı izlenmiştir.

Gönen 98 tipi buğday yapraklarındaki bakır dağılımına bakıldığında yine Sahra Saydam ve Zabol çözeltilerinin en ideal grubu oluşturdukları izlenmektedir. Hewitt etkisi az olan alt grubun içerisinde yer almaktadır. İdeal demir ve sülfat karışımının tesbiti için yapılan demeler genelde Hewitt çözeltisinden daha olumlu sonuçlar vermiştir. Burada beklenmeyen durum Gönen 98 tipi buğdayda Zabol çözeltisinin yapraktaki en ideal bakır grubunu oluşturmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Gönen 98 Genotipi İçin Bakır Analizi

Multiple Range Tests for Cu Gonen için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+%65Fe	3	10,0133	X
H+40SO4	3	10,67	X
H+20SO4	3	10,7033	X
H	3	10,8367	X
H+10SO4	3	11,6467	X
30SO4 X % -10	3	11,6467	X
30SO4 X % 20F	3	11,67	X
H+30SO4	3	12,46	X
30SO4 X % 10F	3	12,66	X
30SO4 X % 0 F	3	12,7	X
H+%40Fe	3	15,39	X
S	3	15,42	X
H+%30Fe	3	16,1467	X
H+%20Fe	3	16,66	X
Z	3	17,1867	X

Zabol genotipi için yapılan deneylerde elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi sonucunda Sahra ve Zabol en ideal grubu oluşturmuşlardır. Hewitt ise en alt bakır grubunu oluşturan çözeltilere daha yakın bulunmuştur. Saydam çözeltisinin de üst gruba yakın olduğu izlenmektedir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Zabol Genotipi İçin Bakır Analizi

Multiple Range Tests for Cu Zabol için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+%65Fe	3	11,4967	X
H+%40Fe	3	12,76	X
H+20SO4	3	14,08	X
H+40SO4	3	14,1667	X
H	3	14,5367	X
H+%30Fe	3	14,85	X
30SO4 X % -10	3	14,9833	X
H+10SO4	3	14,9867	X
30SO4 X % 0 F	3	15,1	X
30SO4 X % 20F	3	16,0967	X
H+30SO4	3	17,4533	X
H+%20Fe	3	17,92	X
30SO4 X % 10F	3	18,6467	X
S	3	22,7767	X
Z	3	31,9833	X

Gönen 98 tipi buğdaydaki çinko dağılımına bakıldığında Hewitt, Zabol ve diğer bazı parametrelerde çok değişik davranışlara neden olan %65 demiri arttırılmış Hewitt çözeltileri en ideal çinko gruplarını oluşturmuştur. Sahra ise alt gruplara daha yakın bir yerde izlenmektedir. Daha önceden de bahsedildiği gibi çinko ve mangan kil yapısının indirgenmiş demir oluşumu sırasında parçalanması ile ortaya çıkmaktadır. Sahra ile yetişen buğdaylar görsel olarak veya diğer bazı büyüme parametrelerinde gayet güzel gelişme göstermişken çinko bakımından neden geride kaldığı anlaşılamamıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Gönen 98 Genotipi İçin Çinko Analizi

Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
30SO4 X % 0 F	3	1,60333	X
H+30SO4	3	2,13	X
30SO4 X % 10F	3	2,24	X
30SO4 X % -10	3	2,64333	X
30SO4 X % 20F	3	2,99	X
S	3	3,05667	X
H+%20Fe	3	3,09667	X
H+10SO4	3	3,19667	X
H+40SO4	3	3,35333	X
H+20SO4	3	3,40667	X
H+%30Fe	3	3,65	X
H+%40Fe	3	4,61	X
H	3	4,89667	X
H+%65Fe	3	5,03333	X
Z	3	7,18333	X

Zabol genotipi yapraklarındaki çinko dağılımına bakıldığında ise Sahra ve Zabol çözeltilerinin en alt grubu oluşturdukları ve daha sonraki grubun içerisinde de Saydam çözeltisinin yer aldığı görülmüştür. Hewitt çözeltisi de ortalarda yer almakta ve en ideal çinko oranları Saydam çözeltisi kadar olmasa da %65 demir ilave edilen Hewitt çözeltisinde izlenmektedir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Zabol Genotipi İçin Çinko Analizi

Multiple Range Tests for Cinko Zn Zabol icin by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Z	3	0,283333	X
S	3	1,90667	X
H+10SO4	3	2,99333	X
H+20SO4	3	3,03	X
H+30SO4	3	3,14667	X
30SO4 X % 0 F	3	3,19667	X
H	3	3,40667	X
30SO4 X % -10	3	3,43667	X
30SO4 X % 10F	3	3,78	X
30SO4 X % 20F	3	3,90333	X
H+%20Fe	3	4,12	X
H+40SO4	3	4,14667	XX
H+%30Fe	3	4,22667	X
H+%40Fe	3	4,99333	X
H+%65Fe	3	5,89	X

Gönen 98 genotipindeki yapraklarda mangan dağılımı Hewitt, Zabol ve Saydam çözültülerinde en ideal grubu oluştururken Sahra orta grubun içerisinde kalmıştır. Mangan da çinko gibi indirgenmiş demir oluşumu sürecinde kil yapısının çökmesi ile ortaya çıkan bir elementtir ve bu elementin varlığı Saydam ve Şenuva(2002) tarafından çinko ile birlikte gösterilmiştir. Çeşitli beslenme koşullarında manganın da açıklaması eldeki bilgiler ile imkansız bir Şekilde davranması hayli enteresandır. Demir bakır gibi elementlerin davranışları açıklanabilirken Çinko ve Manganın bu davranış şekli de incelenmesi gereken bir konudur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Gönen 98 Genotipi İçin Mangan Analizi

Multiple Range Tests for Mangan Mn Gonen için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD

Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
H+%65Fe	3	2,05667	X
30SO4 X % 0 F	3	2,05667	X
30SO4 X % -10	3	2,14333	X
H+10SO4	3	2,15667	X
30SO4 X % 10F	3	2,22667	X
H+20SO4	3	2,45333	X
H+%40Fe	3	2,46667	X
S	3	2,75	X
H+40SO4	3	2,90667	X
30SO4 X % 20F	3	2,93667	X
H+%30Fe	3	2,96667	X
H+%20Fe	3	3,39333	X
H	3	3,70667	X
Z	3	3,88	X
H+30SO4	3	4,21	X

Aynı davranış şekli Zabol genotipi için de geçerlidir. Zabol çözültisi diğer tüm çözültülerde Zabol genotipine çok uygun gelişme ortamı sağlamışken ve bu görsel olarak ta belirlenmişken yapraktaki manganın bu davranışı yine eldeki bilgiler ile açıklanamaz durumdadır. Ancak yukarıda da bahsedildiği gibi hem Gönen 98 hem de Zabol genotiplerinde çinko ve mangan'ın ayrı davranış şekli göstermesi bu iki elementin aykırı davranışları arasında bir ilişki olduğunun da göstergesi olmaktadır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Zabol Genotipi İçin Mangan Analizi

Multiple Range Tests for Mangan Mn Zabol için by Besin Madde

Method: 95,0 percent LSD			
Besin Madde	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Z	3	1,34667	X
30SO4 X % 0 F	3	2,43333	X
H+%65Fe	3	2,76	X
30SO4 X % 10F	3	2,87	X
30SO4 X % -10	3	2,99	X
H+%40Fe	3	3,32	X
30SO4 X % 20F	3	3,75	X
H+%30Fe	3	3,76	X
H	3	5,22667	X
H+40SO4	3	5,35333	X
H+20SO4	3	5,45	X
S	3	5,88333	X
H+10SO4	3	5,91667	XX
H+%20Fe	3	5,99333	X
H+30SO4	3	6,82667	X

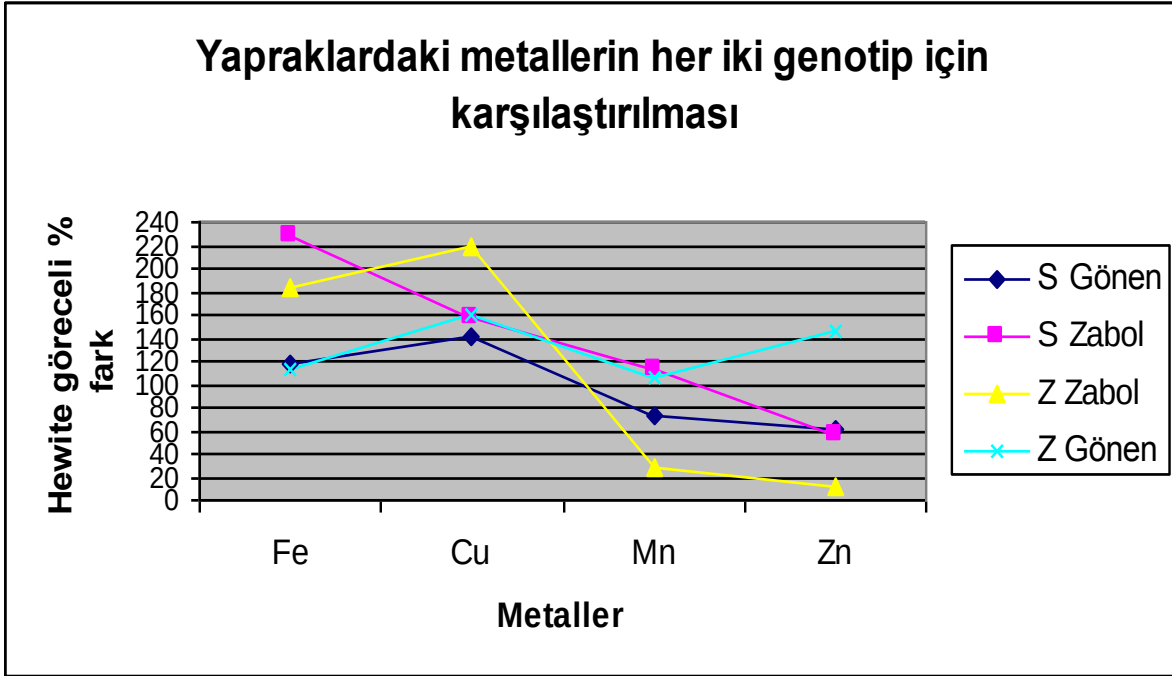
Çinko ve Mangan en farklı değişimleri gösteren elementler olmuştur. Sahra çözültisi ile beslenen yapraklardaki çinko ve mangan miktarları sırası ile Hewitt'e göreceli olarak %25 ve %40 bir azalma göstermiştir. Yaprakların büyüme ve fotosentetik aktivitelerinde herhangi bir stres faktörü yokken ve Zabol ve Sahra tozları ile Hewitt'e göreceli olarak daha fazla gelişmeler elde edilmişken çinko ve mangandaki bu farklılık dikkat çekmektedir. Saydam ve Şenyuva (2002) yaptıkları deney düzeneğinde Sahra toprağından indirgenmiş demir elde ederken deney düzenekleri içerisinde çözültideki çinko ve mangan miktarlarını da ölçmüşler ve bunların da indirgenmiş demir oluşumu sürecinde kil mineralinin yapısının bozulması neticesinde ortama çıktıklarını öne sürmüşlerdir. Ancak yaprağın Hewitt içerisindeki oranlara göreceli olarak sadece bu iki element özellikle tercih etmemesi, buna rağmen boy ve fotosentetik aktiviteler anlamında da gelişmesini başarı ile sürdürmüş olması kendi başına izlenmesi gereken bir konudur.

Çinko eksikliği ise yakın bir zamanda çok önem kazanmış ve bitkilere çinko verilerek gelişimin başarı ile sürdürülebileceği hakkında yayınlar ve uygulamalar mevcuttur. Orta Anadolu'nun birçok bölümünde yetişen buğdaylarda 1990'lı yılların başına kadar nedeni tanımlanamayan yapraklarda sararma, kahverengileşme ve büyümede sorun ortaya çıkıyordu. Nedenler arasında tuzluluk, yüksek sıcaklık, element eksikliği

sayılıyor olsa da sorunun kaynağı bulunamıyordu. Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Merkezinde Kalaycı (2008)'nin çalışmalarına göre buğdaya çinko, demir, mangan ekleyerek, deneyler yaparken çinkoyu kullandığında buğdayda gelişme performansı gösterdiği saptıyordu.

Bu saptama ve daha sonradan da Çakmak ve ark (1996) tarafından yapılan bir dizi çalışma sonucunda günümüzde 75 milyon dolarlık çinkolu gübre pazarının doğmasına ve buğdaydaki sorunların ortadan kalkmasına ve orta Anadolu'da yüzde yüze varan oranlarda verim artışı sonucunu getirmiştir. Günümüzde önce üretimi ve kullanımı söz konusu olmayan bir gübre bugün 300 bin ton üretilmeye başlanmıştır. Aynı Şekilde Mangan'ın da fotosentez için enzim aktivitesi, solunum ve nitrojen metabolizmasında önemli roller oynamakta olduğu bilinmektedir. Manganez eksikliği demir eksikliğine benzer olup, yeşil damarlı solgun genç yapraklar olarak karakterize edilir. İleri durumlarda, yapraklar beyazlaşır. Kahverengi, siyah yada gri lekeler damarlara bitişik olarak görülmektedir. Nötr ve alkalın topraklar genellikle eksiklik ortaya çıkar. Asit topraklarda ise toksiteye neden olacak Şekilde alımları artabilir.

Şekil 3.28'de görülebileceği gibi Zabol genotipi yaprakları Hewitte göreceli olarak bakırı %157, demiri ise %228 daha fazla depolamıştır. Zabol genotipi Sahradaki kadar olmasa da Zabol çözeltisinde demiri %184 bakırı ise %220 oranında daha fazla depolayabilmiştir. Zabol genotipi Zabol çözeltisi ile beslendiğinde gelişimini çok iyi yaptığı halde özellikle yapraklarındaki mangan ve çinko miktarlarında %28 ve %12 gibi bir eksiklik göstermiştir.



Şekil 4.28. Sahra ve Zabol Çözeltileri ile Beslenen genotipin % Olarak Metal Değişimi

Şekil 4.28’de Gönen 98 ve Zabol genotipinin çözelti tiplerine göre yapraklarındaki elementel dağılımı incelenmiştir. Bu beslenme şekillerinde genotiplere en yabancı olan çözelti Gönen 98 buğdayının Zabol çözeltisi ile beslenmesidir. Bir başka deyişle Zabol tozunun Anadolu’ya ulaşma ihtimali çok düşük olduğu için Gönen 98 tipi buğday için Zabol şartları en değişik ortamda beslenme şekli olmaktadır. Bu çözeltideki metallerin dağılımına bakıldığında bakır ve demirde Hewite göre fazlalık, çinko ve manganda ise Hewite göre eksiklik belirlenmiştir. Yukarıda da bahsedildiği gibi Sahra çözeltisi ile beslenen Gönen 98 genotipi buğdayın demir ve bakırı daha fazla özümlemesine karşın mangan ve çinkoyu özellikle yapısına almaması, ancak göresel olarak ta gelişimini başarı ile sürdürmesi hayli enteresandır.

Ancak aynı davranışı daha da uç değerlere taşıyarak gösteren yine Zabol genotipinin Zabol çözeltisi ile beslenmesinde elde edilmiştir. Yani her iki genotip te yüzyıllardır alıştıkları ortamda özellikle demir ve bakırı yapılarına almakta, çinko ve manganı ise kabullenmemektedirler. Halbuki çinko gübre olarak verildiğinde bitkide gelişimi pozitif yönde etkileyen bir element olarak literatüre geçmiştir.

İstatistiksel anlamda ANOVA testi ile değ erlendirilen sonuçlar arasında diğ er gruplara g ore her bir grup içerisinde en farklı olan iki grup belirlenmiştir. Buna g ore G onen 98 genotipi buğdayın en farklı gelişmeleri temel olarak s ulfat oranı değiştirilmiş ve Saydam   zeltisi olarak adlandırılan değiştirilmiş Hewitt çözeltisinde g osterdiği anlaşılmaktadır.

Zabol genotipinin ise özellikle Zabol toprağında en ideal büyümeyi g osterdiği ayrıca Saydam çözeltisinde de boy ve demir açısından olumlu cevaplar verdiği izlenmiştir. Yapraklardaki metaller açısından ise durum çok farklıdır. Genellikle demir ve mangan Saydam çözeltisinde daha olumlu sonuçlar verirken G onen 98 genotipinde Zabol toprağı, manganı, Zabol genotipinde ise Sahra   zeltisi demirin daha fazla depolanmasına neden olmuşlardır.

Her iki genotipte ise Bakır ve çinko çok değişik davranışlar sergilemiş, G onen98 genotipinde genelde hiç olumlu sonuç vermeyen Zabol ve %65 demir en iyi bakır ve çinko depolanmasına, Zabol genotipinde de %40 ve %65 demir arttırılmış Hewitt özellikle çinko depolanmasında olumlu sonuçlar vermiştir.

Çinko ve bakırın bu değişik davranışları incelenmeye değer konular olarak karşımıza çıkmaktadır.

G onen 98 genotipinde Saydam ve buna en yakın olan %20 demir arttırılmış Hewitt   zeltisi büyüme parametrelerine en olumlu etki anlamında sekiz defa karşımıza çıkarken Zabol genotipinde ancak dört kez en iyi sonuç veren çözelti olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu sonuçlar muhtemelen bitkilerin kendilerine etki eden tozlara karşı genetik adaptasyonuna hipotezimizi destekleyici bulgulardır.

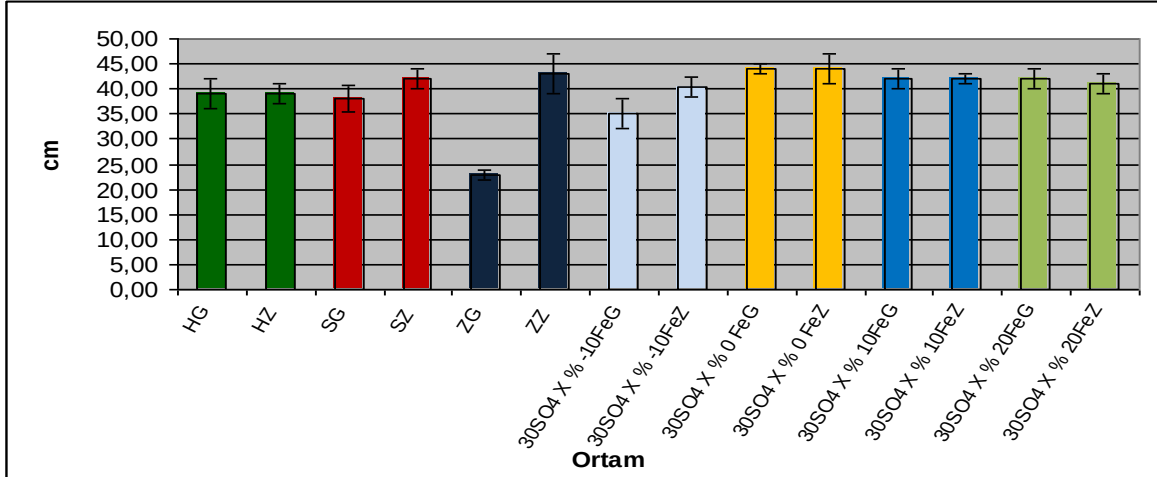
4.3. Denemenin Üçüncü Aşaması 30 Kat Sülfat ve Demir Oranında Değişiklik

4.3.1. Demir oranında değişiklik

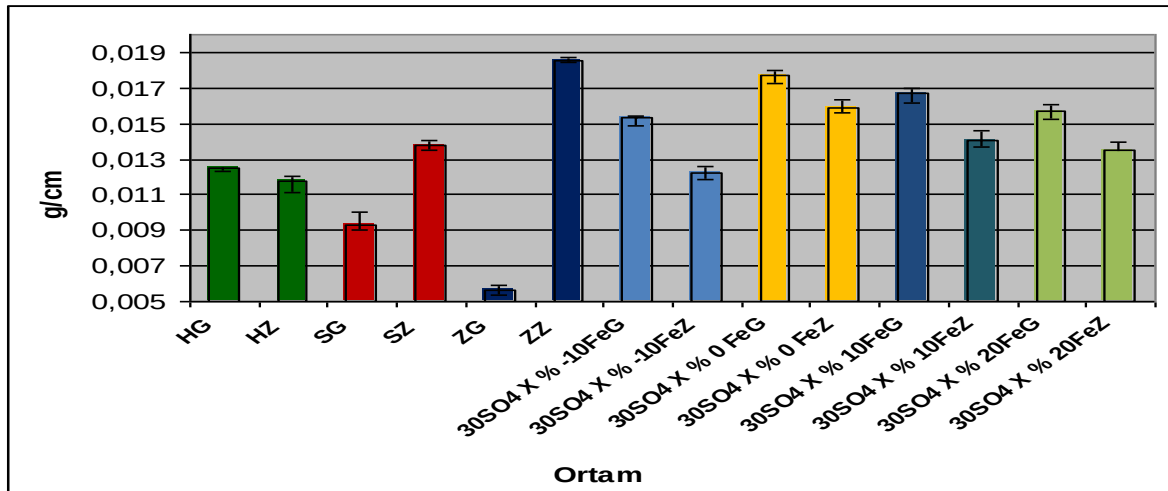
Denemelerin birinci aşamasında, Gönen 98 genotiplerinin değişik çözeltiler ile beslenmesi gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada Zabol genotipi de deney sürecine eklenmiştir. İkinci aşamada Sahra tozlarının bulut içerisinde güneş enerjisi ile giderek daha artan miktarlarda sülfat açığa çıkarması nedeni ile Hewitt besin çözeltisinin yanında önce Hewitt'in içerdiği sülfat ve demir oranlarında değişiklikler yapılarak bitkilerin davranışları incelenmiştir. Bu aşamaya kadar yapılan deneylerde Hewitt çözeltisindeki sülfat oranının 30 kat artırımı ile Hewitt çözeltisinden istatistiksel olarak daha iyi sonuç alınması nedeni ile denemenin III. aşamasında Hewitt'te yapılan 30 kat sülfat artışı sabit tutulmuş, ve sadece demirin değişik konsantrasyonlarının bitki üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla Hewitt bitki besin çözeltisinin bileşimin sülfat 30 kat olarak sabit tutulmuş daha hassas sonuç elde edebilmek amacıyla değiştirilen demir oranları daha önce denenen ve %20,30,40 ve 65 olarak değişen demir oranlarından elde edilen sonuçlara dayanılarak; (eksi) - %10, %0, +%10 ve +%20 olarak hesaplanmış ve bu karışımların bitki büyüme parametrelerine olan etkileri araştırılmıştır. Buradaki %0 ifadesi Hewitt çözeltisinde orijinal olarak bulunan demiri anlamında kullanılmıştır. Bir başka ifade ile %0 Hewitt çözeltisinin orijinal oranındaki demir kadar demir içermektedir.

Denemeler diğer tüm denemelerde olduğu gibi her uygulama grubunda 6'şar adet bitki seçilerek bitki kök boğazından sürgün ucuna kadar olan uzunlukları, yaş ve kuru ağırlıkları, fotosentetik parametreleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir.

Karşılaştırmalar önce bitkinin boy, yaş kuru ağırlığı, yapraktaki bir santimetr ağırlık ve fotosentetik parametre olarak ta klorofil ve karotenoid miktarı ölçülerek yapılmıştır (Şekil 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34 ve 4.35).



Şekil 4.29. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde boydaki değişim. LSD%5



Şekil 4.30. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde bir santimetredeki ağırlık değişimi. LSD%5

Değişik besin çözeltileriyle büyütülen 2 buğday genotipinde fiziksel parametrelerdeki verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4,21 ve 4.22. 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki Fiziksel Değişimler

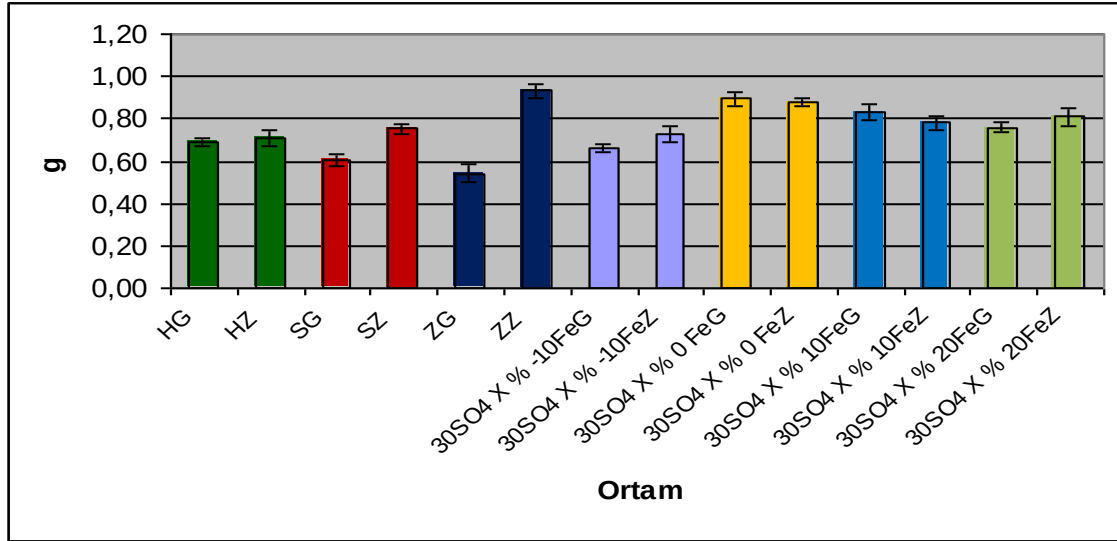
<u>Parametreler</u> Çözeltiler	Bitki Boyu	BitkiYaş Ağırlığı	BitkiKuru Ağırlığı	Bir Santimetrede Yaş ağırlık
H	39,00±0,57	0,69±0,09	0,06±0,003	0,012±0,00
S	38,00±0,84	0,60±0,12	0,05±0,007	0,010±0,00
Z	23,00±0,75	0,54±0,16	0,05±0,009	0,005±0,00
30SO4 X %-10Fe	35,00±1,33	0,66±0,09	0,06±0,010	0,015±0,00
30SO4 X % 0Fe	44,00±0,66	0,89±0,05	0,07±0,005	0,017±0,00
30SO4 X % 10Fe	42,00±0,57	0,83±0,07	0,07±0,006	0,016±0,00
30SO4 X % 20Fe	42,00±0,88	0,76±0,14	0,06±0,002	0,015±0,00
	(P≤0,05): 0,7	(P≤0,05): 0,48	(P≤0,05): 0,13	

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır

Çizelge 4.22. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki Fiziksel Değişimler

<u>Parametreler</u> Çözeltiler	Bitki Boyu	BitkiYaş Ağırlığı	Bitki Kuru Ağırlığı	Bir Santimetrede Yaş ağırlık
H	39,00±0,77	0,71±0,06	0,06±0,003	0,0118±0,00
S	42,00±0,69	0,75±0,09	0,06±0,005	0,0138±0,00
Z	43,00±0,78	0,93±0,13	0,08±0,005	0,0185±0,00
30SO4 X % -10Fe	40,00±0,94	0,73±0,16	0,06±0,001	0,0122±0,00
30SO4 X % 0Fe	44,00±0,89	0,88±0,12	0,07±0,004	0,0159±0,00
30SO4 X % 10Fe	42,00±0,66	0,78±0,07	0,07±0,003	0,0141±0,00
30SO4 X % 20Fe	41,00±0,77	0,81±0,05	0,07±0,005	0,0135±0,00
A.Ö.F.	(P≤0,05): 0,7	(P≤0,05): 0,48	(P≤0,05): 0,13	

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır



Şekil 4.31. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde yaş ağırlık değişimi. LSD%5

Değişik besin çözeltileriyle büyütülen 2 buğday genotipinde pigment miktarındaki değişimler verilerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4,23 ve 4.24 'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki Pigment Miktarındaki Değişimler

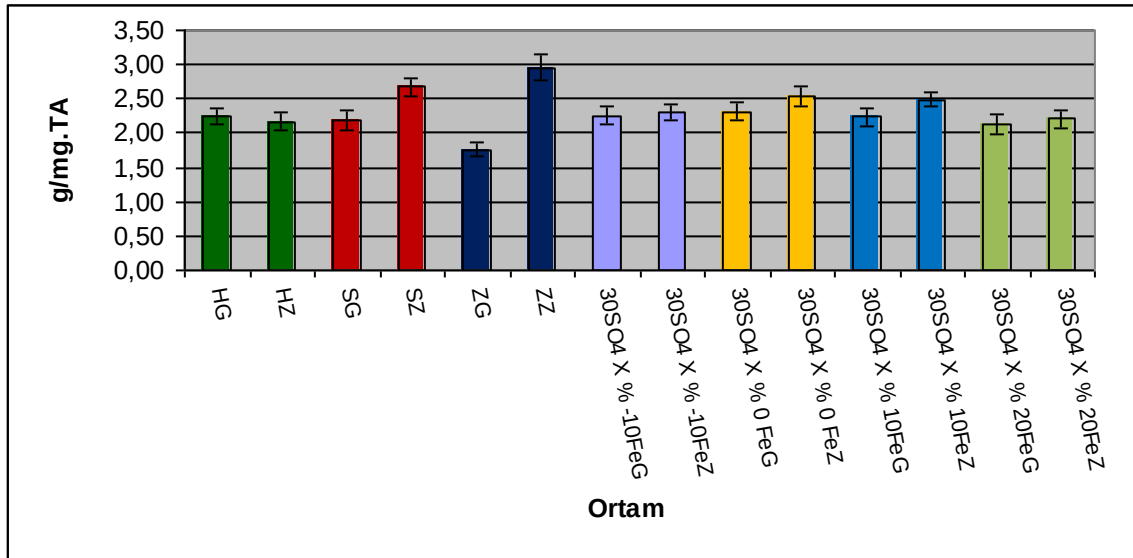
Parametreler	KI-A	KI-B	KI-A+B	Karotenoid
Çözeltiler				
H	2,24±0,07	0,56±0,01	3,36±0,07	0,16±0,03
S	2,19±0,12	0,53±0,01	3,25±0,04	0,13±0,01
Z	1,76±0,08	0,54±0,04	2,84±0,05	0,53±0,01
30SO4 X % -10Fe	2,26±0,03	0,58±0,02	3,42±0,01	0,15±0,02
30SO4 X % 0Fe	2,31±0,08	0,61±0,01	3,53±0,10	0,09±0,03
30SO4 X % 10Fe	2,24±0,05	0,77±0,07	4,08±0,06	0,13±0,01
30SO4 X % 20Fe	2,12±0,07	0,60±0,03	3,32±0,07	0,17±0,06
A.Ö.F.	(P≤0,05): 0,41	(P≤0,05): 0,11	(P≤0,05): 0,52	(P≤0,05): 0,13

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır

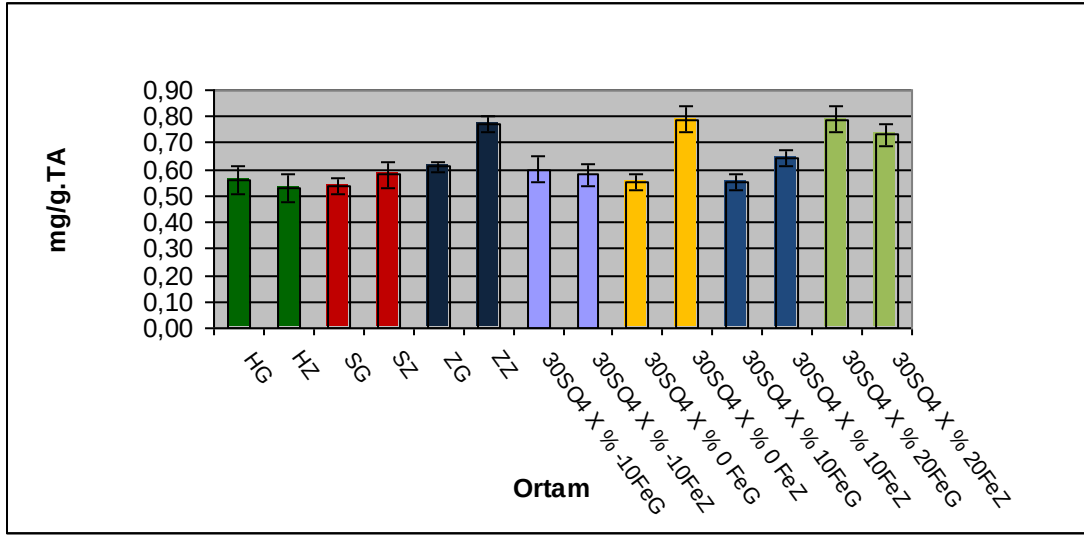
Çizelge 4.24. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki Pigment Miktarındaki Değişimler

Parametreler	KI-A	KI-B	KI-A+B	Karotenoid
Çözeltiler				
H	2,17±0,07	0,58±0,07	3,33±0,05	0,18±0,02
S	2,68±0,09	0,55±0,06	3,78±0,02	0,12±0,01
Z	2,96±0,12	0,79±0,02	4,54±0,07	0,15±0,02
30SO4 X % - 10Fe	2,30±0,17	0,55±0,01	3,40±0,02	0,19±0,03
30SO4 X % 0Fe	2,53±0,08	0,64±0,02	4,22±0,02	0,16±0,04
30SO4 X % 10Fe	2,49±0,03	0,79±0,06	4,07±0,01	0,11±0,01
30SO4 X % 20Fe	2,21±0,12	0,73±0,3	3,67±0,07	0,17±0,02
A.Ö.F.	(P≤0,05): 0,41	(P≤0,05): 0,11	(P≤0,05): 0,52	(P≤0,05): 0,13

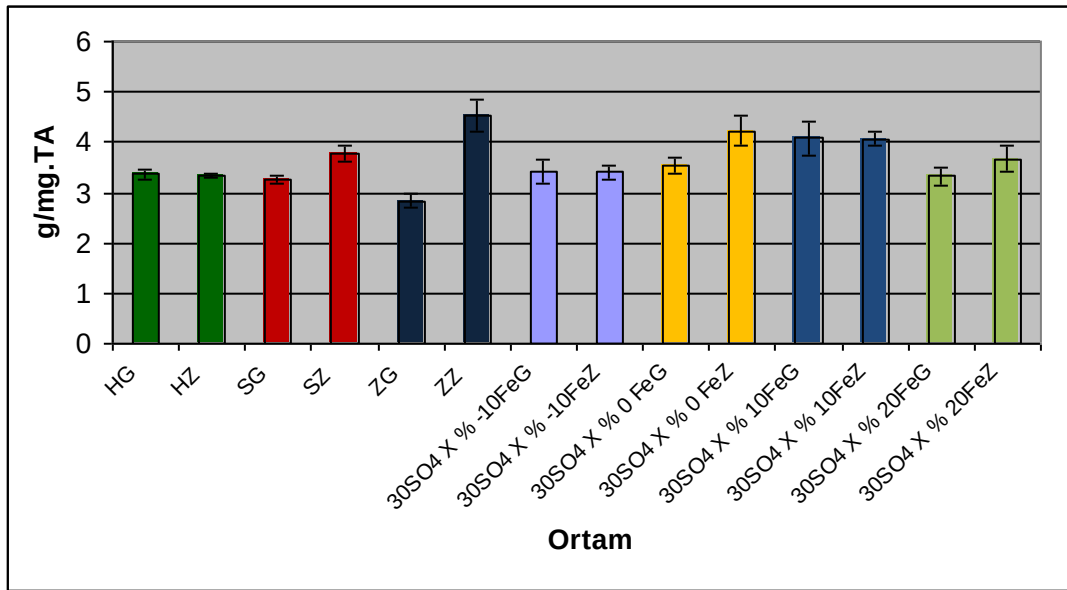
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır



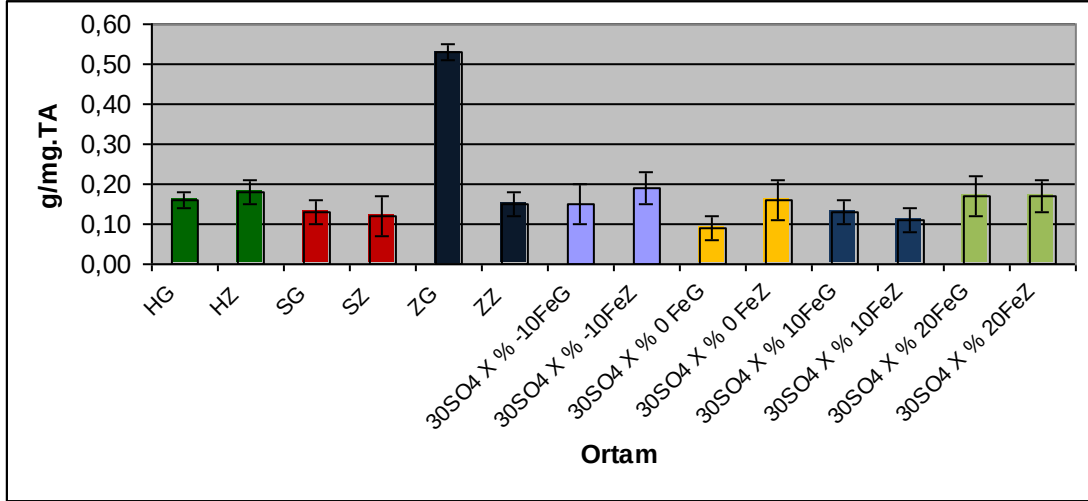
Şekil 4.32. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Klorofil-A değişimi. LSD%5



Şekil 4.33. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Klorofil-B değişimi. LSD%5



Şekil 4.34. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Klorofil-A+B değişimi. LSD%5



Şekil 4.35. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Karotenoid değişimi. LSD%5

Gönen 98 genotipi için Hewitt, 30 kat Sülfatı arttırılmış Hewitt ve farklı demir içerikleri karşılaştırıldığında belirgin bir artış görülememiştir.

Çözeltideki demir oranındaki değişikliklerin klorofil üzerinde de önemli bir etkisi olmamış. Ancak bitkinin boy, yaş ve kuru ağırlığında ilave demir ile % 15 lik bir artış sağlanabilmektedir.

Karotenoid içeriklerinde olan artışların da klorofil üzerindeki olumsuz etkiden oluştuğu ve bitkilerdeki klorofil azlığının karotenoid oranlarını arttırarak kompanse edildiği bilinmektedir.

Zabol genotipi ile Hewitt çözeltisi arasındaki temel uyumsuzluk burada da kendini göstermiştir. Bitkilerin taze ağırlığında sağlanan %5-10 luk artışların ise ne kadar önemli olabileceği kuşkuludur. Bitkilerin karotenoid miktarlarındaki değişim de yine klorofil içerikleri ile ters oranlarda değişim göstermektedir .

4.3.2. Bitki yaprağında metal analizi (ppm)

30 kat sülfat ilave edilmiş Hewitt ve farklı oranlarda demir içeren çözeltilerde beslenen bitkilerin yapraklarında da metal analizleri yapılmıştır. Deneyleri başlamadan önce ölçülmesi gereken metallerin kalibrasyon eğrileri belirlenmiş ve r^2 değerleri hesaplanmıştır. r^2 değerleri demir, bakır, mangan ve çinko için sırayla; 0,998928, 0,999914, 0,998762 ve 0,991913 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar her iki genotip için Çizelge 4.25 ve 4.26'da verilmiş, 30 kat sülfat katkılı Hewitt ve farklı demir içeren çözeltilerde beslenen Gönen 98 Genotipi buğday yapraklarındaki metalleri ölçülmüştür.

Çizelge 4.25. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki Metal İçeriğindeki Değişimler

Parametreler	Fe	Zn	Mn	Cu
Cözeltiler	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
H	8,53±0,005	4,90±0,001	3,71±0,001	10,83±0,005
S	10,07±0,007	3,06±0,003	2,75±0,003	15,41±0,003
Z	9,66±0,005	7,18±0,005	3,88±0,001	17,19±0,007
30SO4 X % -10Fe	10,08±0,001	2,64±0,001	2,14±0,001	11,65±0,001
30SO4 X % 0Fe	11,83±0,007	1,60±0,001	2,06±0,003	12,69±0,002
30SO4 X % 10Fe	11,79±0,005	2,24±0,002	2,23±0,004	12,65±0,003
30SO4 X % 20Fe	8,19±0,003	2,99±0,001	2,94±0,001	11,67±0,005
Buğday yaprağında Metal İçeriği	1-30	15-70	1-35	5-25
A.Ö.F.	(P≤0,05): 0,73	(P≤0,05): 0,39	(P≤0,05): 0,35	(P≤0,05): 0,86

*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.26. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki Metal İçeriğindeki Değişimler

Parametreler	Fe	Zn	Mn	Cu
Çözeltiler				
H	6,29±0,001	3,41±0,001	5,23±0,002	14,53±0,005
S	14,32±0,005	1,91±0,003	5,88±0,001	22,78±0,002
Z	11,60±0,003	0,40±0,002	1,45±0,002	31,97±0,007
30SO4 X % -10Fe	6,99±0,002	3,44±0,001	2,99±0,001	14,97±0,001
30SO4 X % 0Fe	9,67±0,001	3,20±0,001	2,44±0,003	15,09±0,002
30SO4 X % 10Fe	9,61±0,005	3,78±0,003	2,87±0,001	18,65±0,003
30SO4 X % 20Fe	7,19±0,001	3,90±0,003	3,75±0,001	16,09±0,001
Buğday yaprağında Metal İçeriği	1-30	15-70	1-35	5-25
A.Ö.F.	(P≤0,05): 0,73	(P≤0,05): 0,39	(P≤0,05): 0,35	(P≤0,05): 0,86

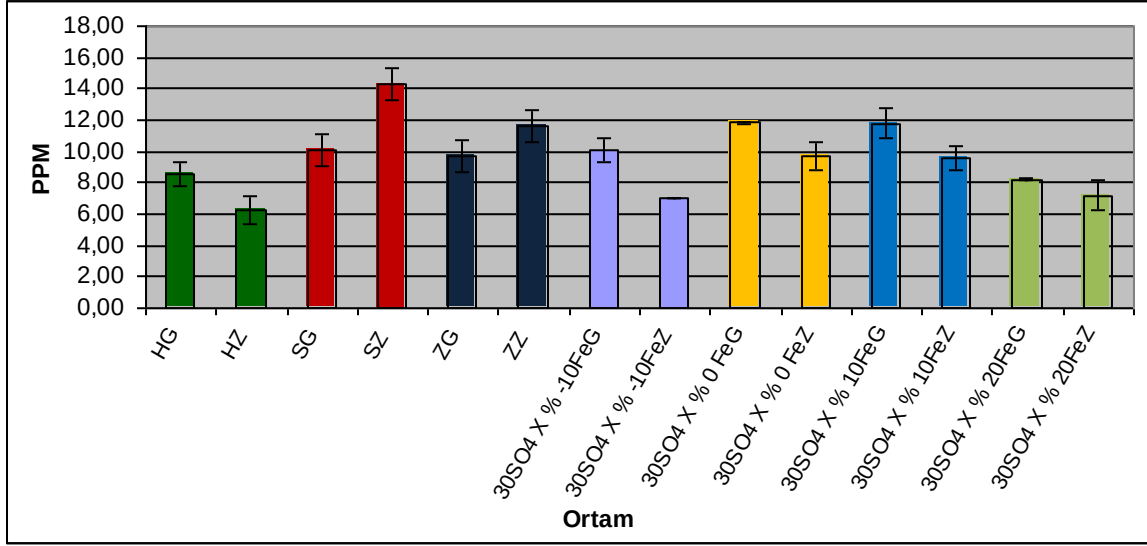
*Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır

Çizelge 4.27’de 30 kat sülfat katkılı Hewitt ve farklı demir içeren çözeltilerde beslenen Gönen 98 ve Zabol Genotipi buğday yapraklarındaki metallerin 30 kat sülfatı artırılmış Hewitt’e göre % farklılıkları belirlenmiştir.

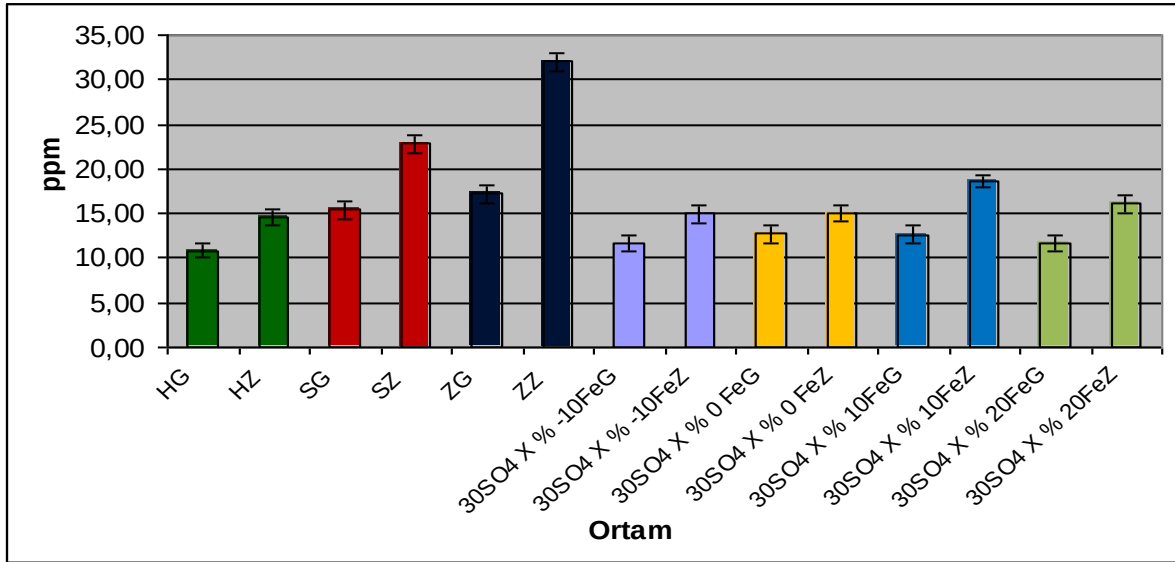
Çizelge 4.27. Değişik Çözeltilerle Beslenen Bitkiler ile Saydam Çözeltisi ile Yetiştirilenlere Göre Metal % Farkı

Farklı Uygulamalar	Fe		Cu		Mn		Zn	
	Gönen98	Zabol	Gönen98	Zabol	Gönen98	Zabol	Gönen98	Zabol
% -10Fe	85%	72%	92%	99%	104%	123%	165%	108%
% 0 Fe	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
% 10Fe	100%	99%	100%	124%	108%	118%	140%	118%
% 20Fe	69%	74%	92%	107%	143%	154%	186%	122%

Bu denemede elde edilen sonuçlar her iki genotip için Şekil 4.36’de 30 kat sülfat ilave edilmiş Hewitt ve farklı demir içeriklerinde büyütülmeleri sonucunda 30. günde elde edilen yaprak metal içerikleri dağılımı verilmektedir.



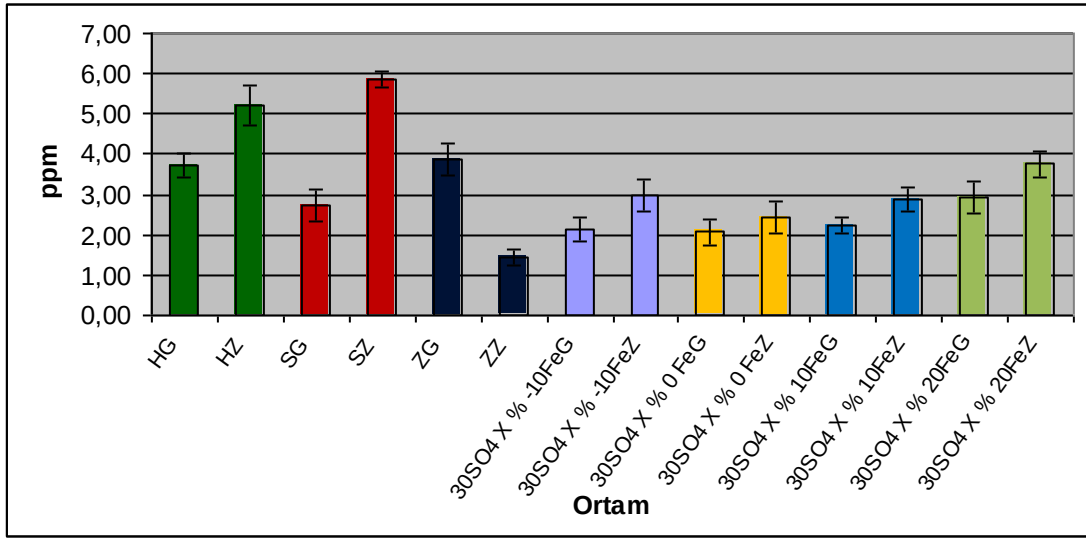
Şekil 4.36. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Demir Oranındaki Değişim. LSD% 5



Şekil 4.37. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Bakır Oranındaki Değişim. LSD% 5

Bitkiler 30 kat 'lık sülfat artışı olan çözeltilerde olumlu gelişmeler gösterirken bu çözeltiliye yapılan demir ilavelerini kabul etmemişlerdir. Demir oranındaki artışa rağmen yapraklardaki demir içeriği artan oranlarda azalmıştır. Bakır genelde bir azalma eğilimi göstermesine rağmen Gönen 98 genotipi bakıra karşı belirgin bir

farklılık göstermemiştir. Keza mangan da bir oranda aynı davranışa da demir oranlarındaki %10 ve 20 lik artış sonrasında yapraklardaki miktarını aynı oranlarda arttırmıştır. Çinko ise tamamen farklı bir davranış şekli göstermiş ve seçici olarak demirin her oranında yapraktaki miktarını arttırmıştır. Demirin %10 azaltılması halinde çinko oranlarında %60 a ulaşan artış görülmüştür. Bu durum Gönen 98 tipi buğdayın Çinko ve Mangana karşı duyarlı olduğunu göstermektedir.

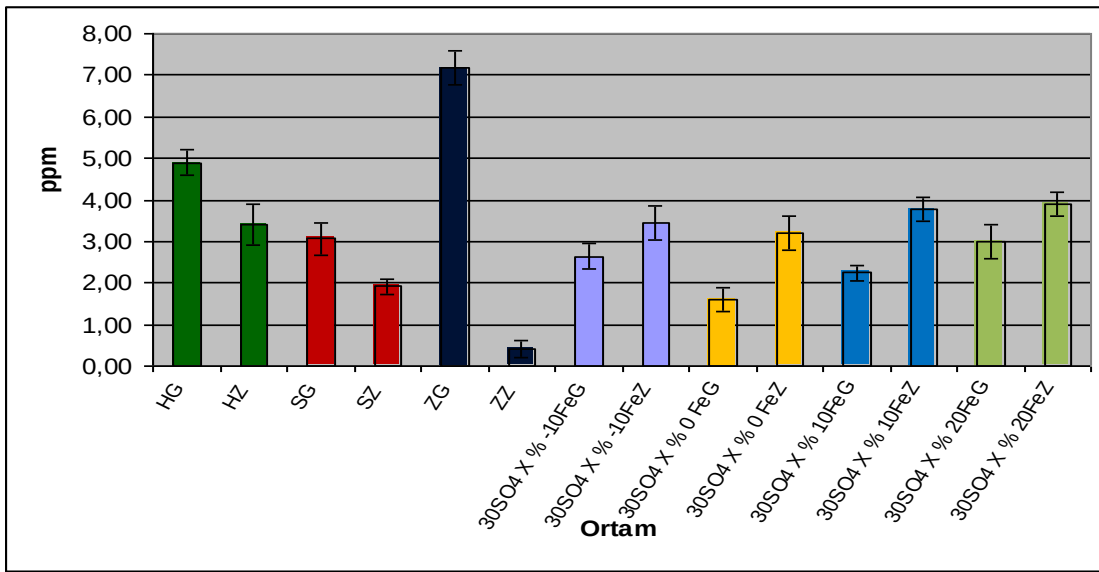


Şekil 4.38. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Mangan Oranındaki Değişim. LSD% 5

Aynı uygulamalar Zabol genotipinde de yapılmış ve 30. gün sonunda elde edilen yaprakların metal içeriklerinde 30 kat sülfat ilave edilmiş Hewitt'e göreceli olarak Şekil 92'de verilen değişimler izlenmiştir.

Değişimler demir için yine Gönen 98 genotipindeki gibi hep negatif yönlerde olmuş ve demir oranlarındaki artış yapraklardaki Fe miktarında %30 a varan azalmalara neden olmuştur. Bakır demirdeki değişimlere özellikle de % 10 demir artışında pozitif yönden cevap vermiş olsa da artan demir oranlarında yapraklarda belirgin bir fark izlenememiştir. Keza aynı olgu Çinko için de geçerlidir. Artan ve eksiltelen demir oranları yapraklardaki çinko miktarını devamlı pozitif yönde etkilemiş ve %20 demir

artışı yapraklarda %20 çinko artışına neden olmuştur. Gönen 98 tipinde en fazla değişim gösteren çinko Zabol genotipinde etkisini Mangan üzerinde göstermiş artan ve eksilen demir oranları yapraklardaki mangan üzerinde çok etkili olmuştur. Demirin %20 arttırılması yapraktaki mangan miktarının %55 artışına neden olmuştur. Ancak neden Gönen 98 tipinde çinkonun Zabol genotipinde ise Manganın bu Şekilde değişen oranlarda farklılaştığı anlaşılamamıştır. Ancak dikkat çeken olgu değişimlerin en büyük oranlarda çinko ve mangan üzerinde yoğunlaşmış olması olmuştur (Şekil 4.36, 4.37, 4.38 ve 4.39).



Şekil 4.39. Farklı besin ortamlarının 30 günlük bazı buğday çeşitlerinde Çinko Oranındaki Değişim. LSD% 5

İncelenen özellikler arasındaki korelasyon analizlerinin sonuçlarına da bakıldığında Gönen 98 genotipinde boy, yaş ve kuru ağırlıkta, klorofil A, B ve A+B'de olumlu etkisi varken karotenoid, bakır, mangan ve çinkoda ise ters bir ilişki söz konusu olmuştur. Nitekim yaş ağırlık, kuru ağırlık ve klorofil A da aynen boy gibi etkiler göstermiştir (Ek'te Çizelge 4.32).

Karotenoid açısından ise boy, ağırlık, klorofil A ve A+B artışları ile birlikte karotenoid miktarları düşmekte ve bakır, mangan ve çinkoda artış görülmüştür.

Bitkilere geçen demir miktarı ile mangan ve çinko arasında ters orantı görülmüştür. Yine bitkilerdeki boy, ağırlık ve klorofiller artışıyla birlikte bakır miktarındaki düşüşler meydana gelmiştir. Ancak karotenoid ve çinko artışlarıyla bakır arasında korelasyon mevcuttur. Klorofil ve karotenoid arasında olan ters bağlantı aynen bakır ve çinko arasında da izlenmiştir ve bunun da incelenmesi gerekmektedir.

Mangan ve çinko aynı özellikler göstererek büyüme parametreleri ve klorofil miktarlarıyla ters ilişkileri görülmüştür.

Zabol genotipi ile yetişen bitkilerde incelenen özellikler arasındaki korelasyon bakımından ise, bitki boyu ile tüm parametreler arasında pozitif ilişki görülmüş, fakat mangan ile çinko ile her hangi bir ilişkisi bulunamamıştır.

Tüm klorofiller ile diğer parametreler arasında pozitif ilişki görülmüşken, karotenoid, mangan ve çinko ile her hangi bir olumlu korelasyon bulunamamıştır.

Demir ve bakır ile diğer parametreler arasındaki korelasyon bakıldığında çinko hariç tüm parametrelerle pozitif ilişkisi belirlenmiştir.

Mangan ve çinko ise tüm büyüme parametreleri ve tüm klorofiller ile ters korelasyon içinde olduğu belirlenmiştir (Ek'te Çizelge 33).

4.3.3. Bitki yaprağında TOC ve TON miktarı

Değişik besin çözeltileriyle yetişen bitkilerin yaprak örneklerinde bulunan çözünmüş Toplam Organik Karbon (Total Organic Carbon-TOC) ve Toplam Organik Azot (Total Organic Nitrogen-TON) seviyeleri Teledyne Tekmar cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Gönen 98 genotipi Sahra çözeltilerinde Hewitt ve Zabol çözeltilerine göre daha iyi sonuç vermiştir. 30 SO₄ X %0 Fe'li Hewitt veya Sahra çözeltisi uygulanan bitkilerde diğerlerine nazaran daha fazla olarak belirlenmiş olmakla beraber Sahra çözeltilerinden elde edilen TOC miktarından daha fazla TOC de elde edilememiştir. Toplam organik azot miktarı ise Gönen 98 Genotipinde 30 SO₄ X %10 Fe çözeltisiyle beslenen

bitkilerde istatistiki açısından diğerkere göre daha farklı ve miktar olarak daha fazla olduğu belirlenmiş (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Gönen 98 genotipindeki TOC ve TON Değişimleri

<u>Parametreler</u> Çözelti	Bitkide TOC (ppm)	Bitkide TON (ppm)
H	53,63±0,26	0,24±0,01
S	61,87±0,41	0,27±0,03
Z	28,08±0,23	0,15±0,04
30SO₄ X % -10Fe	55,89±0,41	0,26±0,01
30SO₄ X % 0Fe	59,81±0,33	0,31±0,03
30SO₄ X % 10Fe	57,29±0,29	0,39±0,07
30SO₄ X % 20Fe	49,10±0,11	0,29±0,00

Çizelge 4.29. Değişik Çözeltiler Kullanılmasıyla Zabol genotipindeki TOC ve TON Değişimleri

<u>Parametreler</u> Çözeltiler	Bitkide TOC (ppm)	Bitkide TON (ppm)
H	57,02±0,18	0,27±0,01
S	65,26±0,46	0,30±0,04
Z	31,47±0,22	0,45±0,00
30SO₄ X % -10Fe	59,27±0,34	0,29±0,03
30SO₄ X % 0Fe	63,19±0,45	0,34±0,01
30SO₄ X % 10Fe	60,67±0,25	0,42±0,01
30SO₄ X % 20Fe	52,49±0,19	0,33±0,07

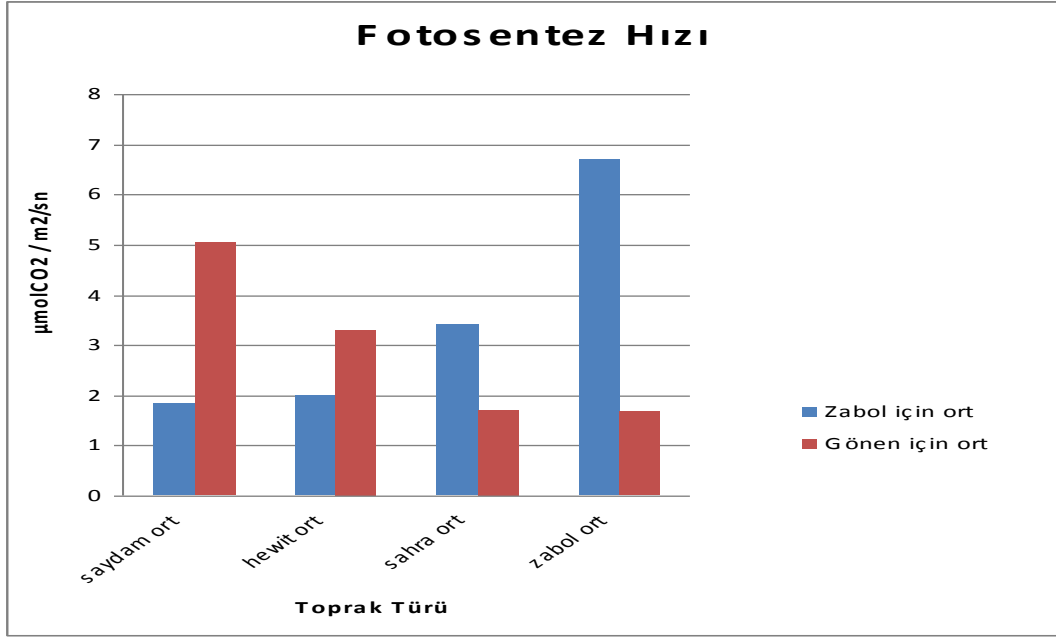
Göner 98 genotipi buğdayın TON değerkleri de Sahra çözeltisi ile Hewitt ve Zabol çözeltilerine göre daha iyi sonuç vermiştir. TON değerklerinin de tek başına Sahra çözeltisi ile fazla olması Sahra çözeltisinin bitki üzerindeki etkisini göstermesi açısından önemli bir sonuçtur. TOC değerklerinin aksine, 30 SO₄ X %0 Fe çözeltisi

Sahra çözültisinden daha fazla TON değerine ulaşmış ve demirin %10 arttığı çözültide de TON miktarı en üst seviyelere çıkmıştır. Yani bitki demir artışına belirli oranlara kadar TON miktarını arttırarak cevap vermiştir (Çizelge 4.29).

TOC bakımından Zabol Genotipinde Sahra, 30 SO₄ X %0 Fe, 30 SO₄ X %10 Fe ve 30 SO₄ X - %10 Fe çözültiyle büyüyen bitkiler istatistiki olarak aynı seviyede bulunmuştur. Zabol ve 30 SO₄ X %10 Fe çözültileriyle yetiştirilen bitkilerdeki istatistiksel olarak diğer solüsyonlara göre daha fazla TON içerdiği belirlenmiştir.

4.3.4. Fotosentez Hızları

Bitki fotosentez hızları bakımından Deneme sırasında, Gönen 98 genotipi ile yetişen bitkiler için sırasıyla, Saydam, Hewitt, Sahra ve Zabol besin çözültileri, Zabol genotipi ise elde bu sıra sırasıyla, Zabol, Sahra, Hewitt ve Saydam besin çözültileri olarak etkili olmuştur. Bundan alınan önemli sonuç ise, “Her bitki ve tohum yıllarca maruz kaldığı toprağa genetik olarak adapte olmasından dolayı daha sağlıklı ve daha verimli büyümesi”, hipotezine uyum göstermiştir. Elde edilen sonuçlar bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlık, bitkinin bir santimetresindeki yaş ağırlığı, bitkideki değişik klorofil A, B, A+B ve karotenoid ölçümleri, bitkiye geçen demir, bakır, çinko ve mangan elementleri, bitki yapısındaki TOC ve TON ve nihayet bitkideki fotosentez hızı da bu sonuçları hem sayısal hem de fotoğraflarla doğrulamakta olduğunu göstermiştir. Yine Saydam (2008)’in hipotezine göre, Gönen 98 genotipi ile yetişen buğdaylar yıllarca Sahra toz kütlesine ve yapay olarak elde edilen Hewitt bitki besin maddesine ve Sahra kompozisyonunu taklit edilerek elde edilen Saydam bitki besin maddesine maruz kalındığında en iyi sonuçları gösterirken, Zabol bölgesindeki tozların etkisinde kalmadığından en zayıf gelişmeyi göstermiştir. Buna tam tersi olarak Zabol genotipiyle yetişen buğdaylar hem Sahra ve hem de Zabol tozlarını yıllarca tanınmasından ve genetik olarak adapte olmasından dolayı her iki besin maddesine olan Sahra ve Zabol bitki besin maddeleri Hewitt ve Saydam bitki besin maddelerine nazaran istatistiki olarak daha etkili olmuştur (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Bitkide Fotosentez Hızını Gösteren Diyagram

4.3.5. Bin tane tohum ağırlığının ölçülmesi

Bu tez çalışması kapsamında yetiştirilen buğdaylar mecburen perlit ortamında yetiştirilmiş ve böylece her bir saksıya sadece ilave edilen çözeltilerin bitki üzerindeki etkisinin araştırılması yapılmıştır. Denen tür buğday olduğu için üçüncü aşamada yetiştirilen türler saksıda bırakılmış ve buğdayın başak evresine kadar gitmesi sağlanmıştır. Başaklar doğal ortamda kurumaya bırakılmış ve elde edilen taneler toplanmış, ve tartılmıştır.

Buğday ticari anlamda ağırlık olarak ifade edildiğinde 1000 tane ağırlığı baz alınmaktadır. Tanenin ağırlık, dolgunluk, cılızlık durumu ve un verimi hakkında fikir vermesi bakımından önemlidir. Tane boyutları ve içerikleri elbette tür ve çeşide, iklime, yetiştirilme şartlarına göre değişir. Bu değişik olgulara karşı yine de perlit ortamında elde edilen buğdayların ağırlıkları 10 tane olarak hesaplanmış ve literatür değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ticari uygulamalarda 15 gram buğdayın alınıp sayılması ile yapılan bu işlem bu tezde yeterli sayı olmadığı için 10 adet buğday tanesi sayılarak ve hassas terazide tartılarak yapılmıştır.

Türkiye’de ıslah için yetiştirilen buğdayların 1000 tane ağırlığı en az 30 g en çok 48 g bulunmuştur. Bu tezde kullanılan çözeltilerden elde edilen buğdayların 1000 tane gram olarak ağırlığı olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Yetiştirilen Bitkilerinin 1000 tane Tohum Ağırlığı

Çözeltiler	Gönen98 Genotipi(gm)	Zabol Genotipi(gm)
Saydam	45	30
Hewitt	42	35
Sahra	39	40
Zabol	27	46

Bu çalışmada elde edilen tane ağırlıkları ortalama değerler ile de uyumludur. Gönen 98 genotipi buğdaylarda Hewitt besin çözeltisi ile 42 gram ortalama ağırlık elde edilmiş olması, Sahra çözeltisi ile bu ağırlığa %93 oranında yaklaşılması ve Saydam çözeltisi ile de %7 daha olumlu sonuç alınması ve bu ağırlığın da şimdiye kadar denene ıslah türleri içerisinde elde edilen 48 gram ağırlığa yaklaşması dikkat çekicidir. Gönen 98 genotipinin Zabol çözeltisi ile yetiştirilmesi sonucunda elde edilen tanelerin Hewitt ile sağlanan tane ağırlığına göre %36 daha düşük bir ağırlıkta olması da bu tezden elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Zabol genotipinde ise Hewitt ile sağlanan 35 gram ağırlık en ideal koşulları sağladığımız nedeni ile 100 kabul edilir ise Sahra çözeltisi ile ulaşılan 40 gram ağırlık ile Hewitt %14 geçilmiş olmaktadır. Burada asıl önemli olan nokta ise Zabol genotipinin Zabol çözeltisi ile 46 gram gibi sadece toprak kullanılarak rekor bir ağırlığa ulaşmış olması, Hewitt çözeltisini %31 geçmiş olmasıdır. Zabol genotipinin Zabol toprağı ile verdiği tane ağırlığı ile ulaşılan ortalama ağırlık değerinin Türkiye’de ıslah çeşidi buğdaylarda 1000 tane ağırlığının en az 30 g en çok 48 g bulunmuş olması gerçeğı ile karşılaştırıldığında ne kadar da önemli olduğu bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlar tezin amaçlarına ulaşıldığının bir başka göstergesidir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada atmosfer yoluyla taşınan değişik kaynaklı toprakların ve Hewitt besin çözeltisinin, farklı iki buğday genotipinin büyüme ve gelişmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneylerde kullanılan çözeltilerinin morfolojik ve biyokimyasal parametrelerdeki değişimler istatistiki olarak hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmaların sonucunda Gönen 98 genotipi buğdayın sülfatça zenginleştirilmiş olan Hewitt çözeltisinde (Saydam çözeltisi) ve Sahra toprağı ile en sağlıklı gelişmeyi gösterdiği saptanmıştır. Zabol genotipi ise en sağlıklı gelişmeyi Zabol toprağı çözeltisinde göstermiştir. Zabol toprağının indirgenmiş demir içeriğı Sahra toprağından daha fazla olmasına rağmen Gönen 98 genotipi buğday Zabol toprağında çok zayıf bir gelişme göstermiştir. Çeşitler arasındaki bu fark Saydam(2008)'ın görüşü, olan her bitki yüz milyon yıllarca maruz kaldığı toprağına genetik olarak o ekolojiye uyum gösterdiği hipotezi ile açıklanmıştır. Sonuçlarımıza paralel olarak sülfatın bitki yetiştirme sırasında toksik olmadığı, tam aksine bitkinin olumlu gelişimine katkısı olduğu gösterilmiştir.

Çalışma sırasında kullanılan Saydam bitki besin çözeltisinde var olan sülfat değişik formlarda ve özellikle 30 kat artırılmış Na_2SO_4 bulunmaktadır ve şimdiye kadar sanıldığı üzere belirli miktarlardan sonra uygulanan SO_4 toksit olarak bitkide olumsuz yan etkileri yaratmaktadır (Kacar, 2002). Benzer olarak Yücekutlu(2004), Sahranın da içeriğinde bulunan ve ölçülen miktarı ile toksik etki yapması gereken sülfatın yetiştirilen buğday bitkisi üzerinde hiçbir olumsuz etkisi olmadığını göstermiştir.

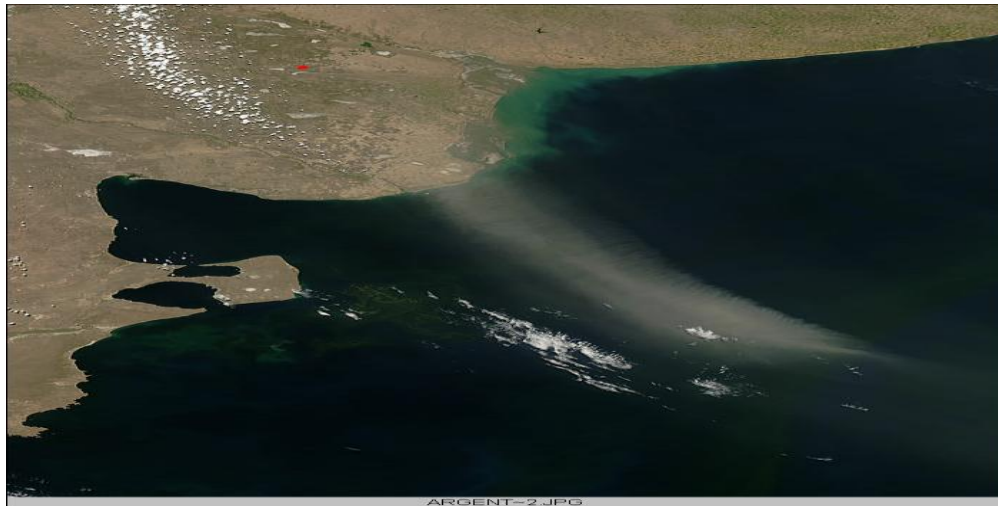
Bitkilerde ölçülen her türlü büyüme parametresinin sadece sodyum sülfat ilavesi ile bileşimi değiştirilen Hewitt çözeltisi ile geliştirilmiş olması bu çözeltinin patent ile korunmasını gündeme getirmiştir. Bu amaçla Türk Patent Enstitüsüne başvuru yapılmıştır.

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında yerkürede atmosferik yollar ile taşınan tozların bitki gelişimi üzerinde önemli etkileri olabileceği gösterilmiştir.

Toz kaynakları yerkürede özellikle karaların daha çok olduğu kuzey yarımkürede toplanmıştır. Sahra bilinen en büyük toz kaynağı olmakla beraber Gobi, Taklamakan Meksika Çölleri gibi diğer bazı büyük kaynaklar da kuzey yarımkürede etkili olmaktadır. Büyüklük açısından diğerlerine göreceli olarak çok küçük olan İran'ın Zabol ve Afganistan'ın Farah bölgesi tozları dahi alıcı ortam üzerinde etkili olabilmektedir. Bu bölgeden kalkan tozların bulut ile temas etme olasılıkları diğer bölgelere göreceli olarak çok daha az olması nedeni ile alıcı ortam kendini buna göre adapte etmiştir. Afgan toprağı olduğu yerde tarımsal ürünlere yeterince destek verebilmekte ancak tozların yoğun bir şekilde ve de kuru olarak taşındığı Arap denizinde de kuru olarak etkilediğini göstermektedir.

Güney yarımkürede ise en belirgin toz kaynağı Avustralya, Namibya ve Patagonya çölleri'dir. Avustralya kıtasından veya Namibya çöllerinden toz taşınım olayı kabul edilebilir bir olgu olmasına rağmen Patagonya çölünün güney yarımküreye toz taşıyabileceği pek akla gelmez bir olgu değildir. Ancak çok yakınlarda alınan bir uydu görüntüsü (Şekil 6.1.) bu bölgenin de toz kaynağı olduğunu ve doğal olarak ta bu tozların özellikle güney yarımküredeki denizleri etkilediği de bilinmektedir.



Şekil 6.1. 23 Ocak 2009 tarihinde Arjantin'den Güney Atlantiğe doğru çıkan toz bulutu.

Kuzey yarım kürede bu tez kapsamında incelenen toz kaynaklarından Zabol (Iran) ve Sahra toz kaynaklarının göreceli coğrafi yakınlığı ancak tozlarının içeriklerindeki farklılık dikkat çekicidir. Dolayısı ile aynı olgu Güney yarımkürede mevcut toz kaynakları olan Patagonya, Namibya ve Avustralya kıtaları arasındaki muazzam mesafelerin doğal olarak buralardan kaynaklanacak tozların da yapılarındaki farklılığı gündeme getirmektedir.

Elbette araştırma yapılmadan bu tozların yapısı hakkında herhangi bir şey öne sürmek imkansızdır ancak kuzey yarımkürede olan farklılıkların güneyde de olması muhtemeldir. Kuzeyde bitkilerin geniş alanları kapladığı kadar güneyde de denizler geniş alanları kaplamaktadır ve doğal olarak eğer varsa tozların içeriğindeki yansımalar denizde kendini göstermesi mümkün görülmektedir.

Bu tez çalışması her bölgenin kendine has bir yapıya gereksinim duyduğunu bu yapının da o bölgeyi etkileyen çöl tozlarının içeriği ile sınırlı olduğunu göstermektedir. Yine bu tez çalışması tozların kaynaktaki bileşenlerinin değil, toz matriksinin bulut içerisinde geçirdiği bir dizi olay sonucunda oluşturduğu yeni yapının önemli olduğunu göstermektedir.

Bu tez çalışması sonucunda neden bir yerde çok verimli olan bir türün diğer başka bölgede çok daha iyi koşullarda verimli olmadığı veya olamayacağı da ortaya konmuş olmaktadır.

Dolayısı ile öncelikle toz üretme kapasitesi olan diğer tüm çöllerin öncelikle incelenmesi ve etki alanlarının da günümüz teknolojisi ile tespit edilmesi gerekmektedir. Bu aşamadan sonra hangi türün nerede verimli olabileceği şeklinde yeni bir tablo ortaya çıkacaktır.

6.1. Bundan Sonra Yapılacak Çalışmalar İçin Öneriler

Bu tez çalışması bilim tarihinde ilk kez olmak üzere atmosferik yollarla taşınan tozların alıcı ortamda o tozun bulut içerisinde güneş enerjisinin etkisi ile bakteri ve

mantarlar aracılığı ile tetiklenen bir dizi reaksiyon sonucunda oluşan kompozisyona göre şartlandığını göstermiştir.

Bu sonuç dünyada varlığı bilinen diğer bazı önemli toz kaynaklarının da bu açıdan incelenmesini ve alıcı ortamda eğer bitki yetiştirilmek isteniyor ise toprağa verilmesi düşünülen gübre kompozisyonunun da buna göre ayarlanması gerekliliğine işaret etmektedir.

Bu tez sonunda, Anadolu toprağının verimli, çöl topraklarında verimsiz gibi bilinçaltına yerleşmiş olan bazı varsayımlarımızın da ne kadar yanlış olduğunu, bitki gelişimini tetikleyen ve sağlıklı gelişimi sağlayan ögenin aslında o bölgeyi etkileyen çöl tozları olabileceğine dikkat çekmektedir.

Doğal şartlarda çöl tozlarının faydalı olabilmesi için belirli ön koşulları sağlaması gerekmektedir. Ancak çöl tozlarının hangi koşullarda faydalı olduğunun belirlenmesi ile bu proseslerin yapay olarak taklit edilebileceği ve istenilen yerde ve zamanda tabiatın doğal olarak sunduğu bileşimdeki çözeltilerin yapay olarak ve tamamen doğal maddeler kullanılarak yapılabilmesinin mümkün olacağını göstermiştir. Bir başka deyişle, bundan böyle eğer istenilir ise, tamamen doğal mazemeler kullanılarak sürdürülebilir tarımsal faaliyetlerde bulunmak mümkün olacaktır. Eğer yapay bir maddenin eklenmesi gerekiyor ise onun da gerekçesi toz bulut güneş enerjisi ile daha fazla ortaya çıkan elementler, bileşikler olmalıdır. Sahra özelinde bu madde sülfat'tır.

Bu çalışma sonucunda literatürde kabul edilen Hewitt gibi bazı besin çözeltilerinin küresel anlamda referans besin çözeltisi olamayacağı da gösterilmiştir. Bu çalışma çöl toprağının değerini bir kez daha ortaya koymakta ve çöl topraklarının belirli koşullarda doğal organik gübre kaynağı olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, T., 2006, Effect of Cadmium and Iron on Rice (*Oryza Sativa* L.) Plant in Chelator-Buffered Nutrient Solution", Journal of plant nutrition; Nov2006, Vol, 29 Issue 11, p1919 – 1940, 22p, 2 chart, 18 graphs, 1bw
- Akalan, İ., 1987, Toprak Bilgisi, A. Ü. Z. F. 1058, Ders Kitabı, 309s.
- Aktaş, M., 1991, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, Ankara Ziraat Fakültesi Yayınları, 1202, Ders Kitabı: 347, Ankara, 167-189.
- An, P., Inanaga, S., Cohen, Y., Kafkafi, U. and Sugimoto, Y., 2002, Salt tolerance in two soybean cultivars, J. Plant Nutr., 25(3), 407-423.
- Anonim, 2005. Standart methods for the examination of water and wastewater seventeenth edition, p 3.8 and 3.20.
- Art, H.W., Herbert Bormann, F., Garth, K., Voigt, and George, M., Woodwell Barrier Island Forest Ecosystem: Role of Meteorologic Nutrient Inputs. Science 5 April 1974:Vol. 184. no. 4132, 60 – 62p. DOI: 10.1126/science.184.4132.60
- Augustin L ve ark. (2004)* Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. Nature 429, 623-628 (10 June 2004) | doi:10.1038/nature02599;
- Ashri, A., 1989. Major gene mutations and domestication of plants. In plant domestication by induced mutation. International atomic energy agency, Vienna.
- Avidan, A., 2000. The use of substrates in Israel. World Congress on Soilless culture on 'Agriculture in the coming millennium'. Ma'ale Hachamisha, Israel, May 14-18, 2000. Abstracts, 17 p.
- Avila, A., Alorcon, M., and Queralt, I., 1998, The chemical composition of dust transported in red rains-its contribution to the biochemical cycle of a holm oak forest in catalonia (Spain), Atmospheric Evironment 32, No.2 179-191.
- Aydemir, O., İnce, F., 1988. Bitki Besleme. Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yay. No:2. Diyarbakır.
- Aydeniz, A.,1969, Verimliliği için bitki besin maddelerinde ışınsal analiz, A.Ü. Z. F. Yayınları. 370. yardımcı ders kitabı , Cilt: 130 :111-129.
- Aytekin, S., 2005, Sözlü Görüşme, Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü. 06800, Beytepe - Ankara

- Baker, A.R., ve ark. 2005. Trends in the solubility of iron, aluminium, manganese and phosphorus in aerosol collected over the Atlantic Ocean. Laboratory for Global Marine and Atmospheric Chemistry, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, UK <http://eprints.kingston.ac.uk/148/>
- Baker, A.R., French, M., Linge, K.L., .2006. Trends in aerosol nutrient solubility along a west-east transect of the Saharan dust plume.GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 33 (7): Art. No. L07805 APR 5
- Balkan, K., "Patnos'ta Keşfedilen Urartu Tapınağı ve Urartu Sarayı", Türk Tarih Kurumu Yıllık Konferansları I, Türk Tarih Kurumu Yayınları XVII Seri No I, Ankara 1964, sayfa 235-243
- Başar, H., 2002, Yapraktan uygulanan değişik oranlarda soya fasulyesinin demirle beslenmesine etkileri, Uludağ Üniversitesi Yayınları, 12, Bursa.
- Baudet, J.G.R., Lacaux, J.P., Bertrand, J.J., Desalmand, F., Servant, j., and Yobou, V., 1990. Presence of an atmospheric oxalate source in the intertropical zone - its potential action in the atmosphere. Atmospheric Research, 25. 465-477.
- Bennama, M., 2006, Libya Toprak Örneklerinin Bazı Özelliklerinin Saptanması, H. Ü. Ç. M. B. Yüksek lisans tezi
- Bertrand, J.J., Baudet, J.G., and Dessens, J., 1973. Seasonal variations and frequency distributions of ice nuclei concentrations at Abidjan, West Africa. J. Appl. Meteorol., 12 (7): 1191-1195.
- Bilgiç, H., 2002, "Türkiye'den Yabanıl ve İlksel Buğday Türlerinin Mikrosatelit Belirteçleri ve Arkeolojik DNA Analizine Dayalı Genetik İlişkileri", Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara 2002.
- Boyd, P. W., Watson, A. J. C.S., Law, E.R., Abraham, T., Trull, R., Murdoch, D.C.E., Bakker, A.R., Bowie, K.O., Buesseler, H., Chang, M., Charette, P., Croot, K., Downing, R.D., Frew, M., Gall, M., Hadfield, J., Hall, M., Harvey, G., Jameson, J., LaRoche, M., Liddicoat, R., Ling, M.T., Maldonado, R.M., McKay, S., Nodder, S., Pickmere, R., Pridmore, S., Rintoul, K., Safi, P., Sutton, R., Strzepek, K., Tanneberger, S., Turner, A., Waite and Zeldis, J., 2000, A mesoscale phytoplankton bloom in the polar Southern Ocean stimulated by iron fertilization, Nature, 407.
- Bray, E.A., Bailey-Serres, J., and Weretilnyk, E., 2000, Responses to abiotic stresses, in Biochemistry and Molecular Biology of Plants, Buchanan, B.B., Gruissem, W., and Jones, R.L., American Society of Plant Physiologists, Rockville, Maryland, 1158-1203 p.
- Brown, C. W., and Yoder, J.A., 1994, Coccolithophorid blooms in the Global Ocean. Journal of Geophysical Research Oceans. 99 (C4): 7467-7482p.

- Chatterjee, C., Rajeev, G., and Dube, B.K., 2005, Impact of iron stress on biomass, yield, metabolism and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Scientia Horticulturae*. Volume 108, Issue 1, 16 March 2006, 1-6p.
- Chetti, M.B., and Nobel, P.S., 1987, High-temperature sensitivity and its acclimation for photosynthetic electron transport reactions of desert succulents, *Plant Physiol.*, 84, 1063-1067.
- Coale, K.H., Johnson, K.S., Chavez, F.P., Buesseler, K.O., Barber, R.T., Brzezinski, M.A., Cochlan, W.P., Millero, F.J., Falkowski, P.G., Bauer, J.E., Wanninkhof, R.H., Kudela, R.M., Altabet, M.A., Hales, B.E., Takahashi, T., Landry, M.R., Bidigare, R.R., Wang, X., Chase, Z., Strutton, P.G., Friederich, G.E., Gorbunov, M.Y., Lance, V.P., Hiltner, A.K., Hiscock, M.R., Demarest, M., Hiscock, W.T., Sullivan, K.A., Tanner, S.J., Gordon, R.M., Hunter, C.L., Elrod, V.A., Fitzwater, S.E., Jones, S., Tozzi, S., Koblizek, M., Roberts, A.E., Herndon, J., Brewster, J., Ladizinsky, N., Smith, G., Cooper, D., Timothy, D., Brown, S.L., Selph, K.E., Sheridan, C.C., Twining, B.S., Johnson, Z.I., 2004. Southern Ocean Iron Enrichment Experiment (SOFEX): carbon cycling in high- and low-Si waters. *Science* 304, 408–414p.
- Coşkun, S., 1998, *Adi Porsuk (Taxus baccata L.)'un Çelikle Üretilmesi Üzerine Araştırmalar*, T. C. Orman Bakanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Rapor No. 1, Bolu.
- Çakırlar, H., ve Topçuoğlu, Ş.F., 1985, Stres terminolojisi, *Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği Simpozyumu* 7, 13-17 Mayıs, Erzurum.
- Cakmak, I., Yilmaz, A., Kalayci, M., Ekiz, E., Torun, B., 1996, Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia, *Plant and Soil*, Vol. 180, 165-172.
- Çelik, H., 1989, *Bahçe Bitkileri Fizyolojisi*, A.Ü. Z. F. Yayınları.
- de Baar, H. J. W., J.T.M. de Jong, R.F. Nolting, K.R. Timmermans, M.A. van Leeuwe, U. Bathmann, M.R. van der Loeff and J. Sildam. 1999. Low dissolved Fe and the absence of diatom blooms in remote Pacific waters of the Southern Ocean, *Marine Chemistry* 66, 1–34p.
- Dexter, H., Howard, 1999, Acquisition Transport and Storage of Iron by Pathogenic Fungi, *American Society for Microbiology, Clinical Microbiology Reviews*, Vol. 12, No. 3, 394-404p.
- Dix, D. R., Bridgham, J. T., Broderius, M. A., Byerdorfer, C. A., Eide, D.J., 1994, The Fet4 gene encodes the low affinity Fe (II) transport protein of *Saccharomyces cerevisiae*, *J. Biol Chem.* 269: 26092-26099.

- Doğru, A., 2006, Bazı Kışlık Kozla Çeşitlerinde Düşük Sıcaklık Toleransı ile İlgili Fizyolojik ve İyokimyasal Parametrelerin araştırılması, Doktora Tezii, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duncan, W.G., ve Hesketh, J.D., 1968. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates, and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures. *Crop. Sci.* 8:670-674.
- Duygu, A.E., 2007, Bitki Fizyolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, 327, 18s.
- ELLIS, R. H., 1988, Photothermal Time for Flowering in Faba Bean (*Vicia faba*) and the Analysis of Potential Vernalization Responses, *Ann. Bot.*, January 1988; 61: 73 - 82.
- Emmons, W.H., Thiel, G.A., Strauffer, C.R., and Allison, I.S., 1955, *Geology principles and processes*, 58-59.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., 1998, Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikroelementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu, Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- FAO, 2008, FAOSTAT Agriculture Database (<http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture>)
- Foth, H.D., Ellis, B.G., 1988, *Soil fertility*, John Wiley & Sons. New York. P.1-621.
- Fung, I., 2000, Climate change variable carbon sinks, *Science*, 290. (5495): 1313-1313.
- Ganor, E., Foner, H. A., Bingemer, H. G., Udisti, R., and Setter, I., 2000. Biogenic sulphate generation in the Mediterranean Sea and its contribution to the sulphate anomaly in the aerosol over Israel and the Eastern Mediterranean Atmospheric Environment. 34 (20): 3453-3462.
- Gieray, R.P., Wieser, T., Engelhardt, E., Swietlicki, H.C., Hansson, D., Orsini, B., Martinsson, B., Svenningsson, K.J., Noone and Heintzenberg J., 1997, Phase partitioning of aerosol constituents in cloud based on single-particle and bulk analysis, *Atmospheric Environment*, 31, p: 2491-2502.
- Glavin, D.P.M., Schubert, O., Botta, G., Kminek and Bada, J.L., Detecting pyrolysis products from bacteria on Mars, 2001, *Earth Planetary Sci. Lett.*, 185, 1-5.
- Gonzalez, L., Bolano, C., and Pellissier, F., 2001, Use of oxygen electrode in measurements of photosynthesis and respiration in *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*, Reigosa, M.J. (ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 141-153 p.

- Göral, A.Ö., 2004, Afganistan toprak örneklerinin bazı özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Graustein, W.C., KERMIT CROMACK, JR., and PHILLIP SOLLINS, 1977, Calcium Oxalate: Occurrence in Soils and Effect on Nutrient and Geochemical Cycles, Science 23 December 1977:Vol. 198. no. 4323, p. 1252 – 1254, DOI: 10.1126/science.198.4323.1252 .
- Griffin, D.W.V.H., Garrison, J.R., Herman and Shinn, E.A., 2001, African desert dust in the Caribbean atmosphere: Microbiology and public health, Aerobiologia,17:203-213.
- Guerzoni, S., Chester, R., Dulac, F., Herut, B., Loyer-Pilot, M.D., Measures, C., Migon, C., Molinaroli, E., Moulin, C., Rossini, P., Saydam, C., Soudine, A., And Ziveri, P., 1999, The role of atmospheric deposition in the biogeochemistry of the Mediterranean Sea Progress in Oceanography, 44, 147-190.
- Güllü, G., 2008, Sözlü görüşme, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara.
- Gürel, A., ve Avcıoğlu, R., 2001, Bitkilerde strese dayanıklılık fizyolojisi, Bitki Biyoteknolojisi – Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, Özcan, S., Gürel, E. ve Babaoğlu, M. (eds.), Selçuk Üniversitesi Basımevi, 288-326.
- Hall, D.O., and Rao, K.K., 1999, Photosynthesis, Cambridge University Press, Cambridge, 214 p.
- Helaloğlu, C., Torun, B., Tolay, İ., Çakmak, İ., 1997, Harran Ovası sulu koşullarında değişik buğday genotiplerinin çinko gübrelemesine reaksiyonları ve çinko yetersizliğine dayanıklı genotiplerin seçimi. I. Ulusal Çinko Kongresi. 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir. 417-423.
- Herut, B., Tamar Zohary, M.D., Krom, R., Fauzi, C., Mantoura, Paraskevi Pitta, Stella Psarra, Ferreidoun Rassoulzadegan, Tsuneo Tanaka and Frede Thingstad, T., 2005, Response of East Mediterranean surface water to Saharan dust: On-board microcosm experiment and field observations. Deep Sea Research part II: Topical Studies in Oceanography Volume 52, Issues 22-23,P.3024-3040.
- Heun, M.R., Schafer-Pregl, D., Klawan, R., Castanga, M., Accerbi, B., Borghi ve Salamini, F., "Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting", Science, 1997, 278: 1312-1314.
- Hewitt, E. J., 1966, Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition, Tech. Com. No. 22 (Revised 2nd edition) commw. Bur. Hort. and Plantation Crops.

- Horváth, T. V., Szilágyi and Zs. Hartyáni, ZS., 2001.Characterization of trace element distributions in soils. Microchemical Journal .Volume 67, Issues 1-3 , Pages 53-56.
- Hunt, S., 2003, Measurements of photosynthesis and respiration in plants, Physiol. Plant. , 117, 314-325.
- Jacobson, M.Z., Global direct radiative forcing due to multicomponent anthropogenic and natural aerosols.2001. Journal of Geophysical Research-atmospheres106 (d2) 1551-1568 p.
- Jeanine, 2004, Geelhoed, Willem, H., Van Riemsdijk and Günter, R., Findenegg Effects of sulphate and pH on the plant availability. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, P.O. Box 8005, 6700 EC Wageningen, The Netherlands.
- Kacar, B., 2002, Bitki Fizyolojisi, A. Ü. Ziraat Fak., Yayın No: 1447, Ders Kitabı: 427, Ankara, 424 s.
- Kacar, B., 1993, Toprak Analizleri, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, ISBN:975-7717-04-5, Ankara.
- Kadioğlu, A., 1999, Bitki Fizyolojisi, Eser Ofset, Trabzon, 377 s.
- Kannan, S., 1981, Regulation of Fe stress in some crop varetiesis plant nutrition, J., Plant Nutrition,4: 1-20.Kannan, S., 1982, Genotypic differences in iron uptake and utililization of some crop cultivar. J. Plant Nutrition. 531-542.
- Kapur, S., Saydam, A.C., Akça, E., Çavuşgil, C., Karaman, C., Atalay, I., and Özsoy,1999, T.Carbonate pools in soils of the Mediterranean: A case study from Anatolia Global Climate Change and Pedogenic Carbonates.Eds: R. Lal.
- Kardavani, P., 2008, Sözlü Görüşme, Tahran Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Tahran-İran.
- Kınacı, G.,1997, Değişik çinko preparatlarının bazı buğday çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve kalite üzerine etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi. 12-16 Mayıs 1997, Eskişehir.
- Kouvarakis, G., and Mihalpulos, N., 2002, Seasonal variation of dimethylsulfide in the gas phase and of methanesulfonate and non-sea-salt sulfate in the aerosols phase in the Eastern Mediterranean atmosphere. Atmospheric Environment, 36, 6, 929-938.
- Kraemer, S., 2004, Iron oxide dissolutionof siderophores. Aquat. Sci. 66 (2004) 3–18.

- Krause, G.H., and Weis, E., 1991, Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* , 42, 313-349.
- Kubilay, N.N., 1996, The Composition Of Atmospheric Aerosol Over The Eastern Mediterian: The Coupling Of Geochemical And Meteorological Parameters. P.D., in *Marine Sciences*, Middle East Technical University.
- Kubilay, N.N., Kocak, M., Cokacar, T., Oguz, T., Kouvarakis, G., and Mihalopoulos, N., 2002, Influence of Black Sea and local biogenic activity on the seasonal variation of aerosol sulfur species in the eastern Mediterranean atmosphere. *Global Biogeochemical Cycles*, 16, NO. 4, 1079, [doi:10.1029/2002GB001880](https://doi.org/10.1029/2002GB001880).
- Kün, E., 1996, Serin İklim Tahılları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yayını, No: 1032, Ders Kitabı: 299, Ankara.
- Lafon, S., Rajot J.L., Stéphane. C. Alfaro and Annie Gaudichet. 2004, Quantification of iron oxides in desert aerosol. *Atmospheric Environment* Volume 38, Issue 8 , March 2004, 1211-1218.
- Levitt, J., 1980, Responses of Plants to Environmental Stresses, Vol. 1, Academic Press, New York, 497 p.
- Lichtenthaler, H.K., 1987, Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes, *Methods Enzymol.*, 148, 350-382.
- Lichtenthaler, H.K., 1996, Vegetation Stress: An introduction to the stress concept in plants, *J. Plant Physiol.* , 148, 4-14.
- Lichtenthaler, H.K., Buschmann, C., and Knapp, M., 2004, Measurement of chlorophyll fluorescence kinetics (Kautsky Effect) and the chlorophyll fluorescence decrease ratio (R_{FD} -values) with the PAM-fluorometer, in *Analytical Methods in Plant Stress Biology*, Filek, M., Biesaga-Koscielniak, J. and Marcinska, I. (eds.), Institute of Plant Physiology, Academy of Sciences, Krakow, Poland, 93-111.
- Long, S.P., Farage, P.K. and Garcia, R.L., 1996, Measurement of leaf and canopy photosynthetic CO₂ exchange in the field, *J. Exp. Bot.*, 47(304), 1629-1642.
- Mace, K. A., Kubilay, N., and Duce, A.R., 2003, Organic Nitrogen in Rain and Aerosol in the Eastern Mediterranean Atmosphere An Association with Atmospheric Dust *Journal of Geophysical research Atmosphere*, 108 (D10): Art. No. 4320.
- Manahan, stanley, E., 2004. *Environmental Chemistry*, Egith Edition.
- Marschener, H., 1986, Role of root growth, arbuscular mycorrhiza and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. *Field Crops Research*. 56 (1-2): 203-207.

- Martin, J.H., Fitzwater, S.E., 1988, Iron-deficiency limits phytoplankton growth in the northeast Pacific Subarctic, 1988, *Nature*, 331, 341-343.
- Moulin, C., Gordon, H.R., Chomko, R.M., Banzon, V.F., Evans, R.H., 2001, Atmospheric correction of ocean color imagery through thick layers of Saharan dust, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 28 (1): 5-8p.
- Moulin, C., Lambert, C.E., Dulac, F., and Dayan, U., 1997, Control of atmospheric export of dust from North Africa by the North Atlantic Oscillation, *Nature*, 387, 691-694.
- Nagata, Y.A., Fukuda, M., Sakai, T., Lida, and Kawaguchi-Nagata, K., 2001, D-amino acid contents of mitochondria and some purple bacteria, *J. Mol. Catalysis B: Enzymatic*, 12, 109-113.
- Nesbitt, M., ve Samuel, D., "From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats" in *Hulled Wheats: Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats 21-22 Temmuz 1995, Pascoli, İtalya* S. Padulosi, K. Hammer, ve Hiller J. eds. IPGRI, Roma 1996, İtalya s. 41-100.
- Newman, R., 1994, Sensors employed in plant science research, *Sensor Review*, 14(4), 24-27.
- Ozdemir, G., Tangolar, S., Gursoz, S., Cakir, A., 2008, Effect of different organic manure applications on grapevine nutrient values. *ASIAN JOURNAL OF CHEMISTRY* Volume: 20 Issue: 3 Pages: 1841-1847.
- Özen, H.Ç., ve Onay, A., 1999, *Büyüme ve Gelişme Fizyolojisi*, Dicle Üniversitesi Basımevi, Diyarbakır, 167 s.
- Qubit systems plant CO₂ Analysis Package Logger Pro 3 Version, 2008.
- Reigosa, M.J., and Weiss, O., 2001, Fluorescence techniques, in *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*. Reigosa, M.J. (ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 155-171 p.
- Reynolds, M.P.M.I., Delgado, M., Gutierrez Rodriguez and Larque-Saavedra, A., 2000, Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment I: Genetic Diversity and Crop Productivity, *Field Crops Research* 66:37-50.
- Salisbury, F.B., Ross, C. W., 1992, *Plant Physiology* Wadsworth Publishing. Co. California.
- Saman. S., 2007, *NUTRITION & DIETETICS*, Volume: 64, 131-34.

- Sanin, S., Arisoy, M., Tıprıdamaz, R., Sydam, A. C., 2005, Effect of Saharan Dust on Biodegradation of Phenol by White Rot Fungi. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 75:466-473.
- Saydam, A. C., 1996, Can we predict harmful alge bloom date? Harmful Alge Newsletter, 15: 5-9. UNESCO/ IOC.
- Saydam, A.C., and Polat, İ., 1999, The impact of Saharan dust on the occurrence of algae bloom. Proceeding of EUROTRAC Symposium' 98. Eds: Borrell, P:m: and Borrell, P. WIT press, Southampton. 656-663.
- Saydam, A.C., 2008, Sözlü görüşme, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara.
- Saydam, A.C., and Senyuva, H.Z., Deserts: Can they be the potential suppliers of bioavailable iron? Geophysical Research Letters. 29, NO. 11, .1029/2001GL013562, 2002.
- Sebanek, J., 1992, Plant Physiology, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 453 p.
- Selen, F.R., 2000, Yapraktan uygulanan değişik çeşit ve dozlardaki çinkolu gübrelerin buğdayda (*Triticum aestivum* L.) verim ve verim öğeleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Shakya, K., 2008., Impact of heavy metals (copper, zinc, and lead) on the chlorophyll content of some mosses ARCHIVES OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION AND TOXICOLOGY Volume: 54 Issue: 3 Pages: 412-421.
- Shamima N., Imamul Hug. S. M., 2002, Effect of Sulphur Fertilizer on Yield and Nutrient Uptake of Sunflower Crop in an Albaquept Soil, Pakistan Journal of biological Sciences 5 (5): 533-536
- Sheldon, A., and Neal, W., Menzies, 2004, The effect of copper toxicity on the growth and morphology of Rhodes grass (*Chloris gayana*) in solution culture. School of Land and Food Sciences, University of Queensland, St Lucia, Qld, 4072, Australia. Email: a.sheldon@uq.edu.au
- Shiomoto, K., Imai, T., Ono, A., Shimamoto, D., Tsumune, T., Yoshimura, T., Aono, A., Hinuma, M., Kinugasa, K., Suzuki, Y., Sohrin, Y., Noiri, H., Tani, Y., Deguchi, N., Tsurushima, H., Ogawa, K., Fukami, K., Kuma, and Saino, T., 2003, A mesoscale iron enrichment in the western Subarctic Pacific induces. a large centric diatom bloom. Science 300 (2003), 958–961.

- Sonneveld, C., and Straver, N., 1994, Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. 10th Edition. Serie: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, No 8, 45 pp. P.B.G. Naaldwijk P.B.G. Aalsmeer, The Netherlands.
- Strasser, R.J., Srivastava, A., and Tsimilli-Michael, M., 2000, The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples, in Probing Photosynthesis, Yunus, M., Pathre, P. and Mohanty, P. (eds.), Taylor and Francis, London-New York.
- Sulzberger, B., and Laubscher, H., 1995, Reactivity of various types of iron (III) Hydroxide towards light-induced dissolution, *Marine Chemistry*, 50:103-115.
- Sushil, M.K., and Banerjee, P.C., 2005, Submerged production of oxalic acid from glucose by immobilized *Aspergillus niger*. *Process Biochemistry*, Volume 40, Issue 5, 1605-1610.
- Tamayo, P.R., Weiss, O., and Sanchez Moreiras, A.M., 2001, Gas exchanged techniques in photosynthesis and respiration infrared gas analyser, in *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*, Reigosa, M.J. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 113-139 p.
- Timmermans, K.R., van Leeuwe, V.A., de Jong, J.T.M., McKay, R.M.L., Nolting, R.F., Witte, H.J., van Ooyen, J., Swagerman, M.J.W., Kloosterhuis, H., and de Baar, H.J.W., 1998, Iron stress in the Pacific region of the Southern Ocean evidence from Enrichment bioassays, *Marine Ecology Progress Series*, 166, 27-41.
- Tisdale, S.L.W.L., Nelson, and Beaton, J.D., 1985, Soil Fertility past and present, p. 5-18 In *Soil fertility and fertilizers*, 4th ed. Macmillan, New York.
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R., 1998, Çevre Kirliliği, Çevre Bakanlığı Yayınları, 217-218.
- Tuna, L., ve ark. 2007, The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress, *Environmental and Experimental Botany* Volume 59, Issue 2 , March 2007, 173-178.
- Tüzün, C., 1992, *Biyokimya*, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Palme Yayınları, Ankara.
- Üşenmez, Ş., 1985, *Mühendisler için jeoloji*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ünver, Ö., Gamgam, H., 1996, *Uygulamalı İstatistik Yöntemler*.
- Van Slageren, M.W., "Wild Wheats: A monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. & Spach) Eig (Poaceae)" Veenman Drukkers, Wageningen, Holland, 1994.

- Xiaohong, Y., Ming, F., Chak, K.C., 2002, Size distributions and formation of dicarboxylic acids in atmospheric particles. *Atmospheric Environment*. 36, 2099–2107.
- Xu, H.L., ve ark, (1996), Effect of sulphate on photosynthesis in greenhouse grown tomato plants. *Physiologia Plantarum* 96 (4), 722–726.
- Yılmaz, G., 2006, Değişik Toprak Kökenli Doal Besin Ortamlarının Spirulina Üretimine Etkilerinin Kesikli Reaktörler Kullanılarak İncelenmesi, H. Ü. Ç. M. B. Yüksek lisans tezi.
- Yücekutlu, A.N., 2004, Sahra Tozunun Elementer Bileşiminin Bazı Buğday Çeşitlerinin Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yücel, M., Burke, J.J., and Nguyen, H.T., 1992, Inhibition and recovery of photosystem II following exposure of wheat to heat shock, *Exp. Environ. Bot.* 32(2), 125-135.
- Zuo, Y., and Hoigne, J., 1992, Formation of hydrogen peroxide and depletion of oxalic acid in atmospheric water by photolysis of iron (III)-oxalato complexes, *Environ. Sci. Technol., Marine Chemistry*, 26: 1014-1022.
- Zhuang, G., Duce, R. A., Kester, D.R., 1990, The dissolution of atmospheric iron in surface seawater of the open ocean. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 95 (C9): 16207-16216.
- Zhuang, G., Yi, Z., Duce, R.A., and Brown, P.R., 1992, Link between iron and sulphur cycles suggested by detection of Fe(II) in remote marine aerosols, *Nature*, 355, 537-539.

İnternet Kaynakları

Jeanine <http://www.springerlink.com/content/h2m6677211v256r4/>

<http://www.weather.ir>

<http://forecast.uoa.gr/>

Sheldon

http://www.regional.org.au/au/asssi/supersoil2004/s3/oral/1519_sheldona.htm

Zabol için Resim

http://www.parstimes.com/spaceimages/afghan_duststorm.html

Pamila

(<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/112610385/ABSTRACT?CRETRY=1&SRETRY=0>)

Ek

Çizelge 4.32. Gönen98 genotipinde değişik besin çözültisi ile yetişen bitkilerde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

	Boy	Yaş A.	Kuru A.	Klorofil A.	Klorofil B.	Klorofil AB.	Karot.	Fe	Cu	Mn	Zn
Boy	1										
Yaş A.	0,85	1									
Kuru A.	0,67	0,83	1								
Klorofil A.	0,78	0,65	0,68	1							
Klorofil B.	0,50	0,79	0,69	-	1						
Klorofil AB.	0,71	0,84	0,82	0,71	0,87	1					
Karot.	-0,83	-0,65	-0,60	-0,95	-	-0,72	1				
Fe	-	-	0,64	-	0,56	0,57	-	1			
Cu	-0,62	-0,65	-	-0,68	-	-0,54	0,70	-	1		
Mn	-0,54	-0,59	-0,64	-0,78	-0,48	-0,67	0,71	0,67	-	1	
Zn	-0,81	-0,74	-0,68	-0,88	-0,49	-0,73	0,88	-0,50	0,53	0,91	1

Çizelge 4.3. Zabol genotipinde değişik besin çözeltisi ile yetişen bitkilerde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

	Boy	Yaş A.	Kuru A.	Klorofil A.	Klorofil B.	Klorofil AB.	Karot.	Fe	Cu	Mn	Zn
Boy	1										
Yaş A.	0,73	1									
Kuru A.	0,82	0,88	1								
Klorofil A.	0,85	0,63	0,60	1							
Klorofil B.	0,61	0,94	0,90	0,43	1						
Klorofil AB.	0,84	0,78	0,84	0,85	0,72	1					
Karot.	-	-0,45	-	-0,55	-	0,62	1				
Fe	0,51	-	-	0,83	-	0,60	-0,74	1			
Cu	0,86	0,71	0,63	0,89	0,52	0,70	-	0,70	1		
Mn	-0,66	-0,68	-0,80	-0,43	-0,70	-0,70	-	-	-	1	
Zn	-0,84	-0,44	-0,46	-0,87	-	-0,59	-	-0,67	-0,92	-	1

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ramin EZZATİ
Doğum Yeri : İran / Tahran
Doğum Yılı : 05.05.1966
Medeni Hali : Evli, İki Çocuk Babası

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise : 1984 TED Ankara Koleji
Lisans : 1989 Ankara Üniversitesi
Y. Lisans : 1994 Ankara Üniversitesi
Doktora : 2009 Hacettepe Üniversitesi

İş Tecrübesi

1991- 1998 : Enka – Bechtel J.V. Gerede – Ankara ve Ankara Çevre
Otoyolu Projesinde Subcontract
1998- 2003 : Tahran Azad Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi Araştırma
Görevlisi