

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BESLEYİCİ ÇÖZELTİLERİN İDEAL
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİNE
MATEMATİKSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

İLKNUR ÖZKAN
(Biyoloji Öğretmeni BSc.)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Şener AKINCI

İSTANBUL 2008

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BESLEYİCİ ÇÖZELTİLERİN İDEAL
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİNE
MATEMATİKSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

İLKNUR ÖZKAN
(Biyoloji Öğretmeni BSc.)
(141100620040207)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Şener AKINCI

İSTANBUL 2008

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL VE ONAY BELGESİ

**BESLEYİCİ ÇÖZELTİLERİN İDEAL KONSANTRASYONLARININ
BELİRLENMESİNE MATEMATİKSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

İlknur Özkan'ın BESLEYİCİ ÇÖZELTİLERİN İDEAL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİNE MATEMATİKSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ isimli Lisansüstü tez çalışması, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih vesayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: (Yrd. Doç. Dr.) Şener AKINCI
Üye: (Prof. Dr.) Muammer ÜNAL
Üye: (Prof. Dr.) Meral ÜNAL

(Marmara Üniversitesi)
(İstanbul Üniversitesi)
(Marmara Üniversitesi)



Tezin Savunulduğu Tarih:

ONAY

M.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun.....tarih ve sayılı kararı ile İlknur Özkan'ın Biyoloji Anabilim Dalında Y.Lisans (MSc.) derecesi alması onanmıştır.

Marmara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarımın her aşamasında büyük bir titizlik ve özveriyle hiçbir fedakarlıktan çekinmeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana yardımcı olan, her türlü olanağı sağlayan danışmanım Sayın **Yrd. Doç. Dr. Şener AKINCI**' ya içtenlikle teşekkür ederim.

Tez konusu önerisinde bulunup, matematiksel olarak çözeltilerin hazırlanmasındaki yardımlarından dolayı Bankacılık ve Sigortacılık Yüksek Okulu Öğretim üyesi Sayın **Yrd. Doç. Dr. Bahattin RÜZGAR**' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Deneylerin yürütülmesinde, bitki yetiştirme odası ve Biyoloji laboratuvarlarından yararlanmamızı sağlayan Biyoloji Bölüm Başkanı Sayın **Prof. Dr. Meral ÜNAL**'a, deney sonuçlarının Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi'nde okunmasındaki katkılarından dolayı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Bölümü Öğretim üyelerinden Sayın **Doç. Dr. Ahmet EROĞLU** ve **Uzman Oya ALTUNGÖZ**'e, deneylerin yürütülmesi sırasında deney için gerekli çözeltilerin hazırlanmasında yol gösterici olan **Dr. İlker ÖZYİĞİT**'e, deneyler sırasında bitkilerin bakımında bana yardımcı olan ATA laboratuvarı öğrenci çalışanlarından **Ertuğrul YALÇIN** 'a teşekkür ederim.

Deneylerin her aşamasında bana tüm desteği, ilgiyi ve yardımı gösteren **Selami OĞLAK** 'a, tez süresince bana büyük anlayış ve sabır gösteren **aileme** çok teşekkür ediyorum.

Ocak, 2008

İlknur ÖZKAN

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
YENİLİK BEYANI.....	VII
SEMBOL LİSTESİ.....	VIII
KISALTMALAR.....	IX
ŞEKİL LİSTESİ.....	X
TABLO LİSTESİ.....	XIII
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER.....	3
II.1. FASULYE (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) 'NİN KÖKENİ	3
II.2. FASULYE (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) BİTKİSİNİN TAKSONOMİK VE FARMAKOGNOZİK ÖZELLİKLERİ.....	3
II.3 BİTKİ YETİŞTİRİLMESİNDE BESLEYİCİ KİMYASALLARIN ROLÜ.....	5
II.3.1. Azot	7
II.3.2. Potasyum.....	10
II.3.3. Fosfor	12
II.3.4. Kalsiyum.....	14
II.3.5. Magnezyum.....	16
II.3.6. Demir.....	18
II.3.7. Kükürt.....	20
II.3.8. Çinko.....	21
II.3.9. Mangan.....	22

II.3.10. Sodyum.....	24
II.4. SU KÜLTÜRÜ.....	26
II.4.1. Su Kültürü Uygulamaları.....	28
II.4.1.1.Durgun Su Kültürü.....	28
II.4.1.2.Akan Su Kültürü (NFT=Nutrient Film Culture= Besleyici Fim Tekniği).....	28
II.4.1.3.Aeroponik Kültürü	28
II.4.2.Su Kültüründe Kullanılan Besleyici Çözeltiler	28
II.4.3. Su Kültürü Yönteminin Başarılı Bir Şekilde Uygulanmasında Dikkat Edilecek Önemli Noktalar	33
BÖLÜM III. ÇALIŞMALAR.....	36
III.1. BİTKİSEL MATERYAL.....	36
III.2.ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ.....	36
III.3. Değiştirilmiş ve Kontrol Hoagland Çözeltilerinin Hazırlanışı.....	38
III.3.1.Mikroelementler	38
III.3.2. FeEDTA (Ferric chelate) Çözeltilisinin Hazırlanışı	38
III.3.3. Modifiye Çözeltilerde Belirlenen Sınırlar	39
III.4. BİTKİLERİN HASAT EDİLMESİ.....	41
III.5.KURU AĞIRLIK TAYİNİ.....	42
III.6.YAŞ YAKMA METODU.....	42
III.7. ATOMİK ABSORBSİYON CİHAZI ÖLÇÜMLERİ(AAS)	43
III.8. İSTATİSTİK	44
BÖLÜM IV. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	45
IV.1. FASULYE (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)’NİN BÜYÜME PARAMETRELERİ.....	45
IV.1.1. Değiştirilmiş Hoagland Çözeltilerinin Fasulye . (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)’nin Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi	45
IV.2.DEĞİŞTİRİLMİŞ HOAGLAND ÇÖZELTİLERİNİN FASULYENİN (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) YAPRAK, GÖVDE KÖK MİNERAL KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ	58

IV.2.1. Değiştirilmiş Hoagland özeltilerinin Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)'nin Yaprak Mineral Kompozisyonu Üzerine Etkisi	58
IV.2.2. Değiştirilmiş Hoagland özeltilerinin Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)'nin Gövde Mineral Kompozisyonu Üzerine Etkisi	64
IV.2.3. Değiştirilmiş Hoagland özeltilerinin Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)'nin Kök Mineral Kompozisyonu Üzerine Etkisi	70
BÖLÜM V. SON DEğERLENDİRMLER VE ÖNERİLER.....	76
BÖLÜM VI. KAYNAKLAR.....	81
BÖLÜM VII. EKLER.....	88
BÖLÜM VIII. ÖZGEÇMİş.....	

ÖZET

BESLEYİCİ ÇÖZELTİLERİN İDEAL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİNE MATEMATİKSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Bu çalışmanın amacı, ekonomik açıdan önemli ve temel besin kaynaklarından biri olarak kabul edilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerinin hidroponik (su kültürü) ortamdaki büyüme ve gelişmesi için en uygun besleyici kompozisyonunun ortaya çıkarılmasıdır. İdeal koşulların belirlenmesi için, Hoagland çözeltisinin bileşenleri modifiye (değiştirilmiş) edilmiş ve bitkilere uygulanmıştır. Yeni çözeltilerin formülleri ‘Karışım Denemeleri’ adı verilen matematiksel bir yöntem ile saptanmış ve toplam 25 ayrı seçenekten 6 tanesi rastlantısal olarak seçilmiştir. Modifiye (M1, M8, M13, M16, M18, M19) çözeltilerinde yetiştirilen bitkiler, kontrol olarak belirlenen ve Hoagland ile yetiştirilen fideler ile karşılaştırılmıştır. Belirlenen büyüme parametreleri arasında belirlenen bitki boy uzunluğu toplam yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök, gövde, alt-üst ve analiz yapraklarının yaş ve kuru ağırlıkları, analiz yapraklarının alanları bulunmaktadır. Yaş yakma yöntemi ile hazırlanan kök, gövde ve yapraklara ait özütlerde Fe, Ca, Zn, K, Mn, Mg, Na konsantrasyonları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (ASS) ile tespit edilmiştir. Modifiye çözeltilerde yetişen fidelerde test edilen büyüme parametrelerinden bitki boy uzunluğunun, daha sınırlı miktarlarda Ca ve Mg bulunduran M16 bitkilerinde anlamlı olarak kısaldığı görülmüştür. Değiştirilmiş çözeltilerde yetiştirilen tüm bitkilerin alt seviyedeki yapraklarının üsttekilerden daha ağır olması hareketsiz elementlerin varlığına işaret etmekte; Fe in köklerde ve gövdelerde yapraklara göre fazla bulunuşu da genç yapraklardaki klorosisin nedeni olarak görülmektedir. Potasyum miktarının bitkinin kök, gövde ve yapraklarında diğer minerallere nazaran fazla miktarlarda bulunması potasyumun diğer elementlere göre zarlardan geçişinin daha kolay ve hızlı olarak gerçekleştiğini ispatlamaktadır. Su kültüründe yetiştirilen fasulye fideleri için M18 çözeltisi içinde bulunan konsantrasyonlarının ;Hoagland besleyici çözeltisi dahil olmak üzere denenen 7 değiştirilmiş ortam içinde en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fasulye fidelerinin bu çözeltideki nispeten yüksek Ca ve Fe iyon konsantrasyonuna iyi uyum sağladığı ve geliştiği görülmektedir.

Ocak, 2008

İlknur ÖZKAN

ABSTRACT

MATHEMATICAL SOLUTION PROPOSALS FOR THE DETERMINATION OF OPTIMAL NUTRIENT CONCENTRATION

The aim of this research is to determine the most optimal nutrient compositions of the hydroponic (water culture) medium to growth and development of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) which is important in view of economic aspect and is accepted as one of the basic food sources. In determining the optimal conditions, the components of the Hoagland solutions were modified (changed) and applied to plants. The formulas of the new solutions were determined by a mathematical method called ‘mixture tests’ and 6 of each were chosen randomly, from 25 individual alternatives in total. The plants grown in modified solutions (M1, M8, M13, M16, M18, M19) were compared to the plants, which were assigned as controls, grown in Hoagland solutions. Among the growth parameters determined are; plant height, total number of leaves, root length, the fresh and dry weights of roots, stem, lower-upper and analysis leaves and leaf areas of the analysis leaves. The concentrations of Fe, Ca, Zn, K, Mn, Mg, Na from the extracts prepared by the method of wet ashing from the root, stem and leaves were determined by AAS. The plant height which was tested as one of growth parameters of the seedlings grown in modified solutions was observed to have shortened the plants of M16 contained limited Ca and Mg. The lower leaves of plants were heavier than the upper ones of all the plants grown in modified solutions and it was stated that, the presence of immobilised elements, found of excessive Fe in roots and stem compared to leaves is seen a reason of the chlorosis in the young leaves. The presence of high amount of potassium in root, stem and leaves of the plants has proved that the potassium passed through the membranes easily and rapidly, compared to other elements. For the bean seedlings grown in water culture, the concentrations found in M18 solution was decided the optimum, which tested 7 modified media including Hoagland nutrient solution. It is seen that the been seedlings, which contain relatively high Ca and Fe concentration, are well adapted and developed in this solution.

January, 2008

İlknur Özkan

YENİLİK BEYANI

BESLEYİCİ ÇÖZELTİLERİN İDEAL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİNE MATEMATİKSEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) *Fabaceae* familyasına ait dünyanın hemen her yerinde bilinen ve yetiştirilen önemli bir kültür bitkisidir. Ülkemizde gerek seralarda her mevsim gerekse de uygun yetiştirme dönemlerinde tarlalarda hemen her yörede büyük miktarlarda ekimi yapılmaktadır. Ekonomik önemi olan bu bitkinin gelişiminde gübreleme büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma ülkemiz için önemli bir kültür formu olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişiminde gerek duyduğu ideal konsantrasyonlarının ve bu iyonların hangilerinin ne miktarda alındığının belirlenmesi amacı ile kurulan deneylere dayanmaktadır. Günümüzde bu amaçla fasulye bitkisi için yapılan çalışmalar yeterli değildir. Literatürde bulunan ve çok sayıdaki kültür formları üzerine denenmiş ve yaygın olarak hala kullanılmakta olan Knop, Van der Crone ve Hoagland gibi besleyici çözeltilerin bazı ticari amaçlarla geliştirilen varyeteler, birçok yeni bitki ve deney materyali olan fasulye bitkisine uygulanma konusunda eksiklikler bulunmaktadır. Hoagland çözeltisi baz alınarak içerdiği kimyasallar yeniden formüle edilip her bir modifiye Hoagland çözeltisinin bitki büyüme ve gelişimine etkileri tespit edilmiş ve en uygun konsantrasyonlar belirlenmiştir. Su kültüründe yetiştirilen fasulye fideleri için M18 çözeltisi içinde bulunan konsantrasyonların Hoagland çözeltisi dahil olmak üzere denen 6 modifiye edilmiş çözelti içinde en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yeni formüllerin ortaya çıkmasından sonra söz konusu bitkiler için en uygun besleyici kompozisyonları belirlenmiş bu konsantrasyonlar kullanılarak ticari anlamda bir model oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bitkilerin gerek duymayabilecekleri kimyasalların çıkarılması veya uygun gelişimi veren besleyicilerinin karışımlara katılması sağlanacaktır. Bu sayede kimyasal tasarrufu ve ürün verimi açısından ekonomik bir kazanç sağlanmanın yanında toprağın gereksiz kirlenmesi de engellenecektir.

Ocak, 2008

Yrd. Doç. Dr. Şener AKINCI

İlknur ÖZKAN

SEMBOL LİSTESİ

Al	: Alüminyum
B	: Bor
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
Cl	: Klor
Co	: Kobalt
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
H	: Hidrojen
g	: Gram
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
L	: Litre
M	: Molar
Mg	: Magnezyum
Mo	: Molibden
Mn	: Mangan
m	: Metre
µg	: Mikrogram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Azot
O	: Oksijen
P	: Fosfor
S	: Kükürt
Zn	: Çinko
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde

KISALTMALAR

ark.	: arkadaşları
Ca⁺²	: Kalsiyum iyonu
CaCO₃	: Kalsiyum karbonat
CaSO₄	: Kalsiyum sülfat
Cl⁻	: Klor iyonu
CO₃⁻²	: Karbonat iyonu
DNA	: Deoksiribonükleik asit
EDTA	: Etilendiamintetraasetik asit
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
HCO₃⁻	: Bikarbonat iyonu
HPO₄⁻²	: Monohidrojen fosfat
H₂PO₄⁻	: Dihidrojen fosfat
IU	: Uluslararası birim sistemi
K⁺	: Potasyum iyonu
Kg/m³	: Kilogram bölü metre küp
Mg⁺²	: Magnezyum iyonu
MgCl₂	: Magnezyum klorür
MgSO₄	: Magnezyum sülfat
N	: Normal
Na⁺	: Sodyum iyonu
NaCl	: Sodyum klorür
NaHCO₃	: Sodyum bikarbonat
NaSO₄	: Sodyum sülfat
NO₃⁻	: Nitrat iyonu
pH	: Hidrojen iyonu derişimi
RNA	: Ribonükleik asit
SO₄⁻²	: Sülfat iyonu

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil III.1: Su Kültüründe Kullanılan Kap Örneği	37
Şekil IV.1: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının boy uzunlukları	47
Şekil IV.2: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök uzunlukları	48
Şekil IV.3: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak sayısı	48
Şekil IV.4: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının analiz yaprak yaş ağırlığı	49
Şekil IV.5: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının analiz yaprak kuru ağırlığı	50
Şekil IV.6: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının üst yaprak yaş ağırlığı	51
Şekil IV.7: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının üst yaprak kuru ağırlığı	52
Şekil IV.8: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının alt yaprak yaş ağırlığı	52
Şekil IV.9: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının alt yaprak kuru ağırlığı	53
Şekil IV.10: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde yaş ağırlığı	54
Şekil IV.11: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde kuru ağırlığı	55
Şekil IV.12: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök yaş ağırlığı	56

Şekil IV.13: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök kuru ağırlığı.....	56
Şekil IV.14: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının analiz yaprak alanı.....	57
Şekil IV.15: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak Fe miktarları.....	59
Şekil IV.16: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak Ca miktarları.....	59
Şekil IV.17: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak Zn miktarları.....	60
Şekil IV.18: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak K miktarları	61
Şekil IV.19: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak Mn miktarları.....	61
Şekil IV.20: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak Mg miktarları.....	62
Şekil IV.21: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının yaprak Na miktarları.....	63
Şekil IV.22: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde Fe miktarları.....	65
Şekil IV.23: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde Ca miktarları.....	65
Şekil IV.24: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde Zn miktarları.....	66
Şekil IV.25: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde K miktarları.....	67
Şekil IV.26: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde Mn miktarları.....	67
Şekil IV.27: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde Mg miktarları.....	68
Şekil IV.28: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının gövde Na miktarları.....	69

Şekil IV.29: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök Fe miktarları.....	71
Şekil IV.30: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök Ca miktarları.....	71
Şekil IV.31: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök Zn miktarları.....	72
Şekil IV.32: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök K miktarları.....	73
Şekil IV.33: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök Mn miktarları.....	73
Şekil IV.34: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök Mg miktarları.....	74
Şekil IV.35: Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti	
gruplarının kök Na miktarları.....	75

TABLO LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Tablo II.1 İyonlar Arası Geçimsizliğe (Antagonizm) Örnekler.....	25
Tablo II.2 Besin Elementleri Arasındaki Etkileşim.....	26
Tablo II.3: Besin çözeltisi (Arnon, 1938).....	30
Tablo II.4: Azot içermeyen besin çözeltisi (Arnon, 1938).....	31
Tablo II.5: Besin çözeltisi (Johnson ve ark.1957).....	32
Tablo III.1: Besleyicilerin Sınır Miktarları.....	39
Tablo III.2: Modifiye Hoagland Çözeltileri.....	40
Tablo IV.1: Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Bitkisine Ait Büyüme Parametreleri.....	46
Tablo IV.2: Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Bitkisinin yaprak özütlerindeki mineral miktarları.....	58
Tablo IV.3: Fasulye(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Bitkisinin gövdelerindeki mineral miktarları.....	64
Tablo IV.4: Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Bitkisinin köklerindeki mineral miktarları.....	70

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Dünya nüfusundaki hızlı artış sonucunda, özellikle temel gıda gereksinimlerinin karşılanmasında karşılaşılan zorluklar tarımsal üretim alanında yeni arayışların yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Yapılan birçok araştırmanın, temel gıdaların karşılanmasında sınırlı alanlardan, daha kısa zamanda ve daha verimli ürün alınmasını hedeflediği dikkati çekmektedir. Örneğin, Amerika da son elli yıl boyunca yürütülen bilimsel araştırmalar sonucunda temel tahıl türlerinin tarımsal verimliliğinde ortalama olarak iki katına ulaşılmıştır (Duvick, 1996).

Bitkilerin optimal (ideal) koşullarda yetiştirilmesi ile rekolte (ürün hasadı) çok yakın ilişkili olup, en uygun koşulların sağlanması tohum seçimi, toprak tipi, nem, ışık gübreleme gibi unsurlara bağlıdır. Bitkilere gübrenin (besleyici maddeler) verilmesi büyük oranda çalışılan bir konu olmasına rağmen, kültür bitkilerinin tür veya varyete bazında gereksinim duydukları ideal besleyici kompozisyonun belirlenmesinde bazı sorunlar bulunmaktadır. Su kültürleri (hidroponik), araştırılma tarihi çok eskilere dayanan ve bitki yetiştirilmesinde ideal formüllerin ortaya çıkarılmalarını sağlayan temel fizyolojik yöntemlerden biridir. Formülleri açık ve net bir şekilde belirlenen ve kullanımı çok yaygın olan Knop (1865), Van der Crone, (1904) ve Hoagland (1940) gibi besleyici çözeltiler tüm bitki türleri için uygulamakta ancak değişik familyalara ait bütün kültür formlarının bu çözeltilere ne şekilde yanıt vereceği henüz net bir biçimde bilinmemektedir.

Çözeltilerin ideal konsantrasyonda hazırlanması bitki türleri için uygun besleyici çözeltilerin oluşmasını sağlayacak ve verimliliği arttıracaktır. Bu çalışmada, deney materyalinin (*Phaseolus vulgaris* L.) yetiştirildiği çözeltilerin belirlenmesi “karışım denemeleri” nden ortaya çıkarılan teorik oranlar yardımı ile

oluşturulmuştur. Ancak, karışım denemelerinin hepsinin söz konusu bitki için uygulanmasının zorluğu göz önüne alındığında, 6 uygun karışım ve biri de kontrol olarak (Hoagland) değerlendirilmiş ve bu çözeltiler çalışmanın uygulama konsantrasyonları olarak seçilmiştir.

Bu hedef doğrultusunda “karışım denemeleri”nde yetiştirilen fasulye fideleri tarafından alınan besleyici maddelerin miktarlarının ve birbirlerine olası etkilerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu yöntemin uygulama aşaması sonucunda; Yeni formüllerin ortaya çıkarılması ile söz konusu bitki için en uygun besleyici kompozisyonlarının ticari anlamda bir model oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu hedef doğrultusunda bitkilerin gerek duymayabilecekleri kimyasalların çıkarılması veya uygun gelişimi veren besleyicilerinin uygun miktarlarda karışımlara katılması ile gereksiz kimyasalların olası toprak ve çevre kirliliğine olumsuz etkilerinden kaçınılacaktır. Büyük boyutlu kimyasal karışımlarda kimyasal madde tasarrufu sayesinde ekonomik anlamda da bir kazancın ortaya çıkması da beklentiler arasında yer almaktadır.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

II.1. FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) 'NİN KÖKENİ

Kültür fasulyesinin (*Phaseolus vulgaris* L.) kökeni uzun süre tartışma konusu olmuştur ancak birçok araştırmacının ortak görüşü Güney Meksika ve Guatemala' da büyük varyasyon gösterdiğinden bu bölgelerin gen merkezi olduğu kabul edilir. *Phaseolus vulgaris* L.' in kültür formlarına ait en eski bulgular zamanımızdan yaklaşık 10.000 yıl öncesine ait olup Peru' da bulunmuştur. Büyük taneli lima fasulyesi zamanımızdan 8000 yıl önce Peru' da küçük taneli lima fasulyesi ise 1400- 1800 yıl önce Meksika' da kültüre alınmıştır (Azkan, 1994).

Fasulye tarımının yurdumuza girişine ilişkin kesin bilgiler yoktur. Evliya Çelebi "Seyahatname" sinde yemeklik baklagillere değindiği halde fasulyeye değinmemiştir. Buradan hareketle fasulyenin yurdumuza girişinin çok eskilere dayanmadığı söylenebilir (Ekinci, 1939). Avrupa'da fasulye'nin üretimine ait ilk kayıtlar 1542 yılına rastlamaktadır. Ülkemize ise yaklaşık 250 yıl önce geldiği tahmin edilmektedir (Acar, 1999).

II.2. FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) BİTKİSİNİN TAKSONOMİK VE FARMAKOGNOZİK ÖZELLİKLERİ

Fasulye Fabales takımından *Leguminosae* (*Fabaceae*) familyasının bir türüdür. Familyanın 650 cinsi ve 18000 türü bulunmaktadır. Genellikle dikliği yerdeki bir desteğe sarılarak büyüyen, tek veya çok yıllık türleri olan, otsu bir bitkidir. Cinsin 3 metreye kadar varabilen sırık ve bodur olmak üzere iki ana çeşidi vardır. Sapları farklı uzunlukta olup, kalp şeklinde üç yaprakçıktan oluşan, uçları sivri, bileşik, bilateral simetrik yapraklara sahip olup, yaprak yüzeyi uç kısmı kıvrık

sık ya da seyrek tüylerle kaplıdır (Acar, 1999; <http://www.maxtr.com/icerik/bitki/> ; Uluocak 1984).

Fasulye bitkisinin yetiştiriciliği için ideal toprak organik madde miktarı iyi olan, geçirgen, su tutma yeteneği yerinde olan, derin, tınlı veya siltli topraklardır. Sırik fasulyeler, bodur fasulyelere nazaran topraktan daha fazla besin elementi alır. Fasulye topraktaki asitliğe karşı az dayanıklı olan bir bitkidir ve fazla asitli toprakları sevmezler. Bitki için en uygun toprak pH'ı 5,5-6,7 dir (<http://www.odevsitesi.com>).

Fasulye kökleri zayıf bir görünüme sahiptir. Kök büyümesi, çimlenme sonrası hızlı olmasına karşılık, çiçeklenme döneminde yavaşlar, meyvelerin oluşumunda ise duraklama dönemine girer. Çiçek oluşumuna yakın köklerde nodüller meydana gelir. Bilindiği gibi *Rhizobium* spp. kökenli bu kütleler havanın serbest azotunun kullanılmasında bitkiye yardımcı olmaktadır. Fasulyede plumula üzerindeki ilk oluşum kotiledonlar olup gerçek yaprakların ortaya çıkmasına kadar fotosentetik desteği bitkiye sağlarlar. Fasulye gövdesi, bodur ve çalı olmak üzere iki form gösterir. Bodur fasulye çeşitlerinde çıkıştan 20-30 gün sonra çiçeklenme başlamaktadır ve 15-30 gün devam etmektedir. Sırik çeşitlerde ise çıkıştan 50-60 gün sonra başlayan çiçeklenme vegetasyon süresinin sonuna kadar devam etmektedir. Fasulyelerde % 99 oranında kendine döllenme vardır. Fasulyede meyve bakla şeklindedir. Baklalar çeşide göre kılçıklılık, şekil, uzunluk, genişlik, dolgun ve yassılıkları ile renk bakımından büyük farklılık gösterir. Fasulye tohumları bitkisel protein ve karbonhidrat yönünden zengindir. Tohumlar şekil, renk ve irilikleri bakımından çeşitler arasında büyük farklılık gösterirler. Çeşide göre baklalar içerisinde 4-10 adet arasında değişen tohum bulunur. Fasulye tohumları normal hava şartlarında çimlenme özelliğini 3-4 yıl korurlar. Ekilen tohumlar 6-8 gün içinde çimlenerek toprağın yüzüne çıkarlar (Tunar, 2007).

Çeşitli türlerdeki taze fasulyelerin 100 gramının içerdiği ortalama besin değerleri şöylece sıralanabilir: 25-103 kalori; 1,6-8,4 g protein; 5,4 g karbonhidrat; 0 kolesterol; 0,2 g yağ; 1-6.7 g lif; 37 mg fosfor; 37-50 mg kalsiyum; 0,6-2,5 mg demir; 4 mg sodyum; 151-420 mg potasyum; 1 mg çinko; 540 IU A vitamini; 0,07 mg B1 vitamini; 0,9 mg B2 vitamini; 0,5 mg B3 vitamini; 42 mcg folik asit ve 12 mg C vitamini.

Kuru fasulyenin besin değerleri ise çok yüksektir. 100 g kuru fasulyenin ortalama besin değerleri şöyle sıralanabilir: 340 kalori; 23 g protein; 21.2 g karbonhidrat; 0 kolesterol; 1,6 g yağ; 1,5 g lif; 148 mg fosfor; 144 mg kalsiyum; 7,8 mg demir; 416

mg potasyum: 0.65 mg B1 vitamini: 0,22 mg B2 vitamini: 2,4 mg B3 vitamini ve 1.1 mg E vitamini. İşte bu nedenle uzmanlar, kuru fasulyenin sıkça tüketilmesini öğütlemektedir (<http://bitkisagligi.net/>).

Fasulyeler kandaki kötü kolesterol düzeyini önemli ölçüde düşürürler. ABD'de son zamanlarda yapılan bilimsel araştırmalarda, diyetlerinde düzenli olarak çeşitli fasulyelere yer veren kişilerin, üç haftalık böyle bir diyetten sonra kötü kolesterol düzeylerinde % 19'lara varan düşüşlerin yaşandığını saptamıştır. Potasyum oranı yüksek olan fasulyelerin düzenli olarak alımı, yüksek tansiyonu düşürmektedir. Zengin lif içeriğiyle fasulyeler, peklilik çeken kişilere iyi gelir ayrıca kalınbağırsak ve hemoroit sorunları çekenler de fasulyelerden yararlanmalıdır. Fasulyeler, yüksek oranlı demir içeriğiyle kansızlığı ve folik asit içeriğiyle gebe kadınların spina bifida (omurganın bir yanının açık olması) hastalığına yakalanmış çocuk doğurma olasılığını en aza indirir. Fasulyeler, insülin ve kan şekeri düzeyini kontrol altında tutarak şeker hastalarına yardımcı olurlar. Fasulyeler, yüksek oranlı antioksidan içeriğiyle bedenin kansere yakalanması riskini azaltır. Özellikle, kadınlarda meme kanserleri ve genellikle kalınbağırsak kanserlerine karşı koruyucu olduğu yönünde çalışmalara rastlanmıştır. İşte sağlığa yararlı bu pek önemli etkilerinden yararlanmak üzere kuru fasulyelerin günde 55-60 g. ve taze fasulyelerin 100-120 g lık bir miktarının günlük diyetimize katılarak alınması uzmanlarca önerilmektedir.

(http://www.bilgilik.com/makale/saglik/besinler_ve_ozellikleri/fasulye_odev.html)

II.3. BİTKİ YETİŞTİRİLMESİNDE BESLEYİCİ KİMYASALLARIN ROLÜ

Tüm bitkiler türlerine, yetişme koşullarına ve taşıdığı organ veya kısımlarına göre değişik miktarlarda su içerirler. Su buharlaştırıldıktan yani bitki kurutulduktan sonra fırında yakıldığında organik bileşenli yanıcı kısım ortadan kalkar, geriye besin elementlerinden (inorganik maddeler) ibaret kül kalır. Biyolojik kütleyi meydana getiren bu üç ana bileşenin miktarları bitkiden bitkiye değişmekte ve bitkilerin genelde %70'ini su, %27'sini organik madde ve %3'ünü inorganikler oluşturmaktadır. Göreceli olarak az miktardaki inorganik maddeler başta fotosentezin asıl ürünleri olan organik madde yapımında olmak üzere çok çeşitli metabolik olaylarda önemli görevler yaparlar. Bu temel nedenden dolayı bitki bünyesinde bulunan kimyasal elementler 'besleyiciler veya besin elementleri' olarak

adlandırılırlar. Bitkilerin ve bitki organlarının besin elementi içeriklerinin bilinmesi büyük önem taşır (Kaçar ve Katkat, 2007).

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli besin elementi sözcüğünün kullanılması ilk kez Arnon ve Stout (1939) tarafından önerilmiştir. Bitki için bir besin elementinin mutlak gerekli olabilmesi üç kritere dayanır: (a) Elementin eksikliği durumunda bitkinin vejetatif ya da generatif gelişmesini gelişme süreci içerisinde tamamlayamaması gerekir, (b) Elementin eksikliği ile ilgili olarak ortaya çıkan belirtiler yalnızca eksik 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 (Kaçar ve Katkat, 2007).

Çeşitli bitki türleri üzerinde yapılan analiz sonuçları bitkilerin değişik organlarında en az 74 elementin bulunduğu saptanmıştır (Halilova, 1996). Bitkilerde organik bileşikler ya da bitki özsuunda iyonlar halinde bu elementlerin ancak 17'si yüksek bitkilerin yaşamaları için mutlak gereklidir. Bu mutlaka gerekli olan elementler iki grup halinde toplanabilir, bitkilerin fazla miktarda kullandığı besin elementleri makro besin elementleridir. Bunlar C (karbon), H (hidrojen), O (oksijen), N (nitrojen), P (fosfor), K (potasyum), Ca (Kalsiyum), Mg (magnezyum) ve S (sülfür)'dür. Bitkilerin daha az gereksinim duyduğu Fe (demir), Mn (mangan), Zn (çinko), Cu (bakır), B (bor), Mo (molibden) , Cl (klor) elementlerine ise Mikro besin elementleri denir (Bergmann, 1992).

Bazı araştırmacılar çeşitli bitki türleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda yukarıda belirtilen elementler dışında da başka mutlak gerekli elementlerin olduğunu saptamışlardır. *Atriplex vesicaria* bitkisi gelişimi için Na (sodyum), mutlak bir elementtir (Brownell ve Wood, 1957).

Co (kobalt), baklagil bitkilerinin kök yumrularındaki *Rhizobium* için mutlak gerekli bir elementtir. Kobalt eksikliğinde baklagil bitkilerinde yumru oluşumu en aza inmiş ve belirgin azot eksikliği gözlenmiştir (Ahmed ve Evans, 1960).

Tüm bitkilerde ve özellikle de tek çenekli çayır bitkilerinde fazla miktarda bulunan Si (silisyum), kimi bitkiler için yararlı ve alınması mutlak gerekli bir elementtir (Salisbury ve Ross, 1985)

Bitki gelişiminde gerekli her element diğer bitkiler için aynı öneme sahip olmayabilir. Kuramsal olarak bütün bitki türleri mutlak elementlere gereksinim

duyarlar. Ancak kimi bitkiler normal gelişme gösterebilmeleri için başka elementlere de gereksinim duyarlar (Kaçar ve Katkat, 2007).

Mikro elementleri makro elementlerden ayıran en önemli özellik bitkilerin fizyolojik olarak mikro elementlere daha az gereksinim duymalarıdır. Bitkide makro besin elementleri bitki vejetatif organında ortalama % 0.1-0.5 arasında bulunurken, mikro besin elementleri ancak %0.00002-0.002 arasında yer alır. (Salisbury ve Ross, 1985)

Bitkilerde kuru maddenin büyük bir bölümünü karbon (C), oksijen (O), ve hidrojen (H) oluşturur. Bitkiler bu elementleri çoğunlukla karbondioksit ve sudan alırlar (Yılmaz, 2004). Miktarca dördüncü sırada azot bulunur ve bunu potasyum, kalsiyum, fosfor, kükürt vb elementler izler (Epstein, 1965).

II.3.1. Azot (N)

Tucker (1999) e göre, yaşamsal öneme sahip olan azot, bitkide aminoasit, protein, enzim, klorofil, alkaloid, fitohormon, pürin ve pirimidinler gibi organik bileşiklerin temel yapı elemanıdır (Fırat, 1998; Ergene, 1987). Azot, bitkilerde büyüme hızını, yaprak büyüklüğünü ve niteliğini, meyve ve tohum gelişimini artırır; ürün olgunlaşmasını hızlandırır.

Azot, bitkiler tarafından nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde alınır. Genel olarak bitkinin azot gereksinimleri vejetatif dönemde daha yüksektir. İyi havalandırılan ve pH' ı 6 ile 8 arasında değişen topraklarda nitrifikasyon oranının yüksekliği nedeniyle bitkiler nitrata daha fazla absorbe ederler. Toprak çözeltisinde çözünürlüğünü koruyan nitrat, kök bölgesine kitle akımı ile ulaşır. Mısır bitkisi kökü tarafından alınan nitrata kitle akımının %79, difüzyonun %20 ve kök kontak değişiminin ise %1 oranında kaynaklık ettiği rapor edilmiştir (Foth ve Ellis, 1988). Bitki kökünde bulunan nitrat ile toprak çözeltisindeki nitrat, değişim gösterir. Bir başka deyişle dış ortamdan nitrat iyonları köke girer ve çıkar. Nitratin köke girişi aktif absorpsiyon ile gerçekleşirken kökten dışarı çıkışı yoğunluk farkına bağlı olarak pasif mekanizma ile gerçekleşir (Morgan ve ark., 1973). Nitrat bitki kökleri tarafından alınırken metabolik enerjiden yararlanır (Rao ve Rains, 1976).

Yapılan çeşitli araştırmalar azot alımı üzerine ortam sıcaklığının önemli etki yaptığını ve düşük sıcaklıklarda NO_3^- ve NH_4^+ alımının azaldığını göstermiştir. Eşit miktarlarda nitrat ve amonyum içeren besin çözeltisinde yetiştirilen çim bitkisinin düşük sıcaklıklarda nitrata göre daha fazla amonyum aldığını belirlenmiştir.

Araştırma bulgularına dayanılarak serin iklim yörelerinde azotu amonyum şeklinde içeren kimyasal gübrelerin toprağa uygulanması önerilmektedir (Clarkson ve Warner, 1979).

Bitkiler tarafından NO_3^- ve NH_4^+ alımı ortam pH' ı ile de yakından ilgilidir. Nötr ya da nötre yakın pH' larda NH_4^+ alımı yüksek olup pH asit yöne doğru değıştikçe azalır. Buna karşın NO_3^- asit pH larda daha fazla ve daha hızlı alınır (Rao ve Rains 1976). Yüksek pH da ortamda fazla miktarda bulunan OH^- iyonları taşıyıcılar tarafından kökün iç yöresine taşınmada yarışmaya girerek NO_3^- alımını geriletirler. Benzer durum NH_4^+ iyonları içinde söz konusudur. Düşük pH da ortamda fazla miktarda bulunan H^+ iyonları taşıyıcılar tarafından kökün iç yöresine taşınmada yarışmaya girerek NH_4^+ alımını geriletirler. Öte yandan toprak asitliği ya da diğer nedenlerle nitrifikasyonun yavaşladığı topraklarda azot çoğunlukla amonyum şeklinde bulunur. Asit tepkimeli topraklarda yetişen kalsifuj bitkiler örneğin çay bitkisi, amonyum şeklinde azot içeren gübrelerden daha fazla yararlanır. Çay tarımında üreticilerin $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ gübresini fazla miktarda kullanmalarının temel nedeni de budur. Öte yandan geniş pH sınırları arasında yetişen kalsikol bitkiler nitrat şeklinde azot içeren gübrelerden daha fazla yararlanırlar (Kirkby 1967). Nitrifikasyonun en az düzeyde olduğu su ile kaplı alanlarda yetiştirilen çeltik bitkisi ise nitratlı gübrelere göre amonyumlu gübrelerden daha fazla yararlanır. Bu nedenle çeltik tarımında amonyum içeren azotlu gübre tüketimi fazladır. Çeltik gibi amonyumdan daha fazla yararlanan bitkiler amonyum seven bitkiler olarak adlandırılmışlardır (Prasad ve ark. 1983). NH_3 gazı bitkilerin toprak üstü organları tarafından stomalar aracılığı ile absorbe edilir. Atmosferdeki NH_3 miktarına bağlı olarak fasulye bitkisi tarafından alınan NH_3 miktarının arttığı saptanmıştır (Farquahar ve ark., 1980).

Azot, tohum ve yapraklarda bol bulunur. Azot, bitkide genç ve büyüyen kısımlarda yaşlı kısımlara oranla daha çok bulunur. Bunun nedeni azotun bitkide mobil (hareket edebilir) şekilde bulunmasındandır. Gerektiğinde yaşlı yapraklardan genç yapraklara transfer edilir (Ergene, 1987).

Aybak (2005), azotun bitki bünyesindeki önemli fizyolojik fonksiyonlarıyla ilgili olarak, ürün miktarını ve ürünün kalitesini etkilediğini belirtmiştir. Azot eksikliği bitkilerde özellikle vegetatif gelişme üzerine olumsuz bir etki yapar ve vegetatif gelişmenin çok zayıflamasına sebep olur. Azot eksikliğinde yapraklar normal büyüklüklerini alamazlar ve renkleri de, eksikliğin derecesine bağlı olarak,

açık yeşil ya da sarıya döner. Azot eksikliğinde yapraklarda ortaya çıkan kloroz sorunu diğer birçok besin maddeleri eksikliklerinin sebep oldukları sorundan farklıdır. Renk değişikliği yaprağın her tarafında aynı olmakta ve bu değişiklik yaprağın uç kısmından başlayarak ‘V’ şeklinde yaprağın iç kısmına doğru ilerlemektedir. Öte yandan azot eksikliği ilk olarak yaşlı yapraklarda ortaya çıkar, eksikliğin devamı halinde ise bu sorun genç yapraklarda da görülür. Azot eksikliğinden ilk olarak yaşlı yaprakların zarar görmelerinin sebebi ise bu besin maddesinin bünyede hareket edebilmesi ve böylece yaşlı kısımlardan genç, gelişmekte olan kısımlara taşınabilmesidir. (Tucker, 1999).

Azot eksikliğinden yapraklarda ortaya çıkan renk değişiklikleri bitki bünyesinde yeterli ölçüde klorofilin bulunmadığına bir işarettir ki klorofil eksikliği ise bitkide fotosentez olayının normal bir şekilde sürmesini engeller. Bu gibi hallerde bitki zamanından önce çiçek açar ve böylece bitkinin gelişme süresi de normale oranla kısalmış olur. Azot eksikliği tohum, çiçek, meyve oluşumunun azalmasına ve bitkinin kök sisteminin de zayıflamasına yol açar (Fırat, 1998).

Kraly, (1976)’ e göre, fazla miktarda azot ile beslenmede bitki daha fazla su tutmakta, yapraklar ise koyu yeşil görünüme sahip olmaktadır. Koyu yeşil renk kloroplastların bol miktarda üretilmesinin bir sonucudur. Fazla miktarda ince zarlı fakat uzun parankima hücreleri ve dokusu oluşur. Bitki yumuşak olduğu gibi sklerankima hücre ve doku oluşumu sınırlı kaldığından ağaçların dallarının direnci azalarak kırıldığı gibi meyveler kaba ve lezzetsiz olur. Tahıllarda saplar dik durma yeteneğini epeyce kaybettiğinden yatar. Bunun yanında bitkilerin bakteri ve mantar hastalıklarına karşı direnci azalır.

Bitkilerin azot gereksinimleri birbirlerinden farklı olduğundan çeşitli kültür bitkileriyle topraktan kaldırılan azot miktarı da bitkinin tür ve çeşidine bağlı olarak değişir. Bu bakımdan tahıllarla baklagil bitkileri arasındaki fark daha da önemlidir. Tahıl bitkilerinin toprak azotunun hızla tüketmelerine karşılık baklagil bitkileri toprağa azot kazandırır. Bu yüzden tahıl bitkilerinde azot noksanlığına çok sık rastlanmaktadır. Yalnız söz konusu bitkilerde görülen ve azot noksanlığı ile ilgili bulunan sorun bazı durumlarda toprakta yeterli ölçüde azotun bulunmamasından çok, kuraklık, düşük sıcaklık dereceleri ve benzeri gibi uygun olmayan iklim faktörlerinin etkileriyle ortaya çıkmaktadır. Örneğin kuraklık, toprakta nitrifikasyon olayının hızının azalmasına ve böylece bitkinin toprakta bulunan azottan gereği gibi faydalanmamasına sebep olur. Bu koşullar da ayrıca bitki köklerinin toprak içerisine

gelişimi de azalır. Kuraklığın şiddetli ve aynı zamanda sürekli olduğu hallerde ise, toprakta yeter ölçüde azotun bulunmasına karşılık, bitkinin azot alımı hızlı bir şekilde durur ve bitki ölür. Öte yandan bazı durumlarda baklagil bitkilerinde de azot eksikliği ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi ise yine doğrudan doğruya uygun bir durumda bulunmayan iklim faktörlerinin etkileriyle gerek bu bitkilerin atmosfer azotundan faydalanmalarını sağlayan nudozite bakterilerinin gerekse nitrifikasyonu yapan bakterilerin faaliyetlerinin engellenmiş olmasıdır. Çalışılan bitkide de bu durum çokça gözlenmektedir (<http://www.tarimdostu.com>).

II.3. 2. Potasyum (K)

Potasyum bitkilerde hayati öneme sahip metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal işlevlere sahiptir. Bu işlevlerin etkisi sonucu bitkilerde ürün miktarı ve kalitesi artar. Potasyum enzim aktivitesine, fotosenteze, bitki besin elementlerinin ve fotosentez ürünlerinin taşınmalarına yardım eder, protein kapsamını artırır, turgoru düzenler, bitkilerde su yitmesini ve solmayı önler. Potasyum bitkilerde kök gelişmesini ve büyümesini olumlu şekilde etkilerken bitkilerde yatmayı önler, soğuğa dayanıklılığı, azotun etkinliğini artırır, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı olumlu şekilde etkiler. Bu etkinlikleriyle potasyum, ürün miktarı üzerine olumlu ve önemli etki yapar. Potasyum protein kapsamlarını artırmak suretiyle gıda ve yem bitkilerinin besin değerlerini yükseltir, meralarda yem bitkilerinin daha kaliteli olmalarına yardım eder. Mısır ve öteki dane bitkilerinde danelerin dolgun olmalarını, üniform şekilde erken olgunlaşmalarını sağlar. Çeşitli meyvelerin renk, büyüklük, tat ve aromalarına olumlu etki yaparken depolanmaları sırasındaki ağırlık kaybının az olmasını, pazarlama oranının artmasını ve pazarlanacak yerlere taşınmaları sırasındaki kaybı en aza indirmek suretiyle kaliteyi artırır. Bitki gelişmesi ve kalitesi üzerinde potasyumun etkileri dünyanın çeşitli ülkelerinde yapılmış araştırmalarla kanıtlanmıştır. Bu nedenle toprak analizleri dikkate alınmak suretiyle ülkemizdeki gübreleme programlarında potasyumlu gübrelere yer verilmesi her türlü açıklamanın üzerinde önem taşımaktadır (Kacar, 2006).

Bitkiler geliştikleri ortamdan potasyumu K^+ iyonu şeklinde alırlar. Toprak çözeltisinde potasyum konsantrasyonunun 0.5 mmol' dan küçük olması halinde ATPaz enziminin yönlendirdiği bir sistemle potasyum aktif bir şekilde alınır. Yüksek konsantrasyonlar aktif alım mekanizmasını ATPaz nedeniyle olumsuz

etkiler. Potasyum alımı bitkide hızlı ve fazla miktardadır. Bunun nedeni bitki membranlarının potasyumu fazla geçirmesindendir. Membranlardan kolayca geçmesi nedeniyle potasyum bitkilerde olağanüstü hareketliliğe de sahiptir. Potasyum hem kökten gövde yönünde hem de gövdeden köke doğru hareket etme özelliğinde olması ile diğer besin elementlerinden ayrılır. Bitkiler gereksinim duydukları potasyumun büyük bölümünün vejetatif gelişme döneminde alırlar (Fırat, 1998). Potasyum alımı azot dışında diğer besin elementlerinden daha fazladır. Ayrıca baklagil olan bitkiler baklagil olmayanlara göre daha fazla potasyum içerirler (Kıbağ ve Munzuroğlu, 2003).

Potasyum metabolik olayları çok yönlü etkiler. Bitki hücrelerinde osmatik basıncı idare eden en önemli iyonudur. Potasyum kök sisteminin suyu toprak çözeltisinden alarak merkez silindirin parankima hücrelerinden ksilem taşıma sistemine iletilmesini ve stomaların açılıp kapanmasını sağlar. Potasyum iyonunun alımı stomalarının açılması ve boşalımı ise bunların kapanmasını sağlar. Yeterli potasyumla beslenen bitkilerin suyu idareli kullanmalarının ve bitkisel üretimin yüksek alınmasının sebebi budur (Fırat, 1998).

Potasyum eksikliğinde yapraklarda tipik kloroz sorunu ilk olarak yaşlı yapraklarda görülür. Bunun sebebi potasyumun da, diğer birçok besin maddeleri gibi bitkinin yaşlı kısımlarından genç ve yeni gelişmekte olan kısımlarına taşınmasıdır. Bu yüzden potasyum eksikliğinin başlangıcında eksiklik sorunu önce yaşlı yapraklarda kendini gösterir genç yapraklar ise oldukça uzun bir süre normal yeşil renklerini muhafaza edebilir. Ancak bitkide potasyum eksikliğinin devamlı ve şiddetli olduğu hallerde genç yapraklarda da aynı sorun ortaya çıkar. Potasyum eksikliğinde yapraklarda bu şekilde ortaya çıkan kloroz sorunu çok tipik olduğundan bu sorunu diğer besin maddeleri eksikliklerinin sebep oldukları sorunla karıştırma riski yoktur (<http://www.botany.com.tr/tr/cimm.htm>).

Potasyum eksikliği genç bitkilerde daha çok gözlenir. Bitkilerde gövdenin zayıf oluşmasına, internodların kısalmasına, köklerin zayıflamasına böylece bitkinin kolaylıkla yere devrilmesine sebep olur (Aybak, 2005).

Fazla miktarda potasyum uygulaması bitkide magnezyum (Mg) eksikliğine yol açtığı gibi bitkinin bor (B), mangan (Mn) ve çinko (Zn) alımını da engeller.(Fırat, 1998)

II. 2. 3. Fosfor (P)

Fosfor elementi özellikle taze fasulye bitkilerinde *Rhizobium phaseolus* bakterilerinin aktivitesi üzerine etkilidir (Aybak, 2005). Bitkiler vejetasyon devresinde gerek duydukları fosforun tamamına yakını gelişmenin ilk dönemlerinde alarak çeşitli depolama yerlerinde depolarlar. İlerleyen vejetasyon ve gelişme ile beraber hasada doğru depolanan fosfor, bitkinin tohum veya meyvesine taşınır. Genelde bitkide fosfor miktarı kuru madde üzerinden %0,05 – 0,43 arasında olup bazı tohumlarda %1,5' e kadar çıkabilir (Kaçar, 1984).

Canlılar yaşamlarını sürdürebilmeleri için değişik şekilde besin maddesi alma ve bünyelerinde değerlendirme zorunludur. Bu ise enerji gerektirir. Bitkiler, gerekli olan enerjiyi ya besin maddelerini oksitleyerek veya güneş enerjisini kimyasal yolla şekillendirerek (fotosentez) sağlarlar. Oksitlenme veya fotosentez yolu ile sağlanan enerji tüketim noktalarına taşınmaz ise ortamda kaybolur. Bu enerjinin taşınması fosfat bileşiklerinden difosforidin nükleotit (DNP) ve trifosforidin nükleotit (TPN) bileşikleri, yüksek enerjili ATP gibi fosfat bağları ile gerçekleşir (Fırat, 1998).

Bitkide fotosentez yolu ile üretilen karbondioksitlerin metabolik olaylarda değerlendirilmesi için oksitlenme yoluyla enerjiye dönüştürülmesi gerekir. Bu ise aerob ve anaerob olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. Her iki aşamada da açığa çıkan enerjinin bir bölümü fosfat bağı enerjiye dönüşür. Glikozlardaki enerji anaerob oksitlenme ile serbest hale geçer. Buradan hareketle bir molekül glikoz oksitlenerek karbondioksit ve suya parçalanması ile enerji serbest hale geçer (Kaçar, 1984).

Fosfor, tohumun çimlenmesinden itibaren kök ve gövde gelişmesinde önemli rol oynar. Bitkiler, çimlenmeden itibaren hızlı bir fosfor alımına girerek toplam gelişme devresinin %25 lik başlangıç devresinde bütün vejetasyon devresinde gereksinim duyduğu fosforun %75 kadarını alarak kök sistemini hızla geliştirerek besin madde alımını teşvik eder. Fosforun bitkiye diğer besin maddeleriyle denge içerisinde verilmesi gelişmeyi daha olumlu etkiler. Yapılan araştırmalarda şeker pancarına yalnız N yerine NP li gübre uygulamanın kök sistemini geliştirerek yumru ve şeker verimini artırdığı bulunmuştur (Fırat, 1998).

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 $H_2PO_4^-$ iyonunu daha fazla alır. Foth ve Ellis (1988) tarafından rapor edildiğine göre

bitkiler tarafından alınan H_2PO_4^- ve HPO_4^{2-} iyonları arasındaki oran 10/1 şeklindedir. Genelde bitkiler asit tepkimeli topraklarda H_2PO_4^- iyonunu ve alkali tepkimeli topraklarda da HPO_4^{2-} iyonunu daha fazla alırlar. Ancak toprak çözeltisinde bu iyonların birbirlerine çok hızlı dönüşmeleri nedeniyle pH' ısı 4 ile 8 arasında değişen topraklarda bu iyonların alımları arasındaki ayrım önemli değildir. Hareketli durumda olan fosfor bitkide yukarı ve aşağı doğru taşınır (Morard, 1970).

Bitkiler tarafından toprak sisteminden fosforun alınmasını beş evrede incelenmiştir. (a) katı fazdan fosforun toprak çözeltisine geçmesi, (b) fosforun toprak çözeltisinde herhangi bir noktadan kökün etki alanına taşınması, (c) kökün etki alanından fosforun kökün üzerine alınması, (d) kök üzerinden fosforun kökün içine alınması, (e) fosforun bitkinin gereksinim duyulan yerlerine taşınmasıdır (Fried ve Shapiro, 1960).

Fosforun eksikliğinde yaprakların normalden daha koyu yeşil olduğu görülmüştür. Bitkide yaprakların başlangıçta koyu yeşil bir renk olmalarının sebebi fosfor eksikliğinde bitkinin bünyesine normale oranla daha fazla miktarda azot alması ve bu fazla azotun bünyede toplanmasıdır. Daha sonra yapraklarda kırmızımsı mor rengin meydana gelmesi ise, bünyedeki şeker birikimi ile ilgilidir. Çünkü fosfor eksikliğinde bitki bünyesindeki şekerler nişasta ve selüloza dönüşmeyip bünyede yığılırlar ve böylece bitkideki şeker konsantrasyonu anormal derecede yükselir. Bu nedenle yapraklarda antosiyan renk maddesi miktarının da yükselmesine ve böylece yapraklarda kırmızımsı mor bir rengin oluşmasına sebep olur. Fosfor eksikliği olan bitkiler yavaş büyür. Gövde ince uzar, internod kısılır. Vejetatif süre uzar, çiçeklenme gecikir ve kısılır. Abortif çiçek sayısı artar (Aybak, 2005; <http://www.menementopraksu.gov.tr>).

Fosfor noksanlığı meyve üzerine de azot noksanlığından farklı bir etki yapar ve fosfor noksanlığına maruz kalan meyvelerin zemin renkleri yeşil, meyveler fazla etli, meyve eti de yumuşaktır. Ayrıca böyle meyvelerin asit kapsamı yüksek ve saklanma özellikleri de iyi değildir. Bu yüzden fosfor noksanlığı ürün miktarı kadar ürün kalitesini de çok düşürmektedir (<http://www.tarimdostu.com>).

Fosforun gereksinimden fazla bulunması durumunda ise, bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılığı göreceli olarak azalmaktadır. Fosfor fazlalığından dolayı çeşitli bitkilerde virüs hastalıklarının ortaya çıktığı belirtilmiştir. Fosfor fazlalığında pek çok bahçe bitkilerinde *Sclerotinia*'nın neden olduğu hastalıkların

arttığı, marulda *Bremia*'nın artış gösterdiği ve buğdayda sap sürmesi (flag smut) hastalığının oluştuğu gözlenmiştir (Huber, 1980).

II. 2. 4. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyumun bitkide üç önemli görevi vardır. Kalsiyum hücre duvarı ve bitkinin yapısı için gereklidir. Kalsiyumun yaklaşık %90' ı hücre duvarlarında bulunur. Bitki dokusunda hücreleri birleştiren ve yapılarını bir arada tutan kohezyon etmeni olarak hareket eder. Kalsiyumun en önemli bilinen fonksiyonu, bitkilerde kalsiyum pektat şeklinde çeperin önemli bir yapıtaşını oluşturmasıdır. Hücre çeperinin orta lameli genellikle kalsiyum ve pektatlardan oluşur ve yeteri kadar kalsiyum olmazsa, çekirdek bölünmesi olsa bile yeni hücre çeperi oluşmaz. Bu da kalsiyumun bitki hayatında ne kadar önemli rol oynadığını ortaya koyar. Kalsiyum olmadan, köklerin ve sürgünlerin yeni doku gelişimi (hücre bölünmesi ve uzaması) durur. Buna bağlı olarak bitki verimi olumsuz etkilenir. Kalsiyum uzun süre dayanan yapraklar ile fotosentezin devamını sağlar. Hücre duvarlarının bütünlüğünün korunmasını sağlar. Bu özellik besin alımının iyi işlemesi ve aynı zamanda elementlerin hücrelerden sızmasının engellenmesi açısından önem taşır. Kalsiyum ayrıca bitki savunma mekanizmasının temel taşlarından olup bitkiye dış stres etmenlerinin algılanması ve tepki göstermesine yardımcı olur. Bitki savunmasında ve doku dayanıklılığında olan iki rolü patojen saldırısına karşı ve depolama sırasındaki çürüklüğe karşı önemlidir (<http://www.drt.com.tr>; Yürekli, 2002).

Kalsiyumun bir ayrıcalığı, ksilemden transpirasyon döngüsü ile kendine özel bir iletimi olmasıdır. Yoğun olarak kökten ana transpirasyon organları olan yapraklara iletilir. Kalsiyum bitkide hareketsizdir, bu da kalsiyumun yapraktan meyveye veya diğer bitki kısımlarına iletilemediği anlamına gelir. Buna karşın düşük transpirasyon oranına sahip meyvelere kalsiyum iletimi zayıf olmaktadır. Meyveye uygulanan kalsiyumun sadece %5' i ulaşmaktadır. Bu yüzden meyvede kısa süreli kalsiyum noksanlıkları kolaylıkla meydana gelebilmektedir. Bitkide yapraklardan transpirasyon işlemi arttıran (iklimsel koşullar) ya da bitkinin alacağı kalsiyumun yararıslılığını azaltan (kuraklık, yüksek EC/tuzluluk, besin dengesizliği) unsurlar çiçek uçburnu çürüklüğü gelişiminin artmasına sebep olurlar. Kalsiyum noksanlığını sadece dikimden başlayarak hasat sonuna kadar suda çözünür kalsiyum nitrat ile yapılacak yeterli ve düzenli uygulamalar önleyebilir (<http://www.drt.com.tr>)

Bitkilerde kalsiyum Ca^{+2} iyonu şeklinde alır. Aşırı derecede yıkanmış ve kireçleme yapılmamış asit topraklar dışında bitkinin gereksinimlerinden fazla kalsiyum kök etki alanına kitle akım ile taşınır. Taşınma kısa sürede gerçekleşir. Bitkiler tarafından alınan toplam kalsiyum içerisinde kitle akımının payı kontak değişime göre 2.5 kat daha fazla olup difüzyonun payı ise yok denecek düzeydedir (Foth ve Ellis, 1988). Genelde kök etki alanına gereksinimin çok üzerinde kalsiyumun bulunmasına karşın bunu bitkiler tarafından alınan kalsiyum miktarı üzerine etkisi çok azdır. Örneğin toprak çözeltisinde K^{+} a göre daha az Ca^{+2} alınır. Bu durum kalsiyum alımının yalnızca endodermis hücre duvarları henüz mantarlaşmamış genç kök uçları tarafından gerçekleştirilmiş olmasına dayanılarak açıklanmıştır (Clarkson ve Sanderson 1978).

Bitkiler tarafından alınan kalsiyum miktarı genetik yapıları ile yakından ilgilidir. Baklagil bitkileri baklagil olmayan bitkilere göre daha fazla kalsiyum alır. Genelde kök katyon değişim kapasiteleri yüksek olan bitkiler kök katyon değişim kapasitesi düşük olan bitkilere göre daha fazla kalsiyum alırlar. Bu durum özellikle Ca^{+2} konsantrasyonunun düşük olduğu ortamlarda çok daha belirgindir (Kaçar ve Katkat, 2007).

Kalsiyum alımı üzerine Mg^{+2} , NH_4^+ , K^+ , NO_3^- etkilidir. Artan miktarlarda uygulanan Mg^{+2} ayçiçeği bitkisinde kalsiyum alımının azalmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Scharer ve Jung 1955). Toprağa artan miktarlarda uygulanan potasyum mısır bitkisinde kalsiyum alımını olumsuz yönde etkilemektedir. Mısır bitkisinin kalsiyum alımı azotu NO_3^- şeklinde içeren azotlu gübreye göre azotu NH_4^+ şeklinde içeren azotlu gübre uygulamasında göreceli olarak daha az gerçekleşmiştir. Toprak sisteminde bitkilerin yetiştirilmesinde kalsiyum ile pH arasında belirgin bir interaksiyon bulunmaktadır. Asit tepkimeli toprakların kireçlenmesi sonucu alüminyum ve hidrojen miktarı azalmakta ve dolayısıyla bitki daha fazla kalsiyum alabilmektedir. Bu arada toprakta değişim kompleksleri üzerindeki değişim yerleri için Ca^{+2} ile H^+ iyonları arasında kesin bir yarışma olmadığı için pH' nın bitkilerde kalsiyum alımı üzerine etkisi azdır (Claassen ve Wilcox 1974).

Kalsiyum eksikliği ilk olarak genç yapraklarda, sürgünlerde, köklerin büyüme yerlerine yakın kısımlarda kendini gösterir. Bu durum bir yandan kalsiyumun, diğer bazı besin maddelerinden farklı olarak, bitki bünyesinde hareket edemediğini, öte yandan da bitkide yeni gelişmelerin olabilmesi için kalsiyuma gereksinim duyduğunu göstermektedir (Aybak, 2005).

Kalsiyum eksikliği genç yapraklarda kloroz sorunun ortaya çıkmasına ve böylece yaprakların normal yeşil renklerini kaybetmelerine sebep olur. Eksikliğin şiddetli olduğu hallerde ise yapraklarda nekrozlar da görülür. Kalsiyum noksanlığı bitkilerde ayrıca yaprak uçlarının ve yaprak kenarlarının yukarıya veya aşağıya doğru kıvrılmasına dolayısıyla yaprakların şekillerini kaybetmelerine yol açar. Kalsiyum eksikliğinde büyüme yerleri çoğunlukla öldüğünden bitkide yeni sürgün meydana gelmez ve bitkinin kök sistemi de bu eksiklikten çok zarar görür (www.menementopraksu.gov.tr).

Toprakta fazla bulunması halinde demir, fosfor ve diğer bazı elementlerden bitkilerin faydalanamamasına neden olur ve bitkide bu elementlerin eksikliğine yol açar (Bayraklı, 1987).

II. 3. 5 Magnezyum (Mg)

Bitkideki görevlerin başlangıcını klorofil molekülünün merkezinde toplam magnezyumun %10-25 kadar yer alması, hücre öz suyunda serbest hareket etmesi ve pektin maddeleri ile fitinin yapısında yer alması oluşturur. Bunlar, çok sayıda metabolik olayda önemli rol oynarlar. Bunlar her şeyden önce magnezyumun kuvvetli bir elektriksel çekim gücüne sahip olmasından kaynaklanır. Bu sayede fosfat gibi oksokompleksler çekilerek düzenli bir geometrik bir şekillenme meydana getirilir. Ayrıca magnezyumun köprü kurma özelliği de önemlidir. Örneğin ATP yapan ATP-sentaz enzimi magnezyuma muhtaçtır. Çünkü magnezyum, enzim ile ADP arasında köprü oluşturur. Yine ATP yi ADP ve inorganik fosfora ayırtıran ATPaz lar Mg ATP ya supstrat olarak gereksinim duyarlar yani supstrat olarak varlığında görev yaparlar. Bitki yeterince magnezyumla beslenince fosfordan daha iyi yararlanır. İşte magnezyumun kompleks oluşmaya son derece yatkın olmasının başında bu özelliği gelir. Bitki köklerine alınan fosfor magnezyum sayesinde hemen fosforlu bileşiklere dönüştürülerek taşınırlar. Bu nedenle magnezyuma fosfor taşıyıcısı denir (Fırat, 1998).

Bitkiler magnezyumu toprak çözeltisinden Mg^{+2} iyonu şeklinde alır. Kök etki alanına taşınan ve kök üzerine alınan magnezyum miktarlarında kitle akımının payı kalsiyumda olduğu gibi yüksektir. Kontak değişim ile alınan magnezyum miktarı ise göreceli olarak azdır.

Toprak çözeltisinde Mg^{+} konsantrasyonu genelde K^{+} konsantrasyonundan yüksektir. Ancak bitki kökleri tarafından alınan Mg^{+2} miktarı K^{+} miktarından çok

daha azdır. Aslında yalnız bitki kökleri tarafından değil tüm bitki organları tarafından alınan Mg^{+2} miktarı K^+ miktarına göre çok daha azdır (Kaçar ve Katkat, 2007).

Ortamda K^+ ve NH_4^+ ün fazla miktarlarda bulunması Mg^{+2} alımını olumsuz şekilde etkilemekte ve bitkiler göreceli olarak daha az Mg^{+2} almaktadır (Kuruve ve Kirkby, 1980). Ortamdaki NO_3^- iyonları ise Mg^{+2} alımı üzerine olumlu etki yapmaktadır. Mg alımı üzerine transpirasyon oranı, gelişme ortamının pH' sı ve ortam sıcaklığı Mg alımını önemli derecede etkiler.

Kalsiyumun aksine Mg^{+2} iyonları floemde hareketlidir. Bu nedenle Mg yaşlı yapraklardan genç yapraklara doğru taşınır (Kaçar ve Katkat, 2007).

Magnezyum klorofilinin bileşiminde yer aldığından eksikliğinde yapraklarda yeteri kadar klorofil oluşmaz ve bunun doğal sonucu olarak da yapraklarda kloroz arazi ortaya çıkar magnezyum noksanlığı ilk olarak yaşlı yapraklarda kendini gösterir. Bu, azot fosfor ve potasyum gibi magnezyum da bitki bünyesinde hareket edebildiğine bir işarettir. Magnezyum noksanlığında karakteristik olarak yaprakların ana damarları arasında ve yaprak kenarlarında açık renkli çizgiler belirir ve yaprak kenarları ile yaprak ana damarları arasında yeşil rengin tamamen kaybolmasına karşılık, yaprak kenarları uzunca bir süre normal yeşil renklerini muhafaza edebilirler. Magnezyum noksanlığının çok şiddetli olduğu hallerde ise yapraklar hemen hemen beyaz bir renk alır ve bu zamandan itibaren de dökülmeye başlarlar. Yaprak dökümü bazen çok şiddetli olur ve meyve ağaçlarında, özellikle elma ağaçlarında, oldukça fazla meyve bulunmasına karşılık hemen hemen hiç yaprak kalmaz. Bu gibi durumlarda ağacın yalnız tepesindeki sürgünlerde ise çok az miktarda yaprak bulunmaktadır (<http://www.menementopraksu.gov.tr>).

Magnezyum noksanlığı bitkide gelişmeyi zayıflatır ve böylece ürün miktarının önemli derecede düşmesine sebep olur. Yalnız yıllık bitkilerin gelişmelerinin son periyodunda ortaya çıkan magnezyum noksanlığının bu bitkilerde ürün miktarı üzerine o kadar önemli bir etki yapmamasına karşılık, bunun meyve ağaçları gibi çok yıllık bitkilerdeki etkisi şiddetli olmaktadır. Özellikle topraktaki azot miktarının düşük bulunması ve kuraklık magnezyum noksanlığının şiddetini daha da arttırmaktadır (Aybak, 2007).

Kültür bitkileri içerisinde tahıllar magnezyum noksanlığına karşı çok duyarlıdır. Tahıllardan da özellikle yulaf magnezyum noksanlığına karşı en çok hassasiyet gösterir. Magnezyum noksanlığının çok şiddetli olduğu hallerde tahıl

bitkilerinin yapraklarında çoğunlukla nekrozlar görülür. Fasulye ise magnezyum eksikliğine az duyarlıdır (<http://www.tarimdostu.com>; Aybak, 2005).

Magnezyumun toprakta fazla bulunması, kalsiyum ve potasyumun eksikliğine neden olmanın yanında (Bozcuk, 2000) bu tip toprakta yetişen bitkilerde gelişmeyi azaltır ve verimi düşürür (Çepel, 1988). Ayrıca yüksek magnezyum konsantrasyonu bitki köklerinde kalsiyum/magnezyum dengesinin bozulmasından dolayı kök gelişimini olumsuz etkiler (Fırat, 1998).

II. 3. 6. Demir (Fe)

Bitkilerde demir metabolik yönden önemini ve çeşitli fizyolojik etkilerini yükseltgenme- indirgenme birleşme değerini değiştirmek ve madde kompleksleri oluşturmak suretiyle gösterir (Nelson ve ark., 1982). Demir bitkilerde önemli fizyolojik işlevleri olan ve pek çok biyokimyasal tepkimeleri katalize eden çeşitli enzimleri aktive eder. Örneğin demir hemin enzimlerinin prostatik gruplarını oluşturur. Bu enzimler solunum zinciri içerisinde ve yükseltgenme tepkimelerinde olağanüstü önem taşıyan enerji metabolizmasında elektron taşıyıcısı olarak görev yapar. Bitkiler çeşitli metabolik işlevlerde önemli rol oynayan ferrodoksin de demir içerir. Ferrodoksin fotosentezin ışık tepkimeleri sırasında elektron aktarıcısıdır (Kaçar ve Katkat, 2007).

Bitkiler geliştikleri ortamdan demiri sürekli almak durumdadırlar. Kök etki alanı içerisinde toprakta demir Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonu şeklinde bulunduğu gibi organik bağlı ya da kleytler şeklinde de bulunur. Bitki metabolizmasında Fe^{+2} kullanılır (Brown, 1978).

Toprak çözeltisinde demir miktarı genelde çok düşüktür. Topraklarda çoğunlukla oksitler, hidroksitler, fosfatlar vb. şekillerde bulunan demirin toprak çözeltisindeki miktarı ortamın pH' sına ve redoks potansiyeline bağlı olarak 10^{-20} ile 10^{-6} mg L⁻¹ (Römheld ve Marschner, 1986). Bitkiler tarafından alınan demir miktarında kontak değişiminin, kitle akımının ve difizyonun paylarının sıra ile % 50, %10 ve % 40 olduğu rapor edilmiştir (Bergmann, 1992).

Yeteri kadar demir alamayan ve demir stresine giren buğdaygil bitkileri dışında ayçiçeği, yer fıstığı gibi çift çenekli bitkiler ve tek çenekli bitkiler bu durumu çeşitli yollardan gidermeye çalışmışlardır. Örneğin alınan bitkiler köklerinde daha fazla kök tüyü oluştururlar (Kramer ve ark., 1980).

4 Yüksek pH' lı topraklar, yüksek düzeyde metal iyonları içeren topraklar, yüksek bakır içerikli topraklar ve düşük potasyum düzeyine sahip topraklar demir alımını azaltan faktörlerdendir. Topraktaki kirecin çözünmesinde CO₂' in önemli etkisi vardır. Havasız koşullar da toprak içerisinde CO₂ oluşumuna sebep olmakta ve bu durum bitkide dolaylı olarak demir eksikliğiyle sonuçlanmaktadır. Ayrıca sıkışık topraklar, uzun süreli sulama, aşırı yağışlar da demir alımını engelleyen unsurlardandır. Toprakta fazla miktarda ağır metal olması da demir eksikliğine yol açar. Örneğin yüksek bakır, çinko ve mangan miktarlarının demir alımını azalttığı bilinmektedir (Yılmaz, 2004).

Demir klorofilin yapısında yer almamakla beraber bitkinin demir beslenmesi ile klorofil içeriği arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Pushnik ve Miller, 1989).

Demir eksikliği belirtileri genç yapraklarda ve özellikle de son çıkan yapraklarda öncelikle görülür. Bitkide demir hareketli değildir. Yaşlı yapraklardan genç yapraklara aktarılamaz. Bu nedenle demir eksikliği belirtileri önce genç yapraklarda ortaya çıkar ve eksikliğin ileri aşamalarında yaşlı yapraklarda etkilenir. Demir, protein sentezi üzerinde etkilidir. Yeteri kadar demir içermeyen bitkilerde protein miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Buna karşın çözünebilir organik azotlu bileşiklerin arttığı gözlenmiştir (Kaçar ve Katkat, 2007).

Demir noksanlığı ilk olarak yapraklarda tipik kloroz arazının ortaya çıkmasına sebep olur ve bu araz önce genç yapraklarda görülür. Bu durum demirin bitki bünyesinde hareket edemediğini dolayısıyla bitkinin yaşlı kısımlarından genç, yeni gelişmekte olan kısımlarına taşınmadığını açık olarak göstermektedir (<http://www.menementopraksu.gov.tr>).

Demir noksanlığının şiddetli olmadığı hallerde renk değişikliği genç yapraklarda damarlar arasında olur ve damarlar arasında yeşil rengin yerini sarımsı yeşil bir renk alır. Buna karşılık, ince damarlar da dahil olmak üzere yaprak damarları normal yeşil renklerini muhafaza eder ve bu zamanlarda yapraklar bir ağ görünüşündedirler. Noksanlık şiddetli ve sürekli olduğu zaman ise yaprakların renkleri saman sarısına döner ki bu zamanda yaprak damarları da yeşil renklerini hemen hemen tamamen kaybederler. Demir noksanlığının şiddetli olduğu hallerde sürgünlerde de kuruma görülür (Aybak, 2005).

II. 3. 6. Kükürt (S)

Yüksek bitkilerde protein sentezinin temel elemanları kükürt içeren sistein, methionin ve sistin gibi aminoasitlerdir. Bitkilerde kükürdün %90 kadarı bu aminoasitlerin içerisinde bulunur. Proteinlerde ya da polipeptidlerde kükürdün temel işlevi polipeptid zincirleri arasında disülfüt bağıını oluşturmaktadır. Disülfid bağı ile diğer aminoasitler de bağlanarak polipeptidler ve proteinler oluşur. Koenzim A, Tiamin, biotin ya da B1 vitamini ile glutasyon sentezinde kükürt önemli rol oynar. Sülfür, klorofil sentezi için gereklidir; soğan, sarımsak ve hardala özel kokusunu veren “sinigrin” denen glikozitin bileşiminde bulunur; kök büyümesini ve baklagillerde nodül teşkilini hızlandırır; fosfordan yararlanmada rol oynar; tahıllarda ürün sayısını, ağırlığını ve ürünün protein miktarını artırır. Yüksek nitrojen gereksinimi olan ürünler nitrojenin verimliliğini en yüksek seviyeye çıkarmak için yeterince sülfür içermelidir. Sülfür, özellikle lahanagillerin (*Brassicaceae*) bünyesinde bol bulunur (Bozcuk, 2000; Katrancı, 1987). Çoğu bitki türünde sülfür kolayca genç yapraklara taşınmaz (Taiz ve Zeiger, 1991).

Bitkiler gereksinim duydukları kükürdün büyük bir bölümünü kökleri aracılığıyla toprak çözeltisinden SO_4^{-2} iyonları şeklinde alırlar bitkiler azda olsa stomaları aracılığıyla atmosferden kükürtdioksit (SO_2) absorbe ederler ancak SO_2 gazının fazlası bitkilere zehir etkisi yapar. Toprak ya da besin çözeltilerinde 3-5 mg SO_4^{-2} L⁻¹ konsantrasyonu çoğu bitkilerde normal derişimi için yeterlidir. Kök yöresine SO_4^{-2} iyonları difüzyon ve kitle akımı ile ulaşır. Çözünebilir SO_4^{-2} içeriğı 5 mg SO_4^{-2} kg⁻¹ ya da daha fazla olan topraklarda bitkilerin kükürt gereksiniminin tamamına yakınının karşılanması kitle akımının payı büyüktür.

Bitkilerin SO_4^{-2} alımı üzerine ortam pH' sı yanında fosfat ($H_2PO_4^{-2}$), nitrat (NO_3^-) ve klor (Cl^-) konsantrasyonlarının önemli etki yapmadıkları saptanmıştır (Legget ve Epstein 1956). Ancak kimyasal yönden yakın benzerlik içerisinde bulunan selenat, molibdat ve kromat anyonları SO_4^{-2} alımını olumsuz şekilde etkilemektedir (Nissen, 1974).

Bitkilerde SO_4^{-2} alımı üzerine ortam sıcaklığının ve kök uzunluğunun olumlu etki yaptığı belirlenmiştir (Rajan 1966). Kükürt bitkide hareketli durumdadır. Ancak kolaylıkla metabolize olup organik bileşiklere dönüştürüldüğü için kükürt bitkide bir yerden bir yere fosfor gibi çok fazla taşınmaz.

Klorofil; diğer faktörler yanında bitki bünyesinde yeter ölçüde kükürdün bulunmasına da ihtiyaç gösterdiğinden, kükürt eksikliğinde ilk olarak yapraklarda

kloroz ortaya çıkar. Kükürt eksikliğinde yapraklarda sebep olduğu kloroz azot eksikliğinde rastlanan semptomlara büyük bir benzerlik gösterir. Çünkü her iki besin maddesi eksikliğinde de renk bütün yaprakta aynı şekilde değişmektedir. Yalnız, azot eksikliği ilk olarak yaşlı yapraklarda kükürt eksikliği ise ilk olarak genç yapraklarda görülür. Bu durum ise bitki yapraklarında ortaya çıkan bu besin maddelerinden hangisine ait olduğunun tespiti işini kolaylaştırmaktadır. Kükürt eksikliği ayrıca bitkide sürgün oluşumunun azalmasına ve meydana gelen sürgünlerin de zayıf kalmalarına sebep olur (<http://www.menementopraksu.gov.tr>).

II. 3. 7. Çinko (Zn)

Çinko, protein sentezinde önemli rol oynar. Mitoz bölünmeyi sağlayarak hücre çoğalması ile çinko arasında bir ilişkinin olduğu bilinmektedir. Zn^{+2} iyonları, belirli kromozom sayılarına bariz şekilde aktivite kazandırdıkları gibi SH^- gruplarını içeren enzimlerin aktivitelerini düzenleme ile birlikte protein sentezin meydana geldiği sitoplazmik ribozomlara da stabilite kazandırır. Çinkonun bitkide hormon varlığı üzerinde de etkisi büyüktür. Pridoksal fosfatın yardımı ile indol ve serinden triptofanın sentezi katalize edilir. Triptamine karnoksilasyon yoluyla oksidasyon ve desiminiasyon sonuçta β -indolsirke asidi (ISA) yani doğal bir hormon üretilir (Fırat, 1998).

Bitkiler genelde çinkoyu Zn^{+2} iyonu şeklinde alırlar. Bünyede hareketsiz bir elementtir. Toprakta ya da besin çözeltilerinde bulunan Zn^- kilyetler, bitkiler tarafından kilyet şeklinde değil doğrudan Zn şeklinde alınır (Halvorson ve Lindsay, 1977). Bitki çeşidine bağlı olarak çinkonun %58 ile %98' i suda çözünebilir şeklindedir (Welch ve ark., 1976).

Bitkilerde çinko eksikliğinin en açık belirtisi olan bodur büyüme ve küçük yaprak oluşumunun oksin metabolizmasındaki bozulmadan ve özellikle de indol asetik asit (İAA) oluşumundaki azalmadan ileri gelir. Çinko eksikliğinde domates bitkisinde gövde uzamasındaki gerileme ile İAA oluşumu arasında yakın ilişki saptanmıştır. Çinko eksikliği gösteren bitkilerde İAA miktarının az olması İAA sentezindeki gerilemeye ve oluşan İAA in hızlı bir şekilde parçalanmasına dayanmaktadır (Çakmak ve ark., 1989).

Taze fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) çinko eksikliği durumunda en genç yaprak soluk yeşil bir renk alır, yaprak ucu ve kenarları sararır. Damarlar arasında

kloroz meydana gelir, yapraklar küçük kalır ve buruşur. Bitkinin uç kısımlarındaki çiçekler ve baklalar ise gelişemez ve bitki bodurlaşır (Aybak, 2005).

Bitkilerin çinko eksikliğinde klorofil içeriklerinde çok büyük bir azalma olduğu görülmüştür (Taban ve Alparslan, 1996). Çinko eksikliğinde şeker pancarı (*Beta vulgaris* L) bitkisinde sakkaroz oluşumunun önemli bir derecede azaldığı saptanmıştır (Singh ve Gangwar, 1974). Bu ise çinko eksikliğinde sakkaroz sentetaz enzim aktivesinin azaldığını gösterir. Aynı şekilde nişasta sentetaz enzim aktivesinin azalması sonucu fasulye bitkisinde (*Phaseolus vulgaris* L) nişasta miktarının azaldığı saptanmıştır (Marschner ve Çakmak, 1989).

Çinkonun yeteri kadar bulunmadığı topraklarda yetiştirilen bitkilerde; kök gelişmesi ve çimlenme zayıf olur. Meyve ve tohum oluşumu engellenir. Buğdayda kardeşlenme zayıf olur. Bitkilerin hastalıklara ve soğuğa dayanıklılığı azalır. Yaşlı yapraklarda ve damar aralarında sararmalar, boğum aralarında kısalmalar, yapraklarda kıvrılmalar, küçülmeler, meyve ağaçlarında genç sürgünlerde rozetleşme görülür. Meyve ağaçlarında ve özellikle internodlar kısalır, yapraklar olağanüstü küçülerek 'rozet' oluşur. Rozet oluşumu normal yapraklara göre 20-30 kez daha küçük çok sayıdaki yaprağın bir arada oluşturduğu rozete benzer bir oluşumdur (Kaçar ve Katkat, 2007). Topraklarda çinko olsa dahi pH, kireç ve fosforun yüksek olması ve düşük nem, bitkilerin topraktaki çinkodan yararlanmasını engeller (<http://www.toros.com.tr>).

Çinko fazlalığı bitkiler çok seyrek görülen bir durumdur. Bazı bitkiler çinko fazlalığına tolerans gösterebilir. Fakat genellikle çinko zehirlenmesi bitkilerde kök ve yaprak büyümesini önemli derecede etkiler buna paralel olarak bitkilerde fosfor ve çinko alımı da büyük ölçüde azalır.

II. 3. 7. Mangan (Mn)

Bitkiler, manganı Mn^{+2} iyonu şeklinde alırlar. Püskürterek uygulanmaları durumunda bitkiler manganı yaprakları ile de alabilirler. Organik asitler, fenolik maddeler, protonlar (H^+) gibi kök salgılarıyla ya da ölü hücre ve dokularının mikrobiyal parçalanmalarıyla mangan oksitlerin indirgenmeleri sonucu oluşan Mn^{+2} bitki kökleri tarafından alınır. Topraklarda mangan miktarı yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine bağlı olarak değişir. Yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri ise temelde mikrobiyal aktivite yanında toprağın pH' sına, nem ve organik madde miktarına bağlıdır. Sterilize edilmek suretiyle manganı yükseltgeyen

mikroorganizmaların yok edilmeleri durumunda Mn miktarı zehir etkisi gösterecek düzeylere ulaşabilir. Bu nedenle rizosferdeki mikrobiyal etkinlik bitkilerde mangan alımı yönünden büyük önem taşır.

Manganın çok kolay yükseltgenmesi nedeni ile bitkilerde fotosentezde elektron aktarımı ve oksijen içermeyen radikallerin zehir etkilerinin giderilmesi gibi redoks işlemlerinde önemli görevler yapar. Pek çok enzimde aktivatör olarak görev yapan Mn^{+2} önemli enzimlerin yapısında yer alır. Bunlardan birisi enzim-S, diğeri de süperoksit dismutaz (SOD) enzimidir. Enzim-S fotosentezin ışık tepkimelerinde fotosistem II' ye elektron akımını gerçekleştirir (Kaçar, 1996). Manganın bileşiminde bulunduğu süperoksit dismutaz enzimi bitkide gerçekleşen biyokimyasal tepkimelerde moleküler oksijenin indirgenmesi sonucu oluşan hidrojen peroksidin parçalanması evrelerinde hücrenin zarar görmemesini sağlar. Mangan 35 kadar enzimin aktivite edilmesinde kofaktör olarak görev yapar (Burnell, 1988).

Mangan eksikliğinde köke yeterince karbonhidrat aktarımı olmadığı için kök büyümesi olumsuz bir şekilde etkilenir (Campbell ve Nable, 1988). Mangan eksikliği de ilk olarak yaşlı yapraklarda renk değişikliklerine neden olur. Mangan eksikliğinde yapraklarda kendisini gösteren kloroz, damarlar arasından başlamak üzere, özellikle gelişmenin ilk dönemlerinde demir eksikliği ile ilgili hastalığa büyük bir benzerlik gösterir. Yalnız demir eksikliği ilk olarak genç yapraklarda ortaya çıkmasına karşılık mangan eksikliği önce yaşlı yapraklarda kendini göstermektedir (<http://www.toros.com.tr>).

Tahıl bitkileri içerisinde mangan eksikliğine karşı en çok hassasiyet gösteren yulaftır. Bu eksiklik genellikle ilkbaharda bitkiler yaklaşık olarak 15-20 cm yükseklikte iken yaşlı yapraklarda görülür. Önce yaprak damarları arasında renk açılır ve bu kısımlarla birlikte daha şiddetli olarak yaprak kenarlarında gri veya açık renkli benekler veya çizgiler meydana gelir. Eksikliğin daha ileri periyotlarında ise bütün yaprak dokuları esmer bir renk alırlar ve bu şekilde esmerleşen kısımlar helezon şeklinde bükülürler. Mangan eksikliğin son devresinde ise yapraklar renklerini tamamiyle kaybederler. Öte yandan mangan eksikliğinde buğday, arpa ve diğer tahıl bitkilerinde ortaya çıkan araz yulaftakine çok benzemektedir. Mangan eksikliğinde şeker pancarı ve diğer pancar bitkilerinde kendini gösteren araz da çok karakteristik olup buna 'Sarı leke' hastalığı denilmektedir. Bu bitkilerde yapraklar normale göre çok daha dik bir durum alırlar ki bu doğrudan doğruya yaprak kenarlarının üste doğru bükülmeleriyle ilgilidir. Böyle yapraklarda ayrıca renk

değişiklikleri de olur ve yaprak damarları arasında yeşil rengin yerini sarı bir renk alır (<http://www.menementopraksu.gov.tr>).

Mangan eksikliği meyve ağaçları yapraklarında da tipik kloroz azasının ortaya çıkmasına sebep olur. Örneğin elmada yaprak damarları arasında renk değişir ve bu değişiklik yaprak kenarlarından başlayarak orta damara doğru ilerler. Daha ileri devrede ise yalnız yaprak damarları yeşil renktedirler. Mangan eksikliği kuvvetli bir gelişme gösteren genç sürgünlerdeki yapraklarda çok daha hafiftir (<http://www.tarimdostu.com>).

II. 3. 8. Sodyum (Na)

Bitkiler, sodyumu kökleri ile toprak çözeltisinden Na^+ iyonu olarak pasif şekilde alırlar. Sodyum iyonu bitkinin ksilem ve floem taşıma sistemlerinde alırlar. Sodyumun bitkideki hareketliliği iyi olup özel bir depolanma yeri yoktur. Sodyum kimyasal olarak potasyuma benzer. Bitkiler sodyumu potasyumdan yavaş fakat kalsiyum ve magnezyumdan hızlı alırlar. Yetiştirme ortamından aşırı derecede sodyum bulunması durumunda kabartma etkisine sahip sodyumun kök merkez silindiri ile gövde dokularında birikerek bitkinin suyu almasını ve taşınmasını engeller (Fırat, 1998). Verimli ve yağışlı yere göre topraklarında değişebilir katyonlar önemliliklerine göre: $\text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^+ = \text{Na}^+$ şeklinde sıralanırlar. Tek yıllık bitkiler gevşek şekilde tutulmuş değişebilir Na^+ dan yararlanırlar. Topraklarda sodyum çözülebilir sodyum bileşikleri şeklinde bulunur. Bu bileşikler NaCl , NaNO_3 , boraks, albit ve diorittir (Kaçar ve Katkat, 2007).

Yapılan çalışmalar sodyumun C4 bitkileri ile belli koşullar altında CAM bitkileri, mavi yeşil algler, kimi bakteri ve mantarlar için mutlak gerekli bir element olduğunu göstermiştir. Buna karşın sodyum, C3 bitkileri için mutlak gerekli bir element değildir (Asher, 1991). Besin çözeltisinde sodyum konsantrasyonu $\leq 100 \mu\text{M}$ olduğu zaman C4 bitkileri maksimum gelişme gösterirken C3 bitkilerinin, sodyumdan arıtılmış yada sodyum konsantrasyonu $0,007 \mu\text{M}$ düzeyine indirilmiş besin çözeltilerinde optimum gelişme gösterdikleri belirlenmiştir (Brownell, 1968).

Tahılların dane ve sapında, fasulye, patates, pancar ve domateste sodyum yaklaşık % 0,01-%0,1 arasındadır (Fırat, 1998).

Fasulye bitkisinin sodyuma ihtiyacı çok azdır fakat sodyum içeren topraklara ve tuzluluğa ise çok duyarlıdır. Yüksek sodyum içeren veya tuzluluk problemi olan topraklarda yetişen fasulyelerde büyümede durgunluk, yapraklarda yanıklık ve

hassas çeşitlerin bitkilerinde ölüm meydana gelebilir. Hasarlar daha çok çimlenme ve fide gelişimi esnasında oluşur ve bitkiler önemli ölçüde cılız gelişim gösterirler. Toprak yüzeyine yakın veya toprakta birikmiş tuz problemi olduğunda, suyun kullanımı daha da önem kazanır (Aybak, 2005).

Sodyum fazlalığının bitkilerde görülebilir bir belirtisi saptanamamıştır. Buna karşın Finck (1975) buğday ve yonca bitkilerinde %0.15, genç fasulye bitkisi yapraklarında %0.40 ve arpa bitkisinde %0.40 sodyum miktarının toksik etki yapacak düzeyler olduğu saptamıştır (Kaçar ve Katkat, 2007)

Tablo II.1 İyonlar Arası Geçimsizliğe (Antagonizm) Örnekler

Antagonistik Element	Alımına Mani olunan Elementler
Aşırı Azot(N)	Potasyum(K), Bakır(Cu),Bor(B)
Aşırı Fosfor(P)	Bakır(Cu),Potasyum(K),Kalsiyum(Ca), Çinko(Zn), Demir(Fe)
Aşırı Potasyum(K)	Bor(B), Magnezyum(Mg),
Aşırı Çinko(Zn)	Bakır(Cu) , Mangan(Mn, Demir(Fe)
Aşırı Mangan(Mn)	Çinko(Zn), Demir(Fe)
Aşırı Demir(Fe)	Fosfor(P), Mangan(Mn)
Aşırı Bakır(Cu)	Çinko(Zn), Mangan(Mn), Demir(Fe)

Tablo II.2 Besin Elementleri Arasındaki Etkileşim

Elementler	N	P	K	Mg	Ca	Zn	Cu	Mn	B	Mo	Fe
Azot(N)			▲	●			▲		▲		
Fosfor(P)			▲		▲	▲	▲				▲
Potasyum(K)				▲				●	▲		●
Magnezyum(Mg)		●	▲								
Kalsiyum(Ca)		▲	▲	▲		▲		▲	▲		▲
Çinko(Zn)							▲	▲			▲
Bakır(Cu)						▲		▲			▲
Mangan(Mn)						▲					▲
Bor(B)											
Molibden(Mo)	●				▲		▲		▲		▲
Demir(Fe)		▲						▲			

●: Elementlerin birbirleriyle olan antagonistik etkileri

▲: Elementlerin birbirleriyle olan sinerjik etkileri (Yılmaz, 2004).

II.4. SU KÜLTÜRÜ

Bitkilerin su ve kum kültürlerinde yetiştirilmeleri özellikle bitki fizyologları tarafından yaygın şekilde uygulanan araştırma yöntemleridir. Su kültüründe kullanılan ve ‘Besin Çözeltisi’ adı verilen çözeltiler belirli oranlarda tuzların arı su içerisinde çözünmeleriyle hazırlanır. Besin çözeltisi ‘Bitkilerin gereksinim duydukları ve topraktan aldıkları tüm elementleri kapsayan çözelti’ olarak tanımlanır (Kaçar ve Katkat, 2007).

Su kültürü, bilinen diğer adıyla ‘hidroponik’, Yunanca hudor (su) ve ponos (çalışma) sözcüklerinden türetilmiştir. Çalışan su anlamına gelir. Uygulanmış su kültürü yöntemi örnekleri tarihte birçok yerde karşımıza çıkmaktadır. Babil’ in bahçelerinde oksijen ve besin maddesince zengin suyun sürekli pompalanmasının, su kültürü yöntemine ilk örneklerdendir. Daha sonraları Orta Amerika’ da Azteklerin Tenochtitlan gölünden çıkardıkları göl tabanı tortullarını sallara (Chinampas) doldurarak göl üzerinde yüzen bahçeler yapmışlardır. Bitki kökleri çamur ve dalların içerisinde geçerek suyun içerisine uzanmış ve yüzen adalar oluşturmuşlardı. Hiç batmayan bu chinampalar pazarlara yüzdürülerek götürülüyor ve üzerlerinde

yetiştirilen sebze ve çiçekler toplanarak taze olarak satılıyordu. Bu işlerle uğraşan köyler birleşerek günümüzde Meksika'nın başkenti olan Mexico City'yi oluşturmuştur (Öztürk ve Ok, 2007).

Bitkilerin besin çözeltilerinde yetiştirmelerine ait modern ilkeler ilk önce 1860 yılında Sachs tarafından ortaya konulmuştur. Sachs tarafından ortaya konulan ilkeler çok az değişikliklerle bugün de kullanılmaktadır. Sachs (1860) bitki tohumlarını önce iyi yıkanmış ağaç talaşlarında çimlendirmiş ve besin çözeltisine aktarılmaya hazır duruma gelinceye değin gelişmeye bırakmıştır. Genç bitkileri dikkatli bir şekilde alıp, yıkadıktan sonra kök kısmı besin çözeltisi içerisinde kalacak şekilde gövde kısmı bir mantar tabakasının yarığına sıkıştırılmak suretiyle su kültürüne yerleştirilmiştir (Kaçar ve Katkat, 2007). Yöntemin seralarda kullanılmaya başlanması 1950'li yıllarda hızla yayılma eğilimi göstermiştir (Özgür, 1991). Bugün seracılıkta çok önemli bir yeri olan Hollanda' da sera sebzeciliğinin tümü; İngiltere, Belçika, Almanya, Fransa gibi ülkelerde de % 30-90 arasındaki kısmı topraksız tarım biçiminde yapılmaktadır (Jensen ve Collins, 1985).

Topraksız kültürün amacı; bitkilerin gelişmesini besin çözeltileri yardımıyla sağlamak, bitkilerin besin madde ve su gereksinimlerini stres meydana getirmeden karşılamak ve bunu abartılı olmayan harcamalarla gerçekleştirmektir (<http://www.uzumsu.com>).

Topraksız kültürün avantajlarına değinilecek olursa;

*Topraklı yetiştiriciliğe göre erkencilik sağlamaktadır.

*Besin çözeltisi homojen olduğu için çözelti içerisindeki azalan elementlerin düzenli olarak temini, ayarlanması test edilip örnek alınması daha kolaydır.

*Bitkiler, normal toprak işlemenin yapılmadığı veya pratik olmadığı (Kayalık, taşlık, ve bataklık) arazilerde kolaylıkla yetiştirilebilirler.

*Besin çözeltisi ve ortam yataklar içinde bulunduğu kök hastalıklarından korunmak için kolaylıkla sterilize edilebilirler.

*Sızıntıların durdurulması ve yüzey buharlaşma en aza indirildiğinden birim ürün için daha az suya ihtiyaç duyulur.

*Besin çözeltisinin ayarlanabilmesi ve sürekli yenilenebilmesi nedeniyle nispeten yüksek tuzlu sular kullanılabilir.

*Az iş gücü yani toprak işleme, yabancı ot mücadelesi, sulama, gübreleme ve ilaçlama yetiştiricilikte maliyeti yükselten faktörler arasındadır. Topraksız yetiştiricilikte iş gücünü gerektiren bu işlemler en aza inmektedir.

*Ortalama verim yüksek ve yapılan kültürel işlemler daha kolaydır.

Bunların ötesinde gübre ve tarımsal mücadele ilaçları özellikle kapalı sistemlerde direk toprağa verilmediği için toprak ve yeraltı sularının kirlenmesinin önüne geçilmekte bu nedenle de çevre kirliliği sorununa çözüm getirilmektedir (Özeren, 1998).

II.4.1. Su Kültürü Uygulamaları

Su kültürü yöntemi üç farklı şekilde uygulanmaktadır.

II.4.1.1.Durgun Su Kültürü

Deneyisel çalışmalarımızda kullandığımız bu teknik bilinen en eski topraksız kültür örneğidir. Günümüzde sadece bitki beslemeye dayalı çalışmalarda kullanılmaktadır. Havalandırılmalı ve havalandırmazlık olmak üzere iki şekli vardır. Bu sistemde derinliği 30 cm yi geçmeyen bir tekne, küvet veya tank kullanılır.

II.4.1.2.Akan Su Kültürü (NFT=Nutrient Film Culture= Besleyici Film Tekniği)

Bitki köklerinin, değişik kanallar içerisinde sürekli veya aralıklı olarak birkaç mm' den 4-5 cm' e kadar derinlikte geçirilen besin çözeltileri içerisinde tutularak beslenmesi şeklindeki üretim metodudur. Sistemde bitkiler verilen besin çözeltisi eğimli bir kanaldan geçirilerek besin tanklarında depolanır ve eksiklikleri tamamlandıktan sonra tekrar ortama motorlar aracılığı ile pompalanır.

II.4.1.3.Aeroponik Kültürü

Bitkilerin köklerine besin eriyiklerinin sürekli veya aralıklı bir şekilde sis veya buhar halinde püskürtülmesi şeklinde uygulanan bir topraksız kültür yöntemidir. Diğer sistemlere göre su ve gübre tasarrufu sağlayan bu sistemde besin çözeltisini atmaya yarayan başlıklar ve sistemi basınçlı bir şekilde çalıştıran motor düzeneği bulunmaktadır.

II.4.2.Su Kültüründe Kullanılan Besleyici Çözeltiler

Topraksız kültürün temelini oluşturan besin eriyiği için gerekli iki temel eleman su ve bitki besin elementleridir. Besin eriyiklerinin hazırlanmasında ya damıtık su ya çeşme suyu ya da temiz doğal su kaynaklarının suyu kullanılır. Besin elementleri ise; makro besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, S), mikro besin

elementleri (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) dir. Besin eriyiğinin pH' ının 6-6.5 arası tutulması önerilir. Besin eriyiği hazırlamada bilinen pek çok hazır reçeteden yararlanılır. Bu reçetelerin bir kısmı geniş tabanlı bir uygulama alanına sahipken, bir kısmı sadece bazı sebzelere ve bazı sistemlere özeldir. Geniş tabanlı besin eriyiği reçetelerinin en eskilerine örnek Hoagland ve Knop'dır. Besin eriyikleri bizzat hazırlanabilir ya da piyasadan konsantre olarak alınır ve önerilen şekilde sulandırılır ya da özel hazırlanmış toz karışım paketleri alınır ve gereği kadar suda eritilerek elde edilir (Sevgican, 1999).

Sachs(1860) besin çözeltisini, 1000 ml su içerisinde 1.00 g KNO_3 , 0.50 g $Ca_3(PO_4)_2$, 0.50 g $MgSO_4$, 0.50 g $CaSO_4$, 0.25 g $NaCl$ ve eseri miktarda da $FeSO_4$ ' ı çözündürmek suretiyle hazırlanmıştır. Değişik araştırmacılar besin çözeltilerinin hazırlanmasında değişik cins ve miktarda tuzları kullanmışlardır. Örneğin Crone (1902) besin çözeltisini 1000 ml su içerisinde 1.00 g KNO_3 , 0.25 g $Ca_3(PO_4)_2$, 0.25 g $MgSO_4$, 0.25 g $CaSO_4$, 0.25 g $FePO_4$ ' ı çözündürmek suretiyle hazırlamıştır. Yapılan araştırmalar kültür bitkilerinin değişik araştırmacılar tarafından geliştirilen değişik besin çözeltilerinde iyi bir şekilde yetiştirilebildiklerini göstermiştir.

Shive (1915) bitkilerin topraktan mutlak gerekli olan azot, kükürt, fosfor, kalsiyum, potasyum ve magnezyumdan oluşan altı elementi aldığını ileri sürmüş ve bu elementleri kapsayan besin çözeltisini hazırlamıştır. Bunun için, 0.0052 M $Ca(NO_4)_2$, 0.0180 M $KH_2 PO_4$ ve 0.0150 M $MgSO_4$ hazırlamış ve bu çözeltinin litresine 0.0044 g $FePO_4$ karıştırılmıştır. Shive tarafından önerilen besin çözeltisi de uzun süre araştırmalarda kullanılmıştır.

Arnon (1938) tarafından geliştirilen ve içeriği Tablo II.1' de verilen besin çözeltisi de su kültürü araştırmalarında yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Adı geçen besin çözeltisi pH' sı, 0.1 N H_2SO_4 kullanılmak suretiyle 6,0' ya ayarlanmıştır. Test bitkisinde sararma görüldüğü zaman haftada iki kez besin çözeltisine 1 ml % 0.5' lik demir tartarat çözeltisinin karıştırılması önerilmiştir.

Tablo II.1' de içeriği verilen besin çözeltisi 'Tam' besin çözeltisi olup bitkinini normal gelişebilmesi için gereksinim duyulan tüm elementleri içermektedir.

Tablo II.3 Besin çözeltisi (Arnon, 1938)

Kimyasal maddeler	1 litre arı suda çözünecek miktar, g	1 litre besin çözeltisine konulacak miktar, ml	Element konsantrasyonu
KH_2PO_4	136.09	Çözelti I (Asal çözelti) 1	
KNO_3	101.10	5	
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	164.10	5	
MgSO_4	120.39	2	
		Çözelti II (Ek çözelti)	
H_3BO_3	2.86	1	0.5 mg/L B
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81	1	0.5 mg/L Mn
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22	1	0.05 mg/L Zn
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08	1	0.02 mg/L Cu
$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.02	1	0.01 mg/L Mo

Besin elementlerin noksanlıklarında ortaya çıkacak belirtileri saptamak için yapılacak araştırmalarda ‘Tam’ besin çözeltilerinde yetiştirilen bitkiler kontrol olarak kullanılır. Buna karşın eksikliği saptanılmak istenilen elementi içermeyen besin çözeltilerinde yetiştirilen bitkiler, ‘Tam’ besin çözeltilerinde yetiştirilen bitkilerle karşılaştırılarak noksanlıkta ortaya çıkan belirtiler saptanır. Örneğin azot eksikliğinde ortaya çıkan belirtileri saptamak için bitki bir kez ‘Tam’ besin çözeltisinde ve bir kez de azot içermeyen Tablo II.2’ de içeriği verilen besin çözeltisinde yetiştirilir.

Tablo II.4 Azot içermeyen besin çözeltisi (Arnon, 1938)

Kimyasal maddeler	1 litre arı suda çözünecek miktar, g	1 litre besin çözeltisine konulacak miktar, ml	Element konsantrasyonu
		Çözelti I (Asal çözelti)	
KH_2PO_4	87.13	5	
KNO_3	120.39	2	
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	12.60	10	
MgSO_4	1.36	20	
		Çözelti II (Ek çözelti)	
H_3BO_3	2.86	1	0.5 mg/L B
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81	1	0.5 mg/L Mn
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22	1	0.05 mg/L Zn
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08	1	0.02 mg/L Cu
$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.02	1	0.01 mg/L Mo

Johnson ve ark. (1957) daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş besin çözeltilerini değiştirerek Tablo II.3’ de yeni bir düzenleme yapmıştır. Alınan besin çözeltisi de yaygın bir şekilde kullanılmıştır.

Tablo II.5 Besin çözeltisi (Johnson ve ark.1957)

Kimyasal maddeler	Stok çözeltisinin konsantrasyonu		1 litre besin çözeltisine konulacak stok çözelti miktarı, ml	Element	Hazırlanan besin çözeltisinde element konsantrasyonu	
	M	g / L			µM	mg/L
KNO ₃	1	101.10	6.0	N	16000	224
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1	236.16	4.0	K	6000	235
NH ₄ H ₂ PO ₄	1	115.08	2.0	Ca	4000	160
MgSO ₄	1	246.49	1.0	P	2000	62
				S	1000	32
				Mg	1000	24
				Mikro elementler		
KCl	0.050	3.728	1.0	Cl	50	1.77
H ₃ BO ₃	0.025	1.546	1.0	B	25	0.27
MnSO ₄ .H ₂ O	0.002	0.338	1.0	Mn	2.0	0.11
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.002	0.575	1.0	Zn	2.0	0.13
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.0005	0.125	1.0	Cu	0.5	1
H ₂ MoO ₄ (% 85 MoO ₄)	0.0005	0.081	1.0	Mo	0.5	0.03
						2
						0.05
Fe-EDTA	0.020	6.922	1.0	Fe	20	
						1.12

II.4.3. Su Kùltürü Yönteminin Başarılı Bir Şekilde Uygulanmasında Dikkat Edilecek Önemli Noktalar

a.Besin Çözeltisi Kabının Büyüklüğü ve Çeşidi:

Yetiştirilecek bitkinin büyüme süresi, denemenin amacı vb. etmenler dikkate alınmak suretiyle besin çözeltisinin konulacağı kap seçilir. Bor hariç öteki mikro element denemeleri için borosilikat camdan yapılmış (Pyrex ve Jena) kaplar su kùltürü denemelerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Bor ile ilgili denemelerde bor içermeyen yumuşak camdan yapılmış kaplar kullanılmalıdır. Bu arada polietilenden yapılmış kaplar, mikro elementler dahil denemelerde başarılı bir şekilde kullanılabilir.

Besin çözeltisi kapları 1-1,5 cm kalınlığındaki düz mantar yada polietilen tabaka ile kapatılır. Kapak ile besin çözeltisi arasında 1-2 cm' lik bir boşluğun bulunması uygundur. Mantar ve polietilen kapaklara bitkilerin yerleştirileceği delikler açılır. Bitkiler deliklere pamuk ile sıkıştırılarak yerleştirilir. Bitki kökleri besin çözeltisi içerisinde gelişir.

b.Çimlenme:

Denemede kullanılacak bitki tohumlarının özellikleri ile ilgili olarak çimlendirmede çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Genellikle tohumlar ayrı bir yerde çimlendirilmektedir. Kimi bitki tohumları özel olarak hazırlanmış tohum yataklarında çimlendirilir. Bu arada tahıl tohumları 5-6 saat su içerisinde bırakıldıktan sonra filtre kağıtları arasında veya çimlendirme filesi üzerinde çimlendirilir. Filtre kağıtları su ile ya da besin çözeltisi ile sürekli olarak ıslatılır. Çimlendirme filesi ise içersinde su veya besin çözeltisi bulunan geniş yüzeyli kap üzerine su ya da besin çözeltisi ile değinecek şekilde yerleştirilir. Islatılmış tohumlar çimlendirme filesi üzerinde çimlenmeye bırakılır.

Çimlenen genç bitkiler besin çözeltisini içeren kaplara yerleştirilmeden önce iyice ıslatılmalı ve çimlendirildikleri yerden zarar vermeksizin dikkatle alınmalıdır.

c.Besin Çözeltisinin Havalandırılması:

Su kùltürü denemelerinde besin çözeltisinin dikkatle havalandırılması gerekir. Çoğu bitkiler havalandırılan besin çözeltisinde havalandırılmayanlara göre çok daha iyi gelişirler. Çeşitli bitkilerin havalandırma istekleri farklıdır. Kuşkusuz besin çözeltisi çoğu bitki kökleri için uyumu güç, yapay bir ortamdır. Besin çözeltisinin oksijen içeriği düşük olduğu gibi kök solunumu sonucu karbondioksit çözeltide kısa sürede birikir. O nedenle havalandırma, yapılması zorunlu bir iştir. Havalandırma

besin çözeltisi içerisinde ince hava kabarcıkları halinde sürekli olarak havanın verilmesi ile başarılı bir şekilde yapılabilir.

d.Besin Çözeltisinin Yenilenmesi:

Su kültürü araştırmalarında zaman zaman besin çözeltisinin yenilenmesi gerekir. Genel olarak her üç günde bir veya biraz daha fazla zaman aralıklarında besin çözeltileri boşaltılır. Kap yıkanır ve yeni besin çözeltisi konulur. Besin çözeltisinin değiştirilme zamanı bitkinin büyüklüğüne, bitkinin büyüme durumuna ve kullanılan besin çözeltisinin miktarına göre saptanır.

Özellikle seyreltik besin çözeltileriyle yapılan araştırmalarda besin çözeltisinin yenileriyle değiştirilmesi çeşitli yararlar sağlar. Besin çözeltisinde az olan elementin kısa sürede bitki tarafından alınması sonucu bitki bu elementin noksanlığından zarar görebilir. Besin çözeltisinin değiştirilmiş ile bu önemli sakınca ortadan kalkar. Bu arada bitkiler değişik besin elementlerini aynı oranda absorbe etmedikleri için besin çözeltisinde elementler arasındaki denge bozulacaktır. Yine gelişme devam ederken bitki köklerinde n besin çözeltisine verilen kimi organik bileşikler, belirli bir düzeyin üzerine çıktığı zaman bitki gelişmesi olumsuz yönde etkilenecektir. Bütün bu sakıncalar belirli sürelerde besin çözeltisinin yenilenmesi ile giderilebilir.

e.Besin Çözeltisinin pH' sı :

Son zamanlarda yapılan araştırmalar besin çözeltilerinin pH' larındaki ayrımlılığın düşünüldüğü kadar önemli olmadığını göstermiştir. Arnon ve Johnson (1942) yapmış oldukları araştırmalar sonunda çeşitli bitkilerin, pH' ları 4 ile 8 arasında değişen besin çözeltilerinde iyi bir şekilde geliştiklerini ve gerekli dikkatin gösterilmesi halinde bitki gelişmesi için gereksinim duyulan elementlerin pH 4 ile 8 arasında bitki tarafından alınabilir halde çözeltilerde çoğunlukla değişmeden kaldığını saptamışlardır. Besin çözeltisinin pH' sı yükseltgenme indirgenme dengesini ve çeşitli elementlerin çözünürlüklerini etkilemesi yönünden önem taşımaktadır.

f.Besin Çözeltisinde Bulunan Elementlerin Çözünürlüklerin korunması:

Besin çözeltisinde bulunan kimi elementlerin çözünür durumda çökmeden uzun zaman tutulabilmesi de önemli bir sorundur. Bu özellikle demir için üzerinde önemle durulması gereken konudur. Genel olarak pH alkaline tarafa doğru değiştikçe demirin çökmesi fazlalaşmaktadır. 6.0 ya da daha yüksek pH' ya sahip besin çözeltilerinde yetiştirilen bitkiler çoğunlukla demir noksanlığı belirtilerini gösterirler. Havalanan besin çözeltilerinde pH 8' e yaklaştıkça Fe^{+2} iyonu çözünmez haldeki

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ ' e dönüşür ve bitki demirden yararlanamaz. Bitkilerde demir noksanlığını önlemek amacıyla besin çözeltisine kısa aralıklarla bir demir tuzunun sulu çözeltisi karıştırılır. Bu arada öteki kimi ağır metal iyonlarının yükseltgenme durumları ile çözünürlükleri de pH değişmelerinden etkilenmektedir (Hodgson 1963). Anyonlardan fosfat anyonu pH değişmelerinden en fazla etkilenmektedir. Ortamın pH' sı 4.0 olduğu zaman H_2PO_4^- iyonları çoğunlukla bulunmasına karşın pH 8' in üzerine çıkınca H_2PO_4^- iyonları çoğunluktadır. H_2PO_4^- ve HPO_4^{2-} iyonlarının gerek kimyasal ve gerekse fizyolojik etkileri arasında özdeşlik yoktur.

Besin çözeltisinin pH' sının bitki gelişmesi üzerine önemli bir etkisi de ortamda bulunan H^+ ve OH^- iyonlarının etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Ortamda bulunan H^+ ve OH^- iyonları bitki köklerinin aktif iyon alımlarını önemli bir şekilde etkilemektedir.

BÖLÜM III

ÇALIŞMALAR

III.1.BİTKİSEL MATERYAL

Baklagiller, kapalı tohumlular (*Angiospermae*) alt bölümünün iki çenekliler (*Dicotyledoneae*) sınıfına ait *Leguminosae* (*Fabaceae*) familyası adıyla sistematikte yer alır. Deney materyali olarak kullanılan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), *Leguminosae* (*Fabaceae*) familyasının *Papilionoideae* alt familyasından bir yıllık otsu bir bitkidir.

Bu araştırmada, Sera tohum® firmasının sırk fasulye etiketi altında ürettiği sistematik tanımlaması yapılan *Phaseolus vulgaris* L. tohumları kullanılmıştır.

III.2.ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ

Hidroponik (su kültürüne) alınmadan önce, yeterli sayıdaki fasulye tohumu steril cam petri kaplarında çimlendirildi. Çimlendirme işlemi, petri zeminine distile su ile nemlendirilmiş steril pamuk, üzerine de süzgeç kağıtları eklenerek hazırlandı. Süzgeç kağıtları üzerine fasulye tohumları belirli aralıklarla yerleştirilip tekrar süzgeç kağıdı ile örtülerek çimlendirilmeye bırakıldı. Ortalama 7 cm primer kok ve 10 cm primer gövde uzunluğundaki fideler değiştirilmiş Hoagland çözeltilerinin bulunduğu su kültürlerine alındı. Bitkilerin yetiştirilmesi sürecinde çözelti kullanımına bağlı azalmaya karşın kaptaki çözeltiyi sürekli istenilen miktarda tutabilmek amacıyla bir düzenek hazırlandı. Bu düzenek yardımı ile değiştirilmiş Hoagland çözeltisi, stok çözeltinin bulunduğu kaptan steril kılcal borular yardımıyla bitkilerin içinde olduğu çözeltiye birleştirildi (Çağ, 1997). Stok çözeltiyi bulunduran kaptaki sıvının bitki fidelerini içeren kaba geçiş miktarını ayarlamak için bir cam boru kullanıldı. Cam borunun ucu sıvı yüzeyi ile birleşmiş durumda tutularak

harcanan çözelti miktarı kadar kılcal boruya hava girişi ve böylece aynı miktarda da ana kaba sıvı aktarımı sağlandı. Sistemin üst kısmında (kapak), fidelerin gövde kalınlaşmasına olanak sağlayacak genişlikte açılmış 2 cm çaplı deliklere, 5 cm uzunluğunda, 2.3 cm çapında borular takıldı. Kapak kısmına sabitlenen bu borular içerisine pamuk desteği ile korunarak fide gövdeleri, kökleri çözelti içine girecek şekilde yerleştirildi. Deneyin uygulanması sırasında, bitki yetiştirme kabı içerisindeki çözeltinin ışıktan etkilenmemesi için sistem alüminyum folyo ile kaplandı. Çözeltinin O₂ miktarını ideal (optimal) seviyede tutmak ve çözeltiyi içerisindeki kimyasalların çökmemesi için karıştıran 60 wattlık tek çıkışlı akvaryum motoru kullanılarak gerekli dolaşım sağlandı. Fasulye fideleri 23±2 °C sıcaklıkta, %55±5 nemlilikte, 4000-4200 lux arası ışık şiddetine sahip bitki yetiştirme odasında on dört saat gündüz, on saat gece periyodunda yetiştirildi (Şekil III.1).



Şekil III.1: Hidroponik Kültürdeki Fasulye Fideleri

İkili grup halinde hazırlanan deney setlerine karışım denemeleri yöntemine göre (Tablo III.2)' de belirtilen besleyicilerden 25 değişik oran içeren kombinasyonlarından rastlantısal olarak seçilen 6 tanesi ile orijinal Hoagland çözeltileri konulmuştur. Deney süresince büyüme parametreleri iki günlük periyotlar halinde kaydedildi ve bitkilerin yetiştirme ortamındaki gelişme aşamasındaki ve hasat edilmeden önceki genel görünimleri fotoğraflandı. Sekiz günlük çimlenme sürecinden sonra değiştirilmiş Hoagland çözeltileri içerisine alınan bitkiler otuz üç günlük gelişimleri sonrası hasat edildi. Hasat işlemi sonrası bitkilerin büyüme parametrelerine ait veriler olarak, bitki kök ve gövde uzunluğu, kök, gövde, yaprak adetleri, alt yaprak, üst yaprak, analiz yaprak ve toplam yaprakların yaş ve kuru ağırlıkları tespit edildi.

III.3.DEĞİŞTİRİLMİŞ VE KONTROL HOAGLAND ÇÖZELTİLERİNİN HAZIRLANIŞI

III.3.1. Mikroelementler

Mikroelementler ;

2.86 g H_3BO_3

1.86 g $MnCl_2 \cdot 4H_2O$

0.11 g $ZnCl_2$

0.05 g $CuCl_2 \cdot 2H_2O$

0.025 g $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$

Tartılıp distile su ile çözülüp 1 litreye tamamlandı.

III.3.2. FeEDTA (Ferric chelate) Çözeltisinin Hazırlanışı

1.2,61 g EDTA (Etilen dinitrilo tetra asetik asit) mol ağırlığı:292,25 g \ mol 26,8 ml 1 N KOH içinde çözüldü.

(1 N KOH :1.5 g KOH , 26,8 ml ye distile su ile tamamlandı.)

2. Her bir değiştirilmiş çözelti için farklı miktarlarda ve orjinal Hoagland çözeltisi için ise 2,49 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tartılıp ilave edildi.

3. 100 ml' ye tamamlanana kadar distile su ilave edildi.

4. pH : 5,5 olana kadar havalandırıldı.

5. Bu çözeltiden 2 ml alınıp 1lt besleyici çözeltiliye eklendi.

III.3.3. Modifiye Çözeltilerde Belirlenen Sınırlar

Tablo III.1 Besleyicilerin Sınır Miktarları

Bileşenler	Alt sınır	Üst sınır	Yüzde alt	Yüzde üst	Kul. Alt sınır	Kul. Üst sınır
Ca(NO₃)₂	207	267	0.207	0.267	0.217	0.257
KNO₃	71.7	131.7	0.0717	0.1317	0.0817	0.1217
MgSO₄	217.4	277.4	0.2174	0.2774	0.2274	0.2674
KH₂PO₄	106	166	0.106	0.166	0.116	0.156
Fe₂SO₄	247.9	307.9	0.2479	0.3079	0.2579	0.2979
TOPLAM	850	1150	0.85	1.15	0.9	1.1

Tablo III.2 Modifiye Hoagland Çözeltileri

RUN	SETLER	Ca(NO₃)₂	KNO₃	MgSO₄	KH₂PO₄	FeSO₄
2	SET1	0.257	0.1217	0.2474	0.116	0.2579
1	SET 2	0.257	0.0817	0.2574	0.116	0.2879
5	SET 3	0.237	0.1217	0.2274	0.156	0.2579
8	SET 4	0.237	0.1217	0.2674	0.116	0.2579
9	SET 5	0.217	0.0817	0.2674	0.146	0.2879
3	SET 6	0.217	0.1117	0.2274	0.156	0.2879
10	SET 7	0.257	0.0817	0.2674	0.136	0.2579
6	SET 8	0.217	0.1017	0.2674	0.156	0.2579
14	SET 9	0.257	0.0817	0.2274	0.136	0.2979
24	SET 10	0.217	0.1117	0.2274	0.156	0.2879
15	SET 11	0.237	0.1017	0.2474	0.136	0.2779
13	SET 12	0.237	0.1217	0.2274	0.116	0.2979
20	SET 13	0.257	0.1217	0.2274	0.116	0.2779
23	SET 14	0.237	0.1217	0.2274	0.156	0.2579
7	SET 15	0.257	0.0817	0.2274	0.156	0.2779
21	SET 16	0.237	0.1017	0.2474	0.136	0.2779
16	SET 17	0.237	0.0817	0.2674	0.156	0.2579
19	SET 18	0.257	0.1017	0.2274	0.116	0.2979
18	SET 19	0.217	0.1217	0.2474	0.156	0.2579
17	SET 20	0.257	0.0817	0.2474	0.156	0.2579
12	SET 21	0.217	0.1217	0.2474	0.116	0.2979
4	SET 22	0.217	0.1017	0.2674	0.116	0.2979
22	SET 23	0.257	0.0817	0.2574	0.116	0.2879
11	SET 24	0.227	0.0817	0.2374	0.156	0.2979
25	SET 25	0.237	0.1217	0.2674	0.116	0.2579

Tablo III.2.' de miktarlarının gösterildiği şekilde tartılıp hazırlanan çözeltiler sırasıyla,

5 ml $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,

5ml KNO_3 ,

2 ml MgSO_4 ,

1 ml KH_2PO_4 ,

2 ml FeEDTA

1 ml mikroelement konularak 1 lt' ye distile suyla tamamlanıp değiştirilmiş Hoagland çözeltileri hazırlandı.

Tablo III.2.' de gösterilen değiştirilmiş besleyici çözeltileri arasından rastlantısal olarak mod1, mod8, mod13, mod16, mod18, mod19 seçildi ve bu çözeltiler bitki yetiştirilmesinde kullanıldı. Ayrıca bu çözeltilere kontrol grubu oluşturmak için yukarıda madde miktarları belirtilen çözeltilerden 1 M alınarak orjinal Hoagland çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çalışmada fasulye bitkilerinin büyümesine etki edecek en uygun besleyici konsantrasyonlarının bulunması için karışım modellerinden yararlanıldı. Karışım modellerindeki maddelerin farklı oranları kullanılarak bitkiler büyütölmeye çalışıldı. Elde edilen tüm karışımlar her bir bitkiye ayrı ayrı uygulanarak büyüme oranları tespit edildi.

III.4. Bitkilerin Hasat Edilmesi

Bitkiler sekiz günlük çimlenme süresinden sonra otuz üç gün değiştirilmiş Hoagland çözeltileri içerisinde yetiştirildi ve bu süre sonunda hasat edildi. Yapraklar, yaş yakma için analiz ve biyolojik kütle ölçüm grupları olarak ayrı ayrı etiketlendi. Bu gruplara ait yapraklar, petiollerinden makasla kesilmek suretiyle fidelerden ayrıldı. Toplam yaprak alanların belirlenmesi, her bir gruba ait bitki yaprakların siyah bir karton üzerinde alan sınırlarının çizilmesiyle gerçekleştirildi. Çizilmiş alanlar kesilerek bilgisayarda 'Yaprak Alanı Ölçer®' programı ile cm^2 olarak ölçüldü. Hasat işlemi sonrası bitkilerin kök, gövde, analiz (Atomik absorpsiyon spektrofotometresi analizleri), taban (alt), üst yaprakları ile diğer yaprakların yaş ağırlıkları belirlendi ve kuru ağırlıklarını tespit için kağıt zarflara konuldu.

III.5. Kuru Ağırlık Tayini

Kuru ağırlık tayini, bitki dokularında bulunan organik ve inorganik maddelerin gerçek oranlarının ortaya çıkarılması için gerekli ve önemli bir işlemdir. Bilindiği gibi, bitkilerde de su en önemli maddedir. Su miktarları organ ve dokularda farklılık göstermektedir. Ancak, bitkilerde bulunan herhangi bir madde miktarı da çoğunlukla kuru kütleye göre ifade edilmektedir. Bu nedenle kurutma işlemi ile suyun dokulardan buharlaştırılarak uzaklaştırılması sağlanır. Bununla beraber, bu işlemin bazı dezavantajları da söz konusudur. Çünkü su ile birlikte kaynama noktası düşük olan birçok madde de buharlaşabilir veya bileşimi bozulabilir. Ancak kurutma uçuculuğu olmayan veya bozulmayan maddelerin analizinde pratikliği bakımından iyi sonuç veren bir metot olarak bilinmektedir (Ocakverdi ve Kaya, 2001).

Deneyisel çalışmamıza da, kuru ağırlık açısından yapraklardaki inorganik maddelerin ve diğer organlardaki biyolojik kütleye etki edecek biyolojik parametrelerin belirlenmesi için, yaş ağırlıkları tespit edilen kısımlar zarflandıktan sonra 80°C' lik sabit sıcaklıktaki etüvde 48 saat kurutuldu. Kuru ağırlıkları tespit edilen bu kısımlar büyüme parametrelerinde ise, içerdiği besleyicilerin belirlenebilmesi ve yas yakma metodu için kullanıma hazır duruma getirildi.

III.6 Yaş Yakma Metodu

Bitki doku ve organlarındaki organik ve inorganik maddelerin belirlenmesinde birçok yöntem söz konusudur. Toprakta veya hidroponik kültürde yetişen bitki besleyicilerinin kompozisyonunun ortaya çıkarılmasında kullanılan yöntemler, kuru ve yaş yakma teknikleri olmak üzere olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

Bitki örneklerinin hangi yöntemle yakılacağına çeşitli faktörlerin etkisi altında karar verilir. Tayin edilecek element, bu noktada en etkili ve en önemli faktörlerden biridir. Kuru yakma işleminde uçucu özellik gösteren birçok element önemli miktarda kayba uğramaktadır. Bu nedenle kuru yakma uygulamada çok tercih edilen bir yöntem değildir. Bunun için, bitki örnekleri öğütüldükten sonra element analizi için genellikle yaş yakma işlemine tabi tutulurlar (Kılınç ve ark., 2006).

Yapraklar tarafından emilen mineral maddelerin belirlenmesi için seçtiğimiz yaş yakma metodunun uygulanması için gerekli araç ve gereçler:

1. 100 ml' lik erlenmayer
2. Çeker ocak
3. Su banyosu
4. Isıtma tablası
5. Kullanılan erlenmayere uygun küçük bir huni
6. 50 ml' lik büret
7. 100 ml' lik ölçü balonu
8. 250 ve 1000 ml' lik ölçü silindiri

Ayrıca metod için gerekli kimyasal maddeler:

1. % 68 lik nitrik asit
2. %72 lik perklorik asit

1000 ml nitrik asit üzerine 250 ml perklorik asit ilave edildi ve soğutulduktan sonra bu karışım kullanıldı.

Kurutulmuş yaprak örnekleri desikatöre konularak öğütme işlemine kadar bekletildi. Yaprak örnekleri havanda öğütüldü ve toz haline getirilerek tekrar tartıldı ve kuru ağırlıkları ölçüldü. 100 ml'lik erlenmayere konulan öğütülmüş yapraklar üzerine önceden hazırlanmış nitrik-perklorik asit karışımından 6 ml konularak çözünmesi sağlandı. Bu karışım 40°C lik su banyosuna yarım saat süresince bırakıldı. Yakma sırasında çok fazla zehirli gaz çıktığı için yaş yakma işlemi çeker ocak altında yapıldı. Ortamdan nitrik asidin uzaklaşması için ısıtma tablası üzerine alınan erlenmayer çeker ocak altında 150-180 °C sıcaklıkta bekletildi. Çözeltiden geriye 1 ml kadar perklorik asit kalana kadar bu işleme devam edildi. Yeterince soğuduktan sonra erlenmayere bir miktar distile su ilave edildi ve çalkalandı. Bu çözelti mezur ile ölçülerek 100 ml' lik saklama şişelerine aktarıldı (Kaçar, 1972).

III.7. ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROFOTOMETRE (AAS) ÖLÇÜMLERİ

Yukarıda anlatılan yaş yakma yöntemi uyarınca hazırlanan örnekler, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Bölümü laboratuvarında bulunan Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde (AAS) teste sokuldu ve Ca, K, Mg, Mn, Na, Fe ve Zn elementlerine ait veriler elde edildi.

III.8. İSTATİSTİK

Örneklere ait büyüme parametreleri ve alev fotometresinde bulunan iyonların yüzdelik konsantrasyon oranları **SPSS** (15.0 for windows) programı ile Paired-Samples T Test (Çift örnekli T test) uygulanarak, %95 güvenirlik ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Karşılaştırılan çiftlere ait istatistik verileri ile %95 seviyesinde anlamlı farklılığı belirten **p** değerleri ekler bölümündedir. Programdan elde edilen ortalamalar ile hazırlanan tablolarda standart hatalar $\pm$; şekillerde ise hata çubukları halinde gösterilmiştir.

BÖLÜM IV

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

IV.1. FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.)' NİN BÜYÜME PARAMETRELERİ

IV.1.1. Değiştirilmiş Hoagland Çözeltilerinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi

Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) kök, gövde ve yaprakları tarafından alınan bitki besin maddelerinin miktarlarının tespitine yönelik bu çalışmada, söz konusu elementlerin bitki büyüme ve gelişmesi üzerine yaptığı etkilerin anlaşılması için bitki boy uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları ile birlikte yaprak alanı ölçümleri alınmıştır. Çalışma materyalimiz olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'ya ait büyüme parametreleri Tablo IV.1.' de verilmiştir.

Tablo IV.1: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisine Ait Büyüme Parametreleri

Büyüme Parametreleri	Deney Grupları						
	K	M1	M8	M13	M16	M18	M19
Bitki Boy Uzunluğu (cm)	100,667 ±7,548	81,167 ±3,682	75,333 ±6,031	97,667 ±5,187	78,833 ±3,780	80,000 ±4,568	134,167 ±7,035
Bitki Kök Uzunluğu (cm)	23,000 ±1,155	22,170 ±1,815	21,670 ±1,606	19,330 ±0,494	13,000 ±1,653	17,170 ±1,222	20,670 ±0,422
Yaprak Sayısı (adet)	15,000 ±2,049	12,667 ±0,715	12,667 ±1,838	9,333 ±0,558	10,167 ±1,661	10,500 ±1,285	19,500 ±1,025
Alt Yaprak Yaş Ağırlığı (g)	2,219 ±0,169	1,176 ±0,138	0,932 ±0,044	0,958 ±0,048	1,251 ±0,076	2,457 ±0,083	1,076 ±0,037
Alt Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	0,219 ±0,014	0,109 ±0,012	0,095 ±0,005	0,086 ±0,003	0,131 ±0,008	0,230 ±0,009	0,102 ±0,006
Üst Yaprak Yaş Ağırlığı (g)	0,245 ±0,022	0,984 ±0,037	0,805 ±0,045	0,910 ±0,026	0,222 ±0,013	1,469 ±0,092	0,196 ±0,061
Üst Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	0,024 ±0,002	0,096 ±0,002	0,096 ±0,006	0,076 ±0,004	0,085 ±0,003	0,019 ±0,002	0,139 ±0,011
Analiz Yaprak Yaş Ağırlığı (g)	1,333 ±0,091	0,704 ±0,014	1,182 ±0,071	0,935 ±0,009	0,520 ±0,058	1,350 ±0,054	0,132 ±0,007
Analiz Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	0,139 ±0,020	0,068 ±0,002	0,119 ±0,007	0,104 ±0,004	0,050 ±0,005	0,865 ±0,009	0,084 ±0,010
Gövde Yaş Ağırlığı (g)	3,746 ±0,311	4,030 ±0,348	3,504 ±0,318	3,120 ±0,201	2,577 ±0,207	5,357 ±0,394	3,874 ±0,271
Gövde Kuru Ağırlığı (g)	0,363 ±0,003	0,422 ±0,034	0,395 ±0,008	0,294 ±0,018	0,156 ±0,010	0,506 ±0,005	0,337 ±0,007
Kök Yaş Ağırlığı (g)	0,643 ±0,263	1,297 ±0,092	0,969 ±0,178	1,12 ±0,128	0,601 ±0,041	1,789 ±0,199	1,201 ±0,045
Kök Kuru Ağırlığı (g)	0,097 ±0,004	1,055 ±0,006	0,100 ±0,015	0,117 ±0,013	0,050 ±0,006	0,152 ±0,008	0,118 ±0,007
Analiz Yaprak Alanı (cm²)	143,803 ±0,657	74,316 ±0,922	105,038 ±0,642	93,253 ±0,701	64,728 ±0,805	141,138 ±5,366	82,550 ±0,841

± : 7 şer Örneğin Ortalamalarına Ait Standart Hata

K: Kontrol Grubu (K: Standart Hoagland çözeltisi)

M1:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 1

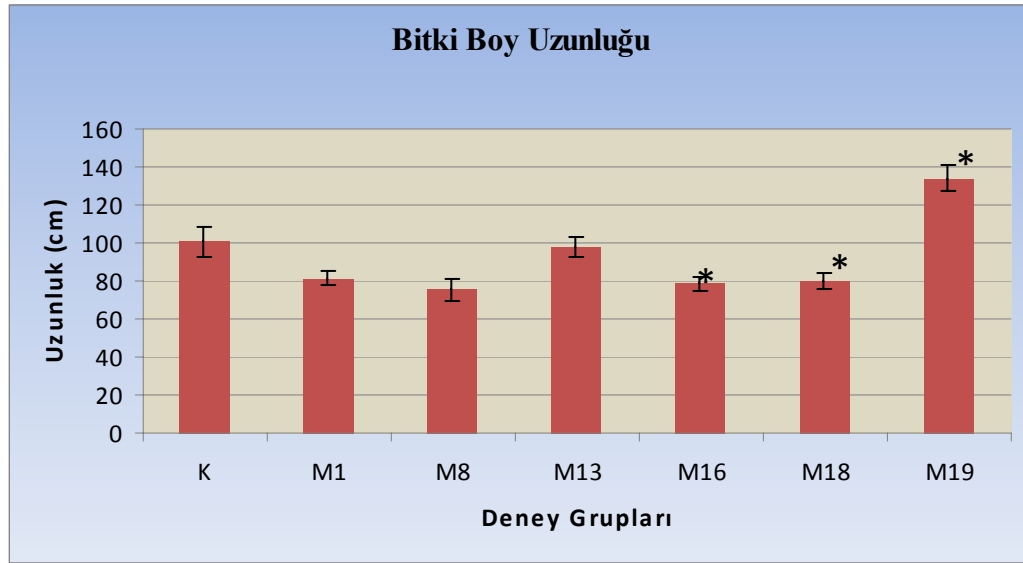
M8:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 8

M13:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 13

M16:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 16

M18:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 18

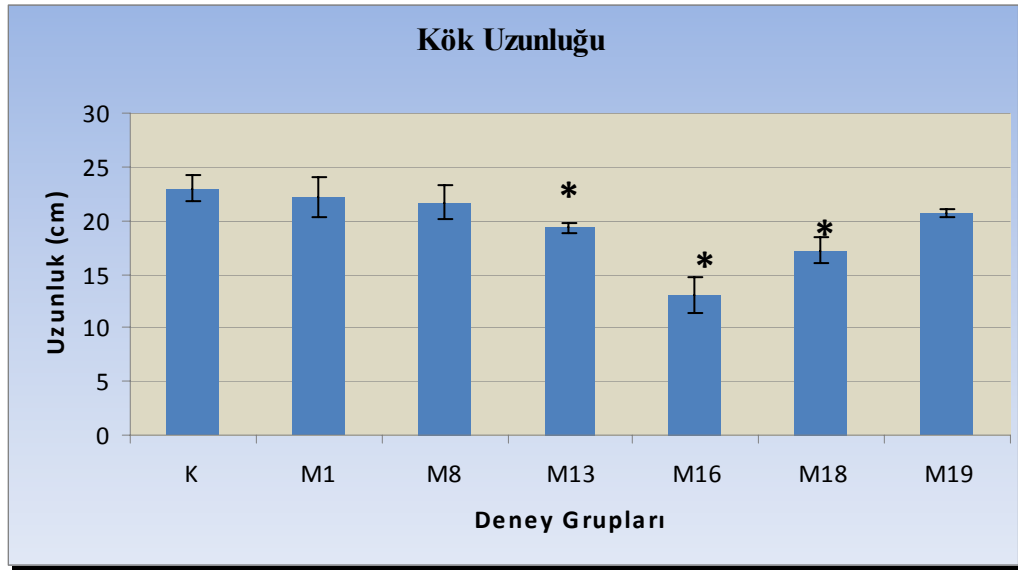
M19:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 19



Şekil IV.1 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının boy uzunlukları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

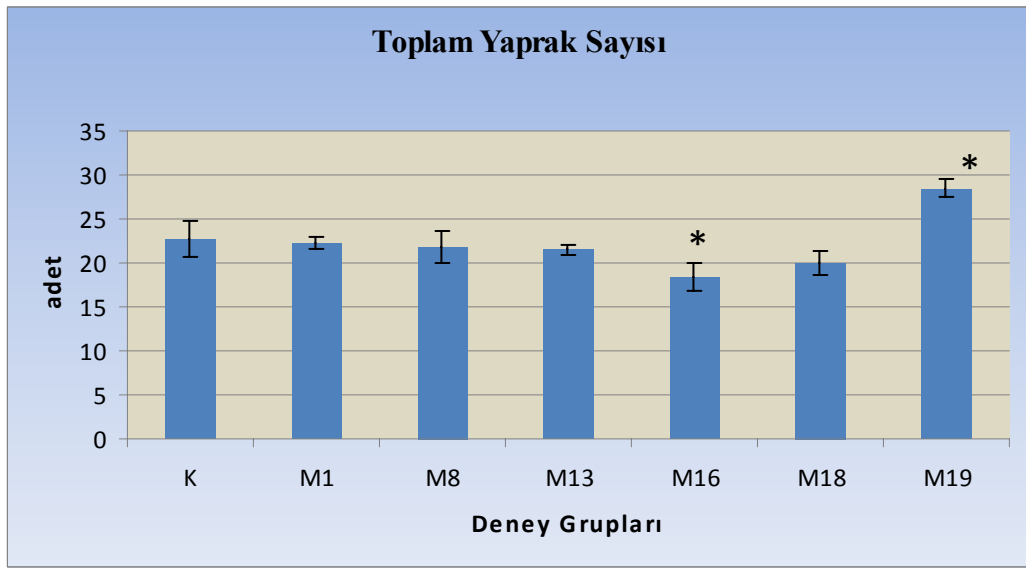
Fasulye bitkisinin, bitki uzunluğu ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M16 ortalaması $p=0,044 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı boydaki kısalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,015 < \alpha =0,05$ olması M18’deki bitkilerin boy uzunluklarının kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M19’deki bitkileri boy uzunluklarının K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.

Büyüme parametrelerinden bitki boy uzunluğunun M16, M18’de yetişen bitkilerde kontrol çözeltisinde yetişen bitkilere göre fark edilir oranda azaldığı, M19’da ise fark edilir oranda arttığı gözlenmiştir.



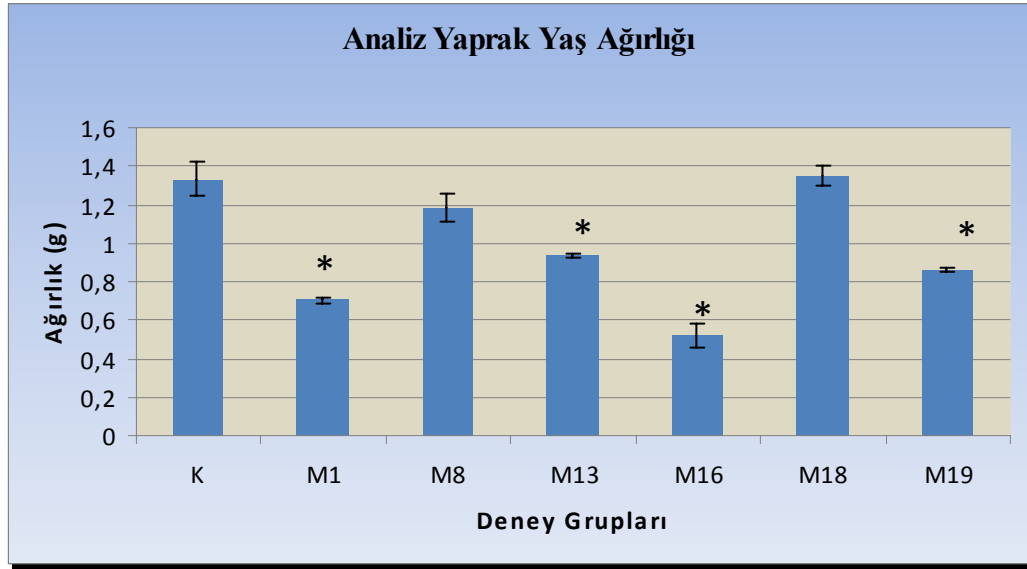
Şekil IV.2 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök uzunlukları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, kök uzunluğu ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; en fazla kök uzunluğuna kontrol grubu bitkilerin sahip olduğunu görmekteyiz. M13 ortalaması $p=0,009 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı kökteki kısılma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,002 < \alpha =0,05$ olması M16’ deki bitkilerinin kök uzunlukları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,028 < \alpha =0,05$ olması M18’ deki bitkilerinin kök uzunlukları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



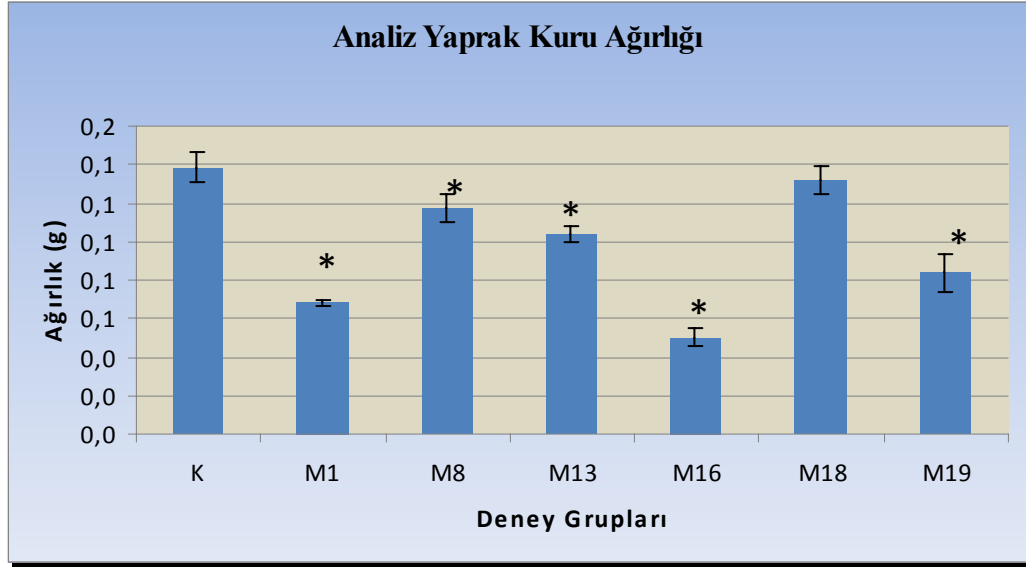
Şekil IV.3 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak sayısı
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, yaprak sayısı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M19 deney grubundaki bitkilerin yaprak sayılarının farkedilebilir derecede diğer deney gruplarının yaprak sayılarından fazla olduğunu görmekteyiz. M16 ortalaması $p=0,016 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı yaprak sayısındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,007 < \alpha =0,05$ olması M19’deki bitkilerinin yaprak sayıları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur.



Şekil IV.4 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının analiz yaprak yaş ağırlığı
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

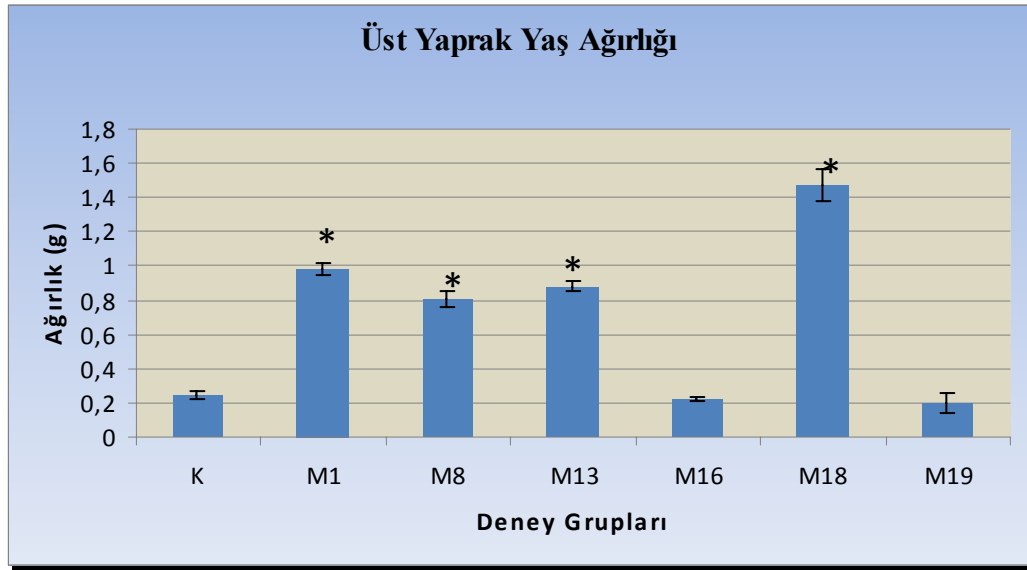
Fasulye bitkisinin, analiz yaprak yaş ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı analiz yaprak yaş ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,007 < \alpha =0,05$ olması M13’deki bitkilerinin analiz yaprak yaş ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. M16 ortalaması da $p=0,000 < \alpha =0,05$ olduğundan analiz yaprak yaş ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,004 < \alpha =0,05$ olması M19’deki bitkilerinin analiz yaprak yaş ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil IV.5 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının analiz yaprak kuru ağırlığı
* : Anlamli olarak K bitkilerinden farklı

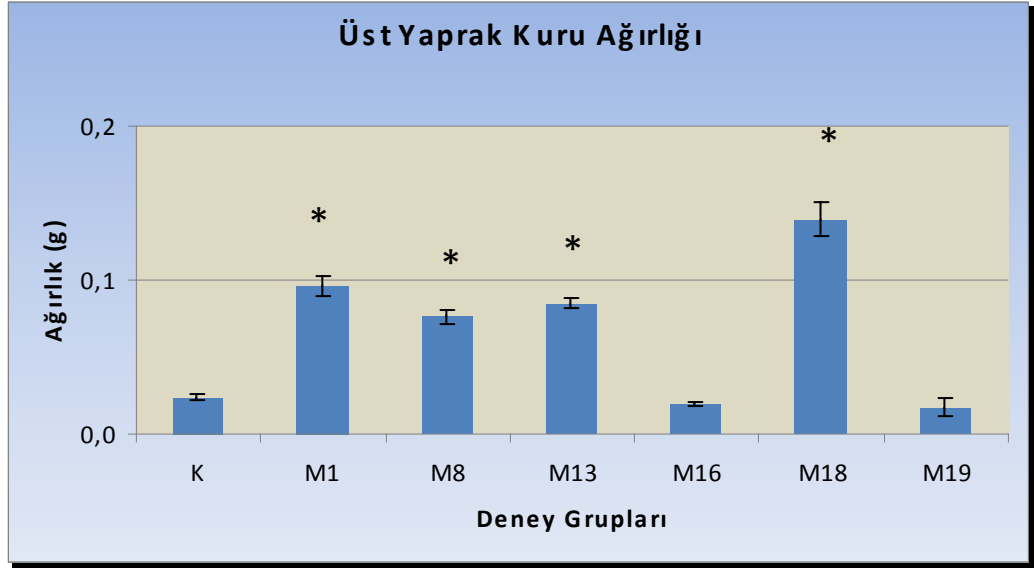
Fasulye bitkisinin, analiz yaprak kuru ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı analiz yaprak kuru ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,003 < \alpha =0,05$ olması M8’deki bitkilerinin analiz yaprak kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. M13 ortalaması $p=0,010 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olduğundan analiz yaprak kuru ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,012 < \alpha =0,05$ olması M19’deki bitkilerinin analiz yaprak kuru ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.

Analiz yapraklardaki yaş ve kuru ağırlıklara bakıldığında kuru ağırlığın yaş ağırlığın %10 kadar olduğunu görmekteyiz.



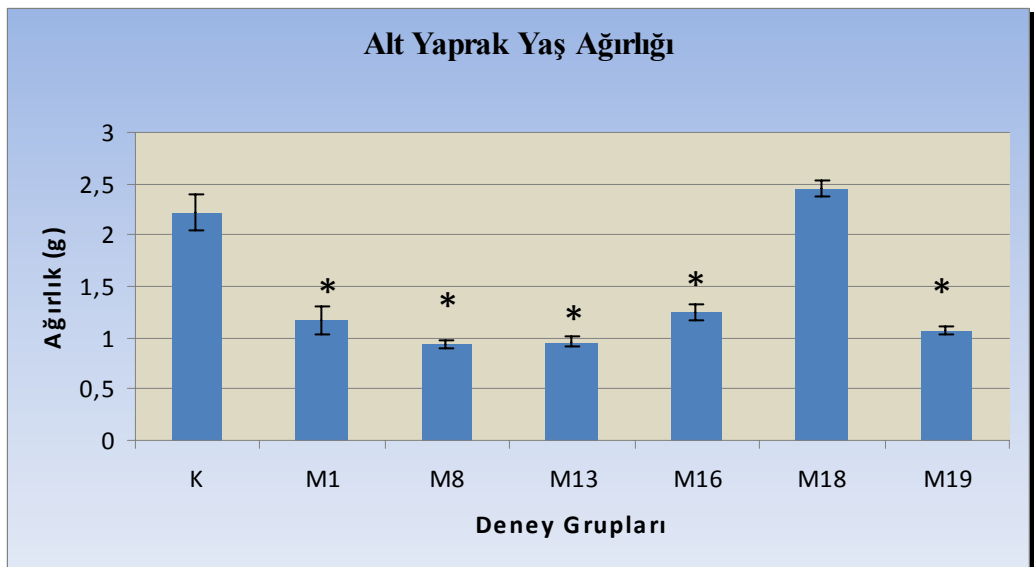
Şekil IV.6 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının üst yaprak yaş ağırlığı
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, üst yaprak yaş ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı üst yaprak yaş ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M8’ deki bitkilerinin üst yaprak yaş ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. M13 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olduğundan üst yaprak yaş ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M18’ deki bitkilerinin üst yaprak yaş ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



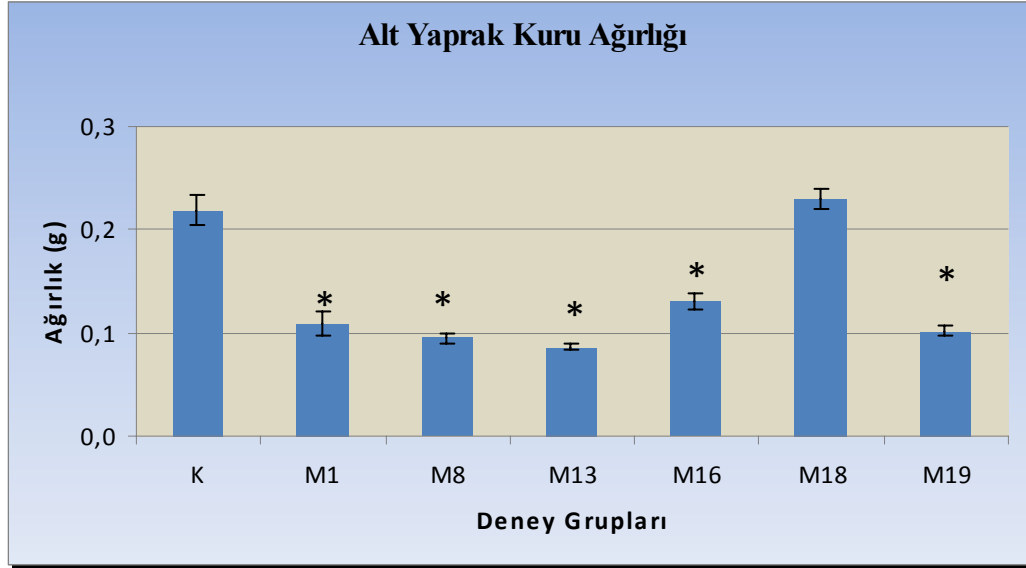
Şekil IV.7 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının üst yaprak kuru ağırlığı
* : Anlamli olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, üst yaprak kuru ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı üst yaprak kuru ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M8’ deki bitkilerinin üst yaprak kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamli olarak farklı bulunmuştur. M13 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olduğundan üst yaprak kuru ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamli olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M18’ deki bitkilerinin üst yaprak kuru ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamli olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil IV.8 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının alt yaprak yaş ağırlığı
* : Anlamli olarak K bitkilerinden farklı

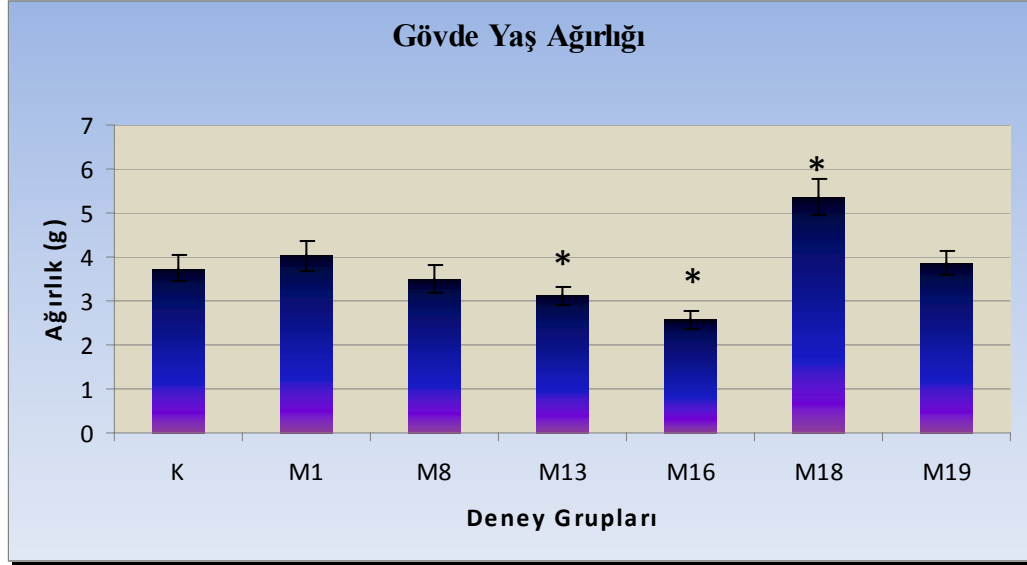
Fasulye bitkisinin, alt yaprak yaş ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı alt yaprak yaş ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M8’ deki bitkilerinin alt yaprak yaş ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. M13 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,002 < \alpha =0,05$ olduğundan alt yaprak yaş ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,001 < \alpha =0,05$ olması M19’ daki bitkilerinin alt yaprak yaş ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



Sekil IV.9 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının alt yaprak kuru ağırlığı
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

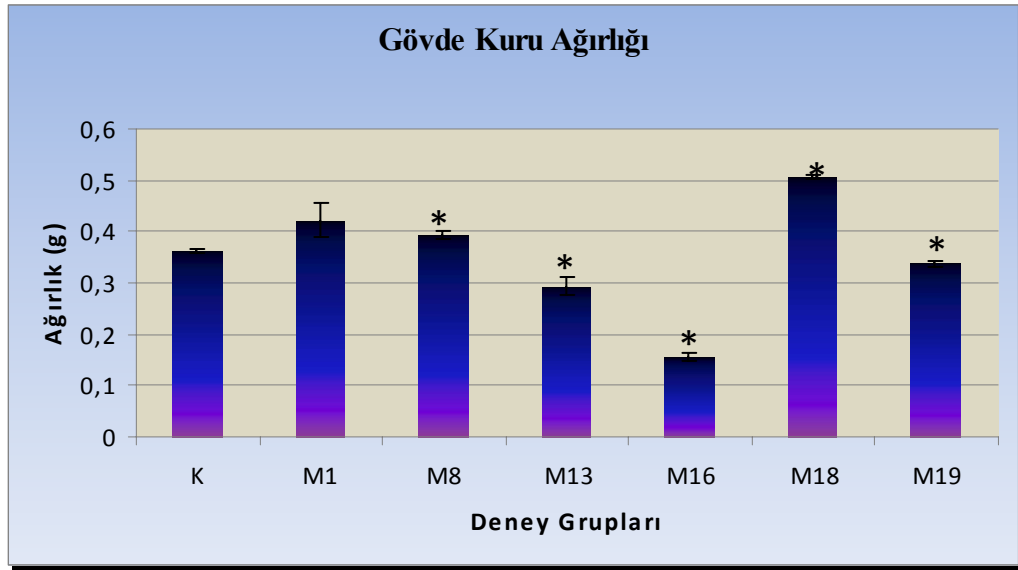
Fasulye bitkisinin, alt yaprak kuru ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı alt yaprak kuru ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M8’ deki bitkilerinin alt yaprak kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. M13 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,002 < \alpha =0,05$ olduğundan alt yaprak kuru ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,001 < \alpha =0,05$ olması M19’ daki bitkilerinin alt yaprak kuru ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.

Alt yaprak ve üst yapraklar için yapılan çalışmalar sonucu çıkan şekillere baktığımızda alt yaprakların yaş ve kuru ağırlıklarının üst yapraklara nazaran daha ağır olduğu görmekteyiz



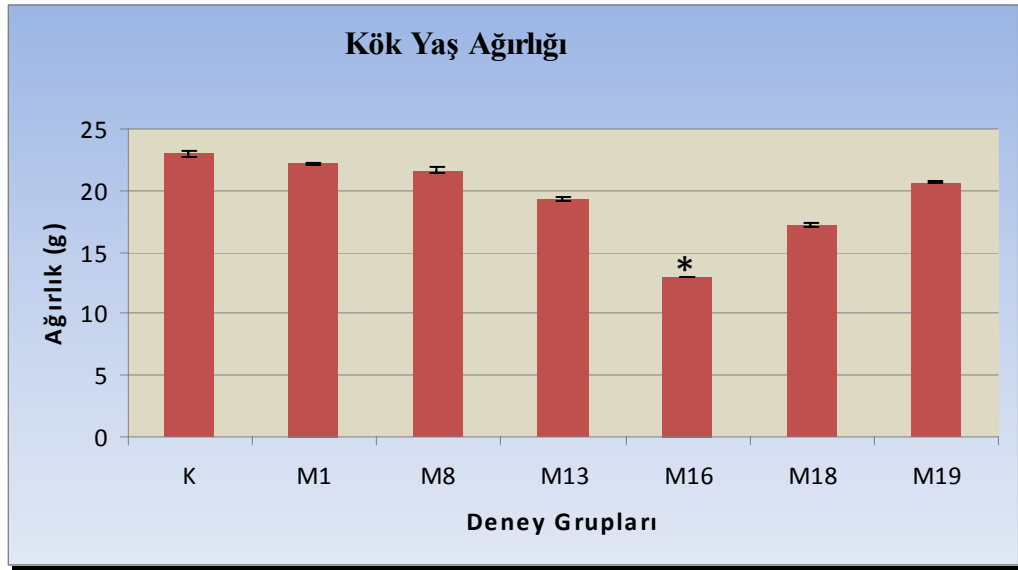
Şekil IV.10 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde yaş ağırlığı
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövde yaş ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M18 grubu bitkilerin gövde yaş ağırlığının farkedilir derecede diğer deney gruplarının boy uzunluklarından büyük olduğunu görmekteyiz. M13 ortalaması $p=0,026 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı gövde yaş ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,002 < \alpha =0,05$ olması M16' deki bitkilerinin gövde yaş ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. M18 ortalaması $p=0,027 < \alpha =0,05$ olduğundan gövde yaş ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur.



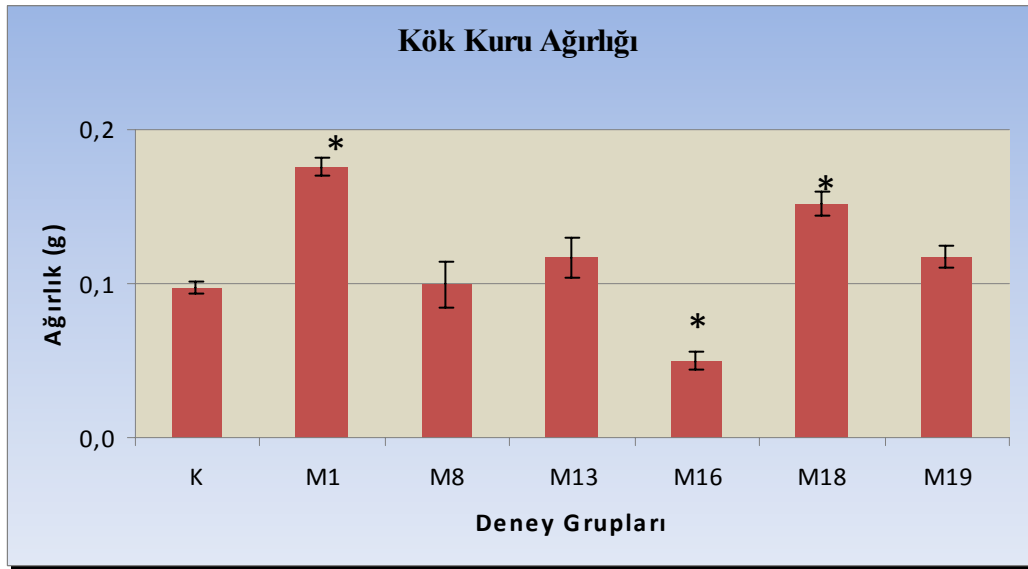
Şekil IV.11 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde kuru ağırlığı
*: Anlamli olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövde kuru ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,020 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı gövde kuru ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,015 < \alpha =0,05$ olması M13’deki bitkilerinin gövde kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine göre anlamli olarak bulunmuştur. M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve M18 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olduğundan gövde kuru ağırlığındaki değişim kontrol bitkilerine göre anlamli olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,023 < \alpha =0,05$ olması M19’deki bitkilerinin gövde kuru ağırlıkları K bitkilerinininkine göre de anlamli olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil IV.12 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök yaş ağırlığı
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

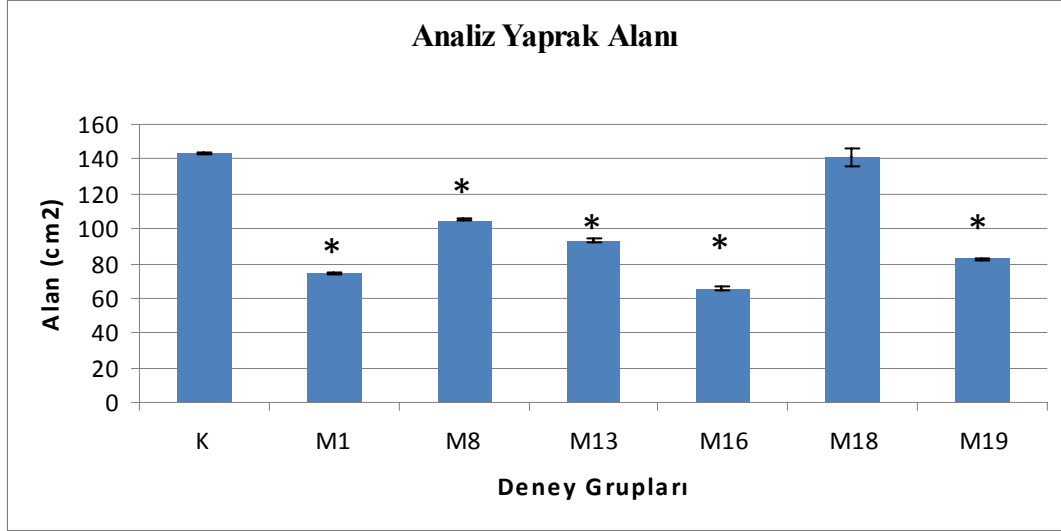
Fasulye bitkisinin, kök yaş ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,006 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı gövde kuru ağırlığındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur.



Şekil IV.13 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök kuru ağırlığı
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, kök kuru ağırlığı ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı kök kuru ağırlığındaki artma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M16' deki bitkilerin kök kuru ağırlıklarının kontrol

bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,002 < \alpha =0,05$ olması M18’ daki bitkileri kök kuru ağırlıklarının K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil IV.14 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının analiz yaprak alanı
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, analiz yaprak alanları ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı analiz yaprak alanlarındaki azalma kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M8’ daki bitkilerinin analiz yaprak alanları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. M13 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olduğundan analiz yaprak alanlarındaki değişim kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ olması M19’ daki bitkilerinin analiz yaprak alanları K bitkilerinininkine göre de anlamlı olarak farklı olduğunu ifade etmektedir.

Analiz yaprak alanı ile ilgili yaptığımız deneye bakıldığında, analiz yaprakların ağırlıkları ile alanlarının doğru orantılı olduğu görülmüştür.

IV.2.DEĞİŞTİRİLMİŞ HOAGLAND ÇÖZELTİLERİNİN FASULYENİN (*Phaseolus vulgaris* L.) YAPRAK, GÖVDE, KÖK MİNERAL KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

Yaptığımız çalışmalarda değiştirilmiş Hoagland çözeltilerinin fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) yaprak, gövde ve kök üzerindeki Zn^{2+} , Fe^{2+} , Na^{+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} ve K^{+} elementlerinin miktarları tespit edilmiştir.

IV.2.1.Değiştirilmiş Hoagland Çözeltilerinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin Yaprak Mineral Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Tablo IV.2: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin yaprak özütlerindeki mineral miktarları

BİTKİ KISMI	ELEMENTİN ADI	DENEY GRUPLARI						
		K	M1	M8	M13	M16	M18	M19
YAPRAK	Fe	0,282 ± 0,033	0,418 ± 0,059	0,525 ± 0,069	0,323 ± 0,029	0,164 ± 0,024	0,479 ± 0,045	0,264 ± 0,034
	Ca	66,871 ± 3,141	59,203 ± 4,357	48,835 ± 6,054	20,725 ± 4,576	13,444 ± 0,836	62,781 ± 3,050	22,400 ± 3,356
	Zn	0,073 ± 0,006	0,099 ± 0,010	0,104 ± 0,010	0,078 ± 0,006	0,077 ± 0,010	0,095 ± 0,011	0,090 ± 0,006
	K	51,717 ± 2,807	42,350 ± 0,030	47,750 ± 7,210	48,600 ± 2,671	22,467 ± 2,610	54,067 ± 3,161	41,700 ± 4,032
	Mn	0,085 ± 0,005	0,141 ± 0,008	0,130 ± 0,010	0,127 ± 0,009	0,028 ± 0,005	0,102 ± 0,014	0,072 ± 0,005
	Mg	4,504 ± 0,449	5,121 ± 0,922	8,367 ± 0,491	3,601 ± 0,256	2,001 ± 0,226	5,669 ± 0,414	3,380 ± 0,392
	Na	1,221 ± 0,028	1,036 ± 0,057	1,184 ± 0,053	1,329 ± 0,148	1,278 ± 0,143	1,262 ± 0,086	1,379 ± 0,127

± : 7 şer Örneğin Ortalamalarına Ait Standart Hata

K: Kontrol Grubu (K: Standart Hoagland çözeltisi)

M1:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 1

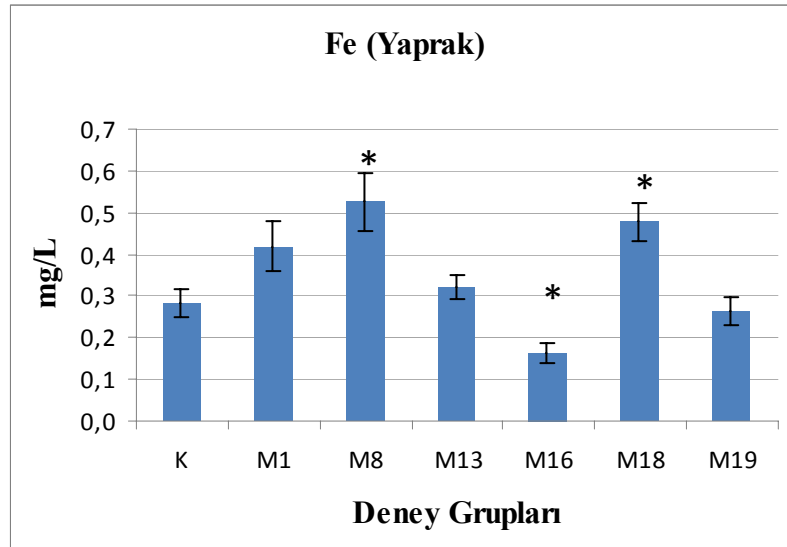
M8:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 8

M13:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 13

M16:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 16

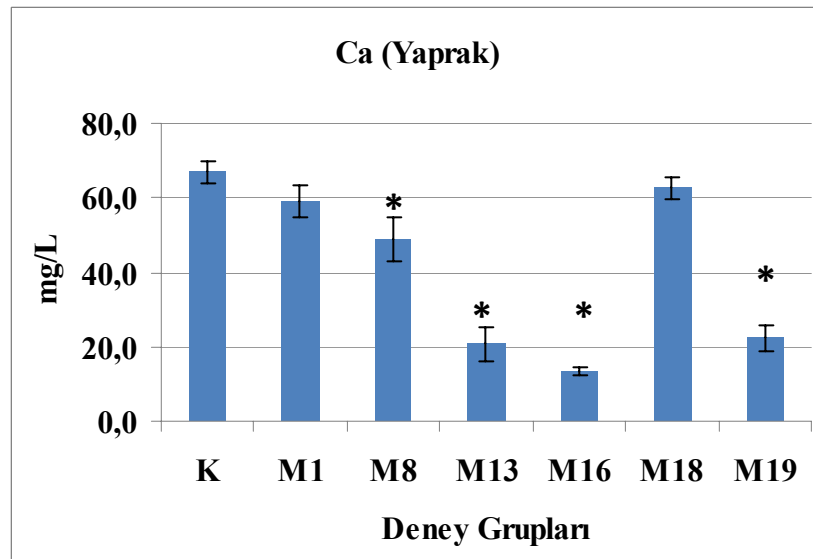
M18:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 18

M19:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 19



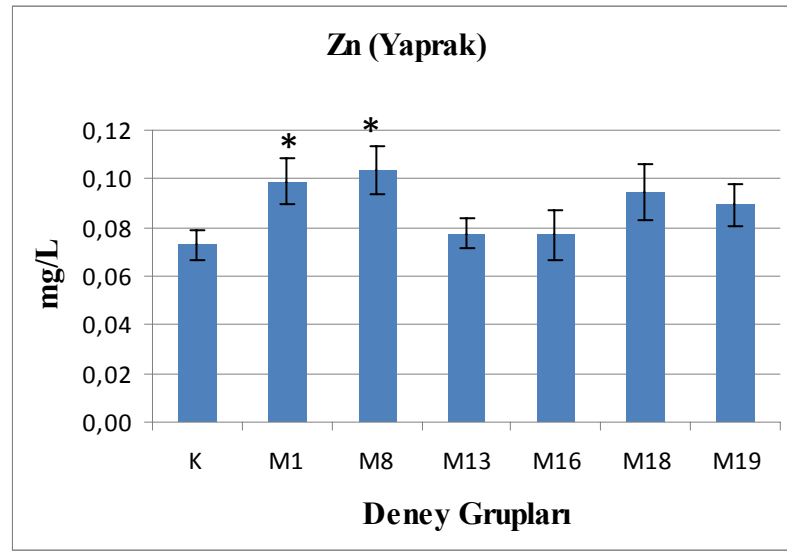
Şekil IV.15 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak Fe miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, yapraklarındaki demir tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,011 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki demir oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki demir oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,019 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M18 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



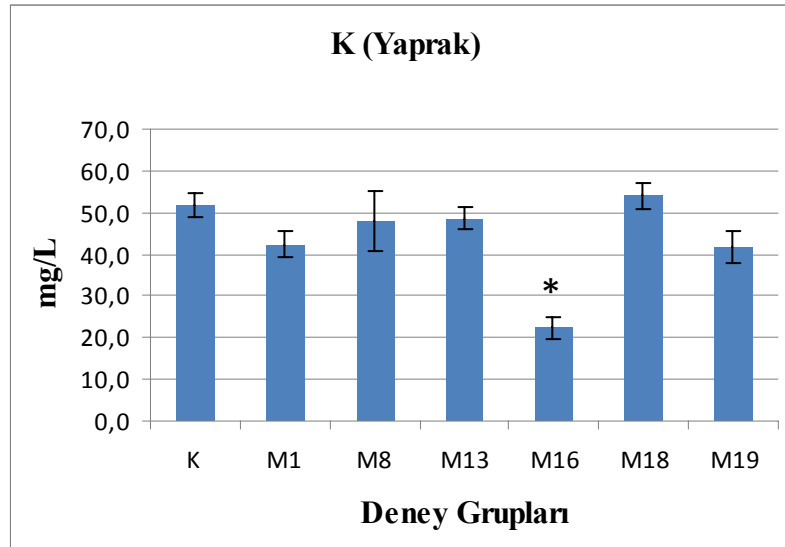
Şekil IV.16 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak Ca miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, yapraklarındaki kalsiyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,023 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki kalsiyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M13 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki kalsiyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



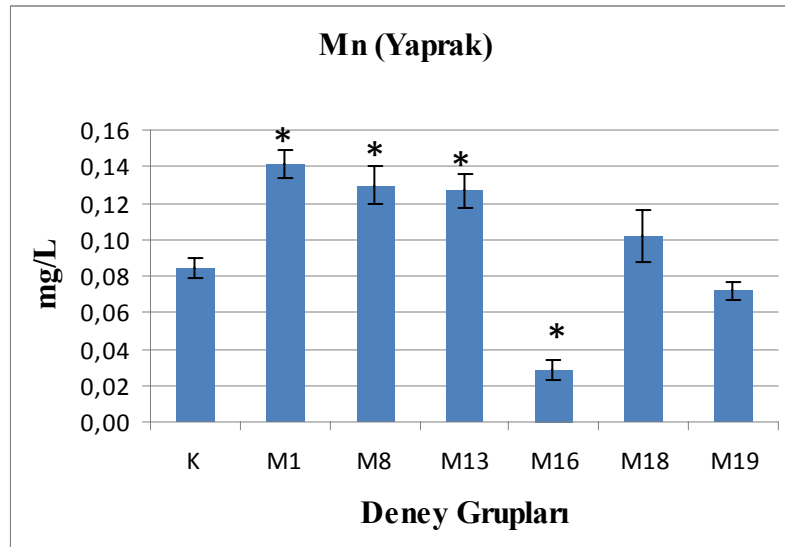
Şekil IV.17 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak Zn miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, yapraklarındaki çinko tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,021 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki çinko oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M8 ortalaması $p=0,016 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki çinko oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur.



Şekil IV.18 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak K miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

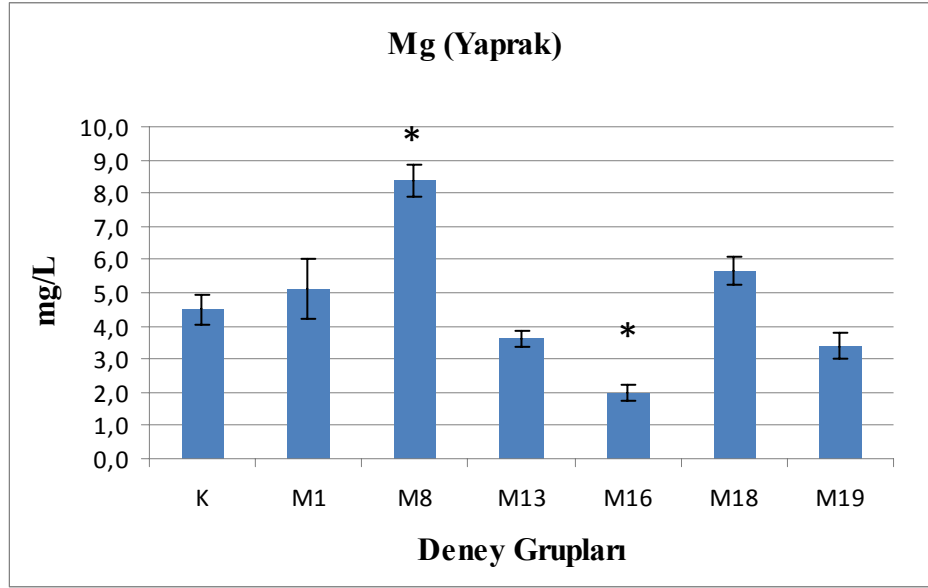
Fasulye bitkisinin, yapraklarındaki potasyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki potasyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur.



Şekil IV.19 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak Mn miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

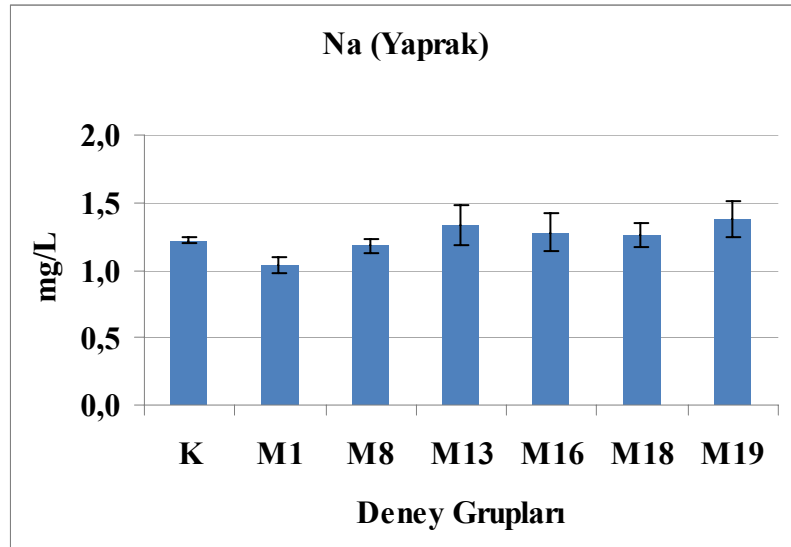
Fasulye bitkisinin, yapraklarındaki mangan tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,006 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki mangan oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M8 ortalaması $p=0,003 < \alpha =0,05$ ve M13 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki mangan oranı kontrol

bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,002 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M16 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.20 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak Mg miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, yapraklarındaki magnezyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M16 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki yapraklarındaki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur.



Şekil IV.21 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının yaprak Na miktarları

* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

M1 ve M8 çözeltilerinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarları kontrol çözeltisinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarına göre azalma gözlenmiş ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. M13, M16, M18 ve M19 çözeltilerinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarları kontrol çözeltisinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarına göre artış gözlenmiş ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

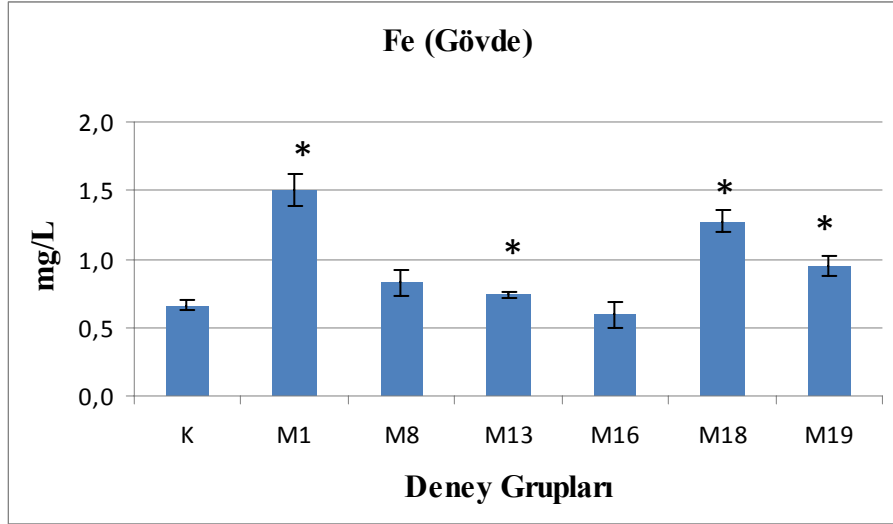
IV.2.2. Değiştirilmiş Hoagland Çözeltilerinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin Gövde Mineral Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Tablo IV.3: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin gövdelerindeki mineral miktarları

BİTKİ KISMI	ELEMENTİN ADI	DENEY GRUPLARI						
		K	M1	M8	M13	M16	M18	M19
GÖVDE	Fe	0,663 ± 0,034	1,507 ± 0,119	0,825 ± 0,097	0,739 ± 0,021	0,594 ± 0,093	1,277 ± 0,077	0,955 ± 0,072
	Ca	7,853 ± 0,840	12,274 ± 3,503	11,980 ± 1,133	5,298 ± 0,450	2,241 ± 0,148	53,513 ± 5,071	3,824 ± 0,456
	Zn	0,234 ± 0,017	0,305 ± 0,028	0,424 ± 0,034	0,299 ± 0,027	0,139 ± 0,009	0,385 ± 0,028	0,358 ± 0,027
	K	205,733 ± 7,890	172,267 ± 8,086	226,733 ± 11,849	178,333 ± 7,516	74,833 ± 5,117	220,717 ± 12,352	203,400 ± 9,329
	Mn	0,194 ± 0,007	0,201 ± 0,200	0,190 ± 0,027	0,238 ± 0,009	0,064 ± 0,015	0,139 ± 0,019	0,296 ± 0,031
	Mg	7,720 ± 0,223	5,027 ± 0,187	10,249 ± 0,557	6,288 ± 0,195	3,803 ± 0,138	13,689 ± 1,044	6,668 ± 0,372
	Na	3,623 ± 0,113	3,384 ± 0,349	3,606 ± 0,367	3,964 ± 0,147	3,329 ± 0,265	4,162 ± 0,255	3,961 ± 0,105

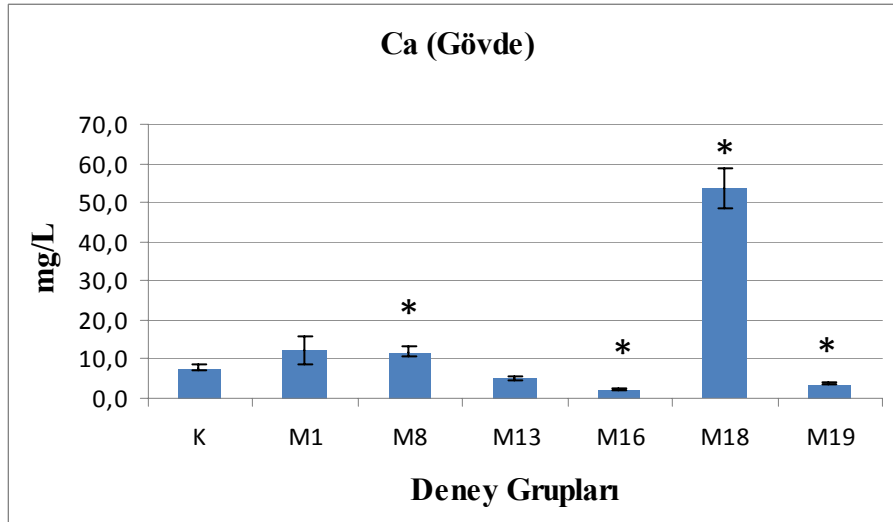
± : 7 şer Örneğin Ortalamalarına Ait Standart Hata

K: Kontrol Grubu (K: Standart Hoagland çözeltisi)
M1:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 1
M8:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 8
M13:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 13
M16:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 16
M18:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 18
M19:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 19



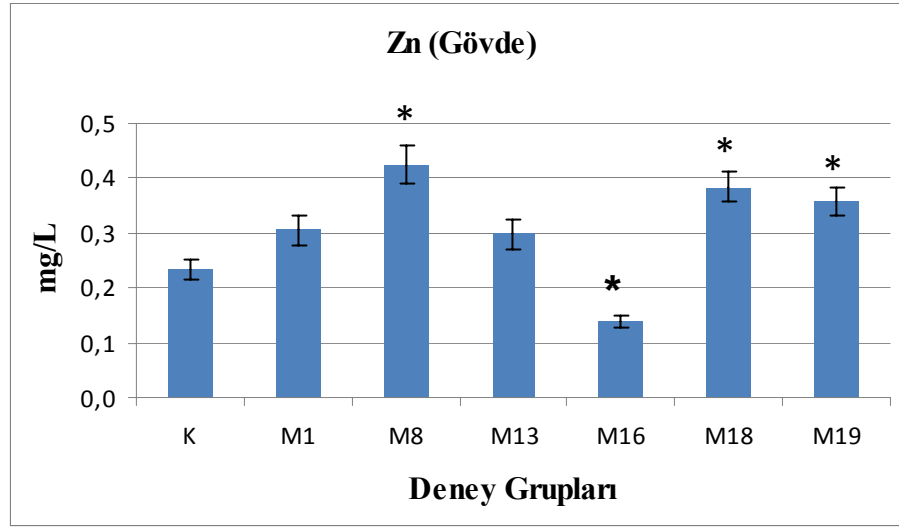
Şekil IV.22 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde Fe miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövdesindeki demir tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki demir oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M13 ortalaması $p=0,002 < \alpha =0,05$ ve M18 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki demir oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,009 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



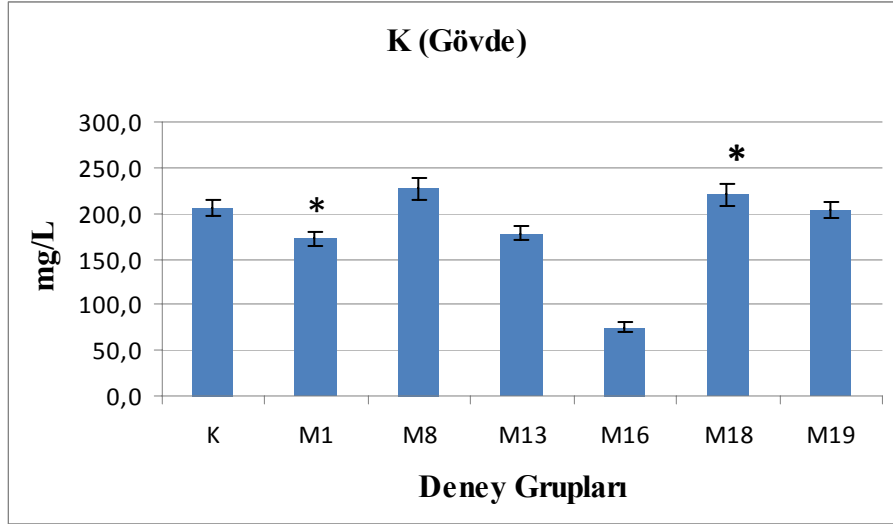
Şekil IV.23 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde Ca miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövdesindeki kalsiyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,019 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki kalsiyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M16 ortalaması $p=0,002 < \alpha =0,05$ ve M18 ortalaması $p=0,008 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki demir oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,004 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.24 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde Zn miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

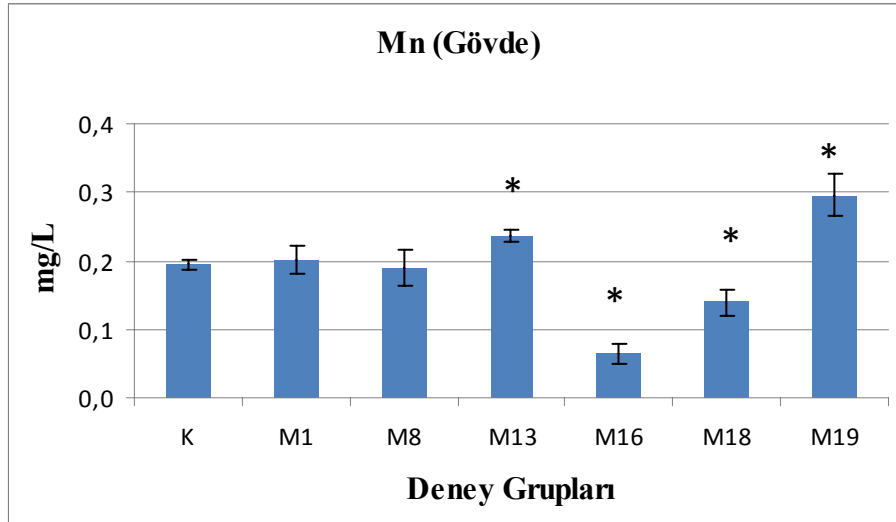
Fasulye bitkisinin, gövdesindeki çinko tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,010 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki çinko oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M16 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ ve M18 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki çinko oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,019 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.25 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde K miktarları

* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövdesindeki potasyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,016 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki potasyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M18 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.

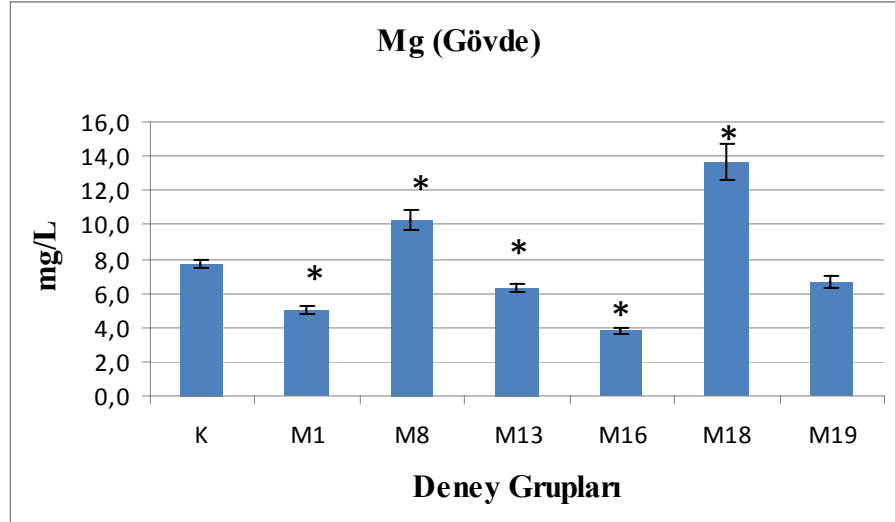


Şekil IV.26 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde Mn miktarları

* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

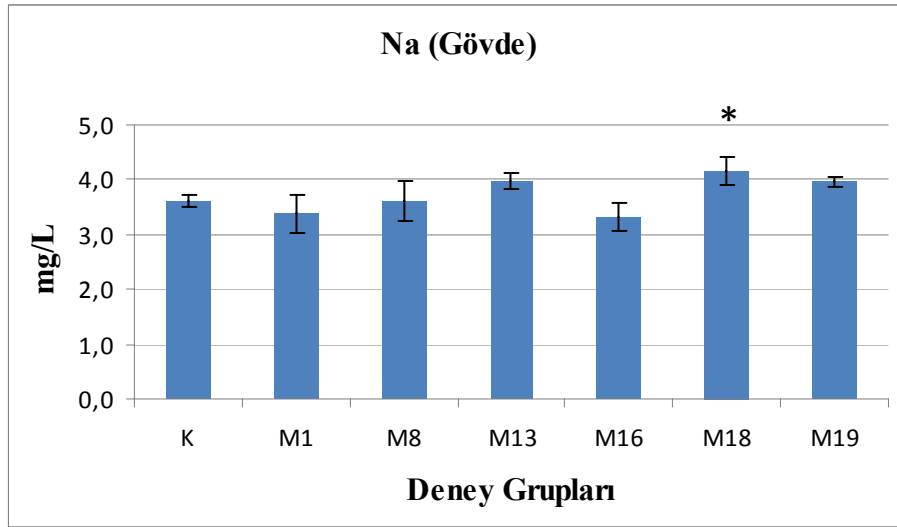
Fasulye bitkisinin, gövdesindeki mangan tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M13 ortalaması $p=0,019 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki mangan oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte

M16 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ ve M18 ortalaması $p=0,017 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdelerindeki mangan oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,017 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.27 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde Mg miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövdesindeki magnezyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M8 ortalaması $p=0,002 < \alpha =0,05$ ve M13 ortalaması $p=0,003 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki gövdelerindeki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve $p=0,003 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M16 ve M18 ortalaması da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.28 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının gövde Na miktarları

* : Anlamli olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, gövdesindeki magnezyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M18 ortalaması $p=0,022 < \alpha = 0,05$ olmasından dolayı bitki gövdesindeki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur.

IV.2.3. Değiştirilmiş Hoagland Çözeltilerinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’nin Kök Mineral Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Tablo IV.4: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin köklerindeki mineral miktarları

BİTKİ KISMI	ELEMENTİN ADI	DENEY GRUPLARI						
		K	M1	M8	M13	M16	M18	M19
KÖK	Fe	6,528 ± 0,369	10,834 ± 0,659	4,380 ± 0,406	15,420 ± 1,106	3,884 ± 0,539	9,271 ± 1,463	10,956 ± 0,882
	Ca	1,379 ± 0,162	12,020 ± 0,901	5,298 ± 0,450	6,459 ± 0,497	2,971 ± 0,308	13,945 ± 1,026	1,952 ± 0,114
	Zn	0,484 ± 0,055	0,630 ± 0,039	0,570 ± 0,046	0,636 ± 0,022	0,144 ± 0,049	0,584 ± 0,069	0,749 ± 0,028
	K	48,367 ± 2,478	58,117 ± 4,190	61,250 ± 4,119	65,283 ± 4,090	15,402 ± 2,852	46,800 ± 4,988	56,856 ± 2,223
	Mn	0,509 ± 0,038	0,592 ± 0,049	0,589 ± 0,047	0,605 ± 0,150	0,343 ± 0,019	0,252 ± 0,032	0,632 ± 0,039
	Mg	6,020 ± 0,557	13,826 ± 1,186	17,596 ± 1,354	14,035 ± 0,991	1,654 ± 0,287	18,747 ± 1,308	6,514 ± 0,366
	Na	2,477 ± 0,184	2,180 ± 0,194	5,553 ± 0,234	3,035 ± 0,306	2,140 ± 0,167	3,624 ± 0,290	3,610 ± 0,495

± : 7 şer Örneğin Ortalamalarına Ait Standart Hata

K: Kontrol Grubu (K: Standart Hoagland çözeltisi)

M1:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 1

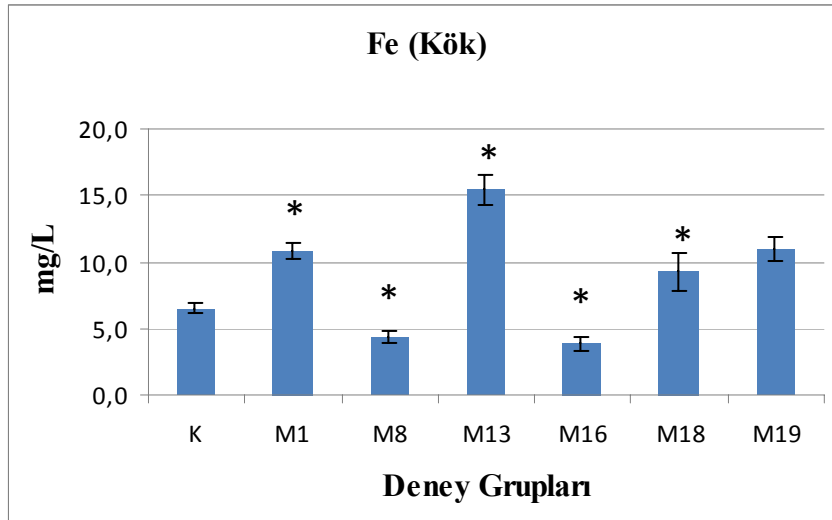
M8:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 8

M13:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 13

M16:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 16

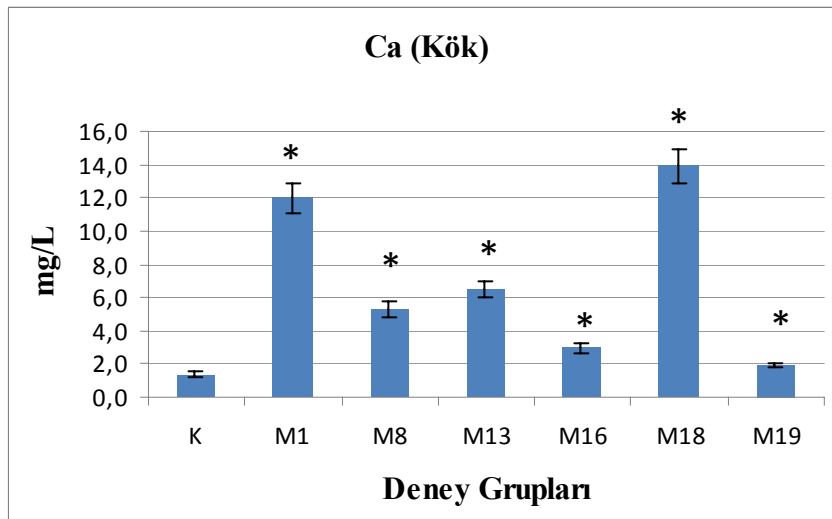
M18:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 18

M19:Modifiye (Değiştirilmiş) Hoagland çözeltisi 19



Şekil IV.29 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök Fe miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

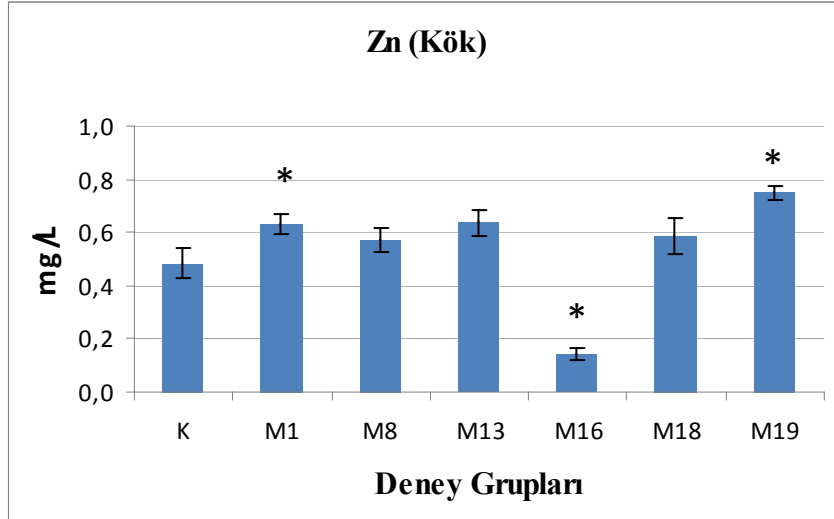
Fasulye bitkisinin, kökündeki demir tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki demir oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla beraber M8 ortalaması $p=0,005 < \alpha =0,05$ ve M13 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki demir oranları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,008 < \alpha =0,05$ ve $p=0,007 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M16 ve M18 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.30 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök Ca miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, kökündeki kalsiyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve M8 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$

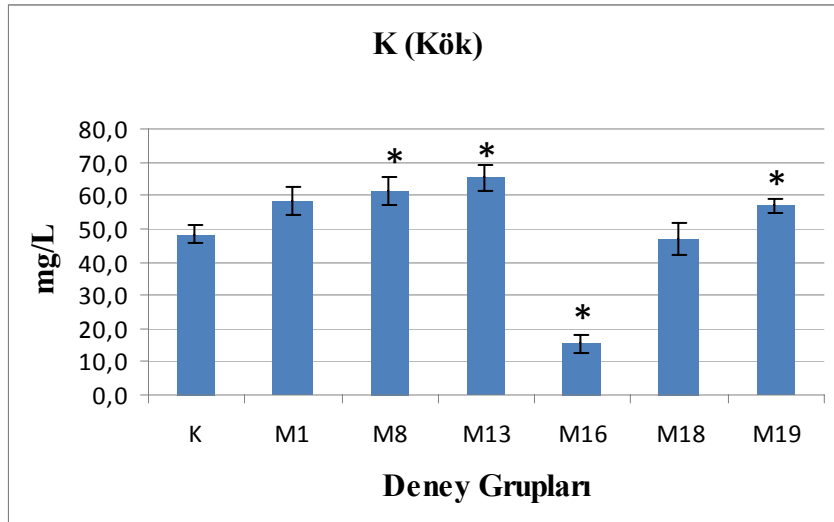
olmasından dolayı bitki kökündeki kalsiyum oranları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte M13 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,018 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki kalsiyum oranları kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca $p=0,000 < \alpha =0,05$ ve $p=0,049 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M18 ve M19 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.31 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök Zn miktarları

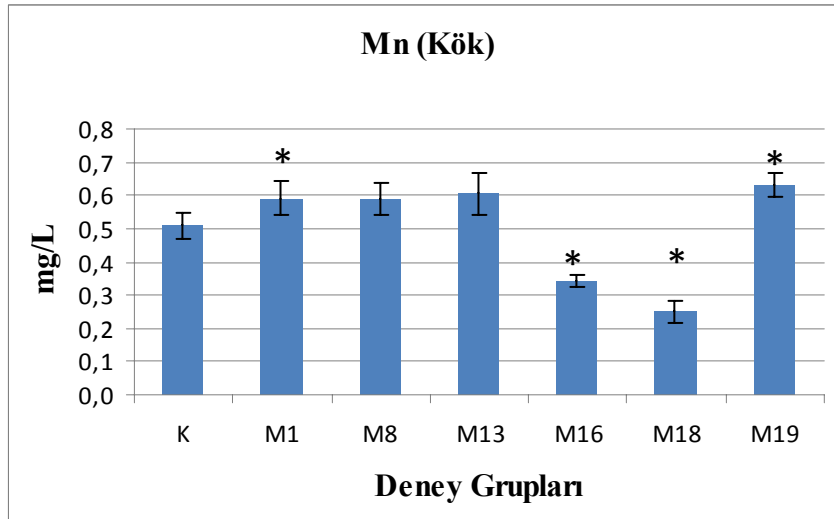
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, kökündeki çinko tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,011 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki çinko oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M16 ortalaması $p=0,002 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki çinko oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,006 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.32 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök K miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

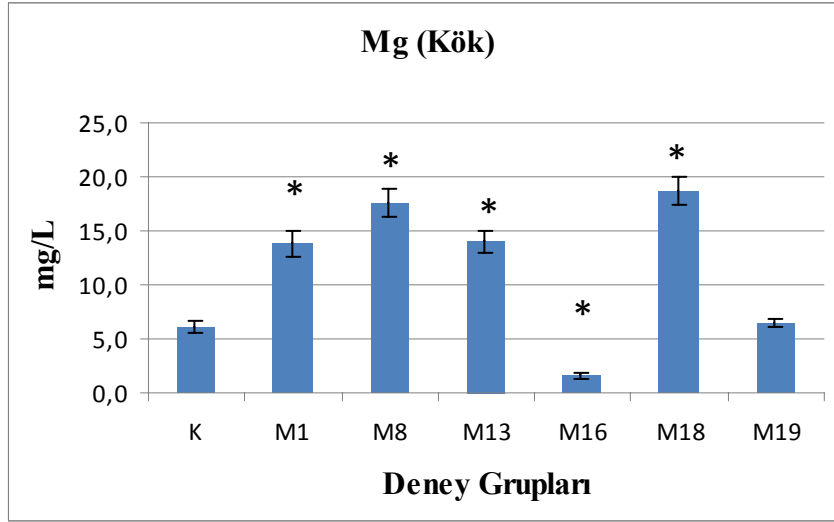
Fasulye bitkisinin, kökündeki potasyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,038 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki potasyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M13 ortalaması $p=0,019 < \alpha =0,05$ ve M16 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki potasyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,012 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.33 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök Mn miktarları
 * : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

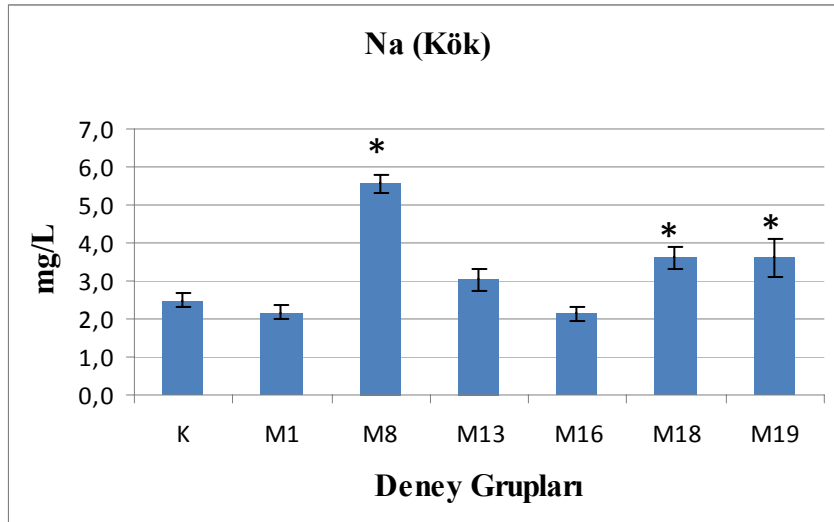
Fasulye bitkisinin, kökündeki mangan tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,009 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki

mangan oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M16 ortalaması $p=0,016 < \alpha =0,05$ ve M18 ortalaması $p=0,007 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki mangan oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,024 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.34 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök Mg miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, kökündeki magnezyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M1 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M8 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ ve M13 ortalaması $p=0,001 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki magnezyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,001 < \alpha =0,05$ ve $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M18 ve M19 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.



Şekil IV.35 Kontrol grubu (K) ile değiştirilmiş Hoagland çözelti gruplarının kök Na miktarları
* : Anlamlı olarak K bitkilerinden farklı

Fasulye bitkisinin, kökündeki sodyum tayini ile ilgili yaptığımız deney sonucunda; M8 ortalaması $p=0,000 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki sodyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Ayrıca M18 ortalaması $p=0,003 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı bitki kökündeki sodyum oranı kontrol bitkilerine göre anlamlı olarak bulunmuştur. Bununla birlikte $p=0,033 < \alpha =0,05$ olmasından dolayı M19 ortalamaları da kontrol bitkilerine göre anlamlı bulunmuştur.

BÖLÜM V

SON DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), dünya çapında ve Türkiye’ de ekim alanı ve üretim yönünden yemeklik tane baklagiller içerisinde ilk sırada yer alan ve taze meyveleri yanında kuru taneleri yaygın bir şekilde tüketilen bir kültür formudur. Besin kaynaklarının artırılması ve geliştirilmesi için yapılan çalışmalar özellikle tahıl ve baklagillerin de içince bulunduğu çok sayıdaki bitki türlerinin ıslahı üzerine yoğunlaşmıştır. Bu amaçla, araştırmaların öncelikle bitkilerin ideal gelişme ve ürün verimliliğini artıran yetiştirme koşullarının saptanmasına yönelik olduğu dikkati çekmektedir. Literatürlerde bulunan ve çok sayıdaki kültür formları üzerine denenmiş ve yaygın olarak halen kullanılmakta olan Knop (1865), Van der Crone, (1904) ve Hoagland (1940) gibi besleyici çözeltilerin hala bazı varyeteler ve ticari amaçlarla geliştirilen birçok yeni bitkiye uygulanması konusunda şüphesiz eksiklikler bulunmaktadır. Bu amaçla, söz konusu “örnekler” in kendilerine ait formüllerinin belirlenmesi önemli bir eksikliğin giderilmesine, aynı zamanda gereksiz kimyasalların neden olduğu çevre kirliliği açısından önleyiciliği ve ekonomik anlamda da sağlanacak tasarruf üzerinde önemle durulması gereken başlıklar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bitki fizyolojinde yapılan bütün araştırmalarda gerek deneysel aşamada gerekse de sonuçların değerlendirilmesinde matematiksel hesaplamalar büyük önem taşımaktadır. “Karışım denemeleri” adıyla bilinen hesaplamalar yardımı ile o türe ait deneklere uygulanan “işlem”lerin farklı sayısal formüller halinde ortaya çıkarılması söz konusudur. Bu amaçla, ideal çözelti konsantrasyonlarının ortaya çıkarılması için söz konusu yöntem kullanılmış ve rasgele olarak “seçilen” modifiye Hogland çözeltilerinin etkileri, bitki büyüme parametreleri ve mineral kompozisyonları açısından ortaya çıkarılmıştır.

Araştırmamızda, Sera tohum® firmasının yerel üretici için hazırlanan sıırık fasulye etiketi altında ürettiği *Phaseolus vulgaris* L. tohumları su kültüründe (hidroponik) yetiştirilmiştir. Tohumların çimlendirilme aşamasını takiben

yetiştirildiği çözeltilerin belirlenmesi “karışım denemeleri” nden ortaya çıkarılan teorik oranlar yardımı ile oluşturulmuştur. Karışım denemeleri yöntemiyle saptanan ve rastlantısal olarak seçilen modifiye (M1, M8, M13, M16, M18, M19) çözeltilerinde yetiştirilen fideler, kontrol olarak belirlenen Hoagland ile yetiştirilen fideler ile karşılaştırılmıştır. Bu besleyici çözeltilerin büyüme parametreleri olarak belirlenen bitki boy uzunluğu, toplam yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök, gövde, alt - üst ve analiz yapraklarının yaş ve kuru ağırlıkları, analiz yapraklarının alanları üzerine etkileri araştırılmıştır. Kök, gövde ve yapraklarda biriken iyonların (**Fe, Ca, Zn, K, Mn, Mg, Na**) miktarları da yaş yakma yöntemine göre hazırlanan özütlerden Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS) okunarak ortaya çıkarılmıştır.

Büyüme parametrelerinden bitki boy uzunluğunun, daha az miktarda Mg içeren M18 çözeltilerinde yetişen fidelerde kontrol bitkilere göre anlamlı olarak azaldığı, ancak M19 bitkilerinin ise kontrollere göre anlamlı olarak arttığı gözlenmiştir. Magnezyum noksanlığının bitkide gelişmeyi zayıflattığı (Aybak, 2007, Taiz and Zeiger, 1989); Fosforun ise tohumun çimlenmesinden itibaren kök ve gövde gelişmesinde önemli rol oynadığı (Fırat, 1998). M19 çözeltisindeki yüksek içeriğiyle bitkilerin boylarındaki artışın nedenlerini açıklar niteliktedir. Bununla beraber M16 bitkilerinin Fe hariç olmak üzere Hoagland içeriğine yakın formüllerine rağmen boylarındaki kısalmanın nedenleri arasında demirin fosfor alımını engellediğini (Tablo II.2); M18 den daha da kısa olmasını ise bu çözeltidekinden daha az kalsiyum içerdiğinden dolayı (Yürekli, 2002) olduğunu düşündürmektedir.

M18 çözeltisine ait bitkilerin köklerinde bulunan Ca miktarı kontrol grubu bitkilerinin köklerinde bulunan Ca miktarına göre çok fazla oranda artış göstermiştir. Ca, K mineraline antagonistik etki gösterdiğinden (Yılmaz, 2004) bu bitkilerde K miktarında azalma tespit edildi. K miktarının az olması ise, köklerin zayıflamasına sebep olur (Aybak, 2005). Literatürdeki bu bilginin, M18 ve M16 çözeltileri içerisinde yetişen bitkilerin kök uzunluğu kontrol bitkilerine göre daha az miktarda bulunduğunu açıklayabileceği düşünülmektedir. M13 çözeltisindeki fosfor, kontrol çözeltisine göre daha az miktardadır. Fosfor, tohumun çimlenmesinden itibaren kök ve gövde gelişmesinde önemli rol oynar (Fırat, 1998). Buna göre, M13 çözeltisinde yetişen bitkilerin kök uzunluğunun kontrol bitkilerine göre az olmasının nedeni olarak fosfor olduğu düşünülmektedir.

M16 çözeltisi içerisinde yetişen bitkilerin toplam yaprak sayılarının kontrol grubu bitkilerine göre azaldığı saptanmıştır. M19 çözeltisi içerisinde yetişen

bitkilerin toplam yaprak sayıları ise kontrol grubu bitkilerine göre arttığı gözlenmiştir. Hem M16 daki azalma hem de M19 daki artma kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlıdır. M16 çözeltisindeki bitkilerin Ca miktarı kontrol bitkilerine göre daha azdır. Kalsiyum eksikliğinde büyüme yerleri çoğunlukla öldüğünden bitkide yeni sürgün meydana gelmez (www.menementopraksu.gov.tr). Bu bilgi, M16 çözeltisinde yetişen bitkilerin yaprak sayılarının az olmasının nedeni olarak Ca miktarındaki azalma olduğunu düşündürmektedir. Kükürt eksikliği ayrıca bitkide sürgün oluşumunun azalmasına ve meydana gelen sürgünlerin de zayıf kalmalarına sebep olur (<http://www.menementopraksu.gov.tr>). Buna göre, M19 çözeltisindeki bitkiler daha fazla kükürt absorbe ettiklerinden, kontrol bitkilerine göre yaprak sayısında bir artış tespit edilmiştir.

Bitki bünyesinde fazla miktarda su bulunmaktadır. Bu miktar yapraklar için %90 kadardır (Fırat, 1998). Yapılan çalışmada yaprakların yaş ağırlıkları kuru ağırlıklarının yaklaşık on katı kadardır. Bu sonuç Literatürdeki bu bilginin yaptığımız çalışmayla paralel olduğunu göstermektedir.

Alt yaprak ve üst yapraklar için yapılan çalışmalara baktığımızda alt yaprakların yaş ve kuru ağırlıklarının üst yapraklara nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak alt yaprakların ilk önce büyüüp gelişmesi üst yapraklara göre alan açısından çok daha fazla olması ve hareketsiz olan minerallerin eksiklikleri durumunda alt yapraklardan üst yapraklara taşınmamalarını gösterebiliriz.

M13 ve M16 çözeltisi içerisinde yetişen bitkilerin gövde yaş ağırlıkları kontrol grubu bitkilerine göre azaldığı saptanmıştır. M18 çözeltisi içerisinde yetişen bitkilerin gövde yaş ağırlıkları ise kontrol grubu bitkilerine göre daha fazladır. Hem M13 ve M16' daki azalma hem de M19 daki artma kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlıdır. M18 çözeltisindeki bitkilerin gövdelerindeki Ca miktarı kontrol bitkilerinin gövdelerine göre daha fazladır. Yeteri kadar kalsiyum olmazsa, çekirdek bölünmesi olsa bile yeni hücre çeperi oluşmaz (Yürekli, 2002). Bu bilgi, M18 çözeltisinde yetişen bitkilerin gövde ağırlıklarının fazla olmasının nedeni olarak Ca miktarındaki fazlalık olduğunu düşündürmektedir. Aynı bilgi doğrultusunda M13 ve M16 çözeltisinde yetişen bitkilerinin gövde ağırlıklarının az olması da, Ca miktarlarının az olması ile ilgili olduğunu düşündürmektedir.

M16 çözeltisindeki bitkilerin köklerindeki Ca ve K miktarları diğer çözeltilerdeki bitkilerin köklerinde bulunan Ca ve K miktarlarından daha azdır.

Potasyum eksikliği, köklerin zayıflamasına sebep olur (Aybak, 2005). Kalsiyum olmadan, köklerin ve sürgünlerin yeni doku gelişimi (hücre bölünmesi ve uzaması) durur (Yürekli, 2002). Bu bilgilere dayanarak M16 çözeltisindeki kök yaş ağırlığının az olması Ca ve K eksikliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Analiz yaprak alanı ile ilgili yaptığımız deneye bakıldığında, analiz yaprakların ağırlıkları ile alanlarının doğru orantılı olduğu görülmüştür.

M1 ve M8 çözeltilerinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarları kontrol çözeltisinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarına göre azalma gözlenmiş ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. M13, M16, M18 ve M19 çözeltilerinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarları kontrol çözeltisinde yetişen bitkilerin yapraklarındaki Na miktarına göre artış gözlenmiş ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Yaptığımız çalışmalarda fasulye bitkisinin kök ve gövde organlarında potasyum miktarı diğer minerallere nazaran fazla olduğu görülmektedir. Potasyum alımı bitkide hızlı ve fazla miktardadır. Bunun nedeni bitki membranlarının potasyumu fazla geçirmesindendir (Fırat, 1998). Literatürdeki bu bilgiler bulunan sonuçlar ile aynı doğrultuda olduğunu göstermektedir.

Deneylerde kullanılan çözeltilerde Mg miktarı K miktarına nazaran daha fazla olmasına rağmen, çözelti içerisinde yetişen fasulye bitkilerinde K miktarı, Mg miktarına göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Toprak çözeltisinde Mg^{+2} konsantrasyonu genelde K^{+} konsantrasyonundan yüksektir. Ancak bitki kökleri tarafından alınan Mg^{+2} miktarı K^{+} miktarından çok daha azdır. Aslında yalnız bitki kökleri tarafından değil tüm bitki organları tarafından alınan Mg^{+2} miktarı K^{+} miktarına göre çok daha azdır (Kaçar ve Katkat, 2007). Ortamda K^{+} ve NH_4^{+} ün fazla miktarlarda bulunması Mg^{+2} alımını olumsuz şekilde etkilemekte ve bitkiler göreceli olarak daha az Mg^{+2} almaktadır (Kuruveits ve Kirkby, 1980). Literatürdeki bu bilgiler bulunan sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Yaprak, kök ve gövdedeki minerallerin tayini deneyleri sonucunda Fe miktarının köklerde, gövde ve yapraklara nazaran çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Demir eksikliği belirtileri genç yapraklarda ve özellikle de son çıkan yapraklarda öncelikle görülür. Bitkide demir hareketli değildir. Yaşlı yapraklardan genç yapraklara aktarılamaz. Literatürdeki bu bilgiler demirin kökteki miktarının, gövde ve yapraktaki miktarına göre daha fazla olduğunu desteklemektedir.

M16 çözeltisi içindeki maddelerin miktarları ile değiştirilmemiş Hoagland çözeltisi içindeki madde miktarları FeSO_4 dışında hemen hemen aynıdır. Fakat M16 çözeltisinde yetiştirilen bitkilerin bitki boy uzunluğu, kök uzunlukları, analiz yaprakların alanları, toplam yaprak sayısı, kök, gövde, alt yaprak, analiz yaprakların yaş ve kuru ağırlıkları değiştirilmemiş Hoagland çözeltilerinkinden anlamlı olarak daha azdır. Buna göre fasulye bitkisi FeSO_4 miktarına tolerans göstermemektedir.

Su kültüründe yetiştirilen fasulye fideleri için M18 çözeltisi içinde bulunan konsantrasyonların Hoagland çözeltisi dahil olmak üzere denen 6 değiştirilmiş ortam içinde en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol bitkilere göre daha iyi gelişim göstermesinin iki temel nedeni arasında bu çözeltide $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve FeSO_4 bileşenlerinin daha fazla bulunması ve bitki organlarında daha yüksek Ca ve Fe iyonu konsantrasyonu AAS sonuçlarıyla da desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Ahmed, S. and Evans H.J. : Cobalt: A Micronutrient Element for the Growth of Soybean Plants Under Symbiotic Conditions. *Soil Sci.*90 (1960) 205- 210
- [2] Asher, C.J. : Benefical Elements, Functional Nutrients, and Possible New Essential Elements. *In: Mikronutrients in Agriculture*. 2nd Ed. S.S.S.A. Madison WI, USA. (1991) 703-723
- [3] Aybak, H.Ç. : “Bitkisel Üretim”, Hasat Yayınevi, İstanbul (2005) 52- 57
- [4] Bayraklı, F.: “Toprak ve Bitki Analizleri”, 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun.(1987) 30- 34
- [5] Bergman, W: *Nutritional Disorders of Plants*. Devolopment, Visual and Analytical Diagnosis .Gustav Fischer Verlag Jena . Stuttgart. (1992)
- [6] Brown, J.C. : Mechanism of Iron Uptake by Plants. *Plants ,Cell and Environment* 1 (1978) 249- 257
- [7] Brownell, P.F.:Sodium as an Essential Micronutrient Element for Some Higher Plants. *Plant and Soil* (1968) 161-164
- [8] Brownell, P.F. and Wood J.G. : Sodium as an Essential Micronutrient Element for Atriplex Aescaria. Heward. Nature 179 (1957) 635- 636
- [9] Burnell, J.N. : The Biochemistry of Manganese In Plants. *In:Manganese in Soils and Plants* (1988) 125- 137
- [10] Campbell, L.C. ; Nable R.O. : Physiological Functions of Manganese In Plants. *In:Manganese in Soils and Plants* (1988) 139- 154

- [11] Clarkson, D.T. ; Sanderson, J. : Sites of Absorption and Translocation of Iron in Barley Roots. Tracer and Microautoradiographic Studies. *Plant Physiol* 61 (1978) 731- 736
- [12] Clarkson, D.T. ; Warner A.J. : Relationship Between Root Temperature and the Transport of Ammonium and Nitrate Ions by Italian and Perennial Ryegrass. *Plant Physiol.* 64 (1980) 557- 561
- [13] Claassen, M.E. ; Wilcox, G.H. : Comparative Reduction of Calcium and Magnesium of Corn Tissue by NH₄ – N and K Fertilization. *Argon. J.* 66 (1974) 521- 522
- [14] Çakmak. İ. ; Marchner K. ; Bangerth F. : Effects of Zinc Nutritional Status on Growth, Protein Metabolism and Levels of Indole-3-acetic acid and Other Phytohormones in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *J.Exper. Bot.* 40 (1989) 405- 412
- [15] Çepel, Prof. Dr. N. : “Toprak İlmi Ders Kitabı. Orman Topraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi”. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No: 3416, O. F. Yayın No: 389, (1988) 176- 197
- [16] Duvick, D.N.: Plant breeding, an evolutionary concept. *Crop Sci.*, 36 (1996) 539-548.
- [17] Epstein, E.: Mineral Metabolism, Academic press, London (1965) 438- 466
- [18] Farquahar, G.D.; Firth, P.M; Wetselar R. and Weir, B.: On the Gaseous Exchange of Ammonia Between Leaves and the Environment, Determination of the Ammonia Compensation Point . *Plant Physiol.*66: (1980) 710- 714
- [19] Fried, M. ; Shapiro R.E. : Soil Plant Relations in Phosphorus Uptake. *Soil Sic.* 90 (1960) 69- 76

- [20] Fırat, B. : “Bitki Nasıl Beslenir” Atlas Kitabevi, Konya (1998) 213- 278
- [21] Foth, H.D. ; Ellis, B.G. : Soil Fertility, Jon Wiley and Sons (1988) 1-212
- [22] Halilova, H. : “Mikroelementlerin Biyojeokimyası ve Çevredeki Yeri.” Tarım ve Köy Dergisi. III (1996) 52- 53
- [23] Huber, D.M. : The Role of Mineral Nutrition in Defense.Plant Pathology. Acedemic Press, New York. (1980) 381- 406
- [24] Halvorson, A.D.; Lindsay, W.L. : The Critical Zn +2 Concentration for Corn and the Nonabsorbtion of Chelated Zinc. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*41 (1977) 531-534
- [25] Jensen, H. M., Collins, W. L., Hydroponic Vegetable Production, Horticultural Reviews, Vol. 7, AVIPublishing Co., Inc. Westport, , Connecticut. (1985) 483-558
- [26] Kaçar, B. : “Bitki Besleme A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No:899, Ders Kitabı 250 (1984)
- [27] Kaçar, B. : “Potasyumun Bitkilerde İşlevleri ve Kalite Üzerine Etkileri.” Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü (2006) 20- 29
- [28] Kaçar, B. ; Katkat, V. : “Bitki Besleme” Nobel Yayın Dağıtım, Ankara (2007) 10-24
- [29] Katrancı, Doç. Dr. M. D.: “Toprak İlmı”, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları İ. Ü. Yayın No: 3444 O. F. Yayın No: 387, İstanbul (1987)

- [30] Kıbağ, F. ; Munzuroğlu, Ö. : “Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus Vulgaris L.*) Kök, Gövde ve Yaprak Büyümesi Üzerinde Kadmiyum (Cd ++) ve Civa (Hg++)’nın Etkileri”, C.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi,24 (2003) 64,75
- [31] Kirkby, E.A.: A Note on the Utilization of Nitrate, Urea and Ammonium Nitrogen by *Chenopodium Album*.Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 117 (1976) 204- 209
- [32] Kiraly, Z. : Plant Disease Resistance as Influenced by Biochemical Effects of Nutrients in Fertilizers in “*Fertilizer Use and Plant Health*” Intern, Kält-Institut,Bern, Switzerland (1976) 33-46
- [33] Kuruvits, A. ; Kirkby, E.A. : The Uptake of Nutrient by Sunflower Plants (*Helianthus annuus*) Growing in a Continuous Flowing Culture System Supplied with Nitrate or Ammonium as Nitrogen Source. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 143 (1980) 140- 149
- [34] Marschner, H. ; Çakmak, İ. : High Light Intensity Enhances Chlorosis and Necrosis in Leaves of Zinc Phosphorus and Magnesium Deficient Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) Plant. J.Plant Physiol. 134 (1989) 308-315
- [35] Morard, P. : Distribution of phosphorus studied with the Radioactive Isotope and with Colorimetry in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*, var La Harpe), Grown in Nutrient Solution. C.R. Acad. Sci. Ser. D. 270 (1970) 2075-2077
- [36] Nelson, S.D.; Wallace A. ; Brown, J.C. : Iron Nutrition and Interactions in Plants *J.Plant Nutrition* 5 (4-7) (1982) 229-301
- [37] Özeren, Ö.:Topraksız Kültür Şekillerinden Su Kültürü İle Ortam Kültürünün Sera Domates Yetiştiriciliğinde Verime Etkileri, Yüksek Lisans Tezi ,Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir. (1998)

- [38] Özgür, M., : Kontrollü Koşullar Altında Perlit ve Volkanik Tuf Ortamlarında Hıyar (*Cocumis sativus* L.) Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi ,Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa. (1991)
- [39] Öztürk, H. ; Ok, S.S. :”Topraksız Tarım”, Bilim ve Teknik Dergisi, Tübitak Yayınları, Ankara (4) (2007) 100-101
- [40] Prasad, R. ; Thomas, J. ; Gupta, V.V.S.R. ; Singh, S. Ammoniphilie plants for Reducing Water Pollution. *Env. Conserv.* 10 (3) (1983) 260- 261
- [41] Pushnik, J.C.; Miller G.W. : Iron Regulatin of Chloroplast Photosynthetic Function: Mediation of PSI Development. *J.Plant Nutr* 12 (1989) 407- 421
- [42] Rao, K.P. ; Rains, D.W. : Nitrate Absorbtion by Barley, *Plant Physiol.* 57 (1976) 55- 58
- [43] Salisbury, F.B. ; Ross, C.W.: “Plant Phisiology” Wadsworth Publishing Company, California, (1985) 468
- [44] Sevgican,A.: Topraksız tarım.Örtü altı sebzeciliği.Cilt 2.Ege Üniversitesi Basım Evi, 526,,İzmir.130. (1999)
- [45] Scharer, K. ; Jung, J. : The Influence of Nutrition on the Cation/Anion Ratio in Plants. *Z.Pflanzenernähr. Dung. Bodenk.* 7 (1955) 76- 94
- [46] Singh, R.R. ; Gangwar, M.S. : *Indian J. Agr. Sci.* 4 (1974) 567-591
- [47] Taban, S. ; Alparslan, M.: Mısır Bitkisinin Çinko, Demir, Bakır ve Mangan ve Klorofil Kapsamı Üzerine Çinko Gübrelemesinin Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bölümleri Dergisi* 4 (2) (1996) 69- 73
- [48] Taiz, L.; Zeiger, E.: “Plant Physiology”, The Benjamin Cumming Publishing Company Inc. ISBN 0-8053-0245-X, (1991) 114-115

- [49] Tucker, M. R. : “Essential Plant Nutrients: Their Presence in North Carolina Soils and Role In Plant Nutrition”, North Carolina Department of Agriculture & Consumer Services, Miscellaneous Publication (1999) 2- 9
- [50] Welch, R.M.; House, W.A ; Van Campen D. : Effects of oxalic acid on Availabilitiy of Zinc from Spinach Leaves and Zinc Sulfate to Rates.*J.Nutr.* 107 (1976) 923-933
- [51] Yılmaz, C. : “Bitkisel Üretimde Besin Elementleri”, Hasad Yayıncılık, Kayseri (2004) 16,17
- [52] Yürekli, K.; Aslanargun, B:A.: “Bitkilerde Mineral Beslenme Fizyolojisi”, T.C.Anadolu Üniversitesi Yayınları, (2002) 2-11, 30-74.
- [53] <http://www.tarimdostu.com/icrk.php?uid=214>
(Erişim Tarihi: Temmuz 2007)
- [54] <http://www.botany.com.tr/tr/cimm.htm>
(Erişim Tarihi: Temmuz 2007)
- [55] http://www.drt.com.tr/blog/2006_05_01_archive.html
(Erişim Tarihi: Mayıs 2007)
- [56] <http://www.menementopraksu.gov.tr>
(Erişim Tarihi: Mart 2007)
- [57] http://www.toros.com.tr/turkce/ug_super_kompoze.asp
(Erişim Tarihi: Nisan2007)
- [58] http://www.uzumsu.com/dosyalar/cilekte_topraksiz_kultur_uygulamalari.pdf
(Erişim Tarihi: Mart 2007)

- [59] http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Phaseolus_vulgaris.html
(Erişim Tarihi:Nisan 2007)
- [60] http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Phaseolus+vulgaris
(Erişim Tarihi:Nisan 2007)

EKLER

T-Test

BİTKİ BOY UZUNLUĞU

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	100,6667	6	18,48964	7,54836
	VAR00002	81,1667	6	9,02035	3,68254
Pair 2	VAR00001	100,6667	6	18,48964	7,54836
	VAR00003	75,3333	6	14,77385	6,03140
Pair 3	VAR00001	100,6667	6	18,48964	7,54836
	VAR00004	97,6667	6	12,70695	5,18759
Pair 4	VAR00001	100,6667	6	18,48964	7,54836
	VAR00005	78,8333	6	9,26103	3,78080
Pair 5	VAR00001	100,6667	6	18,48964	7,54836
	VAR00006	80,0000	6	11,18928	4,56800
Pair 6	VAR00001	100,6667	6	18,48964	7,54836
	VAR00007	134,1667	6	17,23272	7,03523

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,012	,983
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,546	,262
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,390	,444
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,090	,866
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,658	,155
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,891	,017

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	19,50000	20,66640	8,43702	-2,18805	41,18805	2,311	5	,069
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	25,33333	29,30301	11,96291	-5,41829	56,08496	2,118	5	,088
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	3,00000	26,20687	10,69891	24,50242	30,50242	,280	5	,790
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	21,83333	19,92402	8,13395	,92435	42,74231	2,684	5	,044
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	20,66667	13,95230	5,69600	6,02463	35,30871	3,628	5	,015
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	33,50000	8,43208	3,44238	42,34893	24,65107	-9,732	5	,000

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

BİTKİ KÖK UZUNLUĞU

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	23,0000	6	2,82843	1,15470
	VAR00002	22,1667	6	4,44597	1,81506
Pair 2	VAR00001	23,0000	6	2,82843	1,15470
	VAR00003	21,6667	6	3,93277	1,60555
Pair 3	VAR00001	23,0000	6	2,82843	1,15470
	VAR00004	19,3333	6	1,21106	,49441
Pair 4	VAR00001	23,0000	6	2,82843	1,15470
	VAR00005	13,0000	6	4,04969	1,65328
Pair 5	VAR00001	23,0000	6	2,82843	1,15470
	VAR00006	17,1667	6	2,99444	1,22247
Pair 6	VAR00001	23,0000	6	2,82843	1,15470
	VAR00007	20,6667	6	1,03280	,42164

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,159	,763
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,324	,531
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,701	,121
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,314	,544
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,283	,586
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,068	,897

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,83333	4,87511	1,99025	-4,28278	5,94944	,419	5	,693
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	1,33333	5,53775	2,26078	-4,47818	7,14484	,590	5	,581
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	3,66667	2,16025	,88192	1,39963	5,93371	4,158	5	,009
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	10,00000	4,14729	1,69312	5,64769	14,35231	5,906	5	,002
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	5,83333	4,66548	1,90467	,93722	10,72945	3,063	5	,028
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	2,33333	2,94392	1,20185	-,75612	5,42279	1,941	5	,110

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAK SAYISI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	15,0000	6	5,01996	2,04939
	VAR00002	12,6667	6	1,75119	,71492
Pair 2	VAR00001	15,0000	6	5,01996	2,04939
	VAR00003	12,6667	6	4,50185	1,83787
Pair 3	VAR00001	15,0000	6	5,01996	2,04939
	VAR00004	9,3333	6	1,36626	,55777
Pair 4	VAR00001	15,0000	6	5,01996	2,04939
	VAR00005	10,1667	6	4,07022	1,66166
Pair 5	VAR00001	15,0000	6	5,01996	2,04939
	VAR00006	10,5000	6	3,14643	1,28452
Pair 6	VAR00001	15,0000	6	5,01996	2,04939
	VAR00007	19,5000	6	2,50998	1,02470

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,410	,420
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,265	,611
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,875	,023
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,088	,868
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,114	,830
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	1,000	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	2,33333	4,58984	1,87380	-2,48341	7,15008	1,245	5	,268
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	2,33333	7,58068	3,09480	-5,62210	10,28877	,754	5	,485
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	5,66667	3,88158	1,58465	1,59320	9,74014	3,576	5	,016
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	4,83333	6,73548	2,74975	-2,23512	11,90178	1,758	5	,139
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	4,50000	5,61249	2,29129	-1,38994	10,38994	1,964	5	,107
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-4,50000	2,50998	1,02470	-7,13406	-1,86594	-4,392	5	,007

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

ALT YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	2,2190	6	,41338	,16876
	VAR00002	1,1758	6	,33792	,13796
Pair 2	VAR00001	2,2190	6	,41338	,16876
	VAR00003	,9315	6	,10881	,04442
Pair 3	VAR00001	2,2190	6	,41338	,16876
	VAR00004	,9580	6	,11747	,04796
Pair 4	VAR00001	2,2190	6	,41338	,16876
	VAR00005	1,2512	6	,18495	,07551
Pair 5	VAR00001	2,2190	6	,41338	,16876
	VAR00006	2,4567	6	,20428	,08340
Pair 6	VAR00001	2,2190	6	,41338	,16876
	VAR00007	1,0763	6	,09062	,03699

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,525	,285
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,480	,335
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,169	,748
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,299	,565
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,706	,117
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,135	,799

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	1,04317	,37197	,15186	,65281	1,43353	6,869	5	,001
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	1,28750	,37352	,15249	,89552	1,67948	8,443	5	,000
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	1,26100	,44848	,18309	,79035	1,73165	6,887	5	,001
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,96783	,39917	,16296	,54893	1,38674	5,939	5	,002
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,23767	,30561	,12476	-,55838	,08305	-1,905	5	,115
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	1,14267	,43499	,17758	,68617	1,59916	6,435	5	,001

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003: M8 VAR00005: M16 VAR00007: M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

ALT YAPRAK KURU AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,2188	6	,03526	,01440
	VAR00002	,1088	6	,02824	,01153
Pair 2	VAR00001	,2188	6	,03526	,01440
	VAR00003	,0952	6	,01224	,00500
Pair 3	VAR00001	,2188	6	,03526	,01440
	VAR00004	,0862	6	,00813	,00332
Pair 4	VAR00001	,2188	6	,03526	,01440
	VAR00005	,1308	6	,01947	,00795
Pair 5	VAR00001	,2188	6	,03526	,01440
	VAR00006	,2297	6	,02202	,00899
Pair 6	VAR00001	,2188	6	,03526	,01440
	VAR00007	,1020	6	,01358	,00554

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,415	,413
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,018	,973
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,476	,340
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,297	,568
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,765	,076
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,084	,875

Paired Samples Test

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,11000	,03484	,01422	,07344	,14656	7,734	5	,001
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,12367	,03712	,01515	,08471	,16262	8,161	5	,000
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,13267	,03978	,01624	,09092	,17442	8,169	5	,000
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,08800	,03485	,01423	,05142	,12458	6,185	5	,002
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,01083	,02324	,00949	-,03522	,01356	-1,142	5	,305
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,11683	,03883	,01585	,07608	,15758	7,370	5	,001

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

ÜST YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,2448	6	,05430	,02217
	VAR00002	,9837	6	,08954	,03656
Pair 2	VAR00001	,2448	6	,05430	,02217
	VAR00003	,8052	6	,10946	,04469
Pair 3	VAR00001	,2448	6	,05430	,02217
	VAR00004	,8983	6	,08118	,03314
Pair 4	VAR00001	,2448	6	,05430	,02217
	VAR00005	,2227	6	,03233	,01320
Pair 5	VAR00001	,2448	6	,05430	,02217
	VAR00006	1,4690	6	,22573	,09215
Pair 6	VAR00001	,2448	6	,05430	,02217
	VAR00007	,1963	6	,15004	,06125

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,655	,158
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,052	,921
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,075	,888
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,578	,229
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,210	,690
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,506	,305

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,73883	,13167	,05376	-,87702	-,60065	-13,744	5	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,56033	,11961	,04883	-,68586	-,43481	-11,475	5	,000
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,65350	,09424	,03847	-,75240	-,55460	-16,985	5	,000
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,02217	,07762	,03169	-,05929	,10362	,700	5	,515
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-1,22417	,24300	,09920	-1,47918	-,96916	-12,340	5	,000
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,04850	,18361	,07496	-,14418	,24118	,647	5	,546

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

ÜST YAPRAK KURU AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,0238	6	,00462	,00189
	VAR00002	,0962	6	,01516	,00619
Pair 2	VAR00001	,0238	6	,00462	,00189
	VAR00003	,0762	6	,01019	,00416
Pair 3	VAR00001	,0238	6	,00462	,00189
	VAR00004	,0850	6	,00787	,00321
Pair 4	VAR00001	,0238	6	,00462	,00189
	VAR00005	,0195	6	,00438	,00179
Pair 5	VAR00001	,0238	6	,00462	,00189
	VAR00006	,1392	6	,02736	,01117
Pair 6	VAR00001	,0238	6	,00462	,00189
	VAR00007	,0172	6	,01363	,00556

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,168	,750
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,081	,878
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,038	,942
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,519	,291
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,409	,420
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,460	,359

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,07233	,01657	,00677	-,08973	-,05494	-10,691	5	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,05233	,01084	,00442	-,06371	-,04096	-11,828	5	,000
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,06117	,00928	,00379	-,07091	-,05143	-16,141	5	,000
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,00438	,00785	,00320	-,00385	,01262	1,368	5	,229
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,11533	,02955	,01207	-,14635	-,08432	-9,559	5	,000
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,00667	,01628	,00665	-,01042	,02375	1,003	5	,362

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

ANALİZ YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	1,3333	6	,22228	,09075
	VAR00002	,7037	6	,03310	,01351
Pair 2	VAR00001	1,3333	6	,22228	,09075
	VAR00003	1,1818	6	,17274	,07052
Pair 3	VAR00001	1,3333	6	,22228	,09075
	VAR00004	,9345	6	,02202	,00899
Pair 4	VAR00001	1,3333	6	,22228	,09075
	VAR00005	,5202	6	,14217	,05804
Pair 5	VAR00001	1,3333	6	,22228	,09075
	VAR00006	1,3495	6	,13309	,05433
Pair 6	VAR00001	1,3333	6	,22228	,09075
	VAR00007	,8647	6	,02232	,00911

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,554	,254
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,664	,150
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,055	,917
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,771	,073
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,055	,917
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,228	,664

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,62967	,20581	,08402	,41368	,84565	7,494	5	,001
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,15150	,16803	,06860	-,02483	,32783	2,209	5	,078
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,39883	,22216	,09070	,16569	,63197	4,398	5	,007
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,81317	,14459	,05903	,66143	,96490	13,776	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,01617	,26531	,10831	-,29460	,26226	-,149	5	,887
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,46867	,22841	,09325	,22896	,70837	5,026	5	,004

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

ANALİZ YAPRAK KURU AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,1385	6	,01976	,00807
	VAR00002	,0682	6	,00426	,00174
Pair 2	VAR00001	,1385	6	,01976	,00807
	VAR00003	,1178	6	,01784	,00728
Pair 3	VAR00001	,1385	6	,01976	,00807
	VAR00004	,1038	6	,01070	,00437
Pair 4	VAR00001	,1385	6	,01976	,00807
	VAR00005	,0502	6	,01174	,00479
Pair 5	VAR00001	,1385	6	,01976	,00807
	VAR00006	,1323	6	,01804	,00737
Pair 6	VAR00001	,1385	6	,01976	,00807
	VAR00007	,0838	6	,02457	,01003

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,236	,652
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,874	,023
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,153	,773
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,535	,274
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,521	,289
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,240	,646

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,07033	,01920	,00784	,05018	,09048	8,973	5	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,02067	,00961	,00392	,01059	,03075	5,270	5	,003
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,03467	,02098	,00857	,01265	,05669	4,047	5	,010
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,08833	,01673	,00683	,07078	,10589	12,934	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	,00617	,01855	,00757	-,01330	,02564	,814	5	,453
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,05467	,03504	,01430	,01790	,09143	3,822	5	,012

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDE YAŞ AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	3,9080	7	,81616	,30848
	VAR00002	3,9770	7	,79044	,29876
Pair 2	VAR00001	3,9080	7	,81616	,30848
	VAR00003	3,4157	7	,74809	,28275
Pair 3	VAR00001	3,9080	7	,81616	,30848
	VAR00004	3,2140	7	,51437	,19441
Pair 4	VAR00001	3,9080	7	,81616	,30848
	VAR00005	2,6379	7	,48943	,18499
Pair 5	VAR00001	3,7462	6	,76115	,31074
	VAR00006	5,3573	6	,96557	,39419
Pair 6	VAR00001	3,7462	6	,76115	,31074
	VAR00007	3,8742	6	,66381	,27100

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	7	-,132	,778
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	7	-,789	,035
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	7	,646	,117
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	7	,643	,119
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,078	,884
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,783	,065

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,06900	1,20878	,45688	-1,18694	1,04894	-,151	,885	
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,49229	1,47947	,55919	-,87599	1,86056	,880	,413	
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,69400	,62312	,23552	,11771	1,27029	2,947	,026	
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	1,27014	,62594	,23658	,69124	1,84904	5,369	,002	
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-1,61117	1,27503	,52053	-2,94923	-,27311	-3,095	,027	
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,12800	,47799	,19514	-,62962	,37362	-,656	,541	

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDE KURU AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,3627	6	,00843	,00344
	VAR00002	,4220	6	,08352	,03410
Pair 2	VAR00001	,3627	6	,00843	,00344
	VAR00003	,3947	6	,01949	,00796
Pair 3	VAR00001	,3627	6	,00843	,00344
	VAR00004	,2940	6	,04383	,01789
Pair 4	VAR00001	,3627	6	,00843	,00344
	VAR00005	,1558	6	,02361	,00964
Pair 5	VAR00001	,3627	6	,00843	,00344
	VAR00006	,5062	6	,01186	,00484
Pair 6	VAR00001	,3627	6	,00843	,00344
	VAR00007	,3373	6	,01666	,00680

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,021	,968
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,280	,592
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,158	,766
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,070	,895
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,249	,635
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,073	,891

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,05933	,08377	,03420	-,14724	,02857	-1,735	5	,143
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,03200	,02330	,00951	-,05645	-,00755	-3,364	5	,020
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,06867	,04592	,01875	,02048	,11686	3,663	5	,015
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,20683	,02451	,01000	,18112	,23255	20,674	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,14350	,01272	,00519	-,15685	-,13015	-27,625	5	,000
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,02533	,01921	,00784	,00517	,04549	3,230	5	,023

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003: M8 VAR00005: M16 VAR00007: M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖK YAŞ AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	1,6232	6	,64306	,26253
	VAR00002	1,2968	6	,22653	,09248
Pair 2	VAR00001	1,6232	6	,64306	,26253
	VAR00003	,9692	6	,43701	,17841
Pair 3	VAR00001	1,6232	6	,64306	,26253
	VAR00004	1,1195	6	,31402	,12820
Pair 4	VAR00001	1,6232	6	,64306	,26253
	VAR00005	,6013	6	,10131	,04136
Pair 5	VAR00001	1,6232	6	,64306	,26253
	VAR00006	1,7888	6	,48653	,19863
Pair 6	VAR00001	1,6232	6	,64306	,26253
	VAR00007	1,2007	6	,11091	,04528

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,565	,243
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,480	,335
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,195	,711
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,903	,014
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,237	,651
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,530	,280

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,32633	,79331	,32387	-,50619	1,15886	1,008	5	,360
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,65400	,93515	,38178	-,32738	1,63538	1,713	5	,147
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,50367	,76876	,31385	-,30310	1,31043	1,605	5	,169
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	1,02183	,55324	,22586	,44124	1,60242	4,524	5	,006
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,16567	,89373	,36486	-1,10358	,77225	-,454	5	,669
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,42250	,70810	,28908	-,32061	1,16561	1,462	5	,204

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003: M8 VAR00005: M16 VAR00007: M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖK KURU AĞIRLIĞI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,0970	6	,00894	,00365
	VAR00002	,1758	6	,01478	,00604
Pair 2	VAR00001	,0970	6	,00894	,00365
	VAR00003	,0995	6	,03767	,01538
Pair 3	VAR00001	,0970	6	,00894	,00365
	VAR00004	,1167	6	,03122	,01275
Pair 4	VAR00001	,0970	6	,00894	,00365
	VAR00005	,0498	6	,01501	,00613
Pair 5	VAR00001	,0970	6	,00894	,00365
	VAR00006	,1520	6	,01903	,00777
Pair 6	VAR00001	,0970	6	,00894	,00365
	VAR00007	,1173	6	,01680	,00686

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,510	,302
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,366	,475
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,150	,777
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,795	,059
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,210	,689
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,640	,171

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,07883	,01280	,00522	-,09226	-,06540	-15,089	5	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,00250	,04178	,01706	-,04635	,04135	-,147	5	,889
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,01967	,03374	,01377	-,05507	,01574	-1,428	5	,213
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,04717	,00958	,00391	,03711	,05722	12,061	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,05500	,02266	,00925	-,07878	-,03122	-5,945	5	,002
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,02033	,02355	,00961	-,04505	,00438	-2,115	5	,088

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAK ALANI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	143,8027	6	1,60997	,65727
	VAR00002	74,3165	6	2,25961	,92248
Pair 2	VAR00001	143,8027	6	1,60997	,65727
	VAR00003	105,0377	6	1,57301	,64218
Pair 3	VAR00001	143,8027	6	1,60997	,65727
	VAR00004	93,2527	6	1,71606	,70058
Pair 4	VAR00001	143,8027	6	1,60997	,65727
	VAR00005	65,7277	6	1,97340	,80564
Pair 5	VAR00001	143,8027	6	1,60997	,65727
	VAR00006	141,1383	6	13,14554	5,36664
Pair 6	VAR00001	143,8027	6	1,60997	,65727
	VAR00007	82,5502	6	2,06100	,84140

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,140	,791
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,553	,255
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,377	,462
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,191	,717
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,549	,259
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,156	,768

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
					Lower	Upper		
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	69,48617	2,95236	1,20529	66,38786	72,58447	57,651	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	38,76500	1,50582	,61475	37,18474	40,34526	63,058	,000
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	50,55000	1,85902	,75894	48,59908	52,50092	66,606	,000
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	78,07500	2,29592	,93731	75,66557	80,48443	83,297	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	2,66433	12,33495	5,03572	-10,28040	15,60907	,529	,619
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	61,25250	2,80655	1,14577	58,30720	64,19780	53,460	,000

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ DEMİR MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,2833	6	,08335	,03403
	VAR00002	,4167	6	,14390	,05875
Pair 2	VAR00001	,2833	6	,08335	,03403
	VAR00003	,5267	6	,16955	,06922
Pair 3	VAR00001	,2833	6	,08335	,03403
	VAR00004	,3233	6	,06890	,02813
Pair 4	VAR00001	,2833	6	,08335	,03403
	VAR00005	,1650	6	,05958	,02432
Pair 5	VAR00001	,2833	6	,08335	,03403
	VAR00006	,4783	6	,11197	,04571
Pair 6	VAR00001	,2833	6	,08335	,03403
	VAR00007	,2650	6	,08264	,03374

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,621	,188
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,462	,356
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,252	,630
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,918	,010
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,014	,979
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,508	,303

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,13333	,11290	,04609	-,25182	-,01485	-2,893	5	,034
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,24333	,15042	,06141	-,40119	-,08548	-3,962	5	,011
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,04000	,09381	,03830	-,13845	,05845	-1,044	5	,344
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,11833	,03710	,01515	,07940	,15727	7,812	5	,001
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,19500	,14053	,05737	-,34248	-,04752	-3,399	5	,019
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,01833	,14414	,05885	-,13293	,16960	,312	5	,768

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ KALSİYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	66,8667	6	7,69251	3,14045
	VAR00002	59,2000	6	10,67127	4,35653
Pair 2	VAR00001	66,8667	6	7,69251	3,14045
	VAR00003	48,8333	6	14,82844	6,05369
Pair 3	VAR00001	66,8667	6	7,69251	3,14045
	VAR00004	20,7167	6	11,23627	4,58719
Pair 4	VAR00001	66,8667	6	7,69251	3,14045
	VAR00005	6,7667	6	6,40021	2,61287
Pair 5	VAR00001	66,8667	6	7,69251	3,14045
	VAR00006	62,6667	6	7,46824	3,04890
Pair 6	VAR00001	66,8667	6	7,69251	3,14045
	VAR00007	22,4000	6	8,21559	3,35400

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,660	,154
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,401	,431
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,163	,758
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,697	,123
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,260	,619
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,731	,099

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	7,66667	8,04479	3,28427	-,77582	16,10916	2,334	5	,067
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	18,03333	13,69944	5,59277	3,65665	32,41001	3,224	5	,023
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	46,15000	14,61379	5,96606	30,81376	61,48624	7,735	5	,001
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	60,10000	5,60928	2,28998	54,21342	65,98658	26,245	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	4,20000	12,03512	4,91332	-8,43008	16,83008	,855	5	,432
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	44,46667	14,80063	6,04233	28,93436	59,99898	7,359	5	,001

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ ÇİNKO MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,0728	6	,01489	,00608
	VAR00002	,0988	6	,02359	,00963
Pair 2	VAR00001	,0728	6	,01489	,00608
	VAR00003	,1035	6	,02345	,00957
Pair 3	VAR00001	,0728	6	,01489	,00608
	VAR00004	,0777	6	,01456	,00594
Pair 4	VAR00001	,0728	6	,01489	,00608
	VAR00005	,0770	6	,02482	,01013
Pair 5	VAR00001	,0728	6	,01489	,00608
	VAR00006	,0947	6	,02789	,01139
Pair 6	VAR00001	,0728	6	,01489	,00608
	VAR00007	,0895	6	,02110	,00861

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,582	,225
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,462	,356
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,679	,138
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,167	,752
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,445	,376
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,593	,215

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,02600	,01921	,00784	-,04616	-,00584	-3,315	5	,021
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,03067	,02118	,00865	-,05290	-,00844	-3,546	5	,016
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,00483	,02698	,01102	-,03315	,02349	-,439	5	,679
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	-,00417	,03100	,01266	-,03670	,02837	-,329	5	,755
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,02183	,03700	,01511	-,06067	,01700	-1,445	5	,208
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,01667	,03224	,01316	-,05050	,01717	-1,266	5	,261

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ POTASYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	51,7167	6	6,87646	2,80730
	VAR00002	42,3500	6	7,42179	3,02993
Pair 2	VAR00001	51,7167	6	6,87646	2,80730
	VAR00003	47,7500	6	17,65976	7,20957
Pair 3	VAR00001	51,7167	6	6,87646	2,80730
	VAR00004	48,6000	6	6,54187	2,67071
Pair 4	VAR00001	51,7167	6	6,87646	2,80730
	VAR00005	22,4667	6	6,39239	2,60968
Pair 5	VAR00001	51,7167	6	6,87646	2,80730
	VAR00006	54,0667	6	7,74252	3,16087
Pair 6	VAR00001	51,7167	6	6,87646	2,80730
	VAR00007	41,7000	6	9,87603	4,03187

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,126	,812
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,274	,600
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,237	,651
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,794	,059
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,690	,129
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,271	,603

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	9,36667	9,46206	3,86287	-,56316	19,29649	2,425	5	,060
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	3,96667	17,10820	6,98440	-13,98729	21,92063	,568	5	,595
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	3,11667	8,29275	3,38550	-5,58604	11,81937	,921	5	,400
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	29,25000	4,28334	1,74867	24,75491	33,74509	16,727	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-2,35000	13,44362	5,48834	-16,45822	11,75822	-,428	5	,686
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	10,01667	13,47864	5,50263	-4,12830	24,16163	1,820	5	,128

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ MANGAN MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,0847	6	,01334	,00544
	VAR00002	,1415	6	,01938	,00791
Pair 2	VAR00001	,0847	6	,01334	,00544
	VAR00003	,1297	6	,02537	,01036
Pair 3	VAR00001	,0847	6	,01334	,00544
	VAR00004	,1270	6	,02260	,00923
Pair 4	VAR00001	,0847	6	,01334	,00544
	VAR00005	,0280	6	,01311	,00535
Pair 5	VAR00001	,0847	6	,01334	,00544
	VAR00006	,1022	6	,03489	,01424
Pair 6	VAR00001	,0847	6	,01334	,00544
	VAR00007	,0718	6	,01308	,00534

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,692	,128
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,571	,237
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,861	,028
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,606	,202
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,902	,014
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,620	,189

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,05683	,03018	,01232	-,08851	-,02516	-4,612	5	,006
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,04500	,02087	,00852	-,06690	-,02310	-5,281	5	,003
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,04233	,01303	,00532	-,05601	-,02866	-7,956	5	,001
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,05667	,02370	,00968	,03179	,08154	5,856	5	,002
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,01750	,02357	,00962	-,04223	,00723	-1,819	5	,129
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	,01283	,02377	,00970	-,01211	,03778	1,323	5	,243

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ MAGNEZYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	4,5050	6	1,09930	,44879
	VAR00002	5,1217	6	2,25860	,92207
Pair 2	VAR00001	4,5050	6	1,09930	,44879
	VAR00003	8,3667	6	1,20099	,49030
Pair 3	VAR00001	4,5050	6	1,09930	,44879
	VAR00004	3,6017	6	,62796	,25636
Pair 4	VAR00001	4,5050	6	1,09930	,44879
	VAR00005	2,0017	6	,55348	,22596
Pair 5	VAR00001	4,5050	6	1,09930	,44879
	VAR00006	5,6683	6	1,01746	,41537
Pair 6	VAR00001	4,5050	6	1,09930	,44879
	VAR00007	3,3817	6	,96219	,39281

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,822	,045
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,271	,603
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,156	,768
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,735	,096
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,355	,490
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,685	,134

Paired Samples Test

		Paired Differences							
				Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Mean	Lower			
Mean	Std. Deviation	Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)		
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,61667	1,49234	,60924	-2,18278	,94944	-1,012	5	,358
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-3,86167	1,39079	,56779	-5,32121	-2,40212	-6,801	5	,001
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	,90333	1,34834	,55046	-,51167	2,31833	1,641	5	,162
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	2,50333	,78775	,32160	1,67664	3,33002	7,784	5	,001
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-1,16333	1,74291	,71154	-2,99241	,66574	-1,635	5	,163
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	1,12333	1,89274	,77271	-,86298	3,10964	1,454	5	,206

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

YAPRAKLARDAKİ SODYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	1,2217	6	,07083	,02892
	VAR00002	1,0350	6	,14110	,05760
Pair 2	VAR00001	1,2217	6	,07083	,02892
	VAR00003	1,1833	6	,13155	,05371
Pair 3	VAR00001	1,2217	6	,07083	,02892
	VAR00004	1,3283	6	,36257	,14802
Pair 4	VAR00001	1,2217	6	,07083	,02892
	VAR00005	1,2783	6	,35108	,14333
Pair 5	VAR00001	1,2217	6	,07083	,02892
	VAR00006	1,2617	6	,21009	,08577
Pair 6	VAR00001	1,2217	6	,07083	,02892
	VAR00007	1,3800	6	,31087	,12691

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,489	,325
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,268	,608
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,118	,824
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,619	,190
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,013	,980
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,597	,211

Paired Samples Test

		Paired Differences							
				Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Mean	Lower			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,18667	,18630	,07606	-,00884	,38217	2,454	5	,058
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,03833	,13167	,05375	-,09984	,17651	,713	5	,508
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,10667	,36115	,14744	-,48567	,27233	-,723	5	,502
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	-,05667	,39883	,16282	-,47521	,36188	-,348	5	,742
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,04000	,22082	,09015	-,27173	,19173	-,444	5	,676
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,15833	,35768	,14602	-,53370	,21703	-1,084	5	,328

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ DEMİR MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,6650	6	,08264	,03374
	VAR00002	1,5083	6	,29144	,11898
Pair 2	VAR00001	,6650	6	,08264	,03374
	VAR00003	,8233	6	,23947	,09776
Pair 3	VAR00001	,6650	6	,08264	,03374
	VAR00004	,7400	6	,05292	,02160
Pair 4	VAR00001	,6650	6	,08264	,03374
	VAR00005	,5950	6	,22828	,09319
Pair 5	VAR00001	,6650	6	,08264	,03374
	VAR00006	1,2783	6	,18766	,07661
Pair 6	VAR00001	,6650	6	,08264	,03374
	VAR00007	,9567	6	,17761	,07251

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,160	,762
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,607	,201
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,983	,000
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,198	,707
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,100	,851
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,313	,545

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,84333	,28994	,11837	-1,14761	-,53906	-7,125	5	,001
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,15833	,20034	,08179	-,36858	,05191	-1,936	5	,111
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,07500	,03209	,01310	-,10868	-,04132	-5,724	5	,002
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,07000	,25768	,10520	-,20042	,34042	,665	5	,535
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,61333	,19735	,08057	-,82044	-,40623	-7,613	5	,001
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,29167	,17081	,06973	-,47092	-,11241	-4,183	5	,009

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ KALSİYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	7,8667	6	2,04516	,83493
	VAR00002	12,2667	6	8,58875	3,50634
Pair 2	VAR00001	7,8667	6	2,04516	,83493
	VAR00003	12,0000	6	2,76550	1,12901
Pair 3	VAR00001	7,8667	6	2,04516	,83493
	VAR00004	5,3000	6	1,12250	,45826
Pair 4	VAR00001	7,8667	6	2,04516	,83493
	VAR00005	2,2333	6	,33862	,13824
Pair 5	VAR00001	7,8667	6	2,04516	,83493
	VAR00006	53,5167	6	12,43341	5,07592
Pair 6	VAR00001	7,8667	6	2,04516	,83493
	VAR00007	3,8000	6	1,13842	,46476

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,446	,375
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,258	,621
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,721	,106
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,737	,094
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,240	,648
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,366	,476

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-4,40000	9,67554	3,95002	-14,55385	5,75385	-1,114	5	,316
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-4,13333	2,98507	1,21865	-7,26598	-1,00069	-3,392	5	,019
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	2,56667	2,95883	1,20794	-,53843	5,67177	2,125	5	,087
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	5,63333	2,30622	,94151	3,21310	8,05357	5,983	5	,002
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-45,65000	13,07498	5,33784	-59,37135	-31,92865	-8,552	5	,000
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	4,06667	1,94285	,79317	2,02777	6,10556	5,127	5	,004

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ ÇİNKO MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,2337	6	,04252	,01736
	VAR00002	,3052	6	,07027	,02869
Pair 2	VAR00001	,2337	6	,04252	,01736
	VAR00003	,4243	6	,08338	,03404
Pair 3	VAR00001	,2337	6	,04252	,01736
	VAR00004	,2985	6	,06661	,02719
Pair 4	VAR00001	,2337	6	,04252	,01736
	VAR00005	,1387	6	,02243	,00916
Pair 5	VAR00001	,2337	6	,04252	,01736
	VAR00006	,3850	6	,06941	,02833
Pair 6	VAR00001	,2337	6	,04252	,01736
	VAR00007	,3577	6	,06515	,02660

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,019	,971
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,661	,153
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,776	,070
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,581	,227
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,588	,219
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,337	,514

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,07150	,08283	,03381	-,15842	,01542	-2,115	5	,088
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,19067	,11596	,04734	-,31236	-,06897	-4,028	5	,010
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,06483	,10315	,04211	-,17308	,04341	-1,540	5	,184
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,09500	,03468	,01416	,05860	,13140	6,710	5	,001
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,15133	,05615	,02292	-,21026	-,09241	-6,602	5	,001
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,12400	,08897	,03632	-,21737	-,03063	-3,414	5	,019

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ POTASYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	205,7333	6	19,32570	7,88968
	VAR00002	172,2667	6	19,80653	8,08598
Pair 2	VAR00001	205,7333	6	19,32570	7,88968
	VAR00003	226,7333	6	29,02293	11,84856
Pair 3	VAR00001	205,7333	6	19,32570	7,88968
	VAR00004	178,3333	6	18,40942	7,51561
Pair 4	VAR00001	205,7333	6	19,32570	7,88968
	VAR00005	74,8333	6	12,53486	5,11733
Pair 5	VAR00001	205,7333	6	19,32570	7,88968
	VAR00006	220,7167	6	30,25693	12,35234
Pair 6	VAR00001	205,7333	6	19,32570	7,88968
	VAR00007	203,4000	6	22,85082	9,32881

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,309	,551
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,218	,678
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,567	,241
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,062	,908
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,202	,702
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,070	,895

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	33,46667	23,00145	9,39030	9,32813	57,60521	3,564	5	,016
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-21,00000	31,15766	12,72006	-53,69796	11,69796	-1,651	5	,160
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	27,40000	33,40491	13,63750	-7,65630	62,45630	2,009	5	,101
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	130,90000	22,37767	9,13564	107,41608	154,38392	14,328	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-14,98333	39,04820	15,94136	-55,96190	25,99524	-,940	5	,390
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	2,33333	28,87481	11,78809	-27,96892	32,63559	,198	5	,851

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ MANGAN MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,1943	6	,01681	,00686
	VAR00002	,2012	6	,04907	,02003
Pair 2	VAR00001	,1943	6	,01681	,00686
	VAR00003	,1898	6	,06492	,02650
Pair 3	VAR00001	,1943	6	,01681	,00686
	VAR00004	,2378	6	,02095	,00855
Pair 4	VAR00001	,1943	6	,01681	,00686
	VAR00005	,0638	6	,03780	,01543
Pair 5	VAR00001	,1943	6	,01681	,00686
	VAR00006	,1393	6	,04738	,01934
Pair 6	VAR00001	,1943	6	,01681	,00686
	VAR00007	,2955	6	,07485	,03056

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,010	,985
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,580	,227
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,367	,475
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,070	,895
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,670	,145
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,382	,455

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,00683	,05202	,02124	-,06143	,04776	-,322	5	,761
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,00450	,05683	,02320	-,05514	,06414	,194	5	,854
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,04350	,03130	,01278	-,07635	-,01065	-3,404	5	,019
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,13050	,04028	,01644	,08823	,17277	7,936	5	,001
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	,05500	,03821	,01560	,01490	,09510	3,526	5	,017
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,10117	,07017	,02865	-,17481	-,02753	-3,531	5	,017

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ MAGNEZYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	7,7200	6	,54721	,22340
	VAR00002	5,0267	6	,46068	,18807
Pair 2	VAR00001	7,7200	6	,54721	,22340
	VAR00003	10,2500	6	1,36531	,55739
Pair 3	VAR00001	7,7200	6	,54721	,22340
	VAR00004	6,2883	6	,47734	,19487
Pair 4	VAR00001	7,7200	6	,54721	,22340
	VAR00005	3,8017	6	,33831	,13812
Pair 5	VAR00001	7,7200	6	,54721	,22340
	VAR00006	13,6900	6	2,55693	1,04386
Pair 6	VAR00001	7,7200	6	,54721	,22340
	VAR00007	6,6700	6	,90999	,37150

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,296	,570
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,714	,111
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,150	,777
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,062	,908
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,216	,682
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,062	,906

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	2,69333	,60222	,24585	2,06134	3,32532	10,955	5	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-2,53000	1,04719	,42751	-3,62896	-1,43104	-5,918	5	,002
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	1,43167	,67012	,27357	,72842	2,13491	5,233	5	,003
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	3,91833	,66083	,26978	3,22483	4,61183	14,524	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-5,97000	2,72778	1,11361	-8,83262	-3,10738	-5,361	5	,003
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	1,05000	1,09072	,44529	-,09465	2,19465	2,358	5	,065

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

GÖVDEDEKİ SODYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	3,6233	6	,27558	,11251
	VAR00002	3,3833	6	,85481	,34898
Pair 2	VAR00001	3,6233	6	,27558	,11251
	VAR00003	3,6050	6	,90037	,36758
Pair 3	VAR00001	3,6233	6	,27558	,11251
	VAR00004	3,9650	6	,36060	,14721
Pair 4	VAR00001	3,6233	6	,27558	,11251
	VAR00005	3,3283	6	,64799	,26454
Pair 5	VAR00001	3,6233	6	,27558	,11251
	VAR00006	4,1633	6	,62513	,25521
Pair 6	VAR00001	3,6233	6	,27558	,11251
	VAR00007	3,9617	6	,25701	,10493

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,305	,557
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,409	,421
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,450	,370
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,473	,344
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,884	,019
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,271	,604

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,24000	,97484	,39798	-,78304	1,26304	,603	5	,573
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	,01833	,82686	,33756	-,84940	,88607	,054	5	,959
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,34167	,54360	,22192	-,91214	,22880	-1,540	5	,184
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,29500	,57183	,23345	-,30510	,89510	1,264	5	,262
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,54000	,40274	,16442	-,96265	-,11735	-3,284	5	,022
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,33833	,42466	,17337	-,78399	,10732	-1,952	5	,108

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ DEMİR MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	6,5267	6	,90246	,36843
	VAR00002	10,8350	6	1,61335	,65865
Pair 2	VAR00001	6,5267	6	,90246	,36843
	VAR00003	4,3817	6	,99586	,40656
Pair 3	VAR00001	6,5267	6	,90246	,36843
	VAR00004	15,4183	6	2,71046	1,10654
Pair 4	VAR00001	6,5267	6	,90246	,36843
	VAR00005	3,8833	6	1,31868	,53835
Pair 5	VAR00001	6,5267	6	,90246	,36843
	VAR00006	9,2700	6	3,58224	1,46244
Pair 6	VAR00001	6,5267	6	,90246	,36843
	VAR00007	10,9533	6	2,16004	,88183

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,316	,542
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,325	,530
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,245	,639
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,125	,814
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,621	,188
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,098	,854

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-4,30833	1,58056	,64526	-5,96703	-2,64964	-6,677	5	,001
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	2,14500	1,10574	,45142	,98459	3,30541	4,752	5	,005
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-8,89167	2,63826	1,07707	-11,66035	-6,12298	-8,255	5	,000
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	2,64333	1,50231	,61332	1,06675	4,21991	4,310	5	,008
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-2,74333	3,10372	1,26709	-6,00049	,51382	-2,165	5	,083
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-4,42667	2,42089	,98832	-6,96723	-1,88610	-4,479	5	,007

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ KALSIYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	1,3833	6	,39200	,16003
	VAR00002	12,0167	6	2,21216	,90311
Pair 2	VAR00001	1,3833	6	,39200	,16003
	VAR00003	5,3000	6	1,12250	,45826
Pair 3	VAR00001	1,3833	6	,39200	,16003
	VAR00004	6,4667	6	1,21929	,49777
Pair 4	VAR00001	1,3833	6	,39200	,16003
	VAR00005	2,9667	6	,75011	,30623
Pair 5	VAR00001	1,3833	6	,39200	,16003
	VAR00006	13,9500	6	2,50819	1,02396
Pair 6	VAR00001	1,3833	6	,39200	,16003
	VAR00007	1,9667	6	,28752	,11738

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,224	,669
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,450	,371
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,346	,502
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,900	,014
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,894	,016
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,308	,553

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-10,63333	2,15839	,88116	-12,89843	-8,36824	-12,067	5	,000
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-3,91667	1,34524	,54919	-5,32841	-2,50493	-7,132	5	,001
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-5,08333	1,14441	,46720	-6,28431	-3,88235	-10,880	5	,000
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	-1,58333	1,11609	,45564	-2,75460	-,41206	-3,475	5	,018
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-12,56667	2,86403	1,16924	-15,57228	-9,56105	-10,748	5	,000
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,58333	,55287	,22571	-1,16354	-,00313	-2,584	5	,049

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ ÇİNKO MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,4835	6	,13380	,05463
	VAR00002	,6298	6	,09642	,03936
Pair 2	VAR00001	,4835	6	,13380	,05463
	VAR00003	,5695	6	,11213	,04578
Pair 3	VAR00001	,4835	6	,13380	,05463
	VAR00004	,6362	6	,11899	,04858
Pair 4	VAR00001	,4835	6	,13380	,05463
	VAR00005	,1435	6	,05481	,02238
Pair 5	VAR00001	,4835	6	,13380	,05463
	VAR00006	,5840	6	,16782	,06851
Pair 6	VAR00001	,4835	6	,13380	,05463
	VAR00007	,7488	6	,06894	,02815

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,735	,096
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,303	,560
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,160	,762
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,040	,940
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,405	,426
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,122	,817

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,14633	,09080	,03707	-,24163	-,05104	-3,947	5	,011
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,08600	,19889	,08120	-,29473	,12273	-1,059	5	,338
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,15267	,19276	,07869	-,35496	,04962	-1,940	5	,110
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,34000	,14255	,05819	,19041	,48959	5,843	5	,002
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-,10050	,25346	,10347	-,36648	,16548	-,971	5	,376
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,26533	,14282	,05831	-,41521	-,11545	-4,551	5	,006

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ POTASYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	48,3667	6	6,06949	2,47786
	VAR00002	58,1167	6	10,26224	4,18954
Pair 2	VAR00001	48,3667	6	6,06949	2,47786
	VAR00003	61,2500	6	10,08836	4,11856
Pair 3	VAR00001	48,3667	6	6,06949	2,47786
	VAR00004	65,2833	6	10,01907	4,09027
Pair 4	VAR00001	48,3667	6	6,06949	2,47786
	VAR00005	15,4000	6	6,98999	2,85365
Pair 5	VAR00001	48,3667	6	6,06949	2,47786
	VAR00006	46,8000	6	12,21802	4,98799
Pair 6	VAR00001	48,3667	6	6,06949	2,47786
	VAR00007	56,8500	6	5,44417	2,22257

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,396	,437
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,096	,857
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,073	,891
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,069	,896
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,004	,994
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,573	,235

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-9,75000	9,63509	3,93351	-19,86141	,36141	-2,479	5	,056
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-12,88333	11,26471	4,59880	-24,70492	-1,06175	-2,801	5	,038
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-16,91667	12,08527	4,93379	-29,59938	-4,23396	-3,429	5	,019
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	-32,96667	8,93391	3,64725	-23,59111	-42,34223	-9,039	5	,000
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-1,56667	13,62258	5,56139	-12,72935	15,86269	,282	5	,789
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-8,48333	5,35067	2,18440	-14,09852	-2,86815	-3,884	5	,012

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
 VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ MANGAN MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	,5088	6	,09374	,03827
	VAR00002	,5918	6	,12053	,04921
Pair 2	VAR00001	,5088	6	,09374	,03827
	VAR00003	,5892	6	,11535	,04709
Pair 3	VAR00001	,5088	6	,09374	,03827
	VAR00004	,6052	6	,14986	,06118
Pair 4	VAR00001	,5088	6	,09374	,03827
	VAR00005	,3428	6	,04740	,01935
Pair 5	VAR00001	,5088	6	,09374	,03827
	VAR00006	,2517	6	,07971	,03254
Pair 6	VAR00001	,5088	6	,09374	,03827
	VAR00007	,6320	6	,09458	,03861

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,925	,008
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,370	,470
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,244	,641
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,206	,696
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	-,315	,543
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,498	,315

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-,08300	,04901	,02001	-,13443	-,03157	-4,148	5	,009
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-,08033	,17349	,07083	-,26240	,10173	-1,134	5	,308
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,09633	,19520	,07969	-,30118	,10851	-1,209	5	,281
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,16600	,11342	,04630	,04698	,28502	3,585	5	,016
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	,25717	,14087	,05751	,10933	,40500	4,472	5	,007
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,12317	,09436	,03852	-,22219	-,02414	-3,197	5	,024

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ MAGNEZYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	6,0183	6	1,36459	,55709
	VAR00002	13,8267	6	2,90491	1,18592
Pair 2	VAR00001	6,0183	6	1,36459	,55709
	VAR00003	17,5950	6	3,31720	1,35424
Pair 3	VAR00001	6,0183	6	1,36459	,55709
	VAR00004	14,0350	6	2,42587	,99036
Pair 4	VAR00001	6,0183	6	1,36459	,55709
	VAR00005	1,6550	6	,70526	,28792
Pair 5	VAR00001	6,0183	6	1,36459	,55709
	VAR00006	18,7467	6	3,20509	1,30847
Pair 6	VAR00001	6,0183	6	1,36459	,55709
	VAR00007	6,5117	6	,89749	,36640

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	,274	,600
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	-,114	,829
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	,144	,785
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	,245	,640
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,645	,167
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	-,006	,991

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	-7,80833	2,85166	1,16418	-10,80096 -4,81570	-6,707	5	,001
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-11,57667	3,72841	1,52212	-15,48940 -7,66394	-7,606	5	,001
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-8,01667	2,60591	1,06386	-10,75140 -5,28194	-7,535	5	,001
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	4,36333	1,37403	,56094	2,92138 5,80528	7,779	5	,001
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-12,72833	2,54779	1,04013	-15,40207 -10,05460	-12,237	5	,000
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-,49333	1,63780	,66863	-2,21210 1,22543	-,738	5	,494

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

T-Test

KÖKTEKİ SODYUM MİKTARI

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VAR00001	2,4767	6	,44832	,18302
	VAR00002	2,1800	6	,47476	,19382
Pair 2	VAR00001	2,4767	6	,44832	,18302
	VAR00003	5,5533	6	,57312	,23398
Pair 3	VAR00001	2,4767	6	,44832	,18302
	VAR00004	3,0350	6	,75046	,30637
Pair 4	VAR00001	2,4767	6	,44832	,18302
	VAR00005	2,1383	6	,40917	,16704
Pair 5	VAR00001	2,4767	6	,44832	,18302
	VAR00006	3,6250	6	,71094	,29024
Pair 6	VAR00001	2,4767	6	,44832	,18302
	VAR00007	3,6100	6	1,21319	,49528

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	VAR00001 & VAR00002	6	-,679	,138
Pair 2	VAR00001 & VAR00003	6	,855	,030
Pair 3	VAR00001 & VAR00004	6	-,841	,036
Pair 4	VAR00001 & VAR00005	6	-,090	,866
Pair 5	VAR00001 & VAR00006	6	,682	,136
Pair 6	VAR00001 & VAR00007	6	,707	,116

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
					Lower	Upper		
Pair 1	VAR00001 - VAR00002	,29667	,84588	,34533	-,59103	1,18436	,859	,430
Pair 2	VAR00001 - VAR00003	-3,07667	,29998	,12247	-3,39147	-2,76186	-25,123	,000
Pair 3	VAR00001 - VAR00004	-,55833	1,15323	,47080	-1,76857	,65191	-1,186	,289
Pair 4	VAR00001 - VAR00005	,33833	,63351	,25863	-,32650	1,00316	1,308	,248
Pair 5	VAR00001 - VAR00006	-1,14833	,52151	,21291	-1,69563	-,60104	-5,394	,003
Pair 6	VAR00001 - VAR00007	-1,13333	,95051	,38804	-2,13083	-,13584	-2,921	,033

VAR00001: K(KONTROL) VAR00003:M8 VAR00005:M16 VAR00007:M19
VAR00002: M1 VAR00004: M13 VAR00006: M18

ÖZGEÇMİŞ

14.11.1981 yılında İzmir de doğdum. İlköğretim ve Lise öğrenimimi İzmir de tamamladım. 1999 yılında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'nü kazandım. 2004 yılında bu okuldan mezun oldum. Aynı yıl Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans programına girmeye hak kazandım. 2003-2005 eğitim öğretim yıllarında Atılım Dershanesi'nde, 2005-2006 eğitim öğretim yılında Sevinç Dershanesi'nde, 2006-2007 eğitim öğretim yılında Pianalitik Dershanesi'nde Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenliği yaptım. 2007-2008 eğitim öğretim yılında da Önder Dershanesi'nde Biyoloji öğretmenliği yapmaktayım.