

**FARKLI MAGNEZYUM KAYNAKLARININ ASİT
TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN MISIR BİTKİSİNİN
BESLENMESİNE VE GELİŞMESİNE ETKİSİ**

Özlem KARABULUT

Yüksek Lisans Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

TEKİRDAĞ-2012

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI MAGNEZYUM KAYNAKLARININ ASİT TOPRAKLARDA
YETİŞTİRİLEN MISIR BİTKİSİNİN BESLENMESİNE VE
GELİŞMESİNE ETKİSİ**

Özlem KARABULUT

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır.

Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK danışmanlığında, Özlem KARABULUT tarafından hazırlanan “Farklı Magnezyum Kaynaklarının Asit Topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Beslenmesine ve Gelişmesine Etkisi” isimli bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

İmza :

Üye : Prof. Dr. Temel GENÇTAN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI MAGNEZYUM KAYNAKLARININ ASİT TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN MISIR BİTKİSİNİN BESLENMESİNE VE GELİŞMESİNE ETKİSİ

Özlem KARABULUT

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

Bu araştırmanın amacı, Kırklareli ili sınırları içinden alınan üç farklı tekstüre sahip olan asit topraklara farklı dozlarda uygulanan magnezyum sülfat ($MgSO_4$) ve dolomitin ($CaCO_3.MgCO_3$), bu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinde magnezyum elementinin beslenme ve gelişim üzerine etkilerini araştırmaktır. Killi, tınlı ve kumlu bünyeye sahip toprakların her birine dört doz magnezyum sülfat ($M_0=0$ g, $M_1=0.4$ g, $M_2=0.8$ g ve $M_3=1.2$ g) ve dört doz dolomit ($D_0=0$ g, $D_1=4$ g, $D_2=8$ g ve $D_3=12$ g) üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Bitkiler gelişimin 35. gününde hasat edilip bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki % N, P, K, Ca ve Mg içeriklerinin belirlenmesi için analiz edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, magnezyum kaynağı olarak kullanılan magnezyum sülfat materyalinin, mısır bitkisi boyuna ve bitki yaş ağırlığına olumlu etkileri olduğu bulunmuştur. Killi topraklarda dolomit uygulamalarının bitki % N, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine olumlu etkileri görülmüştür. Tınlı topraklarda bitki % P içeriğini dolomit uygulamaları arttırırken, bitki % K içeriğini magnezyum sülfat uygulamaları arttırmıştır. Tınlı topraklarda bitki % N, Ca ve Mg içeriklerine yapılan varyans analizlerine göre magnezyum kaynaklarının etkisi önemsiz olarak bulunmuştur. Kumlu topraklarda dolomit uygulamaları bitki % P, K, Ca ve Mg içeriklerini arttırmıştır. Bunun yanı sıra, bitki % N içeriklerine yapılan varyans analizlerine göre magnezyum kaynaklarının etkisi önemsiz olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Magnezyum sülfat, mısır, asit toprak, dolomit

2012, 66 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT MAGNESIUM SOURCES ON NUTRITION AND PROGRESSION OF A MAIZE PLANT WHICH IS GROWN IN ACID SOILS

Özlem KARABULUT

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

The aim of this research is, to observe the effects of magnesium sulphate ($MgSO_4$) and dolomite ($CaCO_3.MgCO_3$), on progression and nutrition of a maize plant, which is grown in acid soils. Sample soils, were taken from three different places in Kırklareli region and applied with different doses of magnesium sulphate and dolomite. Four doses magnesium sulphate ($M_0=0$ g, $M_1=0.4$ g, $M_2=0.8$ g ve $M_3=1.2$ g) and four doses dolomite ($D_0=0$ g, $D_1=4$ g, $D_2=8$ g ve $D_3=12$ g) had been applied to the soils, which was classified as clay, loamy and sandy, with three repetitions. Plants have been harvested at the 35th day of their progression period and analyzed to determine plant height, plant wet weight, plant % N, P, K, Ca and Mg contents.

According to the results, magnesium sulphate which is used as a source of magnesium, have positive effects on maize plant height and plant wet weight. In clay soils, dolomite obtains positive effects on % N, P, K, Ca and Mg contents of the plant. In loamy soils, % P content of the plant, increases with dolomite applications and % K content increases with magnesium sulphate applications. In loamy soils, according to variance analysis of % N, Ca and Mg contents, the effect of magnesium sources are not significant. In sandy soils, dolomite applications increased % P, K, Ca and Mg contents of the plant. In this soil, the effect of magnesium sources are not significant on % N content of the plant based on analysis of variance.

Keywords: Magnesium sulphate, maize, acid soil, dolomite

2012, 66 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgisi, deneyimi ve desteğiyle yol gösteren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Başkanı Sayın Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM hocama ve Sayın Prof. Dr. Temel GENÇTAN'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim için gerekli zamanı ayırmam konusunda anlayışını esirgemeyen Kırklareli Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürü Dr. Hakan KEÇECİ'ye ve arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan ziraat mühendisi ve veteriner hekimi arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince kurum imkanlarından faydalanmamı sağlayan Kırklareli Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürü Dr. Fatih BAKANOGULLARI'na, bilgi ve deneyimleri ile yardımcı olan İstasyon Müdürlüğü Bitki Besleme ve Toprak Bölümü Başkanı Dr. M. Ali GÜRBÜZ'e ve Dr. M. Fırat BARAN'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan araştırma istasyonu personeline çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca desteği, hoşgörüsü, sevgisi ile yanımda olan canım annem Gülay KALEM'e, ağabeyim Özgür KALEM'e ve rahmetli babam Tahsin KALEM'e, anlayışı ve yardımları ile destek olan sevgili eşim Şener KARABULUT'a şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Magnezyum elementinin bazı özellikleri.....	5
2.2 Mısır bitkisinin bazı özellikleri.....	6
2.3Magnezyumlu gübrelemede kullanılan materyaller üzerine yapılan bazı çalışmalar.....	7
2.4Magnezyum elementinin bitki beslenmesine etkisi üzerine yapılan bazı çalışmalar.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 Araştırma bölgesi hakkında genel bilgiler.....	16
3.1.2 Araştırmada kullanılan toprakların özellikleri.....	17
3.1.3 Araştırmada kullanılan bitki materyalinin özellikleri.....	18
3.1.4 Araştırmada kullanılan gübre materyalinin özellikleri.....	18
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Denemenin kurulması ve yürütülmesi.....	19
3.2.2 Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler.....	24
3.2.2.1 Toprak tekstürü.....	24
3.2.2.2 Toprak reaksiyonu (pH).....	24
3.2.2.3 Toprak tuzluluğu.....	24
3.2.2.4 Kireç tayini.....	24
3.2.2.5 Organik madde.....	24
3.2.2.6 Fosfor tayini.....	24
3.2.2.7 Değişebilir katyonları tayini.....	24
3.2.3 İstatistiksel değerlendirme.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1 Bitki Boyu.....	25
4.1.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna etkisi.....	25
4.1.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna etkisi.....	26
4.1.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna etkisi.....	27
4.2 Bitki Yaş Ağırlığı.....	29
4.2.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına etkisi.....	29
4.2.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına etkisi.....	30
4.2.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına etkisi.....	30
4.3Bitkide % N içeriği.....	32
4.3.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N içeriğine etkisi.....	32
4.3.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N içeriğine etkisi.....	33

4.3.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N içeriğine etkisi.....	33
4.4Bitkide % P içeriği	35
4.4.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P içeriğine etkisi.....	35
4.4.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P içeriğine etkisi.....	35
4.4.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P içeriğine etkisi.....	36
4.5Bitkide % K içeriği.....	38
4.5.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K içeriğine etkisi.....	38
4.5.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K içeriğine etkisi.....	39
4.5.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K içeriğine etkisi.....	40
4.6Bitkide % Ca içeriği.....	41
4.6.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca içeriğine etkisi.....	41
4.6.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca içeriğine etkisi.....	42
4.6.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca içeriğine etkisi.....	43
4.7 Bitkide % Mg içeriği.....	44
4.7.1Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg içeriğine etkisi.....	44
4.7.2Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg içeriğine etkisi.....	45
4.7.3Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg içeriğine etkisi.....	45
4.8 Hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin değişebilir katyonlar açısından incelenmesi.....	47
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	51
6.KAYNAKLAR.....	55
EKLER	62
EK 1	63
EK 2	64
EK 3	65
ÖZGEÇMİŞ.....	66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

'	Dakika
"	Saniye
%	Yüzde
°	Derece
°C	Santigrat derece
ATP	Adenozintrifosfat
cm	Santi metre
DNA	Deoksiribonükleik asit
g	Gram
g.L ⁻¹	Gram bölü litre
g.mol ⁻¹	Gram bölü mol
ha	Hektar
ICP-OES	İndüktif eşleşmiş plazma-Optik emisyon spektrometresi
kg	Kilogram
kg.da ⁻¹	Kilogram bölü dekar
kg.ha ⁻¹	Kilogram bölü hektar
KH ₂ PO ₄	Potasyum dihidrojen fosfat gübresi
mg	Miligram
mm	Mili metre
mg.kg ⁻¹	Miligram bölü kilogram
mg.L ⁻¹	Miligram bölü litre
mmol/l	Mili mol bölü litre
NH ₄ NO ₃	Amonyum nitrat gübresi
NPK	Azot fosfor potasyum gübresi
pH	Hidrojen iyonu aktivitesinin negatif logaritması
ppm	Milyonda bir kısım
RNA	Ribonükleik asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Her birinde beş kilogram toprak bulunan plastik saksılar.....	20
Şekil 3.2. Her saksıya ekilen beş adet mısır tohumu.....	20
Şekil 3.3. Ekimden bir hafta sonra bitkilerin görünümü.....	21
Şekil 3.4. Ekimden iki hafta sonra seyreltme yapılmış bitkilerin görünümü.....	22
Şekil 3.5. Hasat öncesi bitkilerin genel görünümü.....	23
Şekil 4.1. Bitki boyu bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	28
Şekil 4.2. Bitki yaş ağırlığı bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	32
Şekil 4.3. Bitki % N içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	34
Şekil 4.4. Bitki % P içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	37
Şekil 4.5. Bitki % K içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	41
Şekil 4.6. Bitki % Ca içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.7. Bitki % Mg içerikleri açısından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması.....	47
Şekil 4.8. Killi topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları.....	48
Şekil 4.9. Tınlı topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları.....	49
Şekil 4.10. Kumlu topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Mısırdaki (tüm bitki, 30 cm'den kısa) bitki besin maddelerinin kritik düzeyleri.....	7
Çizelge 3.1. Kırklareli ilinde bulunan toprak grupları alan ve oranları.....	16
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve tekstür sınıfları.....	17
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan gübre miktarları.....	19
Çizelge 3.4. Deneme dönemine ait sera sıcaklık verileri.....	22
Çizelge 4.1. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna ilişkin varyans analizi.....	25
Çizelge 4.2. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki boyuna etkilerine ilişkin LSD testi.....	26
Çizelge 4.3. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna ilişkin varyans analizi.....	26
Çizelge 4.4. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki boyuna etkilerine ilişkin LSD testi.....	26
Çizelge 4.5. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna ilişkin varyans analizi.....	27
Çizelge 4.6. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki boyuna etkilerine ilişkin LSD testi.....	27
Çizelge 4.7. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi.....	29
Çizelge 4.8. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlarda uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki yaş ağırlığına etkilerine ilişkin LSD testi.....	29
Çizelge 4.9. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi.....	30
Çizelge 4.10. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlarda uygulanan gübre miktarlarının ortalama bitki yaş ağırlığına etkilerine ilişkin LSD testi.....	30
Çizelge 4.11. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi.....	31
Çizelge 4.12. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki yaş ağırlığına etkilerine ilişkin LSD testi.....	31
Çizelge 4.13. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N değerlerine ilişkin varyans analizi.....	32
Çizelge 4.14. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % N içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	33
Çizelge 4.15. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N değerlerine ilişkin varyans analizi.....	33
Çizelge 4.16. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N değerlerine ilişkin varyans analizi.....	34
Çizelge 4.17. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P değerlerine ilişkin varyans analizi.....	35
Çizelge 4.18. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	35
Çizelge 4.19. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P değerlerine ilişkin varyans analizi.....	36
Çizelge 4.20. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	36
Çizelge 4.21. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P değerlerine ilişkin varyans analizi.....	36
Çizelge 4.22. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	37

Çizelge 4.23. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre miktarlarının mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	37
Çizelge 4.24. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K değerlerine ilişkin varyans analizi.....	38
Çizelge 4.25. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % K içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	38
Çizelge 4.26. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre miktarlarının mısır bitkisinin % K içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	38
Çizelge 4.27 Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K değerlerine ilişkin varyans analizi.....	39
Çizelge 4.28. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının mısır bitkisinin % K içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	39
Çizelge 4.29. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K değerlerine ilişkin varyans analizi.....	40
Çizelge 4.30. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki % K içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi.....	40
Çizelge 4.31. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca değerlerine ilişkin varyans analizi.....	41
Çizelge 4.32. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki % Ca içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi.....	42
Çizelge 4.33. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca değerlerine ilişkin varyans analizi.....	42
Çizelge 4.34. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca değerlerine ilişkin varyans analizi.....	43
Çizelge 4.35. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerine uygulanan gübre ve miktarlarının bitki % Ca içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi.....	43
Çizelge 4.36. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg değerlerine ilişkin varyans analizi.....	44
Çizelge 4.37. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerine uygulanan gübre miktarlarının bitki % Mg içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi.....	45
Çizelge 4.38. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg değerlerine ilişkin varyans analizi.....	45
Çizelge 4.39. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg değerlerine ilişkin varyans analizi.....	46
Çizelge 4.40. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerine uygulanan gübre ve miktarlarının bitki % Mg içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi.....	46
Çizelge 4.41. Killi topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları.....	47
Çizelge 4.42. Tınlı topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları.....	48
Çizelge 4.43. Kumlu topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları.....	49

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu karşısında besin kaynaklarına olan ihtiyacın fazla olması ile birlikte, sınırlı sayıda işlenebilir tarım alanlarının verimli kullanılması ve elde edilecek ürünün verim ve kalite açısından en üst seviyede olması önem kazanmaktadır.

Yıllık % 2.2'lik nüfus artışı oranıyla Avrupa'da birinci sırada yer alan ülkemizde, nüfusun % 40'ının 25 yaş altı gençlerden oluşması ve yaklaşık olarak her yıl 1.5 milyon çocuğun dünyaya gelmesinden dolayı beslenme, barınma gibi ihtiyaçların önemi sürekli artmaktadır. Doğal kaynakların kullanılarak artan nüfusun gereksinimleri karşılanırken, gelecek nesillerin de aynı doğal kaynaklara gereksinim duyacağı sebebiyle, özellikle topraklarımızın besin dengesinin korunmasına dikkat edilmesi gerekmektedir (Bellitürk 2006).

Bitkiler yaşamsal etkinlikleri için gerekli enerjiyi fotosentez yapmaları sonucu ortaya çıkan organik bileşiklerden sağlamaktadırlar. Magnezyum, klorofil molekülünün yapıtaşı olması özelliği ile başta fotosentez olmak üzere pek çok fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonda görev alan, bitkiler için son derece önemli bir besin elementidir.

Wunderlich (1978)'e göre magnezyum hücre çekirdeğinde RNA sentezinde ve DNA oluşumunda görev almaktadır. Ribozomun yapısına katılan magnezyum, protein sentezinde de önemli rol oynamaktadır. Sperrazza ve Spremulli (1983) yaptıkları bir araştırmada ortamda bağımsız Mg^{2+} iyonunun yeteri kadar bulunmaması veya gereğinden fazla K^+ iyonunun bulunması durumunda protein sentezinin durduğunu belirtmişlerdir. Bitkide bulunan çoğu enzimin aktivitesi için magnezyum gerekmektedir. Organik bileşiklerin sentezinde önemli bir yeri olan magnezyum, bitki metabolizmasının enerji kaynağı olan ATP oluşumunda etkilidir (Kacar ve Katkat 2010).

Yağışlar, tekdüze yapılan toprak işleme ve gübreleme ile topraktan yıkanan magnezyum besin elementinin yerini, toprak çözeltisinde bulunan alüminyum ve hidrojen iyonları olarak toprak asitliğini oluşturabilmektedir (Avukatoğlu 2009). Bazı araştırmacılar asit toprakların bitkiler tarafından alınabilir Fe, Mn, Al'un toksik etkilerine ve P, Ca, Mg gibi elementlerin eksikliklerine sebep olduklarını belirtmişlerdir (Adiloğlu 1989).

Toprakların doğal yapısından kaynaklanan asitliğin dışında, yanlış kullanımı (aşırı gübreleme, bilinçsiz ilaçlama ve sulama vb.) neticesinde pH değerlerinde zaman zaman azalış görülmektedir. Böyle durumlarda bitki besleme uzmanları gözetiminde, asitleşmeye maruz kalan topraklarda kireç ihtiyacı analizleri yaptırılarak ve analiz sonuçlarında ortaya çıkan ihtiyaç kadar tarım kireci uygulanmalıdır (Bellitürk ve ark. 2012).

Asit karakterli topraklarda magnezyum bileşikleri bitkiye elverişsiz formlara dönüşebilmektedir. Bu durum, topraklarda genişleyen tabaka yapısına sahip 2:1 tipi killerin bünyelerinde magnezyumu adsorbe etmelerinden ileri gelmektedir. Vermikulit, klorit, montmorillonit magnezyum içeren kil mineralleridir. Bu killerin magnezyum salınımı yavaştır. İllit kil minerali de magnezyum içermektedir ancak magnezyum salınım hızı daha da yavaştır (Mikkelsen 2010).

Akalan ve Başkaya (1973) tarafından Trakya'da yaygın kireçsiz kahverengi toprakların mineralleri üzerine yapılan çalışmada, bu tür topraklarda ağırlıklı olarak kaolinit kil mineralinin, ikinci olarak da illit kil mineralinin bulunduğu bildirilmiştir. Cangir (1993) Trakya yöresinde bulunan vertisollerin genellikle 2:1 tipi ve özellikle smektit tipi kil minerallerine sahip olduğunu belirtmiştir.

Bitkiler tarafından magnezyum alımı magnezyum ile antagonistik etkileşim içinde olan hidrojen (H^+), amonyum (NH_4^+), kalsiyum (Ca^{2+}), potasyum (K^+), alüminyum (Al^{3+}) ve sodyum (Na^+) kanyonlarının varlığına da bağlı olabilmektedir. Magnezyum ile bahsedilen kanyonlar arasındaki rekabet $K^+ > NH_4^+ > Ca^{2+} > Na^+$ sıralamasındaki gibidir. Sıralamaya göre magnezyumun en kuvvetli rakibi potasyumdur (Merhaut 2007).

Magnezyum elementi noksanlığı belirtileri öncelikle yaşlı yapraklarda görülmektedir. Yaprak damarları arasında görülen sararmalar magnezyum noksanlığının en ayırıcı belirtisidir. Magnezyum noksanlığının görüldüğü yapraklar ışığa karşı hassas oldukları için erken dökülmektedirler. Ayrıca kök gelişimi olumsuz etkilenmekte, verim ve kalite düşmektedir (Marschner 2008).

Magnezyum elementi, bitki beslenmesinde olduğu gibi insan ve hayvan beslenmesinde de önem taşımaktadır. İnsan vücudunda birçok enzimatik reaksiyonda görev alan magnezyum, metabolik olaylardaki enerji dönüşümünü sağlayan önemli bir mineraldir. Kas ve sinir sisteminde gevşemeyi sağlayan yapısı sayesinde anti-stres minerali olarak

adlandırılmaktadır. Migren ve tansiyon baş ağrılarına, kemik erimesine, kaslarda gerilme ve kramplara, sinirlilik ve konsantrasyon bozukluğuna karşı iyi geldiği bilinmektedir.

İnsan vücudundaki magnezyumun yaklaşık olarak % 60'ı kemik ve dişlerde, % 40'ı ise kan, doku ve diğer vücut sıvılarında yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre bir yetişkinin günlük magnezyum ihtiyacı ortalama 300 mg'dır. Bu miktar gebelik ve emzirme dönemi boyunca artmaktadır. Sıklıkla idrara çıkan diyabet hastalarında, kemik erimesi riski taşıyan kişilerde ve sporcularda magnezyum ihtiyacı daha fazladır (Görmüş ve Ergene 2004). Ispanak gibi yeşil yapraklı sebzeler, badem, fındık, ceviz, yer fıstığı, muz, avokado, kakao, kabak çekirdeği, soya fasulyesi gibi yiyecekler doğal magnezyum kaynaklarıdır.

Hayvan metabolizmasında ise sinir ve kas sisteminin gelişimi ile bazı enzimatik reaksiyonlarda görev alan magnezyum, öncelikle süt sığırları olmak üzere tüm ruminantlar için çok önemli bir mineraldir. Bahar aylarında düşük magnezyum seviyesine sahip genç meralara otlatılmak üzere salınan hayvanlarda, hipomagnezemi diğer bir ifadeyle çayır tetanisi adı verilen metabolik rahatsızlık görülebilmektedir (Altın ve ark. 2005).

Otladıktan birkaç gün sonra hayvanda durgunlaşma, kaslarda ve kulaklarda titreme, sürüden soyutlanma, bakışlarda sabitlik, böğürme ve sinirlilik, iştahsızlık, ağırlık kaybı ve süt veriminin düşmesi, şiddetli kas ağrısı ve kramplar, eklemlerin bükülmesi, yürüyüş bozuklukları, uzanıp yatma, kısmi felç ve ani ölüm hipomagnezeminin belirtileridir.

Kanatlılarda da magnezyum minerali önem taşımaktadır. Yumurtadan yeni çıkmış ve magnezyumca fakir yemlerle beslenen civcivlerde iştahsızlık, uyuşukluk ve yavaş büyüme gibi sorunların görülmesinin yanı sıra çok kısa bir süre hayatta kalabilmektedirler. Magnezyum eksikliğinde yumurta büyüklüğü, yumurta kabuk ağırlığı ve yumurta verimi azalmaktadır (Bayıroğlu ve Altunçul 1996).

İnsan ve hayvan beslenmesinde önemi günden güne artan, sulu ve kuru koşullarda tane ve silajlık olarak yetiştirilen mısır, magnezyum besin elementi noksanlığına duyarlı bir bitkidir. Rehm ve ark. (2002) magnezyum noksanlığında mısır bitkisinin alt yapraklarında sarı çizgiler oluştuğu, bitki kökünün uzaması ve dallanmasının azaldığını, sap veya gövdede zayıflamanın başladığını belirtmişlerdir.

Bu deneme, Kırklareli ilinden temsili olarak alınan asit karakterli ve üç farklı tekstüre sahip topraklara belirli dozlarda magnezyum sülfat ve dolomit uygulanmak suretiyle sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkilerinde, magnezyumun bitki beslenmesi ve gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Magnezyum Elementinin Bazı Özellikleri

Magnezyum periyodik tabloda 3. periyot, 2A grubunda yer alan, hegzagonal kristal kafes sistemine sahip, gümüş beyazlığında ve kimyasal simgesi Mg, atom numarası 12, atom ağırlığı $24.312 \text{ g.mol}^{-1}$ olan bir elementtir. Elektron konfigürasyonu $[\text{Ne}] 3s^2$ şeklinde olup, (+2) yükseltgenme basamağına sahiptir (Petrucci ve ark. 2008).

Yer kabuğunun yaklaşık olarak % 2.7'si magnezyum elementinden oluşmaktadır. Olivin, piroksen, amfibol, biotit, mika gibi volkanik orijinli primer ferromagnezyen mineraller magnezyumun temel kaynağıdır. Dolomit, magnezit, talk ve serpantin grubu mineraller magnezyum içeren ve primer minerallerin ayrışması sonucu oluşan sekonder minerallerdir (Mikkelsen 2010).

Magnezyum toprakta birbiriyle denge halindeki değişebilir, değişemez ve suda çözünebilir olmak üzere üç farklı formda bulunmaktadır. Değişemez formdaki magnezyumun en büyük orana sahip olmasının yanı sıra değişebilir ve suda çözünebilir formdaki magnezyumdan bitkiler yararlanmaktadır (Güneş ve ark. 2007).

Magnezyum elementi fotoğraf makinelerinin gövde ve flaş kaplamalarında, işaret fişeklerinde ve yangın bombaları başta olmak üzere pirotekni alanında yoğun olarak kullanılmaktadır. Alüminyum elementinden üçte bir oranında daha hafif olması nedeniyle, alaşımlarından uçak ve füze yapımında faydalanılmaktadır. Eczacılık alanında önem taşıyan bileşikler de vardır. İtici özellikteki bileşiklerin yapısına katılmaktadır. Döküm demir yapımında ve uranyum başta olmak üzere çeşitli metallerin tuzlarından saflaştırılması işleminde kullanılmaktadır. Şömine tuğlalarının, aydınlatma ampullerinin, renk maddelerinin ve filtrelerin yapımında yer almaktadır. Yeşil bitkilerde bulunan klorofilin yapısını oluşturmaktadır (Evcin 2012).

2.2. Mısır Bitkisinin Bazı Özellikleri

Sıcak iklim bitkisi olan mısır, güneşli ve sıcak günlerde hızlı bir gelişim göstermektedir. Çimlenme için en düşük sıcaklık 9-10 °C olmakla birlikte 18 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda hızlı bir çıkış sağlanmaktadır. Mısır bitkisi için en uygun büyüme sıcaklığı 20-30 °C'dir. Sulama ihtiyacının fazla olduğu mısırdaki, gelişme süresince ortalama 500-850 mm su tüketimi görülmektedir. Hafif kumlu ve çok killi dışındaki tüm topraklarda mısır tarımı yapılabilmektedir. Toprak asitliğine hassas bir bitki olup, pH 6-7 olan topraklarda iyi gelişmektedir (Zengin ve Özbahçe 2011).

Gençtan ve ark. (1995) mısır bitkisini çeşitli tarım şartlarında yetiştirilmeye uygun, güneş enerjisinden kısa sürede büyük ölçüde yararlanarak birim alandan yüksek miktarda tane ürünü ve kuru maddeyi üreten bir C4 bitkisi olarak tanımlamışlardır. Çok yönlü bir kullanım alanına sahip olması, geniş adaptasyon kabiliyeti ve yüksek verim potansiyeli sebebiyle ülke tarımında önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de üretilen mısırın % 35'i insan beslenmesinde, % 30'u silajlık ve % 20'si yem sanayisinde olmak üzere toplam %50'si ise hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır.

Trakya bölgesinin de yer aldığı Marmara Bölgesi ülke çapında toplam mısır üretiminin yaklaşık % 20'sini sağlamaktadır. Trakya Bölgesi'nde, mısır ekim alanları yıldan yıla değişmekle beraber, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale (Gelibolu ve Lapseki) ve İstanbul (Çatalca ve Silivri) illerinin toplam mısır ekim alanları 6.000-7.500 ha arasında değişmekte ve toplam üretim 35.000-45.000 ton civarında gerçekleşmektedir (Babaoğlu 2005).

İnsan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak kullanılabilen mısır bitkisi, dünya tahıl üretiminde 844 milyon ton ile birinci sırada, ekilişinde ise buğdaydan sonra 162 milyon hektar ile ikinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde mısır, tahıl üretiminde buğday ve arpadan sonra 4.3 milyon ton ile üçüncü sırada, ekilişinde buğday ve arpadan sonra 593 bin ton ile üçüncü sırada gelmektedir (FAO 2012).

Dünya mısır üretiminin % 65-70'i hayvan yemi olarak, % 20'si ise insan beslenmesinde tüketilmektedir. Geri kalan % 8-10'u mısırdan elde edilen un, yağ, nişasta gibi ürünlerden oluşmaktadır (Babaoğlu 2005).

Mısır bitkisinde besin maddelerinin kritik düzeyleri Çizelge 2.1’de belirtilmiştir (Kacar ve İnal, 2010).

Çizelge 2.1. Mısırdaki (tüm bitki, 30 cm’den kısa) bitki besin maddelerinin kritik düzeyleri

Element	Noksan	Yeterli	Fazla
N (%)	<3.50	3.50-5.00	>5.00
P (%)	<3.00	0.30-0.50	>0.50
K (%)	<2.50	2.50-4.00	>4.00
Ca (%)	<0.30	0.30-0.70	>0.70
Mg (%)	<0.15	0.15-0.45	>0.45
S (%)	<0.15	0.15-0.50	>0.50
B (ppm)	<5.00	5.00-25.00	>25.00
Cu (ppm)	<5.00	5.00-20.00	>20.00
Fe (ppm)	<50.00	50.00-250.00	>250.00
Mn (ppm)	<20.00	20.00-300.00	>300.00
Mo (ppm)	<0.10	0.10-10.00	>10.00
Zn (ppm)	<20.00	20.00-60.00	>60.00

2.3. Magnezyumlu Gübrelemede Kullanılan Materyaller Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Bazı araştırmacılar magnezyum besin elementinin bitkiye pek çok kaynak tarafından sağlanabilmesinin yanı sıra, en çok tercih edilenin magnezyum sülfat, potasyum-magnezyum sülfat gibi suda çözünebilir formlu magnezyum kaynakları olduğunu belirtmişlerdir (White ve Munro 1981).

Rhoads (1987) mısır ve soya bitkilerinde magnezyum alımı ve kuru madde verimini araştırdığı çalışmada, 0, 50 ve 100 mg.kg⁻¹ dozlarında magnezyum besin elementini magnezyum kaynağı olarak seçtiği magnezya, dolomit ve magnezyum sülfat ile toprağa uygulamıştır. Mısır bitkisinin sürgünleri ekimden beş hafta sonra, soya bitkisinin sürgünleri ise ekimden yedi hafta sonra hasat edilerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre tüm magnezyum kaynaklarında 50 mg.kg⁻¹ dozu 100 mg.kg⁻¹ dozuna göre magnezyum alımında

daha etkili olmuştur. Soya bitkisinde magnezyum uygulamalarının kuru madde verimine etkisi önemsiz bulunurken, mısır bitkisinde sadece magnezya uygulamalarında artış görülmüştür. Araştırmacı, asit karakterli topraklarda yetiştirilecek mısır ve soya bitkileri için en iyi magnezyum kaynağının dolomit olduğunu bildirilmiştir.

Toprakta bulunan elverişli magnezyumun bitki ve hayvan sistemlerine olan etkisini inceleyen Mayland ve Wilkinson (1989), asit topraklarda yetişen serin iklim otları için magnezyumlu gübre seçiminin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre asit koşullarda magnezyum sülfat, alkalın koşullarda ise magnezyum oksit magnezyumlu gübre olarak seçilmelidir. Hem pH hem de magnezyum seviyesi yükseltmek isteniyorsa dolomit tercih edilmelidir.

Draycott ve Allison (1998), 50 ppm'den az miktarda magnezyum içeren topraklarda şeker pancarı yetiştirerek yaptıkları çalışmada, yapraktan ve topraktan uyguladıkları magnezyum sülfat gübresinin magnezyum noksanlığını gidermede faydalı olduğunu görmüşlerdir. Magnezyum sülfatın magnezyum noksanlığının yoğun olduğu topraklarda hızlı çözünürlüğü sebebiyle tercih edilmesi gereken bir materyal olduğunu vurgulamışlardır.

Brohi ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada çeltik bitkisine potasyum K_2SO_4 formunda 0, 20, 40, 60 ve 80 $kg.ha^{-1}$ dozlarında, magnezyum MgO formunda 0, 20, 40, 60 ve 80 $kg.ha^{-1}$ dozlarında çimlenmeden önce saksılara uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, potasyumlu gübrelemenin dozlar arasında fark görülmezsizin çeltik sap ve dane verimini etkilediği bulunmuştur. Magnezyumlu gübrelemenin dane verimine etkisinin olmadığını gözlemlenirken, en yüksek sap verimi 60 $kg.ha^{-1}$ dozunda elde edilmiştir. Potasyum ve magnezyum gübrelemesi ile birlikte sap ve danelerce sömürülen tüm bitki besin elementleri miktarında artış meydana gelmiştir.

Schulte (2004), çözünmesi toprak asitliliğine bağlı olarak artış gösteren dolomit materyalinin asit topraklarda yetiştirilen bitkilerde magnezyum kaynağı olarak tercih edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kalsiyum ve magnezyumun çifte karbonatı olan dolomit, % 3-12 oranında magnezyum içermektedir. Asit topraklara oranla daha yüksek pH'ya sahip topraklarda magnezyumlu gübre olarak magnezyum sülfat veya potasyum-magnezyum sülfat öneren araştırmacı, yoğun potasyumlu gübreleme sonucu magnezyum noksanlığı görülen durumlarda magnezyum kaynağı olarak magnezyum sülfat uygulamalarının faydalı olacağını eklemiştir.

Güçdemir (2006)'e göre dolomit, toprak asitliğini gidermede ve bitkilerin magnezyum ile kalsiyum ihtiyaçlarını karşılamada kullanılan çok yönlü bir materyaldir. Dolomite göre çözünme hızı yüksek olan magnezyum sülfat, nötr karakterli bir tuz olması sebebiyle nötrleştirme gücüne sahip değildir.

Fajemilehin ve ark. (2008), bir yem bitkisi olan *Panicum maximum*'a uygulanan magnezyum sülfat gübresinin bitki ham protein içeriğini, kuru madde verimini ve magnezyum alımını arttırdığını belirtmişlerdir.

Dolomit; kalsiyum ve magnezyumun çifte karbonatıdır. Dolayısıyla asit topraklarda kullanılması son derece faydalıdır. Karışık gübrelere dolomitin katılması ile topraklara magnezyumun ekonomik şekilde verilmesi sağlanmaktadır. Magnezyum sülfat dolomite oranla suda çok daha fazla çözünebilmektedir. Toprağa uygulamanın yanı sıra püskürtülerek de uygulanabilmektedir. Uygulanacak magnezyumlu gübre miktarı toprak ve bitkiye göre değişiklik göstermektedir. Bir hektar toprağa magnezyum ihtiyacını karşılamak için 3-4 yılda bir 30-40 kg magnezyum sülfat verilmesi önerilmektedir (Sağlam 2012).

Magnezyum sülfatlar, magnezyum oksitler ve magnezyum karbonatlar kimyasal gübrelerde kullanılan magnezyumun temel kaynağını oluşturmaktadır. Magnezyum üretiminde ham madde olarak dolomit, manyezit, deniz suyu vb. kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan magnezyum kaynakları magnezyum sülfatlar ve dolomitik kireç taşıdır. Başlıca magnezyum üreten ülkeler Çin, Kanada, Amerika, Ukrayna ve Rusya'dır. Türkiye, dolomit ve manyezit kaynakları yönünden zengindir (Adiloğlu ve Eraslan 2012).

Abou El-Nour ve Shaaban (2012), magnezyum sülfat gübresinin tınlı kum bünyeli Mısır topraklarında yetiştirilen buğday bitkisinin verimine etkisini araştırmak üzere, magnezyum sülfat gübresini topraktan 0, 60 kg.ha⁻¹, 120 kg.ha⁻¹, 180 kg.ha⁻¹ dozlarında ve yapraktan 0, 5 g.L⁻¹, 10 g.L⁻¹, 15 g.L⁻¹ dozlarında olmak üzere uygulamışlardır. Araştırma sonucuna göre, bitki besin elementi alımı açısından en iyi uygulamanın topraktan 120 kg.ha⁻¹ MgSO₄ ve yapraktan 5 g.L⁻¹ MgSO₄ olduğu belirtilmiştir. Bitki boyunda en yüksek değer, topraktan 60 kg.ha⁻¹ MgSO₄ ve yapraktan 5 g.L⁻¹ MgSO₄ uygulamalarından elde edilmiştir. Araştırmacılar denemede kullanılan ve benzeri topraklarda yetiştirilen buğday bitkisinde yüksek verim ve büyüme için magnezyumlu gübrelemenin faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

2.4. Magnezyum Elementinin Bitki Beslenmesine Etkisi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Barber (1995)'a göre mısır bitkisi tarafından ihtiyaç duyulan magnezyum besin elementi, yüksek çözünürlüğü sayesinde büyük oranda kitle akışı ile kök bölgesine taşınmaktadır. Besin elementlerinin yaprak yolu ile alınma hızı yapılarına göre farklılık göstermektedir. Magnezyum mobil element olması sebebiyle bazı elementlere göre daha hızlı bir şekilde bitki bünyesine alınmaktadır. Wittwer ve ark. (1963) yaptıkları bir çalışmada elma bitkisi yaprak yüzeyine püskürtülerek uygulanan magnezyumun, bitki tarafından emiliminin % 20'sinin bir saat içerisinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir (Karaman 2012).

Hücrel savunma reaksiyonlarını aktive ettiği düşünülen magnezyum elementi üzerine Bergmann (1992) tarafından yapılan bir araştırmada, magnezyum sülfat gübrelemesinin patatesteki *Phytophthora infestans* ve *Rhizoctonia solani* enfeksiyonunu azalttığı görülmüştür. Magnezyum klorürün buğday bitkisinde pas hastalığı üzerine aynı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Asmalarda görülen stem dieback hastalığı, K/Mg oranındaki magnezyumun azalması sonucu oluşmaktadır (Uçgun ve Gezgin 2008).

Kumlu topraklarda bitki gelişmesinin olgunluk dönemlerine doğru magnezyum noksanlığı sık görülmektedir. Geç dönemde ortaya çıkan magnezyum noksanlığı ürün miktarında büyük bir azalmaya yol açmamaktadır. Ancak yaprakları için yetiştirilen bitkilerde pazar kabiliyeti düşmektedir. Magnezyum noksanlığına en duyarlı sebzeler marul, karnıbahar, lahana, havuç, soğan, turp ve bezelye bitkileridir. Mısır, patates, pancar, tütün, pamuk, narenciye çeşitleri ve bazı elma çeşitleri magnezyum gereksinimi yüksek olan bitkilerdir (Aktaş ve Ateş 1998).

Karaman ve ark. (1999)'na göre magnezyumun yayılgınlığı toprakta mevcut olan Ca, K, Na, NH₄, Fe, Al gibi elementlerin artan miktarına bağlı olarak azalış göstermektedir. Örnek olarak, topraktaki K/Mg oranı 1.5/1'in üzerinde olduğunda magnezyum alımı azalmaktadır. Bu etki özellikle çayır-mera otları ve kültür bitkilerinden mısır bitkisinde görülmektedir.

Kelling ve ark. (1999), Wisconsin topraklarının besin elementi içeriklerini incelemişlerdir. Buna göre kumlu topraklardaki magnezyum miktarı 0-25 ppm ise çok düşük, 26-50 ppm ise düşük, 51-250 ppm ise orta ve 250 ppm'den fazla ise yüksek olarak

değerlendirilmektedir. Siltli, killi ve tınlı topraklarda bu sıralama 0-50 ppm ise çok düşük, 51-100 ppm ise düşük, 101-500 ppm ise orta ve 500 ppm'den fazla ise yüksek şeklindedir.

Hongwei ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, çeşitli bitkilere uyguladıkları magnezyumlu gübrelerin sonucunda bitkilerin çoğunun azot ve fosfor alımında magnezyumun olumlu etkilerine rastlamışlardır. Potasyum alımında ise bazı durumlarda olumlu etkinin görüldüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre, magnezyum elementi eksikliği diğer elementlerin etkinliğini azaltmaktadır.

Bitki kök bölgesinde, bir besin elementi konsantrasyonunun fazla olması başka besin elementlerinin alımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Mengel ve Kirkby (2001), ayçiçeği bitkisine uyguladıkları magnezyum elementinin bitkiler tarafından alınan kalsiyum ve sodyum iyonlarını azalttığını bildirmişlerdir (Korkmaz ve Saltalı 2012).

Craighead (2001)'e göre asit topraklarda yetiştirilen buğday bitkisinde alüminyumun yarattığı toksik etkinin iyileştirilmesinde magnezyum kalsiyuma oranla daha az, potasyuma oranla daha fazla etkiye sahiptir.

Güzel ve ark. (2004), bitkilerde magnezyum noksanlığının K/Mg ve Ca/Mg oranlarının büyük olduğu topraklarda görüldüğünü belirtmektedirler. Bitkiler tarafından magnezyum elementinin alınabilmesi için Ca/Mg oranının 10/1-15/1 oranından büyük olmaması gerekmektedir. Değişebilir K iyonlarının fazla olduğu topraklarda magnezyum eksikliği görülebilmektedir. Ağırlık esasına göre tavsiye edilen K/Mg oranı tarla bitkileri için 5/1, sebzeler ve şeker pancarı için 3/1, meyveler ve sera bitkileri için ise 2/1'dir.

Hao ve Papadopoulos (2004) tarafından kalsiyum ve magnezyumun kışlık domatesta meyve verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, serada kurulan denemede sekiz sıra domates bitkisine ilk iki sırası tanık bırakılarak altı sırasına 150 ve 300 mg.L⁻¹ olmak üzere iki doz kalsiyum ve 20, 50 ve 80 mg.L⁻¹ olmak üzere üç doz magnezyum kombinasyonlanarak uygulanmıştır. Bitkilerde magnezyum eksikliği ilk olarak Ca/Mg oranının 300/20 olduğu kombinasyonda meydana gelmiştir. Ca/Mg oranının 150/50, 150/80 ve 300/80 olduğu kombinasyonlarda ise magnezyum eksikliği çok az oranda görülmüş ya da hiç görülmemiştir. Sonuç olarak kışlık domates üretimi için uygun olan kalsiyum ve magnezyum dozlarının sırasıyla 300 mg.L⁻¹ ile 80 mg.L⁻¹ olduğu belirtilmiştir.

Aydın ve ark. (2005)'nin farklı dozlarda uygulanan bor ve fosfor elementlerinin sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimine ve beslenmesine etkisini inceledikleri araştırmada, uygulanan bor ve fosfor dozu arttıkça mısır bitkisinin N, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinde genel olarak azalış, P ve B içeriklerinde ise artış meydana gelmiştir.

Sönmez ve ark. (2006) domateste bakır toksisitesi üzerine yaptıkları araştırmada, toprağa artan dozlarda bakır uygulamasının toprak pH'sı ile değişebilir magnezyum ve bitkiye yararılı demirin azalmasına neden olurken, toplam azot, alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, bitkiye yararılı çinko ve bakır içeriklerinin artmasına neden olduğu bulunmuştur. Topraktan yapılan bakır uygulamalarının ise değişebilir kalsiyum ve bitkiye yararılı mangan içerikleri üzerine hiçbir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Kant ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, asit karakterli topraklara farklı kireçleme materyalleri (CaCO_3 , CaO , MgCO_3 ve MgO) uygulanmak suretiyle mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Çalışma sonucunda, toprak örneklerine uygulanan kireç miktarının arttıkça toprağın pH'sının yükseldiği, baz doygunluğu, değişebilir kalsiyum, değişebilir magnezyum, yararılı fosfor içeriği ile bitki kuru madde miktarı ve bitkilerin azot, fosfor, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin arttığı görülmüştür. Toprakların hidrojen doygunluğu, değişebilir potasyum, değişebilir alüminyum ve hidrojen, elverişli demir, mangan, çinko ve bakır içerikleri ile bitkilerin potasyum, demir, mangan, çinko ve bakır içeriklerinde ise azalma meydana gelmiştir. Bitki kuru madde miktarı üzerine toprakların ve dozların etkisi önemli bulunmuştur.

Yakıt ve Tuna (2006), tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinde, yapraklardaki makro elementlerin tuzdan olumsuz etkilendiğini, besin çözeltisine kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşiklerin ilave edilmesi ile bitki yaprak ve köklerinde azot, fosfor, kalsiyum, potasyum ve magnezyum kapsamalarında genel olarak artış görüldüğünü belirtmişlerdir.

Rehm ve ark. (2006) tarafından Minnesota topraklarında yapılan çalışmada, mısır bitkisinin en iyi büyüme gösterdiği topraklardaki magnezyum miktarının 100 ppm ve fazlası olduğu, 50 ppm'den az magnezyuma sahip topraklarda ise mısır bitkisinin olumsuz etkilendiği ortaya çıkmıştır. Topraktaki magnezyum miktarının 0-50 ppm olduğunda serpme yöntemiyle $5.6-11.2 \text{ kg.da}^{-1}$ magnezyum veya banda verilerek $1.12-2.24 \text{ kg.da}^{-1}$ magnezyum ilave edilmesi gerekmektedir. Topraktaki magnezyum miktarının 50-100 ppm olduğunda ise banda verilerek $1.12-2.24 \text{ kg.da}^{-1}$ magnezyum verilebileceği bildirilmiştir.

Osemwota ve ark. (2007), kurdukları sera ve tarla denemelerinde Ca/Mg oranı 1/1'den 8/1'e kadar olacak şekilde kalsiyum ve magnezyumu sekiz farklı toprağa uygulayarak mısır bitkisi yetiştirmişlerdir. Sera denemesinde değişebilir Ca/Mg oranının 2/1 ve 3/1 olduğu topraklarda magnezyum eksikliği belirtileri görülmemesinin mısır bitkisinden optimum verim alan araştırmacılar, tarla denemesinde optimum verime 6/1 oranında rastlamışlardır.

Beşiroğlu (2007), farklı besi ortamlarına (torf, perlit, volkanik tuf) farklı dozlarda magnezyum (0-0.5-1.0-1.5 mmol/l) uygulanarak yetiştirdiği domates bitkisinde değişik magnezyum konsantrasyonlarının, bitki dokusundaki besin elementi içeriği bakımından önemli farklılıklar yarattığını bulmuştur. Özellikle artan magnezyum konsantrasyonlarında, yaprak ayası ve yaprak saplarındaki magnezyum içeriğinde artışlar saptanmıştır. En yüksek verim volkanik tuf+torf ortamından elde edilmiştir.

Şendemirci ve Korkmaz (2007), Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarının pH değerlerinin arttıkça suda çözünebilir magnezyum kapsamlarında artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Toprakların kum kapsamı arttıkça asitte çözünebilir ve mineral bağlı magnezyum kapsamlarında artış görülürken, toprakların kil kapsamı arttıkça asitte çözünebilir ve mineral bağlı magnezyum kapsamlarında azalma meydana gelmiştir. Magnezyum noksanlığı özellikle asit topraklarda görülmekte, pH 7'nin altındaki topraklarda yararlı magnezyum miktarı azalmaktadır.

Bitkiler tarafından magnezyum alımı, azotun formuna göre olumlu ya da olumsuz etkilenmektedir. Amonyum formundaki azot magnezyum alımını baskılamakta, nitrat formundaki azot magnezyum alımını arttırmaktadır. Huang ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada topraksız tarım tekniğiyle yetiştirilen buğday bitkisinde ortamdaki magnezyum konsantrasyonunun yüksek olduğu zaman (97 ppm) bitki sürgünlerindeki magnezyum miktarına azotun etkisi görülmemiştir. Bununla birlikte düşük magnezyum konsantrasyonunda (26 ppm) ortamdaki amonyumun sürgünlerdeki magnezyum oranı üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkisi gözlemlenmiştir (Merhaut 2007).

Szulc ve ark. (2008) magnezyum ve kükürt elementlerinin mısır döllenmesine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, temel gübreleme olarak kullanılan NPK'ya ilave edilen magnezyum ve kükürtün mısır bitkisi üzerinde belirgin bir verim artışına sebep olduğu bildirilmiştir.

Barlog ve Frackowiak-Pawlak (2008) mineral gübrelemenin mısır bitkisi verimine etkisini araştırdıkları bir çalışmada mısır bitkisine K, Mg ve Na elementlerini 0 (kontrol), 150 kg.ha⁻¹ K, 150 kg.ha⁻¹ K + 16,3 kg.ha⁻¹ Mg, 150 kg.ha⁻¹ K + 16,3 kg.ha⁻¹ Mg + 13,5 kg.ha⁻¹ Na olacak şekilde ve çinko elementini 0 (kontrol), ekimden sonra 1,5 kg.ha⁻¹ Zn ve 3-4 yaprak aşamasındayken 1,5 kg.ha⁻¹ Zn olacak şekilde uygulamışlardır. Araştırma sonucuna göre, mısır bitkisine uygulanan potasyumlu gübreye verilecek yanıt vejetasyon mevsimine bağlı olmakla birlikte en yüksek verim 150 kg.ha⁻¹ K + 16,3 kg.ha⁻¹ Mg uygulamasından elde edilmiştir. 3-4 yaprak aşamasında uygulanan çinkolu gübreye olumlu yanıt veren mısır bitkisinde, sodyum uygulamasının verime etkisi bulunmamıştır.

Düşük pH'ya sahip kumlu topraklarda baskın görülebilen alüminyum iyonları magnezyum alımını olumsuz yönde etkilemektedir. Alüminyum iyonlarının fazla olması bitki köklerine zarar vererek topraktan magnezyum alımını güçleştirmektedir. Potasyum iyonları konsantrasyonunun fazla olması da bitkiler tarafından magnezyum alımını etkileyen bir faktördür (Mikkelsen 2010).

Potarzycki (2010) farklı azot uygulamalarına magnezyum, kükürt ve çinko ilaveleri ile yapılan gübrelemenin mısır verimine etkisini araştırmıştır. Çalışmada sırasıyla NPK, NPK+MgS, NPK+MgS+Zn olacak şekilde üç farklı kombinasyon uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre mısır bitkisinden elde edilen verim NPK+MgS+Zn ≥NPK+MgS >NPK şeklindedir.

Hannan (2011), yüksek pH ve magnezyum kapsamına sahip topraklarda yetiştirilen asmalarda üzüm verimindeki azalmanın nedenlerini araştırdığı çalışmada; potasyum ilaveleri ile topraktaki K/Mg oranında ve asma sapsındaki potasyum kapsamında artış görüldüğünü belirtmiştir. Toprak pH'sındaki düşüşün topraktaki yarayıslı magnezyum miktarını azaltırken K/Mg oranının etkilenmediğini vurgulamıştır.

Taşova ve Akın (2011), Trakya bölgesi topraklarının değişebilir kalsiyum ve magnezyum miktarlarının % 90'ının yeterli ve fazla, % 10'unun ise az ve çok az olduğunu belirtmişlerdir. Kalsiyum, magnezyum ve potasyum bitki besin elementlerinin dengeli olmaları açısından Ca/Mg oranının 6/1, Ca/K oranının 12/1 ve Mg/K oranının 2/1 olması gerektiği vurgulanırken, yöre topraklarının Ca/Mg oranı açısından sadece % 14.22'sinin, Ca/K oranı açısından % 7.85'inin, Mg/K oranı açısından ise %32.89'unun bu oranlara uyumlu olduğu bildirilmiştir.

Zatloukalova ve ark. (2011) asma bitkisine topraktan yapılan magnezyum gübrelenmesinin üzüm kalitesi üzerinde belirgin bir artış gerçekleştirdiği, yapraktan yapılan magnezyum gübrelenmesinin ise üzüm kalitesinin artırılması açısından ek bir kaynak olmasının yanı sıra çinko ve mangan gibi elementlerin alınması açısından etkili olduğu belirtilmiştir. Düşük toprak pH'sı ve fosfor içeriğine sahip üzüm bağlarında magnezyum eksikliği görülebilmektedir.

Upadhyay ve Patra (2011) tarafından yapılan araştırmada 0, 50, 100, 150 ve 200 mg dozlarında kalsiyum ve magnezyum elementlerini çeşitli kombinasyonlar dahilinde kalsiyum sülfat ve magnezyum sülfat kullanarak 10 kg toprak içeren saksılara uygulamışlardır. Araştırma sonucuna göre, 200 mg Mg + 200 mg Ca uygulamasında bitki boyu, bitki başına çiçek sayısı, bitki ağırlığı ve bitki yağ içeriğinde önemli ölçüde artış ortaya çıkmıştır.

Bazı araştırmacılar toprak çözeltisinde bulunan K^+ iyonları konsantrasyonunun $0,78 \text{ mg.kg}^{-1}$ 'in altına düştüğünde bitkiler tarafından magnezyum alımının 2 kat arttığını, K^+ iyonları konsantrasyonunun $0,78 \text{ mg.kg}^{-1}$ 'in üzerine çıktığında bitkiler tarafından magnezyum alımının azaldığını bildirmişlerdir (Turan ve Horuz 2012).

Bitkiler tarafından magnezyum besin elementinin alımı üzerine yapılan çalışmalarda, toprağa benzer miktarlarda uygulanan amonyum azotunun, nitrat azotunun tam tersi olarak bitkilerde magnezyum noksanlığına sebep olduğu bildirilmiştir. Ayrıca toprağa verilen magnezyum sülfatın bitkilerde fosfor elementi alımını ve bitki bünyesinde fosfor elementinin taşınmasını hızlandırdığı belirtilmiştir (Sağlam 2012).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma bölgesi hakkında genel bilgiler

Marmara Bölgesi'nin Trakya kesiminde yer alan Kırklareli, Yıldız (Istranca) Dağları ve Ergene Ovası üzerine kurulmuş bir sınır ilidir. Kuzeyinde Bulgaristan, kuzey doğusunda Karadeniz, güney doğusunda İstanbul, güneyinde Tekirdağ ve batısında Edirne ile çevrilidir.

Kırklareli ili sınırları içerisinde 264.532 ha alan tarım arazisi olarak kullanılmakta, bu oran il yüzölçümünün % 40.39'unu oluşturmaktadır. Tarım arazilerinin % 88.97'si tarla arazisi, % 0.66'sı meyve ve bağ arazisi, % 1.12'si ise sebze arazisidir. Buğday ve ayçiçeği çoğunlukla ikili münavebe şeklinde üretilmektedir. Kırklareli ilinde mısır tarımı, dane ve silaj amacıyla yoğun bir şekilde yapılmaktadır (Anonim 2011a).

Kırklareli ilinde beş büyük toprak grubu bulunmaktadır. Bu büyük toprak gruplarının alan ve % oranları Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim 1991).

Çizelge 3.1. Kırklareli ilinde bulunan toprak grupları alan ve % oranları (Anonim 1991)

Büyük Toprak Grubu	Alan (ha)	% Oranı
Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar	341.055	52.74
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	137.551	21.29
Vertisol Topraklar	101.443	15.68
Alüviyal Topraklar	33.317	5.15
Kahverengi Orman Toprakları	33.236	5.14
Hidromorfik Alüviyal Topraklar	-	-
Toplam	646.602	100.00

Çizelge 3.1 incelendiğinde, Kırklareli ilinde bulunan toprakların büyük bir bölümünün kireçsiz kahverengi orman topraklarından oluştuğu görülmektedir. Kırklareli ili bölgesel olarak farklı iklim şartları altındadır. Yıldız Dağları'nın kuzeye bakan kesiminde, yazın serin kışın soğuk etkilere sahip olan Karadeniz iklimi görülmektedir. İlin iç kesimlerinde ise karasal iklim hakimdir. Yaz dönemi sıcak ve kurak, kış dönemi soğuk ve yağışlı geçmektedir. Karadeniz'e kıyısı olan kesim iç kesimlere göre daha fazla yağış almaktadır. Kırklareli ilinin uzun yıllara ait meteorolojik verileri Ek-1'de verilmiştir (Anonim 2011b).

3.1.2. Araştırmada kullanılan toprakların özellikleri

Araştırmada kullanılan toprakların tümü Kırklareli il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Killi topraklar Vize ilçesi Akıncılar köyünden kuzey 41° 28' 15.81", doğu 27° 40' 05.88" noktalarından, tınlı topraklar Merkez ilçesi İnece beldesinden kuzey 41° 40' 18.73", doğu 27° 06' 16.98" noktalarından ve kumlu topraklar Merkez ilçesi Çayırılı köyünden kuzey 41° 52' 35.86", doğu 27° 01' 58.54" noktalarından, 0-20 cm derinliğinden alınmıştır.

Denemede kullanılan topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ile tekstür sınıfları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve tekstür sınıfları

Toprak Özellikleri	1.Toprak (Killi)	2. Toprak (Tınlı)	3. Toprak (Kumlu)
pH	6.32	5.85	5.30
Tuz (%)	0.08	0.03	0.02
Kireç ihtiyacı (kg/da)	500	400	550
Organik madde (%)	1.05	1.33	1.35
P (ppm)	7.73	20.03	20.03
K (ppm)	175.95	117.30	54.74
Ca (ppm)	5700	1400	446
Mg (ppm)	394.40	271.50	101.20
Kil (%)	45.83	19.00	10.42
Silt (%)	10.42	8.33	14.58
Kum (%)	43.75	72.67	75.00
Tekstür Sınıfı	Killi	Kumlu tın	Tınlı kum

Çizelge 3.2'de belirtilen verilere göre 1 nolu killi toprağın ‘‘hafif asit’’ karakterli, % tuz içeriğine göre ‘‘tuzsuz’’, organik madde içeriğinin ‘‘az’’, fosfor içeriğinin ‘‘az’’, potasyum içeriğinin ‘‘yeterli’’, magnezyum içeriğinin ‘‘yeterli’’ ve kalsiyum içeriğinin ‘‘fazla’’ olduğu görülmektedir (U.S. Soil Survey Staff 1951, Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Eyüpoğlu 1999, Güneş ve ark. 2007, Sağlam 2008).

Araştırmadaki 2 nolu tınlı toprağın ‘‘orta derecede asit’’ karakterli, % tuz içeriğine göre ‘‘tuzsuz’’, organik madde içeriğinin ‘‘az’’, fosfor içeriğinin ‘‘yeterli’’, potasyum içeriğinin ‘‘az’’, magnezyum içeriğinin ‘‘yeterli’’ ve kalsiyum içeriğinin ‘‘yeterli’’ olduğu

görülmektedir (U.S. Soil Survey Staff 1951, Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Eyüpoğlu 1999, Güneş ve ark. 2007, Sağlam 2008).

Çalışmadaki 3 nolu kumlu toprağın ‘‘kuvvetli asit’’ karakterli, % tuz içeriğine göre ‘‘tuzsuz’’, organik madde içeriğinin ‘‘az’’, fosfor içeriğinin ‘‘yeterli’’, potasyum içeriğinin ‘‘az’’, magnezyum içeriğinin ‘‘az’’ ve kalsiyum içeriğinin ‘‘az’’ olduğu görülmektedir (U.S. Soil Survey Staff 1951, Lindsay ve Norvell 1969, FAO 1990, Tovep 1991, Eyüpoğlu 1999, Güneş ve ark. 2007, Sağlam 2008).

Araştırmada kullanılan topraklar ‘‘killi, kumlu tın ve tınlı kum’’ bünyelidir. Eyüpoğlu (1999) tarafından yapılan bir çalışmada Kırklareli topraklarının % 9,7’si kumlu, % 57,8’i tınlı, % 31,1’i killi tınlı ve % 1,4’ü killi bünyeye sahip olduğu belirtilmiştir.

3.1.3. Araştırmada kullanılan bitki materyalinin özellikleri

Mısır bitkisi ile yürütülen saksı denemesinde MayAgro tohumculuk firmasına ait Hido mısır çeşidi kullanılmıştır. Bu hibrit çeşit, uygun kültürel ve iklim koşullarında uzun boylu bir silajlık özellik taşımaktadır. Yaprak ayaları etli ve geniş, yaprak sayısı uygun ortamda 14-17 adete kadar ulaşabilmektedir. Yaprakları yarı dik formda olduğu için sık ekime (14-15 cm) uygundur. Çiçeklenme süresi 66-70 gündür. Silajda dane oranı ve birim alandan alınan fayda yüksektir. Uygun şartlarda alınan örnekte ham protein içeriği ortalama % 9-10 civarındadır.

3.1.4. Araştırmada kullanılan gübre materyalinin özellikleri

Denemede magnezyumlu gübre olarak yaygın kullanımı olan magnezyum sülfat {15.83 MgO (% 9.50 Mg) ve % 32.50 SO₃} ve genellikle asit topraklar için kireçleme materyali ve magnezyum kaynağı olarak önerilen dolomit {% 30 CaO (% 21.42 Ca) ve % 19.16 MgO (% 11.5 Mg)} ince öğütülmüş formda (tamamı 0.5 mm’den küçük) kullanılmıştır. Kullanılan dolomit örneği, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın organik gübreler yönetmeliği çerçevesinde ‘‘Mineral toprak düzenleyiciler-Magnezyumlu Kalsiyumlu Karbonat (Dolomit)’’ olarak tescil ettirilmiş bir üründür.

3. 2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Alınan topraklar belirli aralıklarla alt üst edilerek havalandırılmış ve gölgede kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Denemede 5 kilogramlık plastik saksılar kullanılmıştır. Uygulanacak gübre miktarları belirlenirken denemede kullanılan materyallerin magnezyum içerikleri, saksılara konulacak toprak miktarı ve materyallere ait kullanım önerileri dikkate alınmıştır. Çizelge 3.3'de belirtildiği gibi her saksıya magnezyum sülfat materyali 0, 0.4, 0.8 ve 1.2 g $MgSO_4/5$ kg toprak olarak, dolomit materyali ise 0, 4.0, 8.0 ve 12.0 g $Ca.Mg(CO_3)_2/5kg$ toprak olarak uygulanmıştır. Magnezyumlu gübrelerden dolomitin iyi bir şekilde çözünebilmesi için, ekimden önce bir ay beklenilmiştir (Şekil 3.1).

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan gübre miktarları

Gübre	Uygulanan gübre miktarı (g/5 kg toprak)
M ₀ (Magnezyum sülfat)	0
M ₁ (Magnezyum sülfat)	0.4
M ₂ (Magnezyum sülfat)	0.8
M ₃ (Magnezyum sülfat)	1.2
D ₀ (Dolomit)	0
D ₁ (Dolomit)	4.0
D ₂ (Dolomit)	8.0
D ₃ (Dolomit)	12.0

Her saksıya standart NPK gübrelemesi yapılarak 100 ppm azot, 80 ppm fosfor ve 100 ppm potasyum verilmiştir. NPK gübrelemesi NH_4NO_3 ve KH_2PO_4 kimyasalları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra her saksıya 5 adet mısır tohumu ekilmiştir (Şekil 3.2). Deneme, tesadüf parselleri faktöryel deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her uygulama grubunda 24 saksı olacak şekilde (2 farklı magnezyum kaynağı x 4 doz Mg x 3 farklı tekstürde toprak x 3 tekerrür) 72 saksı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Her birinde beş kilogram toprak bulunan plastik saksılar



Şekil 3.2. Her saksıya ekilen beş adet mısır tohumu

Deneme Kırklareli Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürlüğü serasında yürütülmüştür. Mısır, sıcak iklim bitkisi olduğu için tohum ekimi temmuz ayında gerçekleştirilmiştir. Ekimin 4. gününde ilk çimlenme görülmüştür. Ekimden bir hafta sonra bitkilerin genel görünümü Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.3. Ekimden bir hafta sonra bitkilerin görünümü

Ekimden iki hafta sonra her saksıda en iyi gelişim gösteren 2 bitki bırakılacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Seyreltme yapıldıktan sonra bitkilerin genel görünümü Şekil 3.4'te görülmektedir. Saksılar sürekli kontrol edilerek nem düzeyleri azaldıkça su ihtiyaçları karşılanmıştır. Temmuz ayının sıcaklıklarının yüksek değerlerde olması ve denemenin serada yürütülmesi sebebiyle bitkiler hızlı bir gelişim göstermiştir. Bitkiler beş yapraklı oldukları devrede (V5), ekimden 35 gün sonra ağustos ayında hasat edilmiştir. Deneme dönemine ait sera sıcaklık ve nem değerleri Çizelge 3.4'de belirtilmiştir. Hasat öncesi bitkilerin genel görünümü Şekil 3.5'de görülmektedir. Başka çalışmalara kaynak olabileceği düşüncesiyle hasat öncesinde bitkilere klorofilmetre yardımı ile klorofil ölçümü yapılmıştır. Klorofil ölçümlerine ait veriler toplu bir şekilde Ek-2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Deneme dönemine ait sera sıcaklık ve nem verileri

		Temmuz	Ağustos
Sıcaklık ($^{\circ}$ C)	Max	54.5	51.5
	Min	18.5	16.7
	Ort	35.0	31.0
Nem (%)	Max	91.0	90.0
	Min	22.0	24.0
	Ort	55.0	59.0



Şekil 3.4. Ekimden iki hafta sonra seyreltme yapılmış bitkilerin görünümü



Şekil 3.5. Hasat öncesi bitkilerin genel görünümü

Hasat edilen bitkiler toprak üstü aksamaları steril bir makasla kesilerek toprak altı aksamalarından ayrılmıştır. Her bir saksıdan elde edilen bitkilerin yaş ağırlıkları ve boyları belirlenmiştir. Bitkiler önce çeşme suyu ile daha sonra saf su ile yıkanmış ve kurumak üzere bırakılmıştır. Birkaç gün kendi halinde kuruyan bitkiler daha sonra kaplara konularak 70⁰C’de ağırlıkları sabitleşinceye kadar etüvde kurutulmuşlardır.

Kuruyan bitki örnekleri öğütülerek polietilen kavanozlara konulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri hot-plate üzerinde yakıldıktan sonra buhar damıtma yöntemi ile damıtılarak toplam azot belirlenmiştir. Toplam P, K, Ca ve Mg değerleri bitki örnekleri nitrik-perklorik asit karışımı ile yakıldıktan sonra ICP-OES cihazında belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Bitki ölçüm ve analizleri sonucunda elde edilen değerler toplu bir şekilde Ek.3’de verilmiştir.

3.2.2. Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.2.1. Toprak tekstürü

Bouyoucos (1962) tarafından bildirildiği şekilde, hidrometre ile belirlenmiştir.

3.2.2.2. Toprak reaksiyonu (pH)

Suyla doygun toprakta pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

3.2.2.3. Toprak tuzluluğu

Suyla doyurulan topraktan elde edilen saturasyon ekstraktında kondaktivitemetre ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

3.2.2.4. Kireç tayini

Trakya yöresi toprakları için Adiloğlu (1992) tarafından önerilen kalsiyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Sağlam 1997).

3.2.2.5. Organik madde

Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemi ile organik karbon miktarı belirlendikten sonra 1.724 katsayısı ile çarpılarak belirlenmiştir (Richards, 1954).

3.2.2.6. Fosfor tayini

Yarayıklı fosfor Olsen ve ark. (1954) tarafından bildirildiği şekilde 0,5 M sodyum bikarbonat ile ekstrakt eriyiği çıkarılmış ve spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir.

3.2.2.7. Değişebilir katyonların tayini

Toprakların değişebilir katyonları amonyum asetatla çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra ICP-OES ile okunarak K, Ca ve Mg miktarları tespit edilmiştir (Sağlam 1997, Kacar ve İnal 2010).

3.2.3. İstatistiksel değerlendirme

Tesadüf parselleri faktöryel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen denemeden elde edilen verilerin varyans analizleri ve LSD değerlendirmeleri TARIST İstatistik Programı ile yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bitki Boyu

4.1.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna etkisi

Çizelge 4.1’de verilen varyans analizine göre bitki boyu bakımından gübre miktarı ve gübre miktarı etkileşimleri arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	16.000	8.000	3.818*	3.740	6.510
Gübre	1	6.000	6.000	2.864ns	4.600	8.860
Miktar	3	479.167	159.722	76.231**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	380.000	126.667	60.455**	3.340	5.560
Hata	14	29.333	2.095			
Genel	23	910.500	39.587			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2’de belirtilen LSD testi incelendiğinde, gübre miktarlarının bitki boyuna etkilerinin 80.167-69.167 cm arasında değiştiği görülmektedir. En uzun boy 3 ve 0 gübre miktarlarından, en kısa boy ise 2 gübre miktarından elde edilmiştir.

Killi topraklarda gübre miktarı etkileşimine göre, bitki boyu değişimi 86.000-69.000 cm arasında değişmektedir. En uzun boy magnezyum sülfatın 3 gübre seviyesinde ve dolomitin 0 gübre seviyesinde ölçülmüş, bunu dolomitin 1 ve 3 gübre seviyeleri ile magnezyum sülfatın 0 gübre seviyesi izlemiştir. En kısa boy her iki gübrenin de 2 gübre seviyesinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki boyuna etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	74.333b	83.333a	78.833a
1	69.667c	76.000b	72.833b
2	69.000c	69.333c	69.167c
3	86.000a	74.333b	80.167a
Ortalama	74.750	75.749	

Gübre miktarı LSD_{0,05}: 1.793 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 2.535

4.1.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna etkisi

Konu ile ilgili varyans analizine göre, bitki boyu bakımından gübre miktarı ve gübre miktarı etkilerinin arasındaki fark % 1 seviyesinde, gübre çeşitleri arasındaki fark ise % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	42.250	21.125	2.245ns	3.740	6.510
Gübre	1	51.042	51.042	5.424*	4.600	8.860
Miktar	3	573.458	191.153	20.312**	3.340	5.560
GübreMiktar	3	204.125	68.042	7.230**	3.340	5.560
Hata	14	131.750	9.411			
Genel	23	1002.625	43.592			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.4. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki boyuna etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	84.000b	85.000b	84.500b
1	87.000b	74.000c	80.500c
2	84.667b	84.667b	84.667b
3	93.667a	94.000a	93.833a
Ortalama	87.333a	84.417b	

Gübreler LSD_{0,05}: 2.686 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 3.799 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 5.373

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi, gübre çeşitlerinden magnezyum sülfat 87.333 cm, dolomit ise 84.417 cm bitki boyu vermiştir. En uzun bitki boyu 3 gübre seviyesinden elde edilmiş, bunu 0 ve 2 seviyeleri takip etmiştir.

Tınlı topraklarda gübre miktarı etkisiyle, en uzun boy dolomit ve magnezyum sülfatın 3 gübre seviyesinde ölçülmüş, en kısa boy ise dolomitin 1 gübre seviyesinden elde edilmiştir.

4.1.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna etkisi

Çizelge 4.5’te verilen varyans analizinde, bitki boyu bakımından gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübre miktarı etkisi arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin boyuna ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	25.750	12.875	0.944ns	3.740	6.510
Gübre	1	308.167	308.167	22.598**	4.600	8.860
Miktar	3	486.000	162.000	11.880**	3.340	5.560
GübreMiktar	3	1291.167	430.389	31.561**	3.340	5.560
Hata	14	190.917	13.637			
Genel	23	2302.000	100.087			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.6. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki boyuna etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	82.333b	99.000a	90.667ab
1	101.000a	91.000a	96.000a
2	95.333a	72.000c	83.667c
3	93.667a	81.667b	87.667bc
Ortalama	93.083a	85.917b	

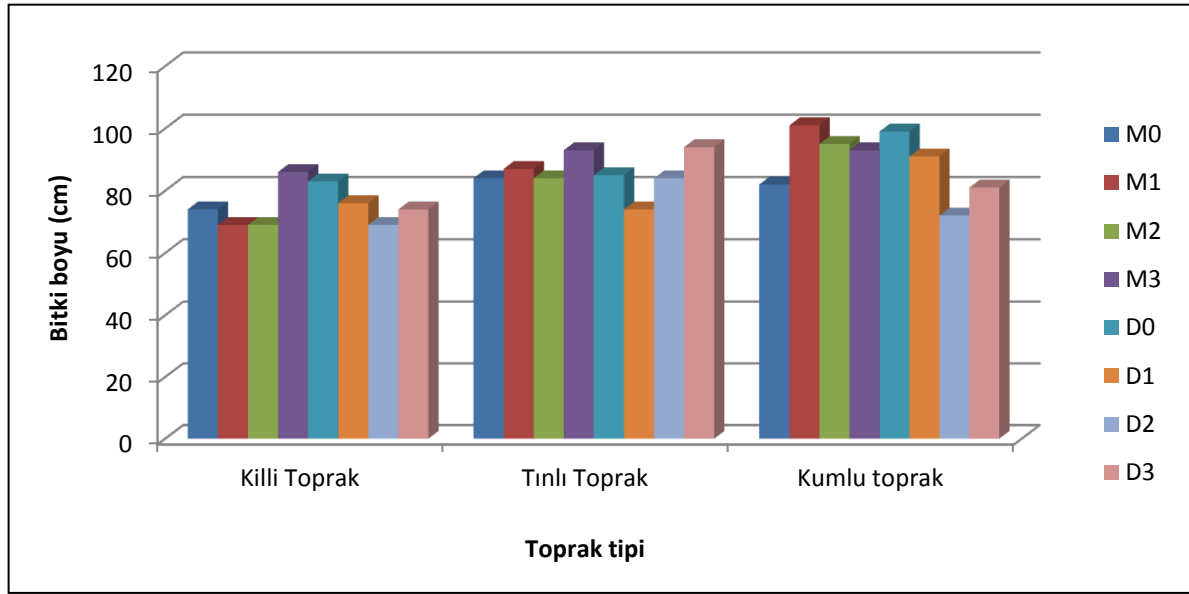
Gübreler LSD_{0.05}: 3.234

Gübre miktarı LSD_{0.05}: 4.573

Gübre miktarı LSD_{0.05}: 5.373

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, gübre çeşitlerinden magnezyum sülfat 93.083 cm, dolomit ise 85.917 cm bitki boyu vermiştir. En uzun bitki boyu 1 gübre seviyesinden elde edilmiş, bunu 0 ve 3 seviyeleri takip etmiştir.

Tınlı topraklarda gübre miktarı interaksiyonuna göre, en uzun magnezyum sülfat 1 gübre seviyesinde ölçülmüş, bunu dolomitin 0 gübre seviyesi ile magnezyum sülfatın 2 gübre seviyesi izlemiştir. En kısa boy ise dolomitin 2 gübre seviyesinden elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Bitki boyu bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Bitki boyları bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.1'deki gibidir. Buna göre, killi, tınlı ve kumlu topraklarda en yüksek bitki boylarının sırasıyla M₃, D₃ ve M₁ uygulamalarında olduğu görülmektedir.

4.2. Bitki Yaş Ağırlığı

4.2.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına etkisi

Varyans analizine göre bitki yaş ağırlığı bakımından gübre miktarı ve gübre miktar interaksiyonları arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	2.583	1.292	0.772ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.000	0.000	0.000ns	4.600	8.860
Miktar	3	274.333	91.444	54.671**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	223.000	74.333	44.441**	3.340	5.560
Hata	14	23.417	1.673			
Genel	23	523.333	22.754			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.8. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlarda uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki yaş ağırlığına etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	19.667b	24.000a	21.833a
1	14.333c	20.333b	17.333b
2	14.333c	13.667d	14.000c
3	27.000a	17.333c	22.167a
Ortalama	18.833	18.833	

Gübre miktarı LSD_{0,05}: 1.602 Gübrexmiktar LSD_{0,05}: 2.265

Çizelge 4.8’de belirtilen LSD testi incelendiğinde, gübre miktarlarının bitki yaş ağırlığına etkilerinin 22.167-14.000 g arasında değiştiği görülmektedir. En fazla ağırlık 3 ve 0 gübre miktarlarında, en az ağırlık ise 2 gübre miktarından elde edilmiştir.

Killi topraklarda gübrexmiktar interaksiyonuna göre, bitki yaş ağırlığı değişimi 27.000-13.667 g arasında değişmektedir. En fazla ağırlık magnezyum sülfatın 3 gübre seviyesinde ve dolomitin 0 gübre seviyesinde ölçülmüş, bunu dolomitin 1 gübre seviyesi ile magnezyum sülfatın 0 gübre seviyesi izlemiştir. En az ağırlık dolomitin 2 gübre seviyesinden elde edilmiştir.

4.2.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına etkisi

Çizelge 4.9'da verilen varyans analizine göre bitki yaş ağırlığı bakımından gübre miktarları arasındaki fark % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	6.083	3.042	0.304ns	3.740	6.510
Gübre	1	10.667	10.667	1.067ns	4.600	8.860
Miktar	3	125.500	41.833	4.186*	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	43.667	14.556	1.456ns	3.340	5.560
Hata	14	139.917	9.994			
Genel	23	325.833	14.167			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.10. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlarda uygulanan gübre miktarlarının ortalama bitki yaş ağırlığına etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Ortalama
0	31.833a
1	32.333a
2	27.667b
3	33.833a

Gübre miktarı $LSD_{0.05}$: 3.915

Konu ile ilgili LSD testi incelendiğinde, gübre miktarlarının bitki yaş ağırlığına etkilerinin 33.833-27.667 g arasında değiştiği görülmektedir. En fazla ağırlık 3, 1 ve 0 gübre miktarlarında, en az ağırlık ise 2 gübre miktarından elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

4.2.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına etkisi

Varyans analizine göre bitki yaş ağırlığı bakımından gübre miktarı ve gübrexmiktar etkileşimleri arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	46.333	23.167	2.725ns	3.740	6.510
Gübre	1	135.375	135.375	15.926**	4.600	8.860
Miktar	3	434.792	144.931	17.051**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	301.458	100.486	11.822**	3.340	5.560
Hata	14	119.000	8.500			
Genel	23	1036.958	45.085			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

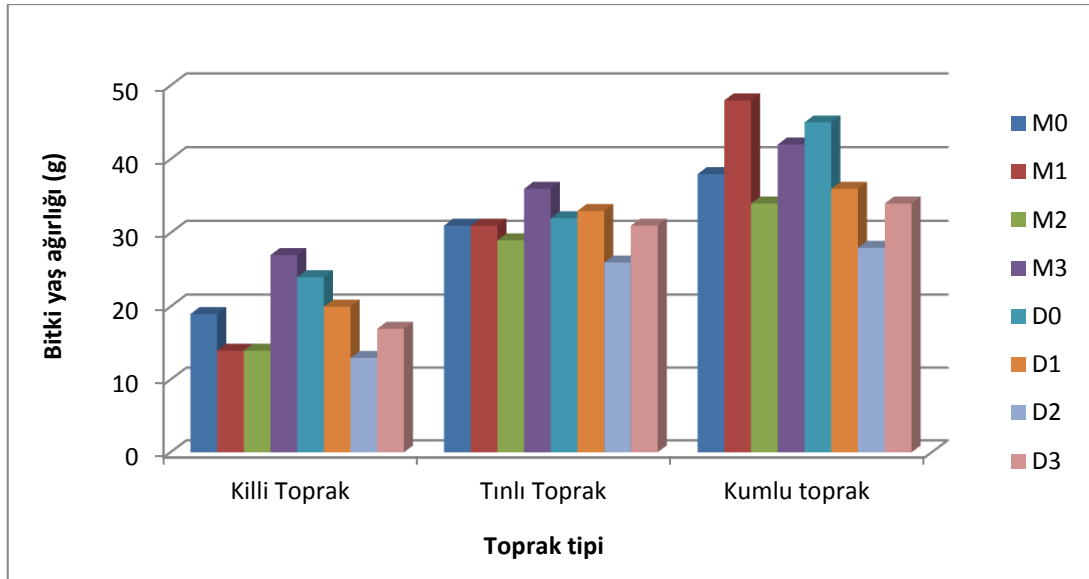
Çizelge 4.12. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki yaş ağırlığına etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	38.000bc	45.000a	41.500ab
1	48.000a	36.000b	42.000a
2	34.667c	28.000c	31.333c
3	42.000b	34.667b	38.333b
Ortalama	40.667a	35.917b	

Gübreler LSD_{0,05}: 2.553 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 3.611 Gübrexmiktar LSD_{0,05}: 5.106

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi, gübre çeşitlerinden magnezyum sülfat 40.667 g, dolomit ise 35.917 g bitki yaş ağırlığı vermiştir. En fazla ağırlık 1 gübre seviyesinden elde edilmiş, bunu 0 ve 3 seviyeleri takip etmiştir.

Kumlu topraklarda gübrexmiktar interaksiyonunun göre, en fazla bitki yaş ağırlığı magnezyum sülfatın 1 gübre seviyesinde ölçülmüş, bunu dolomitin 0 gübre seviyesi izlemiştir. En az ağırlık ise dolomitin 2 gübre seviyesinden elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Bitki yaş ağırlığı bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Bitki yaş ağırlıkları bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.2'deki gibidir. Buna göre, killi, tınlı ve kumlu topraklarda en yüksek bitki yaş ağırlıklarının sırasıyla M₃, M₃ ve M₁ miktarlarında meydana gelmiştir.

4.3. Bitkide % N İçeriği

4.3.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N içeriğine etkisi

Çizelge 4.13'te verilen varyans analizinde gübre çeşitleri arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.127	0.064	2.901ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.286	0.286	13.053**	4.600	8.860
Miktar	3	0.038	0.013	0.572ns	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.062	0.021	0.938ns	3.340	5.560
Hata	14	0.307	0.022			
Genel	23	0.819	0.036			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.14. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % N içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre çeşidi	Ortalama
Dolomit	2.500a
Magnezyum sülfat	2.282b

Gübreler LSD_{0,05}: 0.130

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi, bitkide % N içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 2.282, dolomitte ise 2.500’dür.

4.3.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N içeriğine etkisi

Çizelge 4.15’te verilen varyans analizine göre gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübrexmiktar interaksiyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.020	0.010	0.108ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.126	0.126	1.354ns	4.600	8.860
Miktar	3	0.716	0.239	2.563ns	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.319	0.106	1.142ns	3.340	5.560
Hata	14	1.304	0.093			
Genel	23	2.486	0.108			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

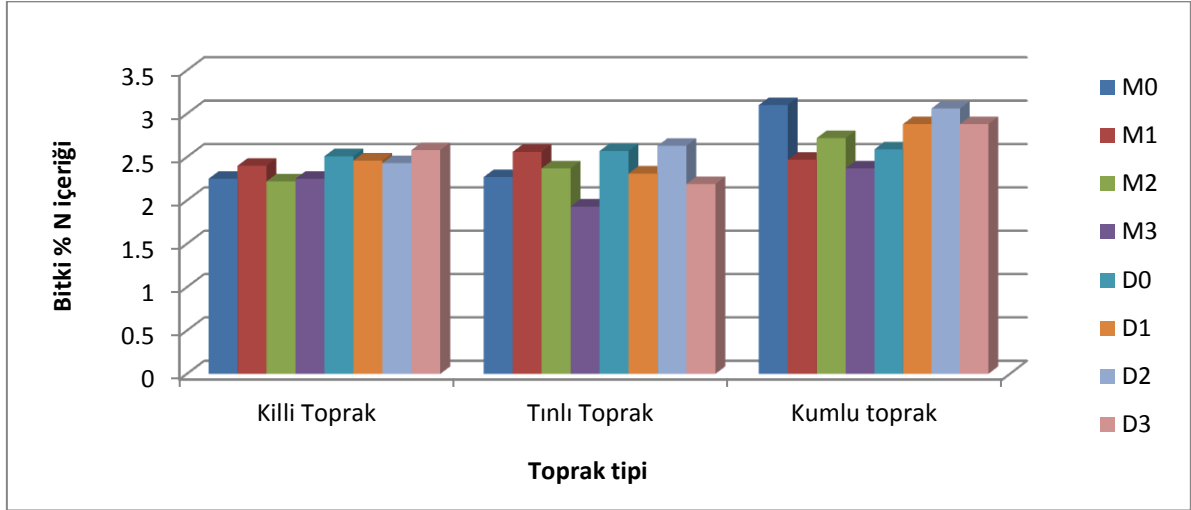
4.3.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N içeriğine etkisi

Çizelge 4.16’da verilen varyans analizine göre gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübrexmiktar interaksiyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % N değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.242	0.121	0.775ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.211	0.211	1.351ns	4.600	8.860
Miktar	3	0.285	0.095	0.610ns	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	1.004	0.335	2.144ns	3.340	5.560
Hata	14	2.186	0.156			
Genel	23	3.928	0.171			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli



Şekil 4.3. Bitki % N içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Bitki % N içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.3' deki gibidir. Buna göre, bitki % N içeriklerinin killi, tınlı ve kumlu topraklarda sırasıyla M₃, M₃ ve M₁ seviyelerinde en yüksek değere ulaştığı görülmektedir.

4.4. Bitkide % P İçeriği

4.4.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P içeriğine etkisi

Yapılan varyans analizine göre, gübre çeşitleri arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.000	0.000	0.203ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.005	0.005	1.435**	4.600	8.860
Miktar	3	0.000	0.000	0.287ns	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.000	0.000	0.372ns	3.340	5.560
Hata	14	0.005	0.000			
Genel	23	0.011	0.000			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.18. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre çeşidi	Ortalama
Dolomit	0.134a
Magnezyum sülfat	0.104b

Gübreler LSD_{0,05}: 0.016

Çizelge 4.18'de görüldüğü gibi, bitkide % P içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 0.104, dolomitte ise 0.134'tür.

4.4.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P içeriğine etkisi

Çizelge 4.19'da belirtilen varyans analizine göre gübre çeşitleri arasındaki fark % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.000	0.000	0.259ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.002	0.002	5.333*	4.600	8.860
Miktar	3	0.002	0.001	1.494ns	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.004	0.001	3.136ns	3.340	5.560
Hata	14	0.006	0.000			
Genel	23	0.015	0.001			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.20. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre çeşidi	Ortalama
Dolomit	0.226a
Magnezyum sülfat	0.206b

Gübreler LSD_{0,05}: 0.019

Çizelge 4.20'de görüldüğü gibi, bitkide % P içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 0.206, dolomitte ise 0.226'dır.

4.4.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P içeriğine etkisi

Yapılan varyans analizine göre gübre çeşidi ve gübre miktarları arasındaki fark % 1 hata seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % P değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.004	0.002	2.055ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.038	0.038	40.060**	4.600	8.860
Miktar	3	0.032	0.011	11.322**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.005	0.002	1.804ns	3.340	5.560
Hata	14	0.013	0.001			
Genel	23	0.092	0.004			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.22. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre çeşidi	Ortalama
Dolomit	0.295a
Magnezyum sülfat	0.216b

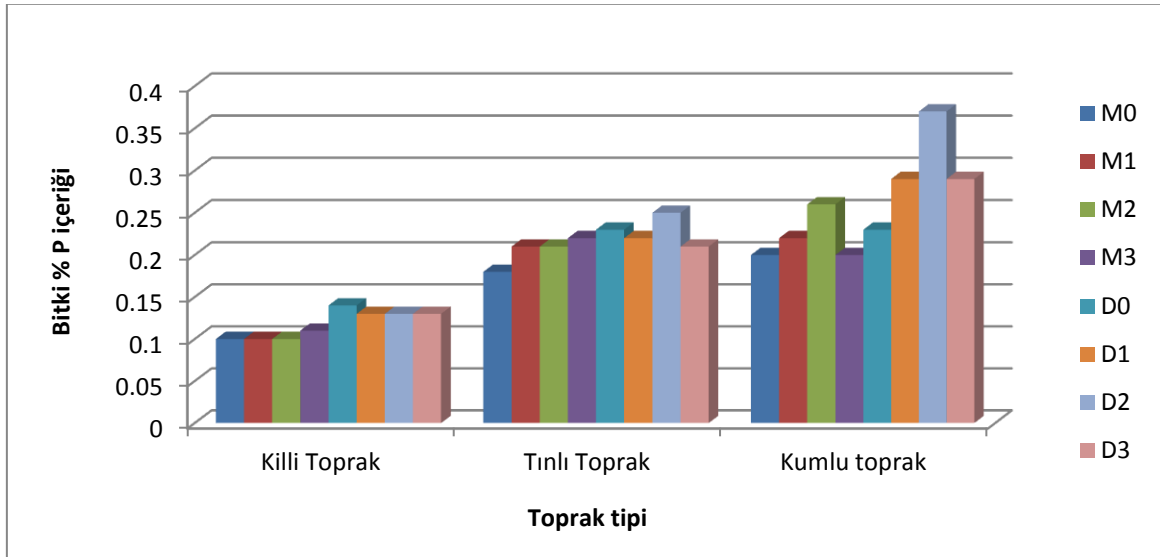
Gübreler LSD_{0,05}: 0.027

Çizelge 4.23. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre miktarlarının mısır bitkisinin % P içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Ortalama
0	0.213c
1	0.253b
2	0.313a
3	0.242bc

Gübre miktarları LSD_{0,05}: 0.038

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi, bitkide % P içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 0.216, dolomitte ise 0.295’tir. Çizelge 4.23’te gübre miktarlarının bitki % P içeriğine etkileri 0.313-0.213 arasında değiştiği belirtilmektedir. Bitki % P içeriği en fazla 2 gübre miktarında, en az ise 0 gübre miktarında görülmüştür.



Şekil 4.4. Bitki % P içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Bitkideki fosfor içerikleri (%) bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.4’deki gibidir. Buna göre, bitki % P içeriklerinin killi, tınlı ve kumlu topraklarda sırasıyla D₀, D₂ ve D₂ seviyelerinde en yüksek değere ulaştığı ortaya çıkmıştır.

4.5. Bitkide % K İçeriği

4.5.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K içeriğine etkisi

Yapılan varyans analizine göre gübre çeşidi ve gübre miktarları arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.723	0.362	3.678ns	3.740	6.510
Gübre	1	4.327	4.327	44.001**	4.600	8.860
Miktar	3	2.225	0.742	7.541**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.793	0.264	2.689ns	3.340	5.560
Hata	14	1.377	0.098			
Genel	23	9.444	0.411			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.25. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübrelerin mısır bitkisinin % K içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre çeşidi	Ortalama
Dolomit	4.806a
Magnezyum sülfat	3.957b

Gübreler LSD_{0,05}: 0.275

Çizelge 4.26. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre miktarlarının mısır bitkisinin % K içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Ortalama
0	3.892b
1	4.367a
2	4.677a
3	4.590a

Gübre miktarı LSD_{0,05}: 0.388

Çizelge 4.25'te görüldüğü gibi, bitkide % K içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 3.957, dolomitte ise 4.806'dır. Çizelge 4.26'da gübre miktarlarının bitki % K içeriğine etkileri 3.892-4.677 arasında değiştiği belirtilmektedir. Bitki % K içeriği en fazla 2 gübre miktarında, en az ise 0 gübre miktarında görülmüştür.

4.5.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K içeriğine etkisi

Varyans analizine göre gübre çeşitleri arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunurken, gübremiktar interaksiyonları arasındaki fark % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27 Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.134	0.067	0.441ns	3.740	6.510
Gübre	1	2.130	2.130	13.988**	4.600	8.860
Miktar	3	0.207	0.069	0.452ns	3.340	5.560
Gübremiktar	3	2.030	0.677	4.442*	3.340	5.560
Hata	14	2.132	0.152			
Genel	23	6.633	0.288			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.28. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının mısır bitkisinin % K içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit
0	3.747b	4.157a
1	4.550a	3.643ab
2	4.287ab	3.383b
3	4.443a	3.460b
Ortalama	4.257a	3.661b

Gübreler $LSD_{0.05}$: 0.342 Gübremiktar $LSD_{0.05}$: 0.683

Çizelge 4.28'de görüldüğü gibi, bitkide % K içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 4.257, dolomitte ise 3.661'dir. Tınlı topraklarda gübremiktar interaksiyonuna göre, en yüksek bitki % K içeriği magnezyum sülfatın 1 gübre seviyesinde ölçülmüş, bunu yine aynı gübrenin 3 gübre seviyesi izlemiştir. En düşük bitki % K içeriği ise dolomitin 2 gübre seviyesinden elde edilmiştir.

4.5.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K içeriğine etkisi

Varyans analizine göre bitki % K içeriği bakımından gübre çeşidi, gübre miktarları arasındaki fark % 1 seviyesinde, gübre miktar interaksyonları arasındaki fark ise % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % K değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.369	0.185	1.975ns	3.740	6.510
Gübre	1	4.142	4.142	44.291**	4.600	8.860
Miktar	3	3.587	1.196	12.786**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	1.010	0.337	3.601*	3.340	5.560
Hata	14	1.309	0.094			
Genel	23	10.417	0.453			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.30. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki % K içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	2.410b	3.093b	2.752c
1	2.453b	3.530ab	3.192b
2	3.653a	4.000a	3.827a
3	2.713b	3.930a	3.122bc
Ortalama	2.807b	3.638a	

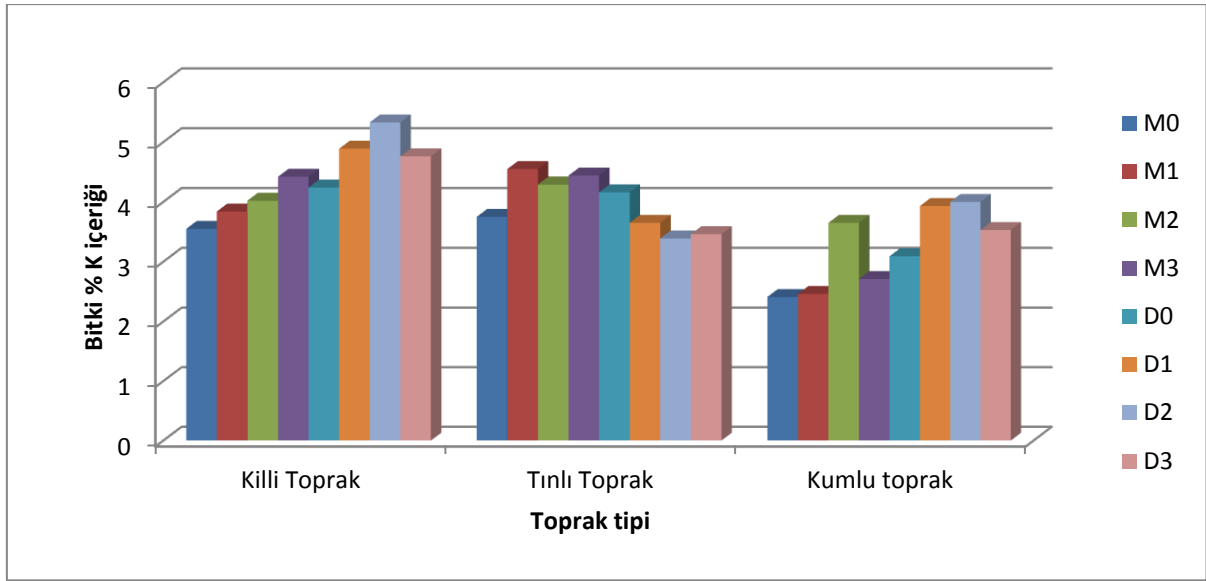
Gübreler LSD_{0,05}: 0.268

Gübre miktarı LSD_{0,05}: 0.379

Gübre miktar LSD_{0,05}: 0.536

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi, bitkide % K içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 2.807, dolomitte ise 3.638'dir. En yüksek bitki % K içeriği 2 gübre seviyesinden elde edilmiş, en düşük içerik ise 0 gübre seviyesinde meydana gelmiştir.

Kumlu topraklarda gübre miktar interaksyonuna göre, en yüksek bitki % K içeriği dolomitin 2 gübre seviyesinde ölçülmüş, bunu aynı gübrenin 3 gübre seviyesi ile magnezyum sülfatın 2 gübre seviyesi izlemiştir. En düşük bitki % K içeriğine magnezyum sülfatın 0 gübre seviyesinde rastlanılmıştır.



Şekil 4.5. Bitki % K içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Potasyum içerikleri (%) bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.5’deki gibidir. Buna göre bitkideki % K içeriklerinin killi, tınlı ve kumlu topraklarda sırasıyla D₂, M₁ ve D₂ seviyelerinde arttığı görülmektedir.

4.6. Bitkide % Ca İçeriği

4.6.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca içeriğine etkisi

Çizelge 4.31’de belirtilen varyans analizine göre, bitki % Ca içeriği bakımından gübre çeşidi, gübre miktarları arasındaki fark % 1 seviyesinde, gübrexmiktar interaksyonları arasındaki fark ise % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.038	0.019	2.535ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.088	0.088	11.677**	4.600	8.860
Miktar	3	0.152	0.051	6.773**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.078	0.026	3.478*	3.340	5.560
Hata	14	0.105	0.008			
Genel	23	0.461	0.020			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.32. Killi topraklarda yetiştirilen mısırlara uygulanan gübre ve miktarlarının ortalama bitki % Ca içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	1.033a	0.960b	0.997b
1	1.113a	1.273a	1.193a
2	1.053a	1.273a	1.163a
3	0.967a	1.143a	1.055b
Ortalama	1.042b	1.163a	

Gübreler LSD_{0,05}: 0.076 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 0.107 Gübre miktar LSD_{0,05}: 0.152

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi, bitkide % Ca içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 1.042, dolomitte ise 1.163’tür. En yüksek bitki % Ca içeriği 1 ve 2 gübre seviyelerinden elde edilmiş, bunu 3 ve 0 gübre seviyeleri takip etmiştir.

Killi topraklarda gübre miktarı etkisine göre, en yüksek bitki % Ca içeriği dolomitin 1 ve 2 gübre seviyelerinde ölçülmüş, en düşük bitki % Ca içeriği aynı materyalin 0 gübre seviyesinde görülmüştür.

4.6.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca içeriğine etkisi

Çizelge 4.33’de verilen varyans analizine göre gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübre miktarı etkileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.33. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.004	0.002	0.318ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.000	0.000	0.024ns	4.600	8.860
Miktar	3	0.014	0.005	0.754ns	3.340	5.560
GübreMiktar	3	0.010	0.003	0.550ns	3.340	5.560
Hata	14	0.089	0.006			
Genel	23	0.118	0.005			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

4.6.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca içeriğine etkisi

Varyans analizine göre bitki % Ca içeriği bakımından gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübrexmiktar interaksiyonları arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Ca değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.013	0.007	1.703ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.299	0.299	78.374**	4.600	8.860
Miktar	3	0.167	0.056	14.589**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.130	0.043	11.325**	3.340	5.560
Hata	14	0.053	0.004			
Genel	23	0.663	0.029			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

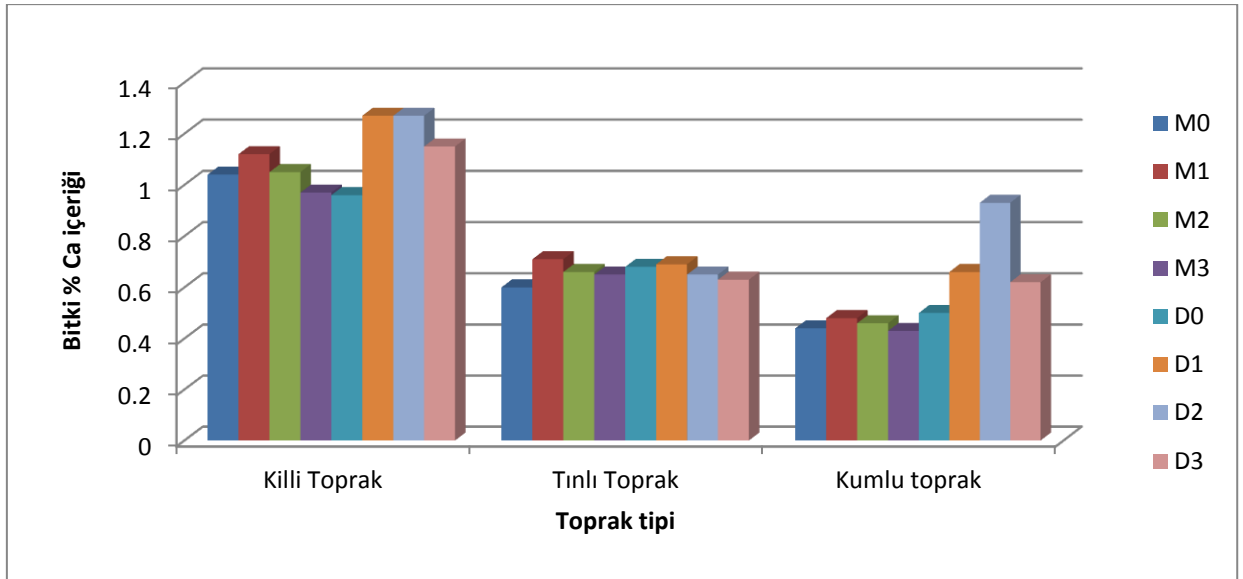
Çizelge 4.35. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerine uygulanan gübre ve miktarlarının bitki % Ca içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	0.437a	0.500c	0.468c
1	0.480a	0.657b	0.568b
2	0.463a	0.927a	0.695a
3	0.430a	0.620b	0.525bc
Ortalama	0.453b	0.676a	

Gübreler LSD_{0,05}: 0.054 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 0.077 Gübrexmiktar LSD_{0,05}: 0.108

Çizelge 4.35’de görüldüğü gibi, bitkide % Ca içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 0.453, dolomitte ise 0.676’dır. En yüksek bitki % Ca içeriği 2 gübre seviyesinde görülmüş, en düşük bitki % Ca içeriği 0 gübre seviyesinde ortaya çıkmıştır.

Kumlu topraklarda gübrexmiktar interaksiyonunun göre, en yüksek bitki % Ca içeriği dolomitin 2 gübre seviyesinde ölçülmüş, en düşük bitki % Ca içeriği aynı materyalin 0 gübre seviyesinde görülmüştür.



Şekil 4.6. Bitki % Ca içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Mısır bitkisinin kalsiyum içerikleri (%) bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.6'daki gibidir. Buna göre, bitki % Ca içeriklerinde killi, tınlı ve kumlu topraklarda sırasıyla D₁-D₂, M₁ ve D₂ seviyelerinde artış ortaya çıkmıştır.

4.7. Bitkide % Mg İçeriği

4.7.1. Farklı magnezyum uygulamalarının killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg içeriğine etkisi

Varyans analizine göre bitki % Mg içeriği bakımından gübre miktarları arasındaki fark % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.013	0.006	3.814*	3.740	6.510
Gübre	1	0.001	0.001	0.823ns	4.600	8.860
Miktar	3	0.018	0.006	3.581*	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.009	0.003	1.738ns	3.340	5.560
Hata	14	0.023	0.002			
Genel	23	0.063	0.003			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

Çizelge 4.37. Killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerine uygulanan gübre miktarlarının bitki % Mg içeriğine olan etkisine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Ortalama
0	0.318ab
1	0.345a
2	0.303ab
3	0.270b

Gübre miktarı LSD_{0,05}: 0.050

Çizelge 4.37’de görüldüğü gibi, en yüksek % Mg içeriği 1 gübre seviyesinde görülmüş, en düşük bitki % Mg içeriği 0 ve 3 gübre seviyelerinde ortaya çıkmıştır.

4.7.2. Farklı magnezyum uygulamalarının tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg içeriğine etkisi

Çizelge 4.38’de verilen varyans analizine göre gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübrexmiktar interaksiyonları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Tınlı topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.003	0.002	0.709ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.006	0.006	2.407ns	4.600	8.860
Miktar	3	0.003	0.001	0.457ns	3.340	5.560
Gübrexmiktar	3	0.007	0.002	1.029ns	3.340	5.560
Hata	14	0.033	0.002			
Genel	23	0.053	0.002			

ns: önemsiz * : % 5 seviyesinde önemli ** : % 1 seviyesinde önemli

4.7.3. Farklı magnezyum uygulamalarının kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg içeriğine etkisi

Çizelge 4.39’da verilen varyans analizine göre, bitki % Mg içeriği bakımından gübre çeşidi, gübre miktarı ve gübrexmiktar interaksiyonları arasındaki fark % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.39. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin % Mg değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F Hesap	F Çizelge	
					% 5	% 1
Tekerrür	2	0.001	0.000	0.268ns	3.740	6.510
Gübre	1	0.101	0.101	77.574**	4.600	8.860
Miktar	3	0.023	0.008	5.988**	3.340	5.560
GübrexMiktar	3	0.111	0.037	28.247**	3.340	5.560
Hata	14	0.018	0.001			
Genel	23	0.255	0.011			

ns: önemsiz *: % 5 seviyesinde önemli **: % 1 seviyesinde önemli

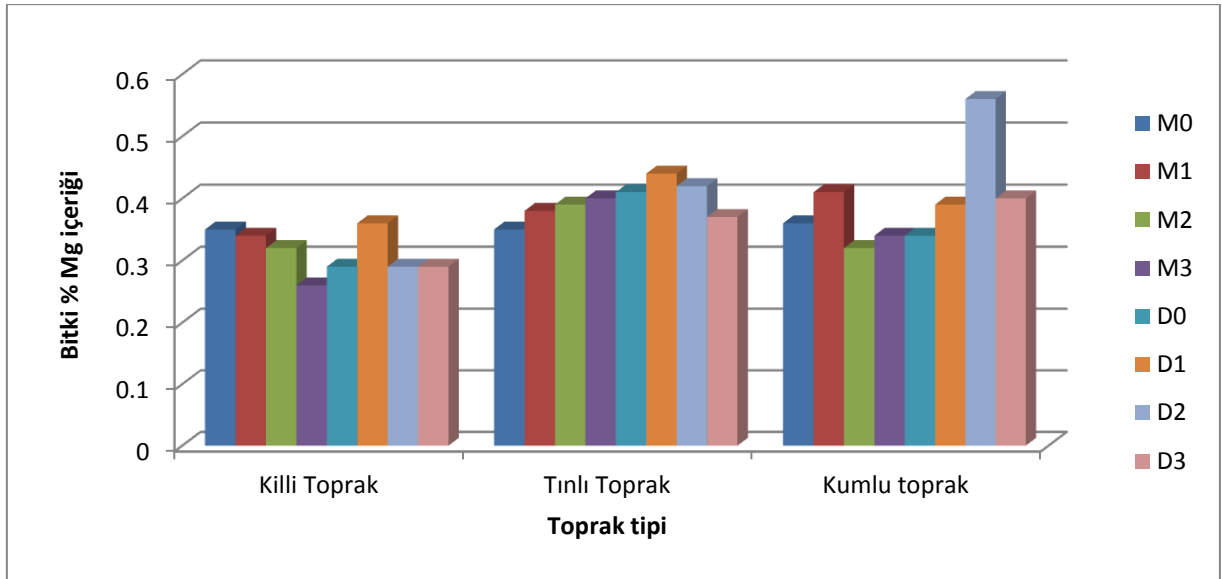
Çizelge 4.40. Kumlu topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerine uygulanan gübre ve miktarlarının bitki % Mg içeriğine olan etkilerine ilişkin LSD testi

Gübre miktarı	Magnezyum Sülfat	Dolomit	Ortalama
0	0.363a	0.337c	0.350b
1	0.367a	0.450b	0.408a
2	0.263b	0.610a	0.437a
3	0.337a	0.453b	0.395a
Ortalama	0.332b	0.462a	

Gübreler LSD_{0,05}: 0.032 Gübre miktarı LSD_{0,05}: 0.045 Gübrexmiktar LSD_{0,05}: 0.063

Çizelge 4.40'da belirtildiği gibi, bitkide % Mg içeriği gübre çeşitlerinden magnezyum sülfatta 0.332, dolomitte ise 0.462'dir. En yüksek bitki % Mg içeriği 1, 2 ve 3 gübre seviyelerinde görülmüş, en düşük bitki % Mg içeriği 0 gübre seviyesinde meydana gelmiştir.

Kumlu topraklarda gübrexmiktar interaksyonununa göre, en yüksek bitki % Mg içeriği dolomitin 2 gübre seviyesinde ölçülmüş, en düşük bitki % Mg içeriğine aynı materyalin 0 gübre seviyesinde rastlanılmıştır.



Şekil 4.7. Bitki % Mg içerikleri açısından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması

Bitki % Mg içerikleri bakımından magnezyumlu gübrelerin karşılaştırılması grafiği Şekil 4.7'deki gibidir. Şekil 4.7'de belirtildiği gibi killi, tınlı ve kumlu topraklarda sırasıyla M₃, D₁ ve D₂ seviyelerinde bitki magnezyum içeriğinde artış meydana gelmiştir.

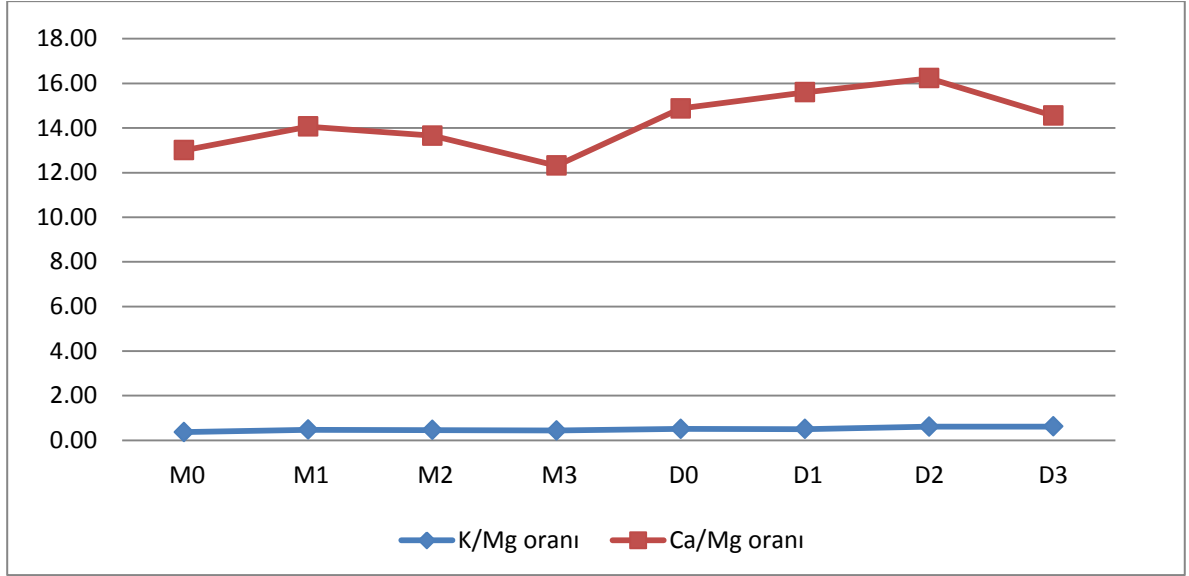
4.8. Hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin değişebilir katyonlar açısından incelenmesi

Bitkiler hasat edildikten sonra her bir uygulamayı temsilen alınan toprak örneklerinde değişebilir katyonların miktarı ve birbirine oranları tespit edilmiştir. Killi topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları Çizelge 4.41'deki gibidir.

Çizelge 4.41. Killi topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları

Toprak ve gübre dozu	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca/Mg	K/Mg
M ₀	4970.43	382.26	140.31	13.00	0.37
M ₁	5730.35	407.47	191.97	14.06	0.47
M ₂	5657.95	414.37	190.74	13.65	0.46
M ₃	5441.25	441.95	194.52	12.31	0.44
D ₀	5972.88	401.64	204.91	14.87	0.51
D ₁	5643.40	361.82	180.64	15.60	0.50
D ₂	5930.58	365.45	222.02	16.23	0.61
D ₃	5197.15	357.08	221.15	14.55	0.62

* Değerler üç tekrerin ortalamasıdır.



Şekil 4.8. Killi topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları

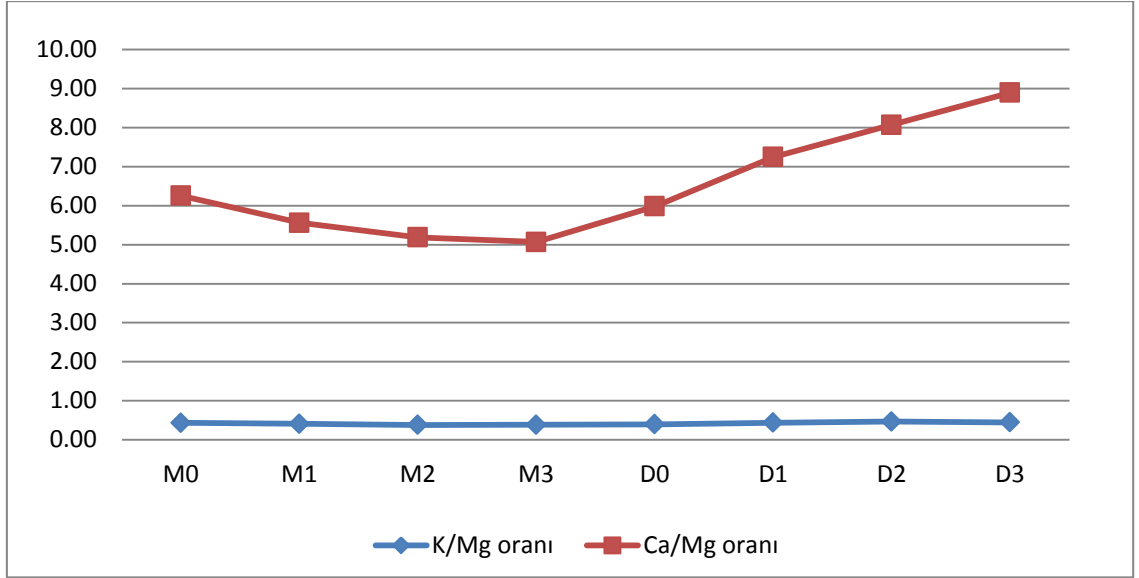
Killi topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları grafiği Şekil 4.8’de verilmiştir. Buna göre killi topraklarda K/Mg oranının 1’in altında bir değerde olduğu görülmektedir. Killi topraklarda Ca/Mg oranı ise 12.31-16.23 değerleri arasında bulunmuştur. Ca/Mg oranı killi topraklarda ortalama olarak 14/1 oranına sahiptir.

Tınlı topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları Çizelge 4.42’deki gibidir.

Çizelge 4.42. Tınlı topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları

Toprak ve gübre dozu	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca/Mg	K/Mg
M ₀	1803.55	288.46	125.25	6.25	0.43
M ₁	1871.60	336.61	138.60	5.56	0.41
M ₂	1765.08	340.36	129.43	5.19	0.38
M ₃	1939.00	382.49	148.35	5.07	0.39
D ₀	1704.75	284.98	113.44	5.98	0.40
D ₁	2209.40	304.87	133.67	7.25	0.44
D ₂	2024.35	250.90	117.58	8.07	0.47
D ₃	2515.50	282.81	126.35	8.89	0.45

* Değerler üç tekrarin ortalamasıdır.



Şekil 4.9. Tınlı topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları

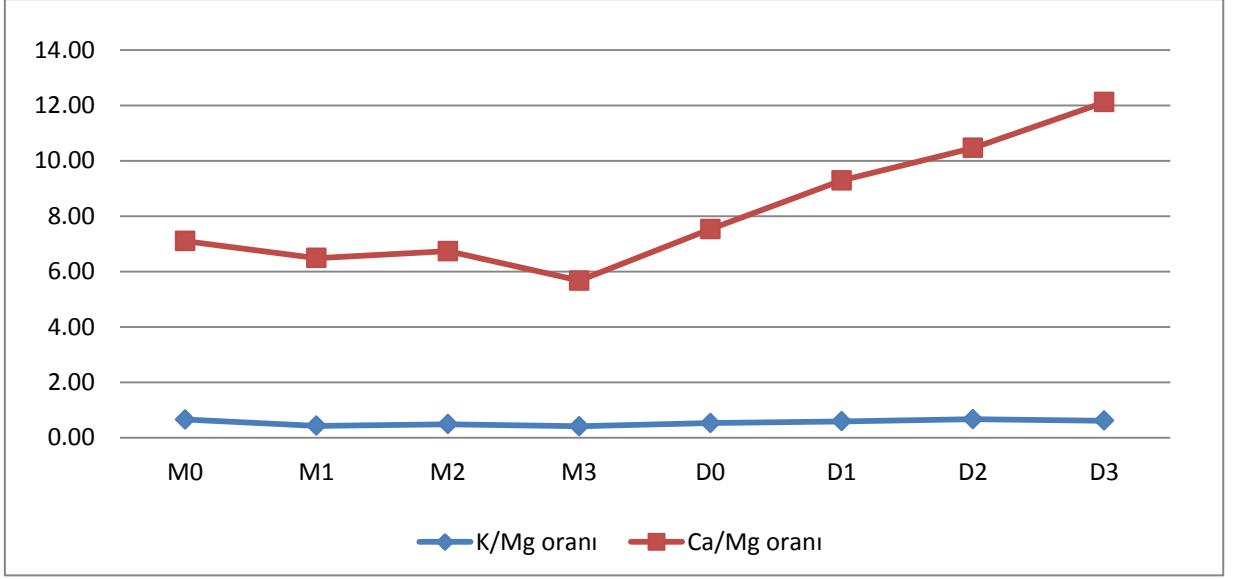
Tınlı topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir. Buna göre tınlı topraklarda K/Mg oranının 1'in altında bir değerde olduğu görülmektedir. Tınlı topraklarda Ca/Mg oranı ise 5.07-8.89 değerleri arasında bulunmuştur. Ca/Mg oranı tınlı topraklarda ortalama olarak 6.5/1 oranına sahiptir.

Kumlu topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları Çizelge 4.43'te verilmiştir.

Çizelge 4.43. Kumlu topraklarda bulunan değişebilir katyonların miktarı ve birbirileri ile oranları

Toprak ve gübre dozu	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca/Mg	K/Mg
M ₀	960.10	135.12	89.23	7.11	0.66
M ₁	818.45	126.12	54.71	6.49	0.43
M ₂	948.65	140.74	69.00	6.74	0.49
M ₃	958.50	168.85	69.93	5.68	0.41
D ₀	884.95	117.37	62.61	7.54	0.53
D ₁	1139.80	122.64	73.41	9.29	0.60
D ₂	1241.00	118.58	79.58	10.47	0.67
D ₃	1393.05	114.95	70.98	12.12	0.62

* Değerler üç tekrarin ortalamasıdır.



Şekil 4.10. Kumlu topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları

Kumlu topraklarda değişebilir katyonların birbirileri ile oranları grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Buna göre kumlu topraklarda K/Mg oranının 1'in altında bir değerde olduğu görülmektedir. Kumlu topraklarda Ca/Mg oranı ise 5.68-12.12 değerleri arasında bulunmuştur. Ca/Mg oranı kumlu topraklarda ortalama olarak 8.1/1 oranına sahiptir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan ölçümlere göre, farklı magnezyum kaynaklarından magnezyum sülfatın, killi topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinde bitki boyu ve bitki yaş ağırlığı açısından dolomite göre olumlu yönde daha etkili olduğu bulunmuştur. Upadhyay ve Patra (2011) tarafından yapılan araştırmada da benzer sonuç bulunmuş, papatya bitkisine verilen magnezyum sülfat uygulamalarında bitki boyu ve bitki ağırlığında artış görüldüğü belirtilmiştir. Tınlı ve kumlu topraklarda da bitki boyu ve bitki yaş ağırlığı açısından magnezyum sülfat uygulamalarının, dolomit uygulamalarına göre olumlu yönde daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, Abou El-Nour ve Shaaban (2012) tarafından yapılan çalışmaya paralellik göstermektedir. Araştırmacılar, tınlı kum bünyeli topraklarda yetiştirilen buğday bitkisinde magnezyum sülfatlı gübrelemenin yüksek verim ve büyüme açısından faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Bitki örneklerinde yapılan azot (N) analiz sonuçları incelendiğinde, killi topraklarda dolomit uygulamalarının magnezyum sülfat uygulamalarına göre bitki % N içeriğini daha fazla arttırdığı görülmektedir. Tınlı ve kumlu topraklarda ise bazı bitkilerin % N azot içeriğinde artış görülmesine rağmen, farklı magnezyum kaynaklarının bu artışa olan etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Özellikle kumlu topraklarda bitki kuru ağırlığının azalması ile ortamdaki azot konsantrasyonunun arttığı tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra bir diğer ihtimal olarak, magnezyum ile amonyum arasındaki antagonizm düşünülmektedir. Denemede amonyum nitrat gübresi azot kaynağı olarak kullanılmıştır. Bitkiler tarafından magnezyum alımı, azotun formuna göre olumlu ya da olumsuz etkilenmektedir. Amonyum formundaki azot magnezyum alımını baskılamakta, nitrat formundaki azot magnezyum alımını arttırmaktadır. Konu ile ilgili olarak Huang ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, topraksız tarım tekniğiyle yetiştirilen buğday bitkisinde ortamdaki magnezyum konsantrasyonunun yüksek olduğu zaman bitki sürgünlerindeki magnezyum miktarına azotun etkisi görülmemiştir. Bunun yanı sıra düşük magnezyum konsantrasyonunun hakim olduğu ortamdaki amonyumun, sürgünlerdeki magnezyum oranı üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkisi gözlemlenmiştir.

Bitki örneklerinde yapılan fosfor (P) analiz sonuçlarına göre, dolomit uygulamalarının denemede kullanılan birbirinden farklı tekstüre sahip üç toprakta da magnezyum sülfat uygulamalarına göre bitki % P içeriğini daha fazla arttırdığı bulunmuştur.

Asit topraklarda pH düzeyinin artması ile fosfor besin elementinin bitkiye yararlılığı artmaktadır. Hongwei ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuç bulunmuş, çeşitli bitkilere uygulanan magnezyumlu gübrelerin bitkiler tarafından alınan azot ve fosfor açısından olumlu etkilere sahip olduğu bildirilmiştir.

Bitkideki potasyum (K) içerikleri incelendiğinde, killi ve kumlu topraklarda dolomit uygulamalarının magnezyum sülfat uygulamalarına göre olumlu yönde daha etkili olduğu görülmektedir. Tınlı topraklarda ise bu durumun tersi söz konusudur. Magnezyum sülfat uygulamaları dolomit uygulamalarına göre bitki % K içeriğinde daha fazla artışa sebep olmuştur. Buna göre, killi ve kumlu bünyeli topraklarda dolomitin çözünmesiyle magnezyumun serbest kalmasının tınlı topraklara göre daha hızlı olduğu düşünülmektedir. Toprak çözeltisinde fazla miktarda bulunan K^+ iyonlarının, bitkiler tarafından Mg^{+2} iyonları alımını engellediği pek çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur. Güzel ve ark. (2004) bitkilerde magnezyum noksanlığının K/Mg ve Ca/Mg oranlarının büyük olduğu topraklarda görüldüğünü belirtmektedirler. Ağırlık esasına göre tavsiye edilen K/Mg oranı tarla bitkileri için 5/1, sebzeler ve şeker pancarı için 3/1, meyveler ve sera bitkileri için ise 2/1'dir. Karaman ve ark. (1999) tarafından yapılan başka bir çalışmaya göre, topraktaki K/Mg oranı 1,5/1'in üzerinde olduğunda magnezyum alımı azalmaktadır. Bu etki özellikle çayır-mera otları ve kültür bitkilerinden mısır bitkisinde görülmektedir.

Yapılan çalışmada toprak örneklerindeki potasyum miktarları düşük olduğu için, bu örneklerde hesaplanan K/Mg oranı her üç toprak tipinde de diğer çalışmalarda belirtilen oranların altında kalmaktadır. Analiz sonuçları bu yönüyle incelendiğinde magnezyum yararlılığını azaltacak oranda potasyumun varlığı görülmemektedir. Özellikle asit karakterli kumlu topraklarda potasyum besin elementi fazlaca yıkanabilmektedir.

Bitki örneklerinde yapılan kalsiyum (Ca) analiz sonuçları incelendiğinde, killi ve kumlu topraklarda dolomit uygulamalarının magnezyum sülfat uygulamalarına göre bitki % Ca içeriğini daha fazla arttırdığı görülmektedir. Dolomit materyali bünyesinde kalsiyum elementini barındırmaktadır. Bu sebeple dolomit uygulamalarının bitkideki % Ca içeriğini magnezyum sülfat uygulamalarına göre daha fazla arttırması tahmin edilebilen bir sonuçtur. Tınlı topraklarda bitki % Ca içeriğine magnezyum uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu nedenle deneme topraklarının Ca/Mg oranı açısından incelenmesinin faydalı olabileceği düşünülmüştür. Toprak çözeltisinde bulunan kalsiyum iyonları miktarının

magnezyum iyonları miktarından daha fazla olduğu durumlarda, bitkilerin magnezyumu bünyelerine almak konusunda sıkıntı yaşadıkları bilinmektedir.

Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, kalsiyum ve magnezyum besin elementlerinin toprak çözeltisinde birbirileri ile denge halinde buldukları oranın 5/1 ile 8/1 arasında değiştiği belirtilmektedir (Osemwota ve ark. 2007, Taşova ve Akın 2011). Hasat sonrasında alınan toprak örneklerine yapılan değişebilir katyonların analizi sonucunda, bu topraklardaki Ca/Mg oranı ortalama 6.5/1 olarak bulunmuştur. Konu bu yönüyle incelendiğinde, tınlı topraklarda bazı bitkilerde % Ca içeriklerinde artış görülmesine rağmen istatistiksel olarak magnezyum kaynaklarının önemsiz bulunmasıyla ilgili net bir sonuca varılamamıştır. Denemede kullanılan topraklara ait analiz sonuçlarında, tınlı toprakların kalsiyum ve magnezyum içerikleri açısından yeterli seviyede olmaları, magnezyum kaynaklarının bitki % Ca içeriği üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz bulunmalarına sebep olabileceği düşünülmektedir.

Bitki örneklerinde yapılan magnezyum (Mg) analiz sonuçlarına göre, killi ve kumlu topraklarda dolomit uygulamaları bitkideki % Mg içeriğini magnezyum sülfat uygulamalarına göre daha fazla arttırmaktadır. Elde edilen sonuca benzer pek çok çalışma yapılmıştır. Rhoads (1987), magnezyum besin elementinin mısır ve soya bitkilerinde kuru madde verimi ve gelişimine etkisini araştırdığı çalışma sonucunda düşük pH'ya sahip topraklarda yetiştirilecek mısır ve soya bitkileri için en iyi magnezyum kaynağının dolomit olduğunu belirtmiştir. Mayland ve Wilkinson (1989) tarafından yapılan başka bir çalışmada, hem pH hem de magnezyum seviyesinin yükseltilmesi hedeflendiğinde uygun kullanılacak materyalin dolomit olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca Schulte (2004), Güçdemir (2006) ve Sağlam (2012) dolomit materyalinin asit topraklarda giderilmesi istenen magnezyum noksanlıklarında kullanılabilecek en iyi magnezyum kaynağı olduğunu belirten araştırmacılarıdır.

Tınlı topraklarda magnezyum uygulamalarının bitki % Mg içeriğine etkisi bulunamamıştır. Denemede kullanılan toprağın magnezyum içeriğinin yeterli seviyede olması sebebiyle magnezyum uygulamalarının, bitki % Mg içeriğinde artış meydana gelmesine rağmen yapılan istatistiksel analizler sonucunda önemsiz bulunduğu düşünülmektedir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, bitki boyu ve bitki yaş ağırlığına magnezyumlu gübrelerden magnezyum sülfatın olumlu etkileri söz konusudur. Yetiştirilen bitkilerin besin elementi içeriklerine bakıldığında, farklı magnezyum kaynaklarından dolomit uygulamalarının genel olarak bitki % N, P, K, Ca ve Mg içeriklerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Magnezyum kaynaklarından dolomit materyali, magnezyum sülfata göre daha fazla oranda magnezyum ihtiva etmektedir. Bunun yanı sıra, magnezyum sülfat gübresi dolomite oranla daha yüksek çözünme hızına sahiptir. Bu materyallerin piyasa fiyatlarının değişiklik göstermesiyle birlikte, tarım kireci adı altında çiftçiye sunulan dolomit materyali genel olarak magnezyum sülfata göre daha ucuzdur. Bu nedenle çiftçiler için, hem magnezyumu daha fazla içermesi sebebiyle daha az miktarda magnezyumu ekonomik bir şekilde verebilmeleri hem de özellikle asit topraklarda kireçleme ihtiyacının karşılanması açısından, magnezyum kaynağı olarak dolomitin avantajları söz konusudur.

Mısır bitkisi, gelişiminin olgunluk dönemlerine doğru bitki besin elementlerine daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Magnezyum kaynağı olarak kullanılan magnezyum sülfat ve dolomit materyallerinin bitki beslenmesi ve gelişimi üzerine etkilerinin tam olarak görülebilmesi, daha kapsamlı sonuçların elde edilerek kesin yargılara varılması için bu çalışmanın bir adım sonrasında tarla denemelerinin kurulmasında ve denemede kullanılacak bitkilerin gelişim evrelerinin tamamlanmasından sonra hasat edilmesinde fayda olacağı kanısına varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Abou El-Nour EAA, Shaaban MM (2012). Response of Wheat Plants to Magnesium Sulphate Fertilization. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*, 2: 56-63. <http://scialert.net/fulltext/?doi=ajpnft.2012.56.63&org=10> (Erişim tarihi, 26.11.2012).
- Adiloğlu A (1989). Trakya Bölgesi Asit Topraklarına Kireç İlavesinin Bazı Makro Besin Elementlerinin Elverişliliğine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Adiloğlu A (1992). Trakya Bölgesi Asit Topraklarının Kireç İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılabilecek Çeşitli Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Adiloğlu A, Eraslan F (2012). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Bitki Besleme, Ed. Karaman MR. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, 347-474.
- Akalan İ, Başkaya H (1973). Trakya'da yaygın kireçsiz kahverengi toprakların minareleri üzerinde bir araştırma. TÜBİTAK Tarım Ormancılık Araştırma Grubu Yayını No:23, Ankara.
- Aktaş M, Ateş M (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri ve Tanınmaları, Engin Yayın Evi, 247 s, Ankara.
- Altın M, Gökkuş A, Koç A (2005). Çayır Mera Islahı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim (1991). Kırklareli İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No: 39, Ankara.
- Anonim (2011a). Kırklareli Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü .
- Anonim (2011b). Kırklareli İlinin Uzun Yıllara Ait Meteorolojik Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Avukatoğlu G (2009). Saray ve Çerkezköy Yöresi Asit Topraklarında Yetiştirilen Mısır Bitkisine Uygulanan Farklı Dozlardaki Kirecin Potasyum Alımına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aydın A, Kant C, Ataoğlu N (2005). Erzurum ve Rize Yöresi Toprak Örneklerine Uygulanan Farklı Dozlardaki Bor ve Fosforun Mısır (*Zea Mays*)'ın Kuru Madde Miktarı ve Mineral İeriğine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 36(2), 125-129. <http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/zfd/article/view/4731/4551> (Erişim tarihi, 08.11.2012).
- Babaoğlu M (2005). Mısır ve Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne.

- Barber SA (1995). Soil Nutrient Bioavailability: A mechanistic approach, 2nd ed. John Wiley and Sons, NY.
- Barlog P, Frackowiak-Pawlak K (2008). Effect of Mineral Fertilization on Yield of Maize Cultivars Differing in Maturity Scale. Acta Sci. Pol., Agricultura 7(4) 2008, 5-17. <http://www.agricultura.acta.utp.edu.pl/uploads/pliki/000010200800007000040000500017.pdf> (Erişim tarihi, 22.11.2012).
- Bayiroğlu F, Altunçul V (1996). Supplemental Magnezyumun Kanatlılarda Yumurta Verim ve Kalitesine Etkisi. Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg. 7(1-2): 81-89, [http://vfdergi.yyu.edu.tr/archive/1996/7_1-2/1996_7_\(1-2\)_81-89.pdf](http://vfdergi.yyu.edu.tr/archive/1996/7_1-2/1996_7_(1-2)_81-89.pdf) (Erişim tarihi, 19.05.2012).
- Bellitürk K (2006). Buğdayda Azotlu Gübrelemenin Trakya Bölgesi Toprakları İçin Önemi. Renkli Tarım Dergisi, Çorlu-Tekirdağ, 2: 46-49.
- Bellitürk K, şinik E, Karakaş Ö (2012). Edirne İlindeki Asit Karakterli Toprakların Beslenme Durumlarının İncelenmesi. (Uluslararası Katılımlı) I. Ulusal Hümik Madde Kongresi, 6-9 Haziran, Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, Sakarya, 14 (1): 207-215.
- Bergmann W (1992). Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York.
- Beşiroğlu A (2007). Magnezyumun Sera Koşullarında Farklı Büyüme Ortamlarında Yetiştirilen Domatesin Gelişmesi, Magnezyumun Alımı ve Dağılımına Etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bouyoucos GJ (1962). Hydrometer method improved for making practical size analysis of soils. Agronomy Journal, 54: 464 – 465.
- Brohi AR, Karaman MR, Topbaş MT, Aktaş A, Savaşlı E (2000). Effect of Potassium and Magnesium Fertilization on Yield and Nutrient Content of Rice Crop Grown on Artificial Siltation Soil. Turk J Agric For 24 (2000) 429–435. <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-00-24-4/tar-24-4-1-97158.pdf> (Erişim tarihi, 24.11.2012).
- Cangir C, Sağlam MT, Bahtiyar M, Tok HH (1993). Toprak Bilimi. Anadolu Matbaa Tic. Koll. şti. İstanbul.
- Craighead M (2001). Magnesium Deficiency In Crops And Its Relevance To Arable Farming In New Zeland-A Review. Agronomy New Zeland 31:53-62, http://nutrientsolutions.co.nz/pdf/Magnesium_review_on_wheat.pdf (Erişim tarihi, 25.05.2012).
- Draycott AP, Allison MF (1998). Magnesium Fertilisers in Soil and Plants: Comparisons and Usage. The International Fertiliser Society-Proceeding. [http://fertiliser-society.org/society-proceedings/1995---1999-\(362---445\)/proceeding-412/c-23/c-107/p-611](http://fertiliser-society.org/society-proceedings/1995---1999-(362---445)/proceeding-412/c-23/c-107/p-611) (Erişim tarihi, 22.11.2012)

- Eyüpoğlu F (1999). Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No:220 Teknik Yayın No:T-67, 122 s, Ankara.
- Evcin A (2012). Genel Kimya I Ders Notları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. <http://www2.aku.edu.tr/~evcin/> (erişim tarihi, 28.11.2012).
- FAO (1990). Micronutrient, assesment at the country level: An International Study. FAO Soils Bulletin 63, Rome.
- FAO (2012). Food and Agriculture Organization of the United Nations, www.fao.org (erişim tarihi, 20.01.2012).
- Fajemilehin SOK, Babayemi OJ, Fagbuaro SS (2008). Effect of anhydrous magnesium sulphate fertilizer and cutting frequency on yield and chemical composition of *Panicum maximum*. African Journal of Biotechnology Vol. 7 (7), pp. 907-911. <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/58573/46916> (erişim tarihi, 26.11.2012).
- Gençtan, T, Emekliler Y, Çölkesen M, Başer İ (1995). Sıcak İklim Tahılları Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühnedisliği IV. Teknik Kongresi, Ankara.
- Görmüş I, Ergene N, (2004). Magnezyumun Klinik Önemi. Genel Tıp Dergisi 12(2):69-75, www.geneltip.com/ShowContentPdfPopUp.aspx?Lang=Tr&Id=14 (Erişim tarihi, 18.05.2012).
- Güçdemir İ (2006). Türkiye Gübre Ve Gübreleme Rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:231 Teknik Yayınlar No. T. 69, Ankara, 56-58.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2007). Bitki Besleme Ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın no:1551 Ders Kitabı:504, Ankara, 349-356.
- Güzel N, Gülüt K Y, Büyük G (2004). Toprak Verimliliği ve Gübreler Bitki Besin Elementlerine Giriş. Ç.Ü. Zir. Fak. Genel Yayın No:246 Ders Kitapları Yayın No:A-80, Adana, 323-329.
- Hannan JM (2011). Potassium-Magnesium Antagonism in High Magnesium Vineyard Soils. Iowa State Universty Graduate Theses and Dissertations. Paper 12096. <http://lib.dr.iastate.edu/etd/12096/> (Erişim tarihi, 31.08.2012).
- Hao X, Papadopoulos AP (2004). Effects of Calcium and Magnesium on Plant Growth, Biomass Partitioning, and Fruit Yield of Winter Greenhouse Tomato. Hort Science 39(3):512-515. <http://hortsci.ashspublications.org/content/39/3/512.full.pdf> (Erişim tarihi, 17.09.2012).
- Huang JW, Welch RM, Grunes DL (1990). Magnesium, nitrogen form, and root temperature effects on grass tetany potential of wheat forage. Agron. J. 82(3):581-587.

- Hongwei T, Chenglin D, Liuqiang Z (2000). Effect of Magnesium Fertilizer on Sustaining Upland Agricultural Development in Guangxi Province. Better Crops International Vol. 14, No. 2 [https://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/\\$webindex/172C9EB2CDE56E40852569A8006D1948/\\$file/CHINA2.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/bcropint.nsf/$webindex/172C9EB2CDE56E40852569A8006D1948/$file/CHINA2.pdf) (Erişim tarihi, 29.11.2012).
- Kant C, Barik K, Aydın A (2006). Asidik Topraklara Uygulanan Farklı Kireçleme Materyallerinin Bazı Toprak Özellikleri İle Mısır Bitkisi (*zea mays l.*)' nin Gelişimi ve Mineral İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Cilt 37, Sayı 2. <http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/zfd/article/view/4679> (Erişim tarihi, 14.09.2012).
- Korkmaz A, Saltalı K (2012). Bitki Besin Elementi Yarayışılığını Etkileyen Faktörler. Bitki Besleme. Ed. Karaman MR. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, 93-122.
- Karaman MR, Aksu A, Demirer T, Er F (1999). Effect of Potassium and Magnesium Fertilization On The Growth, Some Nutrient Status and K-Mg Uptake Efficiency Parameters Of Corn (*Zea Mays L.*) Grown On Siltation Soil. Journal of Agriculture 18(13):107-116.
- Karaman MR (2012). Bitki Besin Elementleri ve Bitkilerde Beslenme Fizyolojisi. Bitki Besleme. Ed. Karaman MR. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, 1-92.
- Kacar B, İnal A (2010). Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım Yayın No:1241 Fen Bilimleri:63, Ankara, 319-346.
- Kacar B, Katkat V (2010). Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım Yayın No:849 Fen Bilimleri:30 Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No:49, Ankara, 377-395.
- Kelling KA, Bundy LG, Combs SM, Peters JB (1999). Optimum Soil Test Levels for Wisconsin. University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension. <http://counties.uwex.edu/outagamie/files/2012/04/Optimum-soil-test-levels.pdf> (Erişim tarihi, 03.12.2012).
- Lindsay WL, Norwell WA (1969). Development of a Dtpa Micronutrient soil test Sci. Am. Proc. 35:600-602.
- Merhaut DJ (2007). Handbook of Plant Nutrition. Ed: Barker A V, Pilbeam D J. CRC Press Taylor&Francis Group, LLC, 145-181.
- Mengel K, Kirkby EA (2001). Principles of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer academic Publ., London.
- Marschner H (2008). Mineral Nutrition of Higher Plants. Digital Print. Academic Press., pp. 889.
- Mayland HF, Wilkinson SR (1989). Soil Factors Affecting Magnesium Availability in Plant-Animal Systems: A Review¹. J. Anim. Sci. 1989 67:3437-3444. <http://www.animal-science.org/content/67/12/3437.full.pdf> (Erişim tarihi, 22.08.2012).

- Mikkelsen R (2010). Soil and Fertilizer Magnesium. Better Crops Vol. 94 NO. 2. [http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/\\$webindex/9657B817A2FFCA5E85257723004A0967/\\$file/BC22010-Page-26-28.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/$webindex/9657B817A2FFCA5E85257723004A0967/$file/BC22010-Page-26-28.pdf) (Erişim tarihi, 15.05.2012).
- Olsen SR, Cole CV, Watanale FS, Dean LA (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No:939, Washington D.C.
- Osemwota IO, Omueti JAI, Ogboghodo AI (2007). Effect of Calcium/Magnesium Ratio in Soil on Magnesium Availability, Yield and Yield Components of Mazie. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 2849-2860
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103620701663081#tabModule>
(Erişim tarihi, 22.08.2012)
- Petrucci RH, Harward WS, Herring FG (2008). Genel Kimya. Palme Yayıncılık 1160 s, Ankara.
- Potarzycki J (2010). Yield Forming Effect of Combined Application of Magnesium, Sulphur and Zinc in Maize Fertilization. University of Poznan. http://www.inea_00fcr.user.icpnet.pl/JP_3.pdf (Erişim tarihi, 27.11.2012).
- Rehm G, Rosen C, Schmitt M (2002). Magnesium for Crop Production in Minnesota. <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/dc0725.html> (Erişim tarihi, 07.09.2012).
- Rehm G, Randall G, Lamb J, Eliason R (2006). Fertilizing Corn in Minnesota. Universty of Minnesota Extension Service <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/DC3790.pdf> (Erişim tarihi, 03.12.2012).
- Rhoads FM (1987). Relative Availability of Three Mg Sources to Corn and Soybean. North Florida Research and Education Center Research Report No. 87-8. <http://ufdc.ufl.edu//UF00066063/00001> (Erişim tarihi, 06.09.2012).
- Richards LA (1954). Diagnosis and improvementof Saline and Alkaline Soils. S. D. A. Handbook No:60. Washington.
- Sağlam MT (1997). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri (Genişletilmiş İkinci Baskı), Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5. Tekirdağ.
- Sağlam MT (2008). Toprak Kimyası. Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1, Tekirdağ.
- Sağlam MT (2012). Gübreler ve Gübreleme. Namık Kemal Üniversitesi Yayın No:14 Ders Kitabı No:6 Tekirdağ syf 219-220.
- Schulte EE (2004). Soil And Applied Magnesium. Understanding Plan Nutrients A2524, <http://www.soils.wisc.edu/extension/pubs/A2524.pdf> (Erişim tarihi, 15.05.2012).

- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez N K, Kaya H (2006). Toprakta Yapılan Bakır Uygulamalarının Toprak PH' sı ve Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19(1), 151-158. http://ziraatdergi.akdeniz.edu.tr/_dinamik/144/216.pdf (Erişim tarihi, 08.11.2012).
- Sperrazza JM, Spremulli LL (1983). Quantitation of cation binding to wheat germ ribosomes: influences on subunit association equilibria and ribosome activity. Nucleic Acids Res. 11:2665-2679.
- Szulc P, Waligora H, Skrzypczak W (2008). Better Effectiveness of Maize Fertilization With Nitrogen Through Additional Application of Magnesium And Sulphur. Nauka Przyroda Technologie 2, 3, #19. http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_2_19.pdf (Erişim tarihi, 26.11.2012).
- Şendemirci HS, Korkmaz A (2007). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarında Bitkiye Yararışlı Magnezyumun Belirlenmesinde Kullanılacak Kimyasal Yöntemlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2007,22(3):269-283.
- Taşova H, Akın A (2011). Trakya Bölgesi Topraklarının Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiri Kitabı, Ankara, 415-427.
- Tovep (1991). Türkiye toprakları verimlilik envanteri. T.C. Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Turan M, Horuz A (2012). Bitki Beslenmesinin Temel İlkeleri. Bitki Besleme. Ed. Karaman M R. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, 123-346.
- Uçgun K, Gezgin S (2008). Makro Bitki Besin Elementlerinin Hastalıklarla İlişkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi Bildiriler Kitabı, 696-705. Konya.
- U.S. Soil Survey Staff (1951). Soil survey manuel, agric. research administration. U.S. Dept. Agric., Handbook No:18, U.S.Govt. Print. Off. Washington D.C.
- Upadhyay RK, Patra DD (2011). Influence of Secondary Plant Nutrients (Ca and Mg) on Growth and Yield of Chamomile (*Matricaria recutita L.*). Asian Journal of Crop Science 3 (3): 151-157. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ajcs/2011/151-157.pdf> (Erişim tarihi, 10.12.2012).
- White RP, Munro DC (1981). Magnesium Availability and Plant Uptake From Different Magnesium Sources in a Greenhouse Experiment. Can J. Soil Sci. 61: 397-400 (May 1981). <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/cjss81-043> (Erişim tarihi, 15.10.2012).
- Wittwer SH, Bukovac MJ, Tukey HB (1963). Advances in foliar feeding of plant nutrients in fertilizer technology and usage. Amer. Soc. Of Agr. 429-453.
- Wunderlich F (1978). Die Kernmatrix: Dynamisches Protein-Gerüst in Zellkernen. Naturwiss. Rundsch. 31:282-288.

- Yakıt S, Tuna AL (2006). Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(1), 59-67. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*zea mays* l.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. <http://ziraatdergi.akdeniz.edu.tr/dinamik/144/206.pdf> (Erişim tarihi, 23.08.2012).
- Zatloukalova A, Losak T, Hlusek J, Pavlousek P, Sedlacek M, Filipcik R (2011). The Effect Of Soil And Foliar Applications Of Magnesium Fertilisers On Yields And Quality Of Vine (*Vitis Vinifera* L.) Grapes. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis Volume Lix Number 3. http://www.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=51329;download=77591 (Erişim tarihi, 15.10.2012)
- Zengin M, Özbahçe A (2011). Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. Atlas Akademi Yayın No:04 Konya 5-6 s.

EKLER

EK 1. Kırklareli ilinin uzun yıllara ait meteorolojik verileri (Anonim 2011b)

KIRKLARELİ	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçerisinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1970-2011)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	3.1	4.0	6.9	12.0	17.2	21.6	23.9	23.2	19.1	13.8	8.7	4.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6.7	8.2	11.8	17.5	23.1	27.8	30.5	30.2	25.9	19.4	13.0	8.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0.2	0.6	2.9	7.1	11.5	15.4	17.7	17.4	13.8	9.7	5.3	2.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.5	3.5	5.1	6.4	8.5	9.2	10.2	10.2	8.0	5.1	3.5	2.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.5	8.9	9.5	10.5	9.8	8.5	4.9	3.9	4.8	7.6	9.0	11.1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m²)	51.6	45.1	46.3	42.9	48.7	48.3	28.9	22.0	33.1	53.5	69.0	62.8
Uzun Yıllar İçerisinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1970-2011)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.3	21.0	25.7	29.4	34.6	39.8	42.5	40.4	37.0	37.4	25.6	21.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-15.8	-15.0	-11.8	-3.0	1.4	5.8	8.8	10.2	3.0	-3.4	-7.2	-11.1

EK 2. Bitkilere ait klorofil ölçüm değerleri

Toprak ve gübre miktarı	Bitki klorofil ölçüm değeri
Killi toprak - M ₀	35.28
Killi toprak - M ₁	32.64
Killi toprak - M ₂	35.20
Killi toprak - M ₃	38.27
Killi toprak - D ₀	37.08
Killi toprak - D ₁	36.80
Killi toprak - D ₂	33.93
Killi toprak - D ₃	36.91
Tınlı toprak - M ₀	39.04
Tınlı toprak - M ₁	40.20
Tınlı toprak - M ₂	42.06
Tınlı toprak - M ₃	40.90
Tınlı toprak - D ₀	39.33
Tınlı toprak - D ₁	38.04
Tınlı toprak - D ₂	39.23
Tınlı toprak - D ₃	40.08
Kumlu toprak - M ₀	24.14
Kumlu toprak - M ₁	23.02
Kumlu toprak - M ₂	24.61
Kumlu toprak - M ₃	25.95
Kumlu toprak - D ₀	25.09
Kumlu toprak - D ₁	24.74
Kumlu toprak - D ₂	23.50
Kumlu toprak - D ₃	25.13

**Değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.*

EK 3. Bitki ölçüm ve analizleri sonucunda elde edilen veriler

Toprak Tipi	Magnezyum Kaynağı	Bitki boyu	Bitki yaş ağırl.	N	P	K	Ca	Mg	
		cm	g	%	%	%	%	%	
Killi Toprak	Mg. Sülfat	M ₀	74	19	2.25	0.10	1.04	3.55	0.35
		M ₁	69	14	2.40	0.10	1.12	3.84	0.34
		M ₂	69	14	2.22	0.10	1.05	4.02	0.32
		M ₃	86	27	2.25	0.11	0.97	4.42	0.26
	Dolomit	D ₀	83	24	2.51	0.14	0.96	4.24	0.29
		D ₁	76	20	2.46	0.13	1.27	4.89	0.36
		D ₂	69	13	2.43	0.13	1.27	5.33	0.29
		D ₃	74	17	2.58	0.13	1.15	4.76	0.29
Tınlı Toprak	Mg. Sülfat	M ₀	84	31	2.27	0.18	0.60	3.75	0.35
		M ₁	87	31	2.56	0.21	0.71	4.55	0.38
		M ₂	84	29	2.37	0.21	0.66	4.29	0.39
		M ₃	93	36	1.93	0.22	0.65	4.44	0.40
	Dolomit	D ₀	85	32	2.57	0.23	0.68	4.16	0.41
		D ₁	74	33	2.31	0.22	0.69	3.65	0.44
		D ₂	84	26	2.63	0.25	0.65	3.39	0.42
		D ₃	94	31	2.19	0.21	0.63	3.46	0.37
Kumlu Toprak	Mg. Sülfat	M ₀	82	38	3.10	0.20	0.44	2.41	0.36
		M ₁	101	48	2.47	0.22	0.48	2.46	0.41
		M ₂	95	34	2.72	0.26	0.46	3.65	0.32
		M ₃	93	42	2.37	0.20	0.43	2.71	0.34
	Dolomit	D ₀	99	45	2.59	0.23	0.50	3.09	0.34
		D ₁	91	36	2.88	0.29	0.66	3.93	0.39
		D ₂	72	28	3.06	0.37	0.93	4.00	0.56
		D ₃	81	34	2.88	0.29	0.62	3.53	0.40

*Değerler üç tekrarin ortalamasıdır.

ÖZGEÇMİŞ

25.09.1985 tarihinde Kırklareli’nde doğdu. İlkokulu Kırklareli Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda okudu. Orta ve lise eğitimini Kırklareli Anadolu Lisesi’nde 1996-2003 yılları arasında tamamladı. 2004 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği bölümünü kazandı. 2008 yılında aynı üniversitenin Toprak bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Kırklareli İl Müdürlüğü’ne atandı. Aynı kurumda halen ziraat mühendisi olarak görev yapmaktadır. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.