

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ERZURUM OVASI İŞLENEN VE İŞLENMEYEN TARIM
TOPRAKLARINDA YETİŞTİRİLEN MISIR (*Zea mays L.*) BİTKİSİNİN
KURU MADDE MİKTARI VE MİNERAL İÇERİĞİNE ORGANİK
GÜBRELEMENİN ETKİSİ

Nuray BİLGİN

TOPRAK ANABİLİM DALI

ERZURUM
2009

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Nesrin YILDIZ danışmanlığında, Nuray BİLGİN tarafından hazırlanan bu çalışma 24 /04/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Toprak Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

İmza:

Üye : Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

İmza:

Üye : Doç. Dr. Nurcan KÖLELİ

İmza:

Üye : Doç. Dr. Atilla DURSUN

İmza:

Üye : Doç. Dr. Metin TURAN

İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ERZURUM OVASI İŞLENEN VE İŞLENMEYEN TARIM TOPRAKLARINDA YETİŞTİRİLEN MISIR (*Zea mays L.*) BİTKİSİNİN KURU MADDE MİKTARI VE MİNERAL İÇERİĞİNE ORGANİK GÜBRELEMENİN ETKİSİ

Nuray BİLGİN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nesrin YILDIZ

Bu çalışma organik gübre ilavesinin Erzurum Ovası işlenen ve işlenmeyen tarım topraklarında yetiştirilen mısır bitkisinin kuru madde verimi, besin elementi içeriği ve besin elementi alımı üzerine etkisini belirlemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür.

Sera şartlarında tam şansa bağlı deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada deneme materyali olarak mısır (*Zea mays.L.var* Karadeniz yıldızı) bitkisi, çiftlik gübresi ve biofarm isimli organik gübre kullanılmıştır. Sekiz hafta devam eden deneme sonucunda bitkiler hasat edildikten sonra; kuru madde miktarı, N (N içeriği ve N alımı), P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd ve Cr elementel içerikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, organik gübre uygulamalarına bağlı olarak, bitki gelişimi olumlu ekilenmiş, bitki kuru ağırlıkları, başta, azot içeriği ve azot alımı olmak üzere diğer makro ve mikroelement içerikleri önemli derecede (genel olarak $P<0,001$ düzeyinde) artış göstermiştir ancak mikroelement içeriklerindeki bu artışlar toksik düzeye ulaşmamıştır.

2009, 118 sayfa

Anahtar Kelimeler: Organik gübre, çiftlik gübresi, mısır, bitki mineral içeriği, kuru madde verimi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZER APPLICATION
ON DRY MATTER YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF CORN GROWN
ON CULTIVATED AND UNCULTIVATED SOILS IN ERZURUM PLAIN SOILS

Nuray BİLGİN

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Nesrin YILDIZ

This study was conducted for determining effect of organic fertilizers addition on the the corn plant dry matter yield, nutrient content and nutrient uptake grown on cutivated and uncultivated Erzurum plain soils.

As experimental material, corn (*Zea mays* L.Var. *Karadeniz Yildizi*) plants and two organic manure (Biofarm and farmyard manure) were used according to completely randomised design whith three replications under glasshouse condition. Plants were harvested 8 weeks after germination and dry matter yield, N, (N uptake) P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd, Cr content of the plants were determined.

The results showed that the application of organic manure significantly increased ($P<0,001$) plant growth, dry matter yield, plant nitrogen content and plant nitrogen uptake, and also altered plant macro and micro nutrients contens but these levels in micro nutrients were not toxic.

2009, 118 page

Keywords: farmyard manure, organic manure, corn, plant mineral content, dry matter yield

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmamda tez çalışmam süresince katkıda bulunan Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ'a, hocalarım Sayın Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a, Sayın Doç Dr. Metin TURAN'a, Sayın Doç Dr. Atilla DURSUN'a, Sayın Doç Dr. Nurcan KÖLELİ'ye, laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Sayın Laborant Cihan VURAL'a tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen tüm bölüm elemanlarına ve sevgili arkadaşım Sayın Arş. Gör Esra AKSU'ya, bütün hayatım boyunca olduğu gibi tez çalışmalarım sırasında manevi desteteğini esirgemeyen annem Azize BİLGİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nuray BİLGİN
Nisan, 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mineral Gübrelemenin Çevre Kalitesi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	6
1.2. Gübrelemenin Toprağa Etkisi.....	7
1.3. Gübrelemenin Su Kalitesi Üzerine Etkisi.....	12
1.3.1.Sularda nitrat konsantrasyonunun artması.....	13
1.3.2. Gübreler ve ötröfikasyon	14
1.4. Gübrelemenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi.....	16
1.5. Gübrelemenin Bitki Kalitesine Etkisi.....	18
1.6.Gübrelemenin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi.....	19
1.7. Organik Gübreleme.....	26
2. KAYNAK ÖZETLERİ	36
3. MATERYEL ve YÖNTEM	49
3.1.Materyal.....	49
3.1.1. Deneme bitkisi ve gübrenin genel özellikleri.....	49
3.1.2. Araştırma bölgesi hakkında genel bilgiler	50
3.1.2.a. Çalışma alanının yeri.....	50
3.1.2.b. Çalışma alanının iklimi.....	50
3.1.2.c. Çalışma alanının toprak özellikleri.....	51
3.1.3. Toprak Örneklerinin Alındığı Yerler.....	52
3.2. Yöntem	54
3.2.1 Toprak örneklerinin analize hazırlanması.....	54
3.2.2.Denemenin kurulması ve yürütülmesi.....	54
3.3. Toprak Analiz Yöntemleri	55
3.3.1.Mekanik analiz	55
3.3.2.Toprak reaksiyonu (pH) analizi	55
3.3.3.Kireç analizi (%CaCO ₃)	55
3.3.4.Organik madde analizi (%)	55
3.3.5.Katyon değişim kapasitesi analizi	56
3.3.6.Değişebilir katyonların analizi	56
3.3.7.Fosfor analizi	56
3.3.8.Bitki tarafından alınabilen mikro element analizi	56
3.3.9.Toplam azot analizi	57
3.3.10.Mineralize olabilen azot analizi.....	57
3.4 .Bitki ve Gübre Analiz Yöntemleri.....	58
3.4.1.Toplam azot analizi	58
3.4.2.Diğer makro ve mikro element (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) analizi.....	58
3.5. İstatistiksel Değerlendirmeler	58
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	59
4.1. Deneme Topraklarının ve Kullanılan Gübrelerin Özellikleri.....	59
4.2. Gübre Uygulamasının Bitki Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	63

4.3. Gübre Uygulamasının Bitki Azot içeriği ve Azot Alımı Üzerine Etkisi	66
4.4. İnkübasyon Denemesi Sonucu Toprakların Net Mineralizasyon Değerleri.....	72
4.5. Gübrelemenin Bitki Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi.....	78
4.6. Gübrelemenin Bitki Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi.....	81
4.7. Gübrelemenin Bitki Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi	84
4.8. Organik Gübrelemenin Bitki Magnezyum İçeriği Üzerine Etkisi	86
4.9. Organik Gübrelemenin Bitki Demir İçeriği Üzerine Etkisi.....	89
4.10. Organik Gübrelemenin Bitki Bakır İçeriği Üzerine Etkisi.....	92
4.11. Gübre Uygulamasının Bitki Çinko İçeriği Üzerine Etkisi.....	94
4.12. Gübre Uygulamasının Bitki Mangan İçeriği Üzerine Etkisi.....	97
4.13. Gübre Uygulamasının Bitki Kurşun İçeriği Üzerine Etkisi.....	99
4.14. Gübre Uygulamasının Bitki Kadminyum İçeriği Üzerine Etkisi.....	102
4.15. Gübre Uygulamasının Bitki Krom İçeriği Üzerine Etkisi.....	105
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	107
KAYNAKALAR	109

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Toprak örneklerinin alındığı yerler	52
Şekil 4.2.1.	Gübre uygulamasına bağlı olarak deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kuru ağırlık değerleri.....	65
Şekil 4.2.2.	Beş numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkileri	65
Şekil 4.2.3.	Oniki numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkileri.....	66
Şekil 4.3.1.	Gübre uygulamasına bağlı olarak deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot içerikleri.....	70
Şekil 4.3.2.	Gübre uygulamasına bağlı olarak deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot alım değerleri.....	71
Şekil 4.4.1.	İnkübasyon süresince biofarm gübresi uygulanmış toprakların amonyum azotu miktarları.....	74
Şekil 4.4.2.	İnkübasyon süresince çiftlik gübresi uygulanmış toprakların amonyum azotu miktarları.....	74
Şekil 4.4.3.	İnkübasyon süresince biofarm gübresi uygulanmış toprakların nitrat azotu miktarları.....	75
Şekil 4.4.4.	İnkübasyon süresince çiftlik gübresi uygulanmış toprakların nitrat azotu miktarları.....	75
Şekil 4.5.1.	Gübre uygulamasının mısır bitkisinin P içeriği üzerine etkisi.....	80
Şekil 4.5.2.	11 ve 8 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkileri.....	80
Şekil 4.6.1.	Gübre uygulamasının mısır bitkisinin K içeriği üzerine etkisi.....	83
Şekil 4.6.2.	Onbir numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkileri.....	83
Şekil 4.7.1.	Gübre uygulamasının bitki Ca içeriği üzerine etkisi.....	86
Şekil 4.7.2.	5 ve 13 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkileri.....	86
Şekil 4.8.1.	Gübre uygulamasının bitki Mg içeriği üzerine etkisi.....	88
Şekil 4.8.2.	6 ve 22 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkileri	89
Şekil 4.9.	Gübre uygulamasının bitki Fe içeriği üzerine etkisi.....	91
Şekil 4.10.	Gübre uygulamasının bitki Cu içeriği üzerine etkisi.....	94
Şekil 4.11.	Gübre uygulamasının bitki Zn içeriği üzerine etkisi.....	95
Şekil 4.12.	Gübre uygulamasının bitki Mn içeriği üzerine etkisi.....	99
Şekil 4.13.	Gübre uygulamasının bitki Pb içeriği üzerine etkisi.....	102
Şekil 4.14.	Gübre uygulamasının bitki Cd üzerine etkisi.....	103
Şekil 4.15.	Gübre uygulamasının bitki Cr içeriği üzerine etkisi.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Toprak örneklerinin alındığı yerler ve örneklerle ait bazı bilgiler...	53
Çizelge 4.1.	Deneme topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri.....	60
Çizelge 4.1.	Deneme topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri (devam).....	61
Çizelge 4.1.2	Denemede kullanılan gübrelere ait bazı analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.2.1	Gübre uygulamasının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.2.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kuru ağırlık değerlerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	64
Çizelge 4.3.1	Gübre uygulamasının bitki azot içeriği ve azot alımı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	67
Çizelge 4.3.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	69
Çizelge 4.3.3	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot alımlarına ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	71
Çizelge 4.4.1	İkübasyon denemesi sonucu toprakların mineral azot içerikleri ...	73
Çizelge 4.4.2	İnkübasyon denemesi sonucu topraklara ait net mineralizasyon değerleri.....	77
Çizelge 4.5.1	Gübre uygulamasının bitki fosfor içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	79
Çizelge 4.5.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin fosfor içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	79
Çizelge 4.6.1	Gübre uygulamasının bitki potasyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	82
Çizelge 4.6.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin potasyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	82
Çizelge 4.7.1	Gübre uygulamasının bitki kalsiyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	84
Çizelge 4.7.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kalsiyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	85
Çizelge 4.8.1	Gübre uygulamasının bitki magnezyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	87
Çizelge 4.8.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin magnezyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	88
Çizelge 4.9.1	Gübre uygulamasının bitki demir içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	90
Çizelge 4.9.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin demir içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu	

	karşılaştırma test sonuçları.....	91
Çizelge 4.10.1	Gübre uygulamasının bitki bakır içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	92
Çizelge 4.10.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin bakır içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	93
Çizelge 4.11.1	Gübre uygulamasının bitki çinko içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	94
Çizelge 4.11.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin çinko içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	96
Çizelge 4.12.1	Gübre uygulamasının bitki mangan içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	97
Çizelge 4.12.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin mangan içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	98
Çizelge 4.13.1	Gübre uygulamasının bitki kurşun içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	100
Çizelge 4.13.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kurşun içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	101
Çizelge 4.14.1	Gübre uygulamasının bitki kadmiyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	102
Çizelge 4.14.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kadmiyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	103
Çizelge 4.15.1	Gübre uygulamasının bitki krom içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	105
Çizelge 4.15.2	Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin krom içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	106

1.GİRİŞ

Hızlı nüfus artışıyla birlikte gıda maddelerinin artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayamayacağına ilişkin endişeler, 1960-70'li yıllarda tarımda yeşil devrim hareketini başlatmıştır. Bu kapsamda arazi başına alınan ürün miktarının artması amacıyla, sanayi ve teknik alandaki gelişmelerin de desteğiyle tarımsal üretimde sentetik ilaç ve gübre kullanımı başlamıştır (Güzel 2001).

Bu amaçla uygulanan kimyasal ilaç ve gübreleme sonucu istenen verim artışı sağlanmış, ancak uygulanan gübre ve kimyasal ilaçların zamanla özellikle de insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkileri görülmeye başlanmıştır. Ayrıca bu uygulamalarla toprağın fiziksel yapısının ve besin maddesi dengesinin bozulması, tuzlanma ve çoraklaşma gibi önemli çevre sorunları ile de karşı karşıya kalınmıştır (Aksoy 2001).

Konvensiyonel, entansif veya yoğun tarım olarak adlandırılan bu tarım yönteminde tek ürün üzerinde (monokültür) yoğunlaşmalar olmuş, farklı üretim yöntemleri denenmiştir. Ancak 1980'li yılların başında bu tür tarımsal uygulamaların zararlı sonuçları ortaya çıkmış, artan gübreye rağmen verim artışı düşmüş, doğal denge bozulmuş, erozyon artmış, doğal aromada zayıflamalar ortaya çıkmış, bitki zararlıları ve hastalıklarında artış yaşanmıştır (Güzel 2001).

Sonuç olarak, bu tarımsal üretim artışının (yeşil devrimin) dünyanın açlık sorununa bir çözüm getirmediği aksine doğal dengeyi bozarak daha ciddi problemlere ve kıtlıklara zemin hazırladığının, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin farkına varılmış ve konuyla ilgili araştırmalara başlanmıştır (Güzel 2001).

Bu koşullar karşısında gelir düzeyi yüksek ülkeler başta olmak üzere, birçok ülkede bilinçlenerek örgütlenen üretici ve tüketiciler, doğayı tahrip etmeyen yöntemlerle insanlarda toksik etki yapmayan tarımsal ürünleri üretmeyi ve tüketmeyi tercih etmeye

başlamıştır. Bu amaçla yeni bir üretim tarzı, konvansiyonel tarıma alternatif olarak ortaya konmuş ve değişik ülkelerde “Ekolojik”, “Organik” veya “Biyolojik Tarım” isimleriyle anılmıştır. Ekolojik tarım, Avrupa Birliği ve FAO tarafından alternatif üretim yöntemi olarak kabul edilmiş ve programlarına alınmıştır (Altındışli vd 2002).

Organik tarım, ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insan ve çevreye dost üretim sistemlerini içermekte olup, esas itibariyle sentetik kimyasal ilaçlar ve gübrelerin kullanımının yasaklanmasının yanında, organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini artırma, parazit ve predatörlerden yararlanmayı tavsiye eder. Bütün bu olanakların kapalı bir sistemde oluşturulmasını talep eder. Üretimde miktar artışı yanında ürünün kalitesinin de yükselmesini amaçlar. Organik tarımda farklı bitkisel ürünler için farklı üretim yöntemleri mevcuttur. Öncelikle, tarımsal üretimde, üretim ile ilişkili tüm faktörler ve olaylar bir bütün halinde dikkate alınmalı ve organik üretim yapan tarım işletmesinin kendi kendine yeterliliği sağlanmalıdır. Bunun için toprak, bitki, hayvan ve insan arasındaki doğal döngünün, doğal kökenli hammaddeler kullanılarak mümkün olduğunca işletmenin kendi içinde veya yakın çevresinden sağlanmasına dikkat edilmelidir (Altındışli vd 2002).

Tarımsal üretimle beraber ortaya çıkan ve yakın çevreden temin edilen tüm hammaddelerin ve diğer işletme giderlerinin çevreyi tehdit eden her türlü etkisi azaltılmalı veya bunlardan tamamen kaçınmaya çalışılmalıdır. Toprağın iyileştirilmesi ve içindeki organizmaların korunması, beslenmesi sağlanmalı, toprak sömürülmemeli, tersine doğal verimliliği artırılmalıdır. Bunu sağlamak için münavebe, organik gübreleme yapılmalı ayrıca uygun toprak işleme yöntemleri kullanılmalıdır. Örneğin çiftlik gübresi ve/veya organik atıklar kullanılarak aerobik ortamda hazırlanan kompost amaca uygun bir şekilde kullanılabilir. Bundan başka kaya unları, alg ürünleri, diğer ilave maddeler kullanılabilir ve yeşil gübreleme yapılabilir. Bu uygulamalarla toprağın biyolojik faaliyetleri teşvik edilerek bazı bitki besinleri dolaylı yoldan hareketli hale getirilmekte, böylece bitkinin sağlıklı ve dengeli büyümesine ortam sağlanmaktadır (Altındışli vd 2002).

Toprağın doğal verimliliğinin arttırılmasında önemli bir kaynak olarak kullanılan ahır gübreleri bitkilerin gelişimi için gerekli besin maddelerini sağlar. Aynı zamanda toprağın yapısını tarıma uygun hale getirir. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzenler. Ahır gübresinin toprağa verilmesi sonucu toprağın su tutma kapasitesi artar, geçirgenliği olumlu yönde etkilenir. Böylece ahır gübresi, suyun toprak yüzeyinden bağımsızca akmasına buharlaşmasına ve tarıma elverişli toprakları taşıyıp götürmesine engel olur. Gübreleme ile toprağın tarlada tutulması erozyon tehlikesine karşı tedbir olarak düşünülmelidir. Ahır gübrelerinin uygulandığı topraklar daha kolay tava gelir ve işlenmesi kolaylaşır. İnce yapılı kumlu toprakların parça bağlılığını gevşetir, hava boşluklarını artırır ve toprağa bitki gelişimi için uygun bir yapı kazandırır. Ahır gübrelerinin önemli özelliklerinden biri de zengin mikroorganizma kaynağı olmasıdır. Toprakla karıştırılan ahır gübresi, topraktaki mikroorganizma sayısını ve etkinliğini artırır, biyolojik değişimlerin hızlandırılmasını sağlar. Hayvanlar yedikleri yemlerdeki besin maddelerinin ancak %45'inden yararlanabilirler. Yemde bulunan bitki besin maddelerinin yarısından fazlası dışkı ile ahır gübresine geçer. Bu nedenle ahır gübreleri içerdikleri besin maddelerinden dolayı, bitki için de zengin bir besin kaynağıdır (Yıldız 2008).

Taze ve ölü değişik ayrışma derecelerine sahip olan hayvan ve bitki artık materyalleri, toprak florası (bitkiler) ve toprak faunası (hayvanlar) karışımıdır. Bu materyaller arasında özellikle ileri derecede ayrışmış olan organik maddeler (humus) toprak mineral partiküllerini (parçacık) birbirine bağlayarak toprağın iyi strüktürlü olmasını sağlar. Toprak organik maddesi, çeşitli organik asitleri, yağları ve diğer besin maddelerini içerir. Toprak, üzerinde ve içerisinde yaşayan canlıları barındıran ve kısmen bu faktörlerle dinamik kalan bir sistemdir. Toprak içerisinde toprak faunası (protozoalar, nematodlar, eklem bacaklılar, solucanlar, larvalar vb.) ile toprak florası (bakteriler, mantarlar, aktinomisedler, algler ve likenler) bulunmaktadır. Bunlar arasında, toprak faunası organik materyallerin bozulmasına ve ayrışmasına yardımcı olmaktadır. Gerçekte toprak sadece mineral partiküllerden oluşarak anlam kazanmaz. Esas toprak, canlı organizmalardan etkilenen, değişikliğe uğratılan ve kendinden bir şeyler katılarak oluşmuş topraklardır. Bitki ve hayvanlar bu sayede topraklara organik madde

katarak toprağın esas toprak olmasına yardımcı olurlar. Mantar ve bakteriler organik maddeyi suda çözünebilir biyokimyasal unsurlar olan humusa dönüştürürler, diğer makro organizmalar (örümcekler, solucanlar vs) bunları mineral kısma karıştırırlar. Yani organik aktivitenin söz konusu olduğu topraklar asıl topraklardır (Yıldız 2008).

Lewandowski and Zumwinkle (1999), verimli bir toprak denildiğinde toprakların organik madde ve biyolojik aktivitede yüksek düzeye, stabil agregatlara, bitki köklerinin kolaylıkla hareket edebildiği bir ortama, yüzeyde suyun kolaylıkla infiltre olabildiği bir toprak yapısına sahip olmasının akla geldiğini bildirmişlerdir.

Toprak organik maddesi kaynakları; bitki ve hayvan artıklarıdır. Bitki artıkları selüloz, hemiselüloz, lignin ve protein içerir. Ayrıca, küçük miktarlarda organik asitler, amino asitler, alkoller ve aldehydlerde çözünen ayrışma ürünleri olarak bulunur. Organik maddenin ileri derecede ayrılmış olan ve kolloidal büyüklüğe sahip olan çeşidine humus denir. Humus kil gibi kolloidal özellik taşıyan, suda dispers olduğunda negatif elektrik yüküne sahip, katyonları tutabilen, bitkiler için yararlı azot, fosfor, kükürt ve diğer besinleri sağlayan maddedir. Toprak organik maddesinin ayrışması ile oluşur (Yıldız 2008).

Günümüzde artık tarımsal araziler sınıra dayanmıştır. Dolayısıyla artan besin talebi ancak mevcut tarımsal alanlardan daha fazla ürün elde edilmesiyle karşılanabilmektedir. Yapılan araştırmalara göre elde edilecek ürün miktarına, tarımsal girdilerden gübrenin etkisi %58, sulamanın etkisi %20-25, tohumluk ve tarımsal mücadele ilaçlarının etkisi ise %17-22 'lik bir etkiye sahiptir (Aydeniz 1991).

2025 yılında dünya nüfusunun 8-10 milyar kişiye ulaşacağı sanılmaktadır. Söz konusu nüfus artışı, birim gelirdeki tahmini artışla birlikte besin ve diğer tarımsal ürünlere olan ihtiyacın yılda %3,1 oranında artmasına yol açacaktır. Oldukça gelişmiş tarımsal sistemlere sahip ülkelerdeki tecrübeler, son yüzyılda verimde kaydedilen %60 ve daha

fazla orandaki artışın kolayca sağlanabilen mineral gübre ve bir ölçüde de çiftlik gübresi kullanımından kaynaklandığını göstermiştir (Anonim 1992).

FAO istatistiklerine göre dünya gübre tüketimi son on yılda ortalama %6 oranında artmıştır. Bugünkü toplam tüketim ise 140 milyon tondur. Dünya gübre tüketimi genellikle artma eğilimindedir. Ancak bu artışta gelişmiş ülkelerin payı azalırken, gelişmekte olan ülkelerin payı doğal olarak artarak devam etmektedir. 1980 yılında dünya kimyasal gübre tüketiminin %67'si gelişmiş ülkeler tarafından, %33'ü ise gelişmekte olan ülkeler tarafından tüketilirken, bugün dünya toplam gübre tüketiminin %37'si gelişmiş ülkeler tarafından, %63'ü ise gelişmekte olan ülkeler tarafından tüketilmektedir. Azotlu gübre tüketiminin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında hemen hemen eşit bir dağılım göstermesine karşılık, gelişen ülkeler toplam dünya fosfor tüketiminin %38'ini, potasyumlu gübrenin ise %23'ünü kullanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler arasında Asya ülkeleri, toplam gübrenin %48'ini tüketmektedir (Yılmaz 2004). Ülkemiz gübre kullanımının ortalama 91 kg/ha olduğu bildirilmektedir (Anonymous 2002).

Ülkemizde 2004 istatistik verilerine göre 10 386.900 ton/yıl (6 563.300 ton Azotlu, 3 659.400 ton Fosforlu ve 164 200 ton Potaslı) kimyevi gübre, 5,67 kg/da kullanım dozu ile toplam 18 329 000 ha tarım alanında kullanılmıştır. Kullanılan gübrenin miktar ve dozu yıllara göre değişebilmektedir. Uzun yıllar ortalaması olarak gübre kullanım dozu 8-12 kg/da düzeyinde olup yöreler arasında farklılık göstermekte, Trakya'da ortalama doz bunun 2-3 katı düzeyine yükselmektedir. Bu miktar dozlar modern tarımda düşük seviyelerdir (Altın 2008).

Ülkemizde 1997, 1998, 1999, 2000 ve 2001 yıllarına ait uygulanan gübre miktarları sırasıyla 99, 119, 121, 114 ve 91 kg/ha ($N+P_2O_5+K_2O$) olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizdeki gübre kullanımı son yıllarda artış olmasına rağmen genel ortalamalara bakıldığında zaman Avrupa ülkelerinin gerisinde kalmaktadır (Anonymous 2002).

Tarımsal üretimde bitkilerin gelişebilmesi için gerekli olan besin elementlerinin değişik kimyasal formlarda toprağa uygulanan kimyasal gübrelerle karşılandığı bilinmektedir. Çevre kirliliğine yol açan gübreleri başlıca ticaret gübreleri ve işletme gübreleri olmak üzere iki kısma ayırabiliriz. Kimyasal gübreler ile toprağa en fazla uygulanan besin elementleri azot, fosfor ve potasyumdur. Bu üç element ve ayrıca kalsiyum, magnezyum ve kükürt gibi elementler bitkiler tarafından fazlaca kullanılan ve topraktan alınan besin elementleridir. Bunların dışında yine bitkilerin topraktan kaldırdıkları ancak nispeten daha az miktarlarda kullandıkları demir, mangan, bor, molibden, bakır, çinko, klor ve kobalt gibi elementler de vardır. Bu besin elementlerinin topraktaki bulunuş miktarları ve kimyasal bileşimleri toprağın oluşumunda etkili olan etmenlere ve toprak üzerinde yapılan tarımsal üretim sistemlerine bağlıdır. Bitki besin elementlerinin topraklarda yeterince ve bitkilere yararışlı durumlarda bulunmaması halinde bu besin elementleri bitkilerin ihtiyaçları kadar toprağa uygulanır. Toprağa uygulanan azot ve fosforlu kimyasal gübreler özellikle su kaynaklarının kirlenmesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Azot ve fosforlu kimyasal gübreler topraklarda fazla miktarlarda bulundukları zaman mikro besin elementleri için de çeşitli sorunlar yaratmaktadır (Topbaş vd 1998).

1.1. Mineral Gübrelemenin Çevre Kalitesi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Ateşin bulunmasından günümüze kadar yapılan her yeni keşif, teknolojiye her ilerleme insanoğlunun daha mutlu, daha rahat yaşamasını sağlamak amacıyla yönelik olarak yapılmış ve yapıla gelmektedir. Ancak tüm bu iyi niyete rağmen, mevcut kaynaklar sorumsuzca sömürülmekte ve doğal denge süratle bozulmaktadır. Bu bozulmadan sadece teknolojiyi sorumlu tutmak haksızlık olur. Bugün artık çevreyi kirleten etkenler arasında tarımın, daha doğru bir deyişle entansif tarımda kullanılan girdilerin de yer aldığı herkes tarafından bilinmektedir (Kayahan 2001).

Yoğun bir şekilde kimyasal gübre ve ilaçların kullanılması, verim artışını sağlamakla birlikte, üründe kalite kaybı, toprak yapısının zamanla bozulması, ürünlerde kalıntı etkisi oluşturmaları, çevre kirliliği ve toprakta doğal dengenin bozulması gibi sakıncaları da beraberinde getirmektedir (Kayahan 2001).

Tüm dünyada tarım yapılan alanlarda gün geçtikçe daha fazla gübre kullanılmaktadır. Gübrelerin içerisinde bulunan dolgu maddelerinin toprakta biriktiği ve bu birikimin toprakta deformasyonlara neden olduğu bilinmektedir (Yıldız 2008).

Gübre kullanımının çevre üzerine olan etkileri gübrelerin yoğun olarak kullanıldığı ve tüketimin gittikçe arttığı ülkelerde ortaya konmuştur. Bu ülkelerde elde edilen deneyim diğer birçok ülke için de örnek teşkil etmiştir. Aşırı ve dengesiz gübre kullanımının çevreye olan zararlı etkileri oldukça ciddi ve üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur. Gelecekte nüfusun ve dolayısıyla da gübre kullanımının daha da artacağı göz önünde bulundurularak konunun iyice düşünülmesi, planlı ve dengeli gübre kullanımı için vakit geçirmeden gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Anonim 1992).

Gübrelemenin çevre üzerine olan etkileri; toprak, su, hava ve bitki kalitesi üzerine olmaktadır (Olhan 2004).

1. 2. Gübrelemenin Toprağa Etkisi

Bitki gelişimini teşvik, daha bol ve kaliteli ürün elde etmek ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını en iyi durumda tutmak için toprağa verilen gübreler toprak kirlenmesine sebep olan etkenlerden birisidir. Gereğinden fazla ve yanlış kullanılan gübreler, çeşitli şekillerde olumsuz etkide bulunmaktadırlar (Sencar vd 1993).

Kirleticilerin toprakta meydana getirmiş olduğu zararlar üretim potansiyelinde düşüklük, kalite bozukluğu gibi etkilerle bitkisel ürünlerde ortaya çıkarken, bünyesinde toksik maddeleri biriktiren besin ve yemlerle beslenen insan ve hayvanlarda da bazı yan etkilere neden olmaktadır (Sencar vd 1993).

Gübrelemenin toprak üzerine etkileri dört başlık altında toplanabilir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994). Bunlar;

- a- Toprak reaksiyonu üzerine etkisi,
- b- Toprak strüktürü üzerine etkisi,
- c- Toprak canlıları üzerine etkisi,
- d- Toksik maddelerce olası zenginleşme.

Asit oluşturunca azotlu gübrelerin (amonyumlu gübreler gibi) sürekli olarak kullanılması toprak pH'sının düşmesine neden olur. Bundan dolayı oluşan asitliği nötralize etmek için yeterli düzeyde kireçleme yapılmaması durumunda tarla bitkilerinin verimleri azalır. Bazik gübrelerin kullanılması ile toprak pH'sında biraz artışa neden olunabilir. Bitkilerin gerçek ihtiyaçlarından daha fazla verilen gübreler toprak reaksiyonunu etkileyerek pH da ani yükselme ve düşmelere sebep olmaktadır. Bu durum bitkilerin fide devrelerinde zararlı olmakta, verim ve kalitede düşmelere yol açmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Gübreler toprak asitleşmesine yol açarak, toprakların niteliklerinin bozulmasında etkili olabilmektedir. Ülkemizde Rize ilindeki çay topraklarında yapılan araştırmalarda tek yönlü amonyum sülfat gübrenmesi toprakların asitliğinin daha da artmasına neden olmuş, çay topraklarının %85'inde pH kritik düzey kabul edilen 4'ün altına inmiştir. Ayrıca son yirmi beş yılda Nevşehir'de aşırı ve tek yönlü azotlu gübreleme sonucu patates yetiştirilen toprakların pH'sı 2 birime varan düzeyde düşmüş yani asitliği 100 kat artmıştır. Toprak asitliğinin düşük veya yüksek olması bitkilerin fosfor ve mikro elementlerden yararlanmalarını da etkilemektedir. Bitkilerin fosfordan en yüksek düzeyde yararlandığı pH aralığının 6,5-7 olduğu bildirilmektedir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Düşük tampon kapasiteli topraklarda toprak reaksiyonunun düşmesi ciddi sorunlara yol açabilir. Ancak bu etkinin ortaya çıkması için öncelikle toprakta besin maddesi

dinamiği ve toprak canlıları için olumsuz ortamın oluşması gerekmektedir. Gübreleme ile toprak reaksiyonundaki tedrici düşüşler özellikle nötr ve hafif alkalın topraklarda mikro besin elementlerinin yarayışlılıklarını artırdığı için yararlı da olabilir. Toprakta asitliği artırıcı gübrelerin sürekli kullanımı da toprak yapısını bozmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Aşırı miktarda verilen azotlu gübreler nötr, hafif asit ve asit reaksiyonlu toprakların asiditesini daha da artırıp Al ve Mn gibi elementlerin çözünürlüğünü artırarak bitkilere toksik etki yapmasına ve toprakta birikerek toprak kirliliği boyutlarının artırmasına neden olmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Bilimsel esaslara uygun olmayan aşırı gübreleme toprakta mevcut elementler dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Topraklara verilen fazla miktardaki azotlu ve fosforlu gübreler bitkinin ihtiyacından daha fazla potasyum almasına sebep olmaktadır. Neticede potasyumda lüks tüketim ortaya çıkmaktadır. Böylece gerçekte mevcut olmayan bir potasyum noksanlığı oluşmaktadır. Bu denge bozukluğu topraktan bitkiye intikal ederek bitkinin verim ve kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek için fazladan potaslı gübre uygulaması gündeme gelmektedir. Besin elementi olarak topraklarda fazla miktarlarda potasyumun bulunuşu, diğer bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınma dengesini bozma dışında olumsuz bir etkiye sahip değildir (Brohi *et al.* 1995).

Yine gereğinden fazla azotlu ve fosforlu gübre uygulaması topraktaki mikro besin elementleri dengesini bozmakta sonuçta bitkiler ihtiyaçlarından daha fazla mikro besin elementi alarak bu elementlerin noksanlığına neden olmaktadır. Asit reaksiyonlu topraklarda pH değerini düşürmek için uygulanan fazla miktarda kireç ve kireçli gübreler topraktaki dengeyi bozmakta fosfor, bor, demir ve çinko gibi elementlerin fiske edilmesini sağlamaktadır. Bu olay bir taraftan topraktaki dengeyi bozup, birikime sebep olurken, diğer taraftan da fiske edilen elementlerin noksanlığını gidermek üzere ilave gbrelemeyi gerektirmektedir. Ayrıca fazla miktarda verilen fosforlu gübreler toprakta

mevcut olan kalsiyum ile birlikte çinko ve demirin bitkiler tarafından alınmasını engelleyerek beslenme dengesini bozmaktadır (Brohi *et al.* 1995).

Toprak strüktürü için de aynı yönde bir görüş vardır. Toprağın strüktürü tarımsal açıdan en önemli toprak özelliğidir. Toprağın anatomisini teşkil etmektedir. Bilimsel esaslara uygun olmayan ve gereğinden fazla yapılan gübreleme strüktürün bozulmasına sebep olmaktadır. Tarıma uygun bir strüktür oluşumu flokülasyon, granülasyon ve agregasyon süreçlerinin bir sonucudur. Strüktürün bozulması bu süreçlerin bir nevi tersine çevrilmesi hadisesidir (Brohi *et al.* 1995).

Kalsiyum içerikli bazı gübreler toprak strüktürünü düzeltici etki yaparken, özellikle yüksek düzeyde sodyum içeren gübrelerin toprak strüktürü üzerine olumsuz etkileri olmaktadır. Yapılan araştırmalar ve çalışmalar göstermiştir ki, fazla miktarda verilen bir kısım gübreler özellikle tek değerli olanlar toprağı dispers etmektedir. Örneğin, NaNO_3 , NH_4NO_3 , KCl , K_2SO_4 , NH_4Cl gibi gübreler toprak strüktürünü bozmakta, böylece geniş çapta toprak kirliliği meydana gelmektedir. Strüktürü bozulan topraklardan kaliteli ve verimli ürün almak imkansızlaşmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Kimyasal gübrelerin toprak canlıları üzerine olan etkileri çok yönlüdür. Gübrelerin toprak canlıları üzerine yaptığı olumsuz etkiler zaman zaman önemli boyutlara ulaşmaktadır. Bu etki dolaylı olup toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerinin kötüleşmesinden kaynaklanmaktadır. Toprağın asitleşmesi ve strüktürünün bozulması toprak canlılarını etkilerken bunların yanında yanlış gübreleme sonucu oluşan tuz zararları da toprak canlılarını etkilemektedir. Yüksek düzeyde gübreleme yapılan tarım alanlarında toprak solucanları ve mikro organizma popülasyonu daha az gübrenilmiş alanlara göre azalmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Kimyasal gübreler fazla miktarda kullanıldıkları zaman mikroorganizmalardan solucanlara ve çeşitli toprak kurtlarına tahrip edici ve öldürücü etki yapmaktadır. Bu organizmalar ile direk temas eden gübre tozları özellikle de üre gibi amonyumlu

gübreler öldürücü etki yapmaktadır. Topraklara aşırı azotlu gübre verilmesi *Rhizobium sp.* gibi simbiyotik azot fiske eden mikroorganizmaların aktivitelerini olumsuz yönde etkilemekte ve bu durumda havanın serbest azotundan faydalanma yolu tıkanmaktadır. Buna ilave olarak verilen fazla azotlu gübreler nitrifikasyon bakterilerinin faaliyetlerini sınırlandırmaktadır. Böylece masrafsız olan ikinci azot kaynağı da zarar görmektedir. Ayrıca fazla miktarda verilen fosforlu gübrelerdeki kimyasal fosfat formları toprakta genel bir biyolojik bozulma meydana getirmektedir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Ancak, tüm bu olumsuzlukların yanı sıra gübrelemenin toprak canlılarının aktivasyonlarını artırdığına ilişkin karşı görüşler de bulunmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Tarımda kullanılan kimyasal gübrelerle önemli miktarlarda toksik elementler topraklara bırakılmaktadır. Bu elementler özellikle fosfatlı gübrelerden kaynaklanan Cd, Zn, Cr, Pb, Ni ve U'dur. Geleneksel gübreleme ile bu tür ağır metallerin konsantrasyonu istenmeyen ağır metal artışlarına neden olabilmektedir (Yıldız 2001).

Bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda Cd kirliliğinin büyük oranda fosfatlı gübrelerden kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Fosfatlı gübrelerde Pb düzeyinin 7-225 mg/kg, nitratlı gübrelerde 2-27 mg/kg arasında olduğı belirtilmiş, yine fosfatlı gübrelerdeki Cu düzeyinin 1-300 mg/kg civarında olduğı ve topraktaki kirlilik için fosfatlı gübrelerin diğ r etkenlere kaynak oluşturduğı belirtilmektedir (Anonim 2006).

Yapılan başka bir çalışmada 1000-4500 kg/ha düzeyinde 35-40 yıllık fosforlu gübrelemede yüzey topraklarda,  evre alanlara oranla Cd fazlalığı tespit edilerek bu Cd'un %80'inin kimyasal gübrelerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Anonim 2006).

Kimyasal gübrelerin toprak üzerindeki olumsuz etkileri hemen fark edilmemektedir. Çünkü toprak; bileşenleri ve biyolojik sistemi ile kuvvetli bir tamponlama gücüne sahiptir. Kimyasal gübrelerin toprağın bazı özellikleri üzerine olan etkisi 5-10 yıl gibi

kısa süreli bir gübre kullanımı döneminde de oluşmamaktadır. Çok daha uzun bir dönemde ve tek yanlı ve her yıl aynı formda gübre kullanımından ileri gelmektedir. Bu nedenle kimyasalların topraklarda oluşturduğu etkiler, ne yazık ki çoğu zaman şiddetli olumsuz etki olarak nitelendirilmemekte (Çolaklıoğlu 1995) ve gübrelemenin toprak kirlenmesi üzerindeki etkisi önemsiz sayılabilmektedir (Zabunoğlu ve Önertay 1991).

1.3. Gübrelemenin Su Kalitesi Üzerine Etkisi

Su, çok yönlü kullanımı ile önemli bir çevre faktörüdür. Gübrelemenin içme suları ve yüzey suları (dere, göl ve nehir) üzerine olası olumsuz etkileri iyi değerlendirilmelidir. Gübrelemenin yüzey suları ve içme suları üzerine olumsuz etkileri en çok azotlu ve kısmen de fosforlu gübrelerin dengesiz bir şekilde kullanımından kaynaklanmaktadır (Haktanır ve Arcak 1998).

Sularda azot zenginleşmesine, aşırı dozda azotlu gübrelemenin etkisini araştırmak amacı ile Almanya’da doğal koşullarda yürütülen bir araştırmada belirli bir gübre dozu hem ekili hem de ekilmeyen parsellere verilmiş ve daha sonra sızma sularında nitrat miktarları ölçülmüştür. İncelemelere göre, ekili parselde vejetasyonun henüz bulunmadığı veya zayıf olduğu kış ve ilkbahar aylarında sızma suyu olmakta, ekili olmayan parselde ise sızma suyu sürekli bulunmaktadır. Bu bulgulara göre bitki örtüsü olan topraktan oluşabilecek azotun kaybını transpirasyon azaltmaktadır. Ekili parsellerde 18 aylık periyotta azot kaybı en yüksek N uygulamasında 18 kg/ha olmasına karşılık işlenmemiş parsellerde 220 kg/ha’a kadar yükselmiş, gübre verilmemiş parsellerde ise sızma sularında saptanan azot miktarı hektarda 126 kg düzeyinde olmuştur (Haktanır ve Arcak 1998).

İçme ve sulama suyunda söz konusu elementlerin belli düzeylere kadar bulunması doğal bir süreçtir. Ancak bu elementlerin canlı sağlığı için tolere edilebilir derişimleri vardır. Bu derişim değerleri aşıldığında toksik etkileri, vejetatif organizmalarda morfolojik olduğu kadar fizyolojik bozulmalara da neden olmaktadır. Bu metaller biyolojik süreç

içerisinde kök, tomurcuk ve yaprak gibi çeşitli bitki kısımlarına transfer edilerek besin zincirine geçmektedir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

1.3.1. Sularda nitrat konsantrasyonunun artması

Azotlu gübreler içerisinde azotun kimyasal formuna göre amonyaklı gübreler, nitratlı gübreler, amonyak ve nitratı birlikte ihtiva eden gübreler ve amidli gübreler olmak üzere dört grupta toplanmaktadır. Bugün için ülkemizde en yaygın olarak kullanılan azotlu gübreler; amonyum sülfat, kireçli amonyum nitrat ve üredir. Gerek ticari gübrelerle gerekse organik azot bileşiklerinin mineralizasyonu sonucu ortaya çıkan NH_4 azotunun önemli bir kısmı bitkiler tarafından alınmaktadır. Geri kalan kısım mikroorganizmalar tarafından kendi vücut proteinlerini oluşturabilmek için bağlanmakta, toprak kolloidlerince adsorbe edilmekte ve nitrifikasyona uğrayarak NO_3 'a dönüştürülmektedir. Oluşan NO_3 azotu toprakta stabil olmayıp oldukça hareketli bir iyondur. Bu özelliği nedeniyle bitkilerce alınmayan veya mikroorganizmalar tarafından bağlanmayan bir kısım NO_3 azotu ya denitrifikasyonla kayba uğramakta ya da kolaylıkla yıkanarak daha alt katmanlardaki taban suyuna sızmakta veya yüzey akışlarla akarsu, göl ve denizlere taşınmaktadır (Zabunoğlu ve Öneray 1985).

Gübreleme sonucunda yıkanma yoluyla yeraltı ve yüzey sularına karışan azot miktarı, tarım arazisine düşen yağış miktarına, sulama yapılmasına ve tarım arazisinin bitki örtüsü ile kaplı olup olmamasına bağlı olarak değişmektedir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

Sudaki amonyum, nitrit ve nitrat iyonları balıklar ve suda yaşayan omurgasız hayvanlar için kuvvetli zehir etkisi yapmaktadır. Su ürünleri yasasının akarsu ve denizlerde kabul ettiği amonyum iyon miktarı 0,02 mg/l, nitrit iyon miktarı 10 mg/l, nitrat iyon miktarı ise 4.2 mg/l'dir. İçme suları ve doğal su kaynaklarında yüksek konsantrasyonlarda bulunan nitrat, besi hayvanlarında vitamin A noksanlığına, üreme güçlüklerine ve süt veriminin azalmasına yol açmaktadır (Zabunoğlu ve Öneray 1991).

Nitratlı gübrelerin tarımda gün geçtikçe artan oranlarda kullanılması nedeniyle, özellikle içme sularına kullanılan nitratın bir bölümünün karışabileceği endişesi vardır. İçme sularında kabul edilebilir nitrat konsantrasyonu Dünya Sağlık Örgütünc 5-10 ppm, Avrupa Topluluğunca maksimum 50 ppm, ABD Halk Sağlığı Servisince maksimum 45 ppm olarak tespit edilmiştir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

İçme suları 20 ppm'den daha yüksek düzeyde nitrat azotu içermemelidir. Bu sınır değeri, yoğun gübrelemenin yapıldığı yerlere yakın su kaynaklarında ve yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip hafif yapılı topraklarda oluşan yüksek azot kayıpları ile aşılmaktadır. Bu nedenle pek çok Avrupa ülkesinde yeraltı suları koruma bölgelerinde azotlu gübreleme kısıtlanmaktadır. Burada belirtilmesi gereken konu, azot yıkanmasının, kullanılan gübre miktarı ile direkt ilişkili olmadığıdır. En yüksek düzeyde azot kayıpları uygun olmayan gübre kullanımından kaynaklanmakta olup, bu kayıplar da aşağıda belirtilen önlemlerle azaltılabilir;

- 1- Gereksiz gübre kullanımından kaçınmak için, hedeflenen azotlu gübre miktarı toprak analizleri sonucunda belirlenmelidir,
- 2- Daha az kolay çözülebilir veya en azından toprakta daha az hareketli gübreler kullanılmalıdır,
- 3- Eğimli arazilerde donmuş toprak yüzeyinden yıkanma ile ortaya çıkacak gübre kayıpları önlenmelidir,
- 4- Toprak canlılarının gelişimini teşvik etmek suretiyle azot depolama kapasiteleri artırılmalıdır,
- 5- Toprakların su tutma kapasitelerinin artırılarak, gereksiz su kayıpları önlenmelidir (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

1.3.2. Gübreler ve ötrofikasyon

Ovens and Wood tarafından ötrofikasyon, insan faaliyetleri tarafından hızlandırılmış doğal bir olay olarak değerlendirilmektedir. Bu tür faaliyetlere örnek olarak da yerleşim

ve endüstriyel atık suları, yoğun gübreleme yapılan tarımsal alanlardan besin maddesi yıkanması, sulama suları ve yüzey akışları belirtilmektedir (Haktanır 1983).

Ötrofikasyon, atıklarla gelen aşırı besin maddelerinin vejetasyonu uyarmasıyla, göllerde çözünmüş oksijen yokluğu sonucunda ölüme kadar gidebilen yaşlanma süreci olarak tanımlanmaktadır. Göl ve akarsularda bitki, hayvan ve mikroorganizma gelişmesinin artması engellenmeksizin devam ederse suyun oksijen içeriği giderek azalmakta ve bu koşullarda organik madde tümüyle su ve karbondioksit'e ayrışamamakta ve indirgenmiş biçimde kalarak birikmektedir. Organik maddelerin bu birikimi yanında metan, etilen, hidrojen sülfür, bütirik asit ve başka küçük moleküler yapıları maddeler gibi havasız koşullarda yaşayan mikroorganizmaların son ürünleri de üretilmektedir. Bu maddeler havalı koşullarda yaşayan mikroorganizmalara büyük ölçüde zehir etkisi yapmaktadır. Biyolojik dengedeki böylesi bozulmaya, gür alg ve yosun büyümesi yol açabilmektedir (DPT 1996).

Yüksek düzeydeki fosforun akarsu, göl ve denizlerde ötrofikasyona yol açtığı bilinmektedir (Anonim 1990). Yüzey sularına fosfor akımının artması bu sularda alg gelişimini tetiklemekte ve ölen alg birikimlerinin parçalanması için kullanılan oksijen miktarı artmaktadır. Sonuçta oksijen yetersizliğinden sularda canlı yaşamı sona erebilmektedir (ECE 1993). Ancak ticaret gübreleri ile toprağa katılan fosfat iyonlarının önemli bir kısmı bitkiler tarafından alınmakta, alınmayan kısım ise toprak kolloidleri tarafından sıkı bir şekilde adsorbe edilmekte veya ortam pH'sına bağlı olarak Ca, Fe veya Al ve Mn ile güç çözünür bileşikler oluşturmaktadır. Dolayısıyla fosfatlar nitrat iyonları gibi yıkanarak toprağın alt katmanlarına sızmazlar. Özellikle kil kapsamı yüksek olan ülkemiz topraklarında, toprağa uygulanan fosforun önemli bir kısmı toprakta fiks olmakta ve toprağın alt kesimlerine yıkanmamaktadır. Almanya'da yapılan bir çalışmada, toprağa gübre ile katılan 930.000 ton fosforun ancak % 1'lik kısmının akarsulara ulaştığı ve bu miktar fosforlu gübrelerin diğer tüm kirletici kaynaklar arasında en son sırada olduğu tespit edilmiştir.

Ötrofikasyonun yanısıra toprak erozyonu sonucunda baraj ve göletlere ulaşan aşırı düzeydeki fosfat, kompleksler halinde çökelerek bu yapılara zarar verebilmektedir. Fazla miktarda uygulanan fosforlu gübreler ayrıca bitki gelişimine de olumsuz etkide bulunmaktadır (Anonim 1990).

Mikrobesin elementlerinin toprakta fazla bulunmasından dolayı ortaya çıkan problem, nitrojen ve fosforun fazla bulunmasından daha önemlidir. Bu elementlerin çok az miktardaki fazlalığı bile bitkilere zararlı olmaktadır (Sencar vd 1993).

1.4. Gübrelemenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi

Gübreleme sadece organik madde oluşumunu ve dolayısıyla ürün miktarını artırmayıp aynı zamanda fotosentezle serbestlenen oksijen ile atmosferdeki oksijen miktarını da artırmaktadır. Bu yolla, tahıl üretimi ile yılda bir hektarlık alanda üretilen oksijen miktarı 12 tona kadar çıkmaktadır. Buna karşılık bitkisel üretim sırasında karbondioksitin de kullanılmasıyla bir denge sağlanmaktadır. Fotosentezde açığa çıkan oksijen düzeyi ile toplam ürün miktarı tam bir uyum içinde gerçekleşmektedir. Yani, oluşan tarımsal ürün miktarı ne kadar yüksek ise fotosentez sonucu serbestlenen oksijen miktarı da o kadar yüksek olmaktadır. Tarımsal alanlarda bu şekilde oksijen üretimi ormanlara veya ekilmeyen arazilere oranla daha yüksektir. Burada bitkilerin karbondioksit alımına bağlı olarak havanın zehiri de azaltılmaktadır (Çolaklıoğlu 1995).

Gübrelemenin atmosfer havasını iyileştirici etkisine karşın bazı gübrelerde havayı olumsuz etkileyen çok düşük miktarlarda madde çıkışı olabilmektedir. Ayrıca, azotlu gübrelerden zaman zaman serbest hale geçen amonyak veya azot oksitler atmosfere karışabilmektedir (Çolaklıoğlu 1995).

Gübre azotunun amonyağa (NH_3) dönüşmesi de atmosferik kirliliğe yol açmaktadır (Swaminathan 1994). Gübre azotunun NH_3 gazı şeklinde buharlaşarak atmosfere karışması olayına “amonyak buharlaşması” adı verilmektedir. NH_3 buharlaşması ile azot

kaybı pH, sıcaklık, rüzgar durumu, uygulanan gübrenin cins ve miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Anonim 1992).

Denitrifikasyon olayı elverişli oksijen düzeyinin düşük olduğu ve kolayca ayrışabilen organik madde miktarının fazla olduğu koşullarda ortaya çıkmaktadır. Topraktaki nem düzeyi de toprak havalanmasını etkilemek suretiyle bu olayda etkili bir faktördür. Toprak nem düzeyinin artması ile birlikte havalanma azalmakta ve anerobik koşullar hakim olmaktadır. Sonuç olarak NO_3 'daki oksijen mikrobiyal solunumda kullanılmakta ve böylece denitrifikasyon olayı ortaya çıkmaktadır (Zabunoğlu ve Öneray 1985).

Toprakta azotun denitrifikasyonunda moleküler azot yanında azot monoksit, azot dioksit ve diazot monoksit gibi azot oksitlerde oluşmaktadır. Bunlardan azot monoksit ve azot dioksit yağışlarla seyreltik asitler olarak toprağa veya suya geri dönmektedir. Bu dönüşün etkisiyle toprakta düşük ek bir asitleşme oluşabilmektedir. Bununla birlikte oransal olarak inaktif diazot monoksit miktarı artmakta ve atmosferin üst katmanlarına kadar ulaşmakta ve ozon tabakasının parçalanmasını diazot monoksit teşvik etmektedir (Anaç ve Okur 1996).

Azot oksitler, klorofloro karbonlara benzer şekilde ozon tabakasına zarar vermektedir. Ozon tabakası, ultraviyole ışınları (UV) ve diğer zararlı radyasyon dalgalarına karşı koruyucu bir kalkan görevi yapan ve bunların yer yüzüne ulaşmasını engelleyen önemli bir atmosferik tabakadır (Anonim 1985).

Ozon tabakasındaki dengenin parçalanma yönünde ağırlık kazanması UV ışınlarını artırmak suretiyle insan sağlığı için tehlikeli olan deri hastalıklarına neden olmaktadır. Bu sorunun gübreleme ile ilişkisini, artan azotlu gübre kullanımı ile artan miktarlarda atmosfere geçen diazot monoksit oluşturmaktadır (Hatipoğlu ve Alpaslan 1994).

1.5. Gübrelemenin Bitki Kalitesi Üzerine Etkisi

Bitki besin elementlerinin topraklarda normal düzeylerde bulunması bitki gelişimi ve ürün verimini sağlarken fazla miktarlarda bulunmaları bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler veya dengesiz büyümeye neden olur. Ayrıca bitkiler tarafından aşırı miktarlarda alınan besin elementleri, gıda ihtiyaçlarını bu bitkilerden sağlayan hayvanlar için de olumsuz etki gösterir (Kılınç ve Çolakoğlu 1991).

Bitkisel ürünlerin kalite özelliği bitkinin beslenmesi ile yakından ilgilidir. Mineral gübreler, bitkilerin besin elementleri ihtiyacını dengeli ve yeterli düzeyde karşılayacak şekilde kullanıldıkları taktirde, ürün kalitesine herhangi bir olumsuz etkide bulunmazlar. Ancak mineral gübreler aşırı, dengesiz ve bitkinin besin elementi isteğine uygun olmayacak şekilde verildiğinde, bazı kalite bozukluklarına yol açabilirler (Kılınç ve Çolakoğlu 1991).

Birim alandan daha fazla ürün alabilmek için yapılan aşırı gübreleme sonucunda, bitkilerde ürün artışı görülmekle birlikte bu uygulama bir çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Aşırı azotlu gübre kullanımının küçük dane oluşumu ve şeker pancarında düşük şeker içeriğine yol açması, aşırı fosfatlı gübrelerin ve kireçlemenin çinko alımını engellemesi, tohumlara uygulanan yüksek düzeyde çözünebilir gübre tuzlarının çimlenme ve fide çıkışına olan zararlı etkisi, kireçleme de yapılmadığı taktirde aşırı azotlu gübrelemenin toprağı asitleştirici etkisi ve böylece alüminyum ve manganın toksik etkisi ve aşırı azotlu gübreleme ile zararlılara karşı bitkinin daha geniş bir vejetatif ortam oluşturması, meyvelerin susuz olması, asit miktarının fazla dolayısıyla ekşi olması, özel aroma maddelerinin miktarındaki azalma ve oranlarındaki değişimler nedeniyle alışılmış tat ve kokularını kaybetmeleri, renklerin istenilen özellikte olmaması, aşırı gübre kullanımının yol açtığı zararlanmalara başlıca örneklerdir (Kılınç ve Çolakoğlu 1991).

Ayrıca aşırı azotlu gübreleme sonucu bitki dokularında önemli oranda nitrat ve nitrit birikimi görülmektedir. Bu azot formlarının bitkide birikimi, bu bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda önemli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Özellikle örtü altı tarımsal üretim yapılan koşullarda entansif tarım yapıldığından, toprağa doğal koşullara göre daha fazla gübre verilmekte ve bu birikimle daha sık karşılaşılmaktadır (DPT 1996).

Mineral gübre kullanımının artması sonucu ürün kalitesi düşmekte, toprak zayıflamakta, zayıf toprakta yetişen kültür bitkilerinin hastalık ve zararlılara direnci azalmakta, bu da gittikçe artan miktarlarda zirai mücadele ilacı kullanılmasına neden olmaktadır. Artan mineral gübre kullanımı ile üretilen bitkilerin dayanıklılıkları, tatları, kaliteleri bozulmakta, toprak ve çevre sorunları ortaya çıkmakta ve daha fazla gübre-daha fazla ilaç kısır döngüsüne girilmektedir (DPT 1996).

1.6. Gübrelemenin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Kimyasal gübrelerin, sağlığımız üzerine olumsuz etkileri yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Nitekim, aşırı kimyasal azotlu gübreleme, bitki bünyesinde insan sağlığına zararlı olan nitrat birikimini artırmaktadır. Oysa, organik kökenli gübreler, bitkilerdeki nitrat içeriğini kontrol (hiç gübre yapılmamış) bitkilere göre fazla değiştirmemiştir (Şensoy vd 1996; Demir vd 1996).

Gıdalarla birlikte alınan mineral maddeler vücutta değişik fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlarda önemli rol almaktadır. Eksikliklerinde yada yüksek oranda vücuda alınmalarında olumsuzluklara neden olurlar (Saldamlı ve Sağlam 1998).

Ekolojik olmayan gıda ürünleri insanlarda, mide, kalın bağırsak ve pankreas kanseri, lösemi, sperm sayısında düşüklük ve cinsel hastalıklar, erken doğum ve doğuştan gelen bozukluklar, emzirme süresinin kısalması, saç dökülmesi ve deri sorunları, mutasyon

(genlerde değişiklikler), astım, alerji ve göz rahatsızlıklarına neden olabilmektedir (Saldamlı ve Sağlam 1998).

Toprağa mineral gübrelerle verilen N, önce nitrata, sonra nitrite dönüşmekte, sonuçta nitrosamin problemine yani kanserojen etkiye neden olmaktadır. Bunun dışında, topraktaki N bağlayıcı bakterileri öldürmesi, meyvelerde şekil bozuklukları oluşturmaları, kalıtsal özelliklere zarar vermesi, sinir sisteminde bozukluklar, beyin fonksiyonlarının azalması ve hafıza kaybı, immün sisteminin ve troit bezinin zayıflamasına etkileri de bilinmektedir (Saldamlı ve Sağlam 1998).

Aşırı düzeydeki azotlu gübreleme sonucu özellikle marul ve ıspanak gibi yaprağı yenen sebzelerde ve çayır mera bitkilerinde nitrat birikimi yüksek dozlarda oluşmaktadır. Bitki bünyesinde zaten var olan nitratin, çok yüksek dozlarda uygulanan azotlu gübreleme sonucu insan ve hayvan sağlığını tehdit edecek düzeylere ulaştığı ileri sürülmekte ve insanlarda her bir kg vücut ağırlığı için 15-70 mg nitrat azotu sınır kabul edilmektedir (Zabunoğlu ve Önertay 1991).

Gerçekte insan sağlığı için tehdit unsuru olan nitrat değil, bu iyonun hasattan sonraki dönemde bakteriyel ve enzimatif faaliyetler ile indirgenmesi sonucu oluşan nitrittir. Nitritlerin zehir etkisi oluşturdıkları nitrosaminlerden ileri gelmektedir. Nitrit, vücutta hemoglobin ile birleşmek suretiyle methemoglobin oluşumuna yol açmakta, oluşan bu bileşik ise kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltmaktadır. Bu durum görsel olarak bebekler üzerinde oldukça belirgin olmaktadır (mavi bebek hastalığı). Özellikle süt çocuklarında hemoglobinin %50'si methemoglobine dönüştüğünde hayati tehlike meydana gelmektedir. Bu nedenle, süt çocuklarının mide ve barsak hastalıklarında 10 mg/l'ten az nitrat içeren suların kullanılması önerilmektedir (Zabunoğlu ve Önertay 1991). Araştırmacılar, yüksek düzeyde nitrat alımının yetişkinlerde dahi olumsuz etkiye yol açtığını, oluşan nitritin bir bölümünün nitrosaminlere çevrildiğini, bunun ise insan sağlığı açısından bazı olumsuz etkilere (örneğin kanserojen) yol açtığını bildirmişlerdir (Rudell *et al.* 1976; Zaldivar 1976; Maynard 1978). Nitratin toksik karakteri üzerinde çalışan araştırmacılar Zaldivar (1976), birim alanda kullanılan azot miktarları ile, mide

kanserinin neden olduğu ölüm vakaları arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirtmiştir (Zabunoğlu ve Öneray 1991).

Brohi ve Karaman (1994), hıyar bitkisi ile yaptıkları bir çalışmada 0, 8, 16, 32, 64 kg N/da dozlarında amonyum ve nitrat formlarında azotlu gübre uygulamışlar ve sonuç olarak artan azot dozuna bağılı olarak bitkilerde nitrat kapsamının da arttığını, söz konusu artışın özellikle nitrat formunda azot uygulanması durumunda daha yüksek düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir

Nitratin bitki bünyesindeki dönüşümünün yanı sıra insan ve hayvanların sindirim sisteminde de indirgenme olmaktadır. Geviş getiren hayvanlar tarafından tüketilen yeşil yemlerdeki nitrat, ön midedeki mikroorganizmaların etkisi ile önce nitrite ve daha sonra amonyağa kadar parçalanmaktadır. Burada özellikle nitratin nitrite çevrildiğı safhada parçalanma olayları durduğunda ve ortamda nitrit birikimi söz konusu olduğunda problem ortaya çıkmaktadır. Bu durumda ortamda biriken nitrit kana geçmekte ve kanda hemoglobinin yapısında bulunan iki değerli demiri üç değerlikli demire çevirmek suretiyle methemoglobin oluşumuna yol açmaktadır. Kanda methemoglobin düzeyi %50 'nin üzerine çıktığında zehirlenme belirtileri, karaciğer metabolizmasında bozukluklar, canlı ağırlık ve süt veriminde gerileme ve döl veriminde azalma ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla geviş getiren hayvanlar, bu özellikleri nedeniyle diğer hayvanlara göre nitrattan daha fazla zarar görmektedir (Zabunoğlu ve Karaçal 1980)

Nitrata göre daha toksik olan nitrit, vücut ağırlığının her kg'ı için 20 mg düzeyine ulaştığında bünyede zehir etkisi yapmaktadır. Çeşitli gıdalarla vücuda alınan nitrat, ağız ve midede herhangi bir parçalanmaya maruz kalmadığı takdirde ince barsağı kadar gelmekte ve burada emilmektedir. Gıdalarda bulunan nitrat 250 mg/kg'ı, nitrit ise 5 mg/kg'ı aştığında zararlı olmaktadır. Katı gıdalardaki nitrat barsaklarda %70-90 oranında emilirken, sıvı içeceklerde bu oran %90-100 düzeyine kadar çıkabilmektedir (Haktanır ve Arcak 1998).

Nitratlı gübrelerin nitrat konsantrasyonuna etki bakımından amonyumlu gübrelere oranla daha etkili olduğu gübre düzeyinde yetişen bitkilerin bünyelerinde farklı nitrat konsantrasyonlarına da rastlanılmaktadır. Örneğin yaz döneminde gübre verilmeden yetiştirilen bitkilerdeki nitrat miktarı, ilkbahar döneminde gübre verilerek yetiştirilen marul bitkisindeki nitrat konsantrasyonlarından fazla olabilmektedir. Bu araştırmaya paralel yürütülen çalışmalar ile bitkide N/P oranı büyüdükçe nitrat birikiminin fazlaştığı, dengeli gübreleme koşullarında bitkide nitrat miktarının kontrol bitkileriyle aynı miktarda nitrat içerdikleri saptanmıştır. Diğer bir deyimle, yüksek ürün sağlayacak dengeli bir gübreleme ile aşırı düzeylerde nitrat veya dolaylı olarak nitrit birikiminin önleneceği belirtilmektedir (Haktanır ve Arcak 1998).

Ancak bitkilerde nitrat ve nitrit birikimine yalnızca azotlu gübrelerin değil, sıcaklık, ışık, hasat zamanı ve saklama şekli gibi birçok faktör etkili olmaktadır (Zabunoğlu ve Öneray 1991).

İnsanların sebzelerle beslenmesinden kaynaklanan nitrat zehirlenmesi tehlikesi, sebze ürünlerinde nitrat birikimi konusunda kapsamlı araştırmalar gerektirmektedir. Birçok Avrupa ülkesinde kış ve yaz aylarında çeşitli sebzeler için tolere edilebilecek nitrat ve nitrit sınır değerleri belirlenmiş ve bu değerlerin üzerinde nitrat ve nitrit içeren sebzelerin pazarlanması ve tüketimlerinin engellenmesi için yasal düzenlemeler yapılarak uygulamalar başlatılmıştır (DPT 1996).

Mineral azot gübreleri ile toprakta meydana gelecek zararların azaltılması için gerekli uygulamalar yapılmaktadır. Örneğin azotla gübrelemenin sınır değeri 20 kg/ha/yıl olarak belirlenmiştir. Bu miktar birçok Avrupa ülkesinde atmosferik azot depolanmasıyla toprağa ulaştığından birçok yerlerde toprağın azotla gübrenmemesi gerektiği konusu gündeme gelmiş ve bazı ülkelerde uygulanmaya başlanmıştır. Aynı şekilde yer altı su rezervlerinin kirlenmesini sağlayan nitrifikasyon olayının azaltılabilmesi için, gerekli koşullardan biri olan toprakların amonyum sülfatla gübrenmesi, bunun tam aksine nitrifikasyonu arttıran kireçle gübreleme yapılmaması

şeklindeki öneriler de, bu konuda yapılan araştırmalardan elde edilen bulgulara dayanarak tavsiye edilmektedir (Wölfelschneide and Feger 1993).

Uygulanan gübrelerden beklenen yararı elde etmek için gübrenin verilme zamanı, metodu, bitki çeşidi, toprak karakteri, iklim ve topraktaki bitki besin maddesi miktarı verilerini de bilmek gerekir. Gübre üreticileri ürettikleri gübrelerin saf bitki besin elementi içeriklerini gösteren tabloları da uygulayıcıya vermektedirler. Gübreleme yöntemleri ve miktarları; toprak, bitki ve çevre faktörlerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle gübre üreticilerinin kullanım yöntemi ve miktarları ile ilgili bilgileri ambalaj üzerinde (besin maddesi içeriklerinin yazıldığı gibi) belirtmeleri pratik olarak mümkün değildir. Ancak üretici firmalar, eğitim toplantıları veya seminerler ile üreticilerin bilgilendirilmelerini sağlayabilirler (Anonim 2008).

Ülkemizde bölge, ürün, verim, arazi büyüklüğü, bilgi birikimi ayırımı yapılmadan gübre tüketiminin özendirilmesi, ekonomik ve çevresel kayıpları hızlandırmaktadır. Ülkemizde tüketilen kimyasal gübreler çoğu kez hiçbir analiz yapılmadan veya uzman görüşü alınmadan kullanılmaktadır. Ayrıca gübre uygulama zamanı ve metotlarının da az bilinmesi veya bilinmemesi doğru olmayan gübre kullanımlarına neden olmaktadır (Anonim 2002).

Ülkemizde yapılmış olan bilimsel çalışmalarda toprakların mineral gübrelerle aşırı derecede kirlenmediğinin belirtilmiş olmasına rağmen, kimyasal gübrelerin toprak üzerine olan olumsuz etkilerini ortaya koyacak bilimsel araştırma sayısının yetersiz olması nedeniyle topraklar üzerinde olumsuz etkilerinin düzeyi hakkında fikir ileri sürmek oldukça zordur. Ancak, yapılan az sayıdaki araştırma göstermiştir ki, kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanımı toprakların kirlilik yüklerinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca toprağa kadmiyum girişinin en önemli kaynağı fosforlu gübre de, bu gübrenin ve hammaddesinin ithalatında kadmiyum standardı uygulanmamakta ve ölçüm yapılmamaktadır. Kimyasal gübreler hemen hemen bütün kesimleri ilgilendiren bir tarımsal girdi olması nedeniyle çok iyi düzenlenmesi ve çok iyi planlanması gereken bir konudur. Öncelikle gübre tüketiminin kontrol altına alınması gerekmektedir. Dengeli ve toprak-bitki analizlerine dayalı olarak yapılacak

gübreleme sonucu, gübrelerin çevreye olan olumsuz etkileri minimum düzeyde kalacak ve tehlike olmaktan çıkacaktır (Anonim 2006).

Sağlıklı bitki gelişimi için, toprakta yeterli ve dengeli düzeyde bitki besin elementi bulunması gerekir. Diğer taraftan, topraktaki bitki besin elementlerinden bitkilerin yeterince yararlanabilmesi için, besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliği son derece önemlidir. Toprakta noksan olan besin elementlerini takviye etmek için uygulanan gübrelerden bitkilerin yeterli düzeyde yararlanabilmesi ve gübre kullanım etkinliği çok sayıda faktöre bağlı bulunmaktadır. Bu faktörleri; toprak faktörleri, iklim faktörleri, bitki faktörleri, insan faktörü olarak sıralamak mümkündür (Özbek 1970).

Analize dayalı olmadan dekara verilecek bir kilogramlık fazla gübre dahi zamanla büyük ekonomik zararlara yol açmaktadır. Çevreyi kirletmeden, birim alandan amaçlanan verimi azaltmadan, ürün kalitesini bozmadan yapılan bitkisel üretim ancak dengeli bir gübreleme ile mümkündür. Bilinçli ve dengeli bir gübrelemenin ilk adımı ise toprak analizleri ile bitkinin beslenme düzeyinin belirlenmesi ve buna göre gübreleme programlarının hazırlanmasıdır. Toprak analizleri bilinçli gübreleme için vazgeçilemeyecek bir koşuldur. Toprak analiz değerleri, tarla ve sera koşullarında bitki besin elementleri doz denemeleri kullanılarak kalibre edilmelidir (Güzel ve Gülüt 2003).

Bitkilerce gereksinilen besin elementlerinin miktarı; bitki tür ve çeşidine, hedeflenen verim düzeyine, toprak çeşidi ve özelliklerine, çevre koşullarına (su, sıcaklık ve ışıklanma) ve yönetim düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Topraklara bitki besin elementleri az veya çok verildiği durumlarda ürün kaybı olmakta, kalite özellikleri bozulmakta ve ürünün pazar değeri düşmektedir. Günümüze değin yapılan çalışmalar üreticilerin büyük bir çoğunluğunun toprak analizi yaptırmaksızın gübreleme yaptığını ortaya koymaktadır. Oysa ki tarımsal girdilerin içinde gübrelerin payı oldukça yüksektir ve yoğun tarımın giderek yaygınlaşmasıyla gübre kullanımı da hızla artmaktadır (Anonim 2008).

Gübrelemede yol gösterici olan toprak analizlerine gereken önemin verildiği söylenemez. Çünkü toprak analizi yapan laboratuvarların yarıdan fazlasının çalışmaması, eleman ve mekan sorununun bulunması toprak analizlerinde bulunduğumuz durumu yeterince açıklamaktadır. İntensif tarım yapılan bölgelerde toprak analizlerinin her ekim döneminde yapılması gerektiği, çayır ve mera alanlarında ise hiç analiz yapılmadığı düşünüldüğünde konunun ne kadar az önemsendiği açıkça görülmektedir. Çiftçi topraklarında gerekli analizlerin yapılması talebi, çiftçinin toprak analizlerinin gerekliliğine inandırılması ve özendirilmesi çok uzun yıllardan beri ilgili kuruluşlarca uğraşılmasına rağmen istenilen düzeye gelmemiştir. Üreticilerimizin büyük çoğunluğunu küçük işletmelerin oluşturması, toprak analizinin tarımsal üretimdeki öneminin bilinmemesi, çiftçilerin analiz laboratuvarlarının bulunduğu yerlere topraklarını getirmelerindeki zorluklar toprak analizlerinin yeterli sayıda yapılmasına engel olmaktadır (Kacar 1994).

Kirlenmiş bir toprağın temizlenmesi çok zor, pahalı ve hatta bazı durumlarda imkansız olabilmektedir (Yılmaz 2004). Toprak kirliliğini ve yapılacak üretimin sürdürülebilir olmasını sağlamak için alınacak önlemlerin en iyisi, sulu tarım ve seracılık gibi entansif tarım alanlarında gübrelemenin toprak ve bitki analizlerine dayalı olarak yapılmasıdır. Tarımsal üretimde gübrelerin uygun yöntem, miktar ve zamanda verilmemesinden dolayı ortaya çıkacak kayıpların önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Elde edilen sonuçlar, bu hususları göz önünde bulundurarak hazırlanacak bir gübreleme programının, bilinçli gübre kullanımı ve tasarrufunu sağlayacağını göstermektedir (Guo *et al.* 2006).

Bilinçli kullanımda gübre dozları; topraktaki besin maddeleri açığını kapatacak şekilde toprak ve bitki analizleri veya biyolojik denemelerle belirlenir. Bu yollarla tespitten sonra gübrelerin uygulanma zamanına, gübredeki bitki besin maddesinin kimyasal formuna (organik veya inorganik) ve uygulanma şekline göre özellikle dikkat edilmeli, bazı gübrelerin toplam yıllık dozu birkaç parça halinde uygulanmalıdır. Bunlarla özellikle kimyevi gübrelerden kaynaklanan çevre kirlilikleri en az düzeye indirilebilir (Anonim 2008).

Tarımda kimyasal kullanımının insan ve çevre sağlığına olan zararlarının yanı sıra bir diğer olumsuz yanı ise dış satım ve turizmle ilgili sorunlara sebep olmasıdır. Gelişmiş ülkeler gıda ürünlerinde bulunabilecek kimyasal kalıntılar konusunda oldukça titiz davranmaktadır. Gelişmiş ülkelerin bu titiz davranışlarının bir sonucu olarak bazı tarım ürünlerimiz zaman zaman yurtdışı gümrüklerden geçememekte ve geri dönmektedir. Bunun yanı sıra turizme büyük yatırımlar yapmış ve beklentileri olan ülkemizde entansif tarım alanları ile gözde turistik bölgelerin büyük çoğunlukla iç içe olması bu turistik yörelerin doğal güzelliklerinin zaman içerisinde kaybedilme tehlikesiyle karşı karşıya gelmesine neden olmakta, bilinçsiz ve kontrolsüzce kullanılan tarım ilaçları ve gübreler zaman içerisinde turistik yörelerimizin kirlenmesine yol açmaktadır (Delen 1999).

1.7. Organik Gübreleme

Dünyada tarım yapılabilecek arazilerin sınırına gelinmektedir. Kimyasal maddelerle iyice yorulan toprağın verimi her geçen yıl biraz daha düşmektedir. Dünya genelinde yapılan araştırmalar, ekilebilir arazi ve otlakların 2025 yılında en az %25 oranında azalacağını göstermektedir (Şeker vd 2005).

Bitkisel üretimde amaç, birim alandan maksimum verim ve en iyi kalitede ürün elde etmektir. Başarılı bitki yetiştiriciliği için ön koşul; üretimi yapılacak ürün isteklerine uygun bir toprağın varlığıdır. Çoğu kez toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının bozukluğu, organik madde ve mikroorganizma yetersizliği, toprak yorgunluğu, tuzluluk, uygun olmayan pH, toksik maddeler, dengesiz gübreleme ve sulama gibi nedenler toprak verimliliğini azaltır (Karataş ve Demiraslan 2000).

Tarım alanları bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizde, tarım ekonomimizin temellerinden birini oluşturmaktadır. Dünyada giderek artan besin ihtiyacını karşılamanın tek yolu tarımsal üretimdir. Tarımsal üretimde yeni geliştirilen yöntemler olmasına rağmen, tarımın temeli toprağa dayanmaktadır. Toprağın uygun olmayan kullanımı ise bunu sınırlayan en önemli faktörlerdendir. Topraklar bizden

önceki nesilleri doyurduğu gibi bizden sonraki nesilleri de doyuracaktır. Ancak bu toprağın sürdürülebilir kullanımı ile mümkündür. Bu da toprağı amacına ve kapasitesine göre kullanmak ile sağlanabilmektedir. Yoğunlaşan tarımsal faaliyetler, çeşitli kimyasalların kullanımı sürdürülebilirliği tehlikeye düşürmektedir. Organik madde azlığı ve toprağın fiziko-mekanik yapısının bozulması bu tehlikeler arasındadır (Şeker vd 2005).

Toprağın organik maddece zenginleştirilmesinde bitkisel artıklı tarım, ahır gübresi uygulaması ve yeşil gübreleme yaygın olarak kullanılmakla beraber organik kökenli çeşitli fabrikasyon atıklarının ve mikroorganizmaların da kullanılmasının uygun olacağı belirtilmektedir (Anonim 1996).

Organik gübreler terimi oldukça geniş bir kavramdır. Bu tip materyalleri içerdikleri bitki besin maddelerine ve hacimlerine göre ikiye ayrılmaktadır. Çiftlik gübresi, ahır gübreleri, kompost ve bitki kalıntıları hacimli olmaları ve daha az besin maddeleri içermeleri nedeniyle Hacimli Organik Gübreler'i, yağhane atıkları, kesimhane atıkları=kan tozu, balık unu, guano ve tavuk gübresi gibi daha fazla besin elementi içerenler (azot, fosfor, potasyum) ise Yoğun Organik Gübreler'i oluştururlar (Anaç vd 2002).

Organik gübreler, bitkisel ve hayvansal kökenli materyallerden oluşmuş gübrelerdir. Günümüzde en çok elde edilip kullanılmaları nedeniyle organik gübre denildiğinde büyük ve küçük baş hayvanların katı ve sıvı dışkılarından oluşan ahır gübresi ile kümes hayvanlarının dışkıları, kent atıklarının olgunlaştırılması sonucu oluşturulan gübreler, bitkisel ve hayvansal kökenli kompostlar ile insanların katı ve sıvı dışkıları ile yeşil gübreler organik gübreler içerisinde yer alır (Anaç vd 2002).

Organik gübrelemede ilk akla gelen hayvan dışkıları ile ahırlarda hayvanların altına serilen yataklıktan oluşan ahır gübresi olmaktadır. Ahır gübresi kullanımı insanlık

tarihi kadar eski olup, MÖ 3000 yıllarında Çin imparatoru Huan hayvan gübresinin önemini fark etmiş ve önermiştir (Taban vd 2008).

İnsan nüfusunun her yıl hızlı bir şekilde artması insanların et, süt, yumurta gibi hayvansal gıda tüketimini önemli düzeyde artırmış ve bu durumda hayvansal proteini karşılamak üzere, bir çok ülkede hayvan besiciliği gelişmiştir. Özellikle büyükbaş hayvan çiftlikleri ve kümes hayvancılığı yaygın bir şekil almıştır. Buna bağlı olarak hayvanların dışkı halindeki katı ve sıvı atık maddeleri de çoğalmıştır. Örneğin Doğu ve Batı Almanya birleşmeden önce, Doğu Almanya’da yıllık katı ve sıvı ahır gübresi miktarının yaklaşık olarak 100 milyon ton, Batı Almanya’da ise 210 milyon ton civarında olduğu belirtilmektedir (Fiedler 1990).

ABD’de 700 milyon çiftlik hayvanının, 2 milyar insanın ürettiği çöp kadar gübre meydana getirdiği ifade edilmektedir. Metabolizma olayları sırasında sığırlarda canlı ağırlığın % 8-9’u kadar katı dışkı ve idrar meydana gelmektedir. Bunların karışımındaki mutlak kuru madde oranı % 9-11 arasında değişmektedir. Bu dışkılar, hayvanlara yemle verilen karbonlu maddelerin % 30-40’ını, verilen azotlu maddelerin de % 70’ini içermektedir. Böylece hayvan dışkıları azot bakımından zengin, karbon bakımından fakirdir. Azotun %50’si idrarda çözünebilir halde, diğer yarısı da katı dışkı maddelerinde çözünmez halde bulunmaktadır (Çepel 1997).

Meydana gelen gübre miktarı, hayvanların canlı ağırlığına göre değişmektedir. Örneğin 400 kilo ağırlığındaki bir sığırın ortalama olarak günde 17 kg katı. 7 kg da sıvı olmak üzere 24 kg dışkı meydana getirdiği bildirilmektedir (Çepel 1997).

Hayvan sayısının artması ortama yayılan hayvan atıklarının da artışı ile sonuçlanmış, bu atıklar toprak, su ve havanın önemli ölçüde kirlenmesi sorununu yaratmıştır. Hayvansal atıkların neden olduğu çevre kirliliği bugün için ülkemizde önemli görülmemekle beraber, gelecekte ortaya çıkacak bu soruna şimdiden çözüm getirmek zorunluluğu

vardır. Yapılan tahminlere göre 10 000 adet büyükbaş hayvan bir günde 300 ton civarında gübre üretmektedir (Brohi *et al.* 1995).

Bugün bazı koşulların değişmesi nedeniyle büyük miktarlarda biriken ahır gübrelerinin nasıl yok edilebileceği veya değerlendirileceği sorun haline gelmeye başlamıştır. Çünkü mineral gübrelerin yüksek miktarlarda üretilmeleri, daha ucuz olmaları ve ahır gübresine kıyasla toprağa daha kolay verilebilmeleri, ürün üzerinde daha kısa sürede olumlu etkiler meydana getirebilmeleri, gibi nedenlerle mineral gübreler ahır gübresine tercih edilmektedir. Ayrıca ahır gübresi miktarının eskiye kıyasla artmış olması da bu birikimde etkili olmaktadır (Çepel 1997).

Bu atıkların giderilmesinde ve hatta bitkisel üretim için yararlı olarak kullanılmasında en etkili yol, gübrenin tarım alanlarına yayılması veya serpilmesidir. Toprağa uygulanan gübre zamanla mikrobiyal faaliyetler sonucu parçalanmakta ve bitkiler tarafından kolayca alınabilecek formlardaki bitki besin elementleri toprağa geçmektedir (Brohi *et al.* 1995).

Ahır gübrelerinin araziye dağıtılması, daha özel bir ifadeyle toprağın çiftlik gübresiyle gübrenmesi, hiç kuşkusuz büyük yaralar sağlamaktadır. Gerçekten toprağa karıştırılan bu atık maddelerdeki organik ve inorganik bileşikler, toprak organizmaları ve kültür bitkilerinin beslenmeleri, toprak organik maddelerinin yenilenmesi için önemli işlevlere sahiptir. Bu maddeler toprakta biyokimyasal yolla ayrıştırılarak mineralize edilir, kısmen de humin maddelerine dönüştürülür. Böylece bu metaller için toprak, hiçbir doğal ortamda görülmeyen bir “geri kullanım mekanizması” görevi yapmaktadır. Bunun sonucunda da “toprak-bitki-hayvan-toprak” istasyonları arasında bir madde döngüsü çarkını işletmektedir.

Gerçekten çiftlik gübresi toprağın humus içeriğine, besin maddesi miktarına ve strüktürüne olumlu etkiler yapmaktadır. Yılda 5 ton/ha olmak üzere aynı miktarlarda çiftlik gübresi verildiğinde, toprağın humus içeriğinin 40 yıla kadar sabit düzeyde

kalabildiği araştırmalarla belirlenmiştir. Böylece iftlik gübresinin toprağa verilmesiyle, toprağın verimliliğini kontrolü altında bulunduran özellikleri (strüktür dayanıklılığı, besin ve su depolama gücü, biyolojik aktivite, zararlılara karşı direnci) iyileşmektedir. Ahır gübresini katı bir gübredir. O nedenle, içerdiği maddeleri sıkı olarak bağlanmış durumdadır; sıvı gübrelerde olduğu gibi toprağın derinlerine sızarak, derindeki toprak tabakalarını ve yeraltı sularını kirletmez. Toprağın azot miktarını arttırır (epel 1997).

Ülkemizde her yıl tahmini olarak oluşan 120 milyon ton hayvan gübresinin, yarısından fazlası olan 67 milyon tonu tezek olarak yakılmakta, 35 milyon tonu kırdaki bayırda kalmakta ve ancak %15'ine eşdeğer olan 18 milyon tonu tarımda gübre olarak kullanılmaktadır (Aydeniz 1991).

Ülkemizde iftlik gübresinin az bulunur ve pahalı bir madde olması ve yakacak olarak kullanılması yeterince kullanımını engellemekte, kompost ve yeşil gübre kullanımı ise yaygın bulunmamaktadır (Tortopoğlu 2000).

Bir diğer organik gübre ise yeşil gübrelerdir. Yeşil gübrelemede esas, toprakta gerekli organik maddeyi sağlamak amacıyla yetiştirilen bitkilerin, gelişmelerinin belli devrelerinde ve henüz yeşil halde iken sürülerek toprak altına getirilmesidir. Yeşil gübrelemede uygun mikrobiyal veya bitkisel kökenli maddeler kullanılır. Özelikle münavebe sisteminde yeşil gübreleme toprak kalitesi ve bitki sağlığı açısından önemli olmaktadır. Yeşil gübreler ve diğer bitki artıkları da organik gübre olarak kullanılmaktadırlar. Anız gübrelemesi, selüloz ve lignin gibi dayanıklı bileşimlerin de zenginliği nedeniyle toprakta organik madde olarak esas görev yapacak olan humin maddelerinin oluşumunu sağlamaktadır. Bir toprakta organik maddenin ve buna bağlı olarak da humin maddelerinin yeterli olması ise toprakların verimliliğini arttırmaktadır. Organik gübrenin toprağa olan etkisi net mineralizasyona bağlı olan C/N oranına bağlı olup C/N oranının iyi tespit edilmesi gerekmektedir (Anonim 2008).

Organik azotlu bileşiklerin mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak mineral formlarına dönüştürülmesi olayına azot mineralizasyonu adı verilmektedir. Bunun sonucunda iki ana ürün ortaya çıkmaktadır. Bunlar amonyum ve nitrat iyonlarıdır. Organik bileşiklerden amonyum iyonlarının türemesi olayı amonifikasyon olarak tanımlanır. Toprakta özel bakteri grupları tarafından amonyum iyonlarının kademeli olarak nitrit ve nitrat iyonlarına yükseltgenmesi olayı ise nitrifikasyon'dur. Toprakta amonifikasyon olayı karmaşık heterotrofik organizmaların karıştığı genel bir olay olmasına karşın, nitrifikasyon toprakta ototrof nitelikli organizmalar tarafından yürütülmektedir. Azot mineralizasyonu topraktaki azot döngüsünün çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Toprak organik fraksiyonunda bulunan azotlu bileşikler, doğada uzun zaman dirençli olabilmektedir. Topraktaki bu azot rezervuarının her yıl küçük bir kısmı mineralizasyon ile serbest hale geçmektedir.

Azot mineralizasyonunun hızı, ayrışmaya uğrayan organik bileşiklerin C/N oranlarına bağlıdır. Şayet bu oran 25/1'den büyükse, mikroorganizmalar azot açığını kapatmak için toprak azotundan yararlanır ve bu nedenle bitkiler ile rekabete girerler. N-mineralizasyonu ve amonifikasyonu gerçekleştiren mikroorganizmalar toprağın nem düzeyindeki değişimlerden, diğer bir deyimle kuruma ve ıslanmadan etkilenirler.

Organik azotun amonyum ve nitrata çevrilen oranı mineralizasyon oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Bu oranın hızı, azotça zengin bitki kalıntıları bulunan çevrelerde günde 1 ile 20 ppm N düzeyindedir. Organik azot ile organik karbon mineralizasyonu birbirini ile ilişkilidir. İşlenmeyen topraklarda iki elementin mineralizasyonu paralellik gösterir. Bu gibi ortamlarda C-mineralizasyonu sonucu oluşan karbondioksit-C ile oluşan inorganik-N arasında yaklaşık 7-15/1 gibi bir oran gözlenmektedir. Bu nedenle toprağa katılan organik kalıntılardaki C/N oranları mineralizasyon hızı ve olayları üzerinde etkili olmaktadır. Tarımsal deneyler, %1,8 düzeyinde azot içeren organik maddenin toprağa katılması durumunda toprakta net bir mineral azot girdisi veya kaybı olmadığını, organik maddelerin %1,2'den daha az azot içermesi durumunda ise topraktaki inorganik-N rezervinin hızla azaldığını göstermektedir. Karbon kapsamı yaklaşık %40 olan doğal materyalde bu N düzeyleri, 20/1 ile 30/1 düzeylerindeki C/N

oranları ile ilgilidir. Şayet organik maddenin C/N oranı 30/1'den daha geniş ise net immobilizasyon, 20/1'den daha dar ise net mineralizasyon gerçekleşmektedir. Kritik C/N oranı 20/1 olan kavram, kuzey yarıküredeki ılıman işlenir topraklar için ortaya konmuştur. Bu gibi topraklar C/N oranı yalnızca 20/1'den az olan organik kalıntıların mineralizasyonu ve gelişme döneminin başlangıcında bitkiye yararışlı azot formlarının ortaya çıktığı ortamlar olarak tanımlanmalıdır. Bu yaklaşım diğer her türlü ortam için kritik bir oran olarak değerlendirilmemelidir. Örneğin, orman ekosistemlerinde yaprak döküntülerinin C/N oranları kritik orandan (20/1) çok daha geniştir, buna karşılık verimli bir orman sisteminde her yıl tonlarca organik madde mineralize olabilmektedir. Bu nedenle yalnızca C/N oranı değil, bunun yanında toprağa katılan organik kalıntıların kimyasal tabiatının da önemli olduğu vurgulanmaktadır. Ligninleşmiş maddelerin ayrışmak için gereksindiği azot miktarı bir çok sukulent dokudan daha azdır. Odun dokusunu ayrıştıran mantarların, kendi misellerinin otolizi ile açığa çıkan azotu biriktirebilme ve bu azotu ayrıştırma sırasında kullanabildiği anlaşılmıştır. Bu nedenle ligninleşmiş dokuların düşük C/N oranlarına karşın ayrışmanın gerçekleşmesi mümkün olmaktadır (Haktanır ve Arcak 2009).

Günümüzde mikroorganizma aktivitesinin toprak verimliliğinde ve bitki beslemede zorunlu unsurlardan biri olduğu artık bütün gerçekliği ile anlaşılmış bulunmaktadır. Mikroorganizmaların kök bölgesinde veya rizosferde hayati bir rolü ve rizosfer bölgesinde organizmaların sürekli mevcut oldukları, bitki kökleri tarafından sağlanan organik maddelerin organizmaların beslenmelerini kolaylaştırarak destekledikleri uzun zamandır tahmin ediliyordu fakat derinlemesine incelenmemiştir. Bitkilerin mikroorganizmalarla yaptığı karşılıklı simbiyotik veya mutualistik ilişki sayesinde bitki köklerinin topraktan besin elementi ve su alımında mikroorganizmaların rolü son yıllarda bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir (Taban vd 2008).

Simbiyotik olmayan N₂ fiksasyonu, serbest yaşayan mikroorganizmalar özellikle çeltik tarlaları için büyük önem taşıyan mavi-yeşil algler toprağa ortalama 100-300 kg N/ha/yıl sağlamaktadırlar. Toprakta N₂ bağlayan mikroorganizmalardan bakteriler ortak yaşamlı veya bağımsız olarak işlevlerini sürdürürler. Toprakta N₂ fikse eden başlıca

mikroorganizmalar; aerobik bakteriler (*Azotobakter*, *Azotomonas*), fakültatif anaerobik bakteriler (*Bacillus*, *Enterobakter*, *Klebsiella*), anaerobik bakteriler (*Clostridium*, *Desulfatamaculum*), Fotesentetik bakteriler (*Rhodospirillum*, *Chromatium*) ve mavi-yeşil algler (*Plectonema*, *Anabaena*, *Calothrix*) olarak sınıflandırılmaktadırlar. Diğer yandan bitki kök korteksinde bitkiyle ortak yaşam sürdüren ve mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılan, çok miktarda hif üreten mantar türlerinin varlığı tespit edilmiş ve bu mantar türlerinin bitki beslenmesinde önemli etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur (Taban vd 2008).

Mikoriza bitki ile ortak bir yaşam oluşturarak bitkinin su ve bazı mineral besin elementlerini özellikle de fosfor, çinko ve bakır alımını gerçekleştirdiği saptanmıştır. Mikoriza enfeksiyonu aynı zamanda bitkilerin azot ve potasyumun yanı sıra demir ve molibden gibi ağır metallerle de daha iyi beslenmesini sağlamaktadır. Ayrıca bitkiyi hastalık ve zararlılara karşı da daha dayanıklı kılmaktadır (Taban vd 2008).

Organik atıklar toprak yapısını düzeltici özelliklerinin yanı sıra pek çok makro ve mikro besin elementlerini sağladıkları gibi organik madde ve çeşitli mikroorganizmaları da içerirler. Bu nedenle organik gübreler çok yönlü etkiye sahip gübreler olarak bilinir. Bir başka deyişle tarım topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu ve önemli etki yaparlar (Anaç vd 2002).

Toprak organik maddesi bitki gelişimi için gerekli olan azot, fosfor ve kükürdün büyük bir kısmını sağlamakla birlikte birçok mikro besin elementini sağlamak ve bu elementlerin yararlılığında da önemli oranda etkilidir. Özellikle düşük moleküllü bileşikler demir, bakır ve çinko gibi birçok yüksek değerlikli katyonlarla stabil kompleksler oluşturarak, bu iyonları çeşitli reaksiyonlardan korumakta ve bitkilerin bunlardan kolaylıkla faydalanmalarına katkıda bulunmaktadır (Usta 1995).

Topraktaki organik maddelerin ana kaynağı humustur. Humusun en aktif biyokimyasal maddesi ise humik asittir. Humik asitler topraktan elde edilen ana bileşikler olup koyu

kahve-siyah renklidirler. Organik madde, toprağın fiziksel özelliklerinden strüktür, hava, su, ısı kapasitesi ve kıvamı etkiler. Organik maddenin toprağın kimyasal özelliklerine etkisi daha da büyüktür. Huminleşme olayı sırasında oluşan farklı büyüklükteki maddeler, toprakta meydana gelen kimyasal olayları ve toprağın reaksiyon, katyon değişim kapasitesi gibi özelliklerini etkilemektedirler (Özbek vd 1971).

Organik maddenin toprakta yarattığı fiziksel etkiler olarak; toprak rengini iyileştirmesi ve daha çok güneş enerjisi emilimini sağlaması, toprak havalanmasına olumlu etki yapması, toprak erozyonunu azaltıcı rol oynaması, toprakta bitki için yararlı su tutma kapasitesini artırması, iyi bir toprak yapısı (agregatlaşma) oluşturması, toprağın su geçirgenliğini artırması, toprağın su tutma kapasitesini artırdığından kuraklığa karşı dayanıklılık sağlaması, toprak ısınısını bitki gelişmesi için uygun duruma getirmesi, toprağın kolay tava gelmesini sağlaması ve toprağın gevşekliliğini artırarak havalanmasını ve işlenebilirliğini artırması sayılabilir (Taban vd 2008).

Organik maddenin toprakta yarattığı en önemli kimyasal etki olarak ahır gübresinin toprakta parçalanması sonucu oluşan karbondioksit ve organik asitler, pH'yı düzenleyerek bitki besin elementlerini bitkiler için yararlı duruma getirmesi gösterilebilir. Ayrıca toprak organik maddesi gübreleme ile verilen besinlerin tutulmasını sağlamakta, doğal şelat oluşturarak bitki köklerinden besin elementlerinin emiliminin daha kolay olmasını sağlamakta, bitkiler için besin maddesi kaynağı oluşturmakta, toprağın katyon değiştirme kapasitesini artırmakta ve mikro elementlerin bitkiler tarafından kullanılabilir formda dönüşmelerini sağlamaktadır (Taban vd 2008).

Organik maddenin toprakta yarattığı biyolojik etkileri; bitki enzimlerini uyarırlar, biyolojik süreçte katalizör görevi yaparlar, bitki köklerinin büyümesini desteklerler, kök hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak bitkilerin topraktan daha fazla besin maddesi almalarını sağlarlar, bitkilerde klorofil, şeker ve amino asitlerin oluşmasını teşvik

ederler, vitamin ve minerallerin miktarının artmasını sağlarlar ve fotosentezi artırır, yapılarındaki besinlerin topraktaki mikroorganizmalar aracılığıyla serbest hale geçirilmesi ve etkin bir şekilde alınması sonucu bitkilerin yavaş ancak devamlı beslenmesini sağlarlar ve ayrıca, organik gübreler mikroorganizmaların besin kaynağını oluşturması sonucu toprakta biyolojik verimliliği ve değişimi olumlu yönde etkilerler.

Sonuç olarak toprak verimliliğinin artması sonucu: daha az kimyasal gübre kullanılmakta, girdi masrafı azalmakta, karlılık ve ürün kalitesi artmakta ve tarıma dayalı çevre kirliliği azaltılmış olmaktadır (Anonim 2008).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sürdürülebilir tarımsal faaliyet verimli bir toprak ile ayrılmaz bir bütündür. Toprak kalitesini anlamak demek, mevcut optimal fonksiyonları ile gelecekteki kullanımları için bozulmasını önlemede toprağı korumak ve yönetmek demektir (Doran *et al.* 1996). Tarımsal üretim faaliyetlerinde bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, yetiştiğı toprak ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilişkilidir. Toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulanan yöntem ise toprağı organik kökenli materyallerin ilavesi olmaktadır (Bender *et al.* 1998).

Organik karakterli materyaller, toprağın tampon kapasitesini artırıp, besin maddelerinin elverişliliğini artırarak bitkilerin bunlardan daha rahat faydalanmasını sağlamaktadırlar. Organik karakterli materyallerde bulunan humat moleküllerinin etrafı negatif yüklü olduğundan uygulanan gübrelerdeki besin maddelerinin topraktaki negatif yüklü kil mineralleri tarafından sıkıca tutulmasını önlemekte ve bitkiler tarafından daha kolay alınmasını sağlamaktadırlar (Chen and Aviad 1990; Padem ve Öcal 1999).

Organik artıklar toprağın verimliliğinin arttırılmasında ve sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadırlar. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırmalar organik gübrelerin toprak özelliklerini iyileştirdiğini (Olsen *et al.* 1970; Sommerfieldth and Chang 1985), ürünlerin verimini attırdığını, bitki besin maddelerinin yarıyışlılıklarını arttırdıklarını göstermiştir (Uyanöz vd 2000; Kacar 1984; Tisdale *et al.* 1985).

Bu amaçla kullanılabilecek en önemli bitki besin maddesi kaynakları; büyük baş, küçükbaş hayvan ve kanatlı hayvan gübreleri, yeşil gübreler, çeşitli kompostlar ile bitkisel atıklardır. Bu organik maddeler bir yandan toprağı bitki besin maddelerince zenginleştirirken, diğer taraftan toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesini de sağlamış olmaktadır. Organik artıkların toprak ve bitkiler üzerine olan etkileri pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Karataş ve Demiraslan 2000).

Geypens *et al.* (1993), Belçika’da mera alanlarında yapılan denemeler sonucunda hayvan gübrelerinin etkinliğini araştırmış ve bu etkinliğin zaman, yöntem, uygulama oranı, toprak özellikleri ve yetiştirilecek ürün çeşidi gibi faktörlere bağlı olduğunu saptamışlardır.

Kacar (1992), önemli bir organik madde olan çay atığının toprağın yapısına olumlu etki yaptığını, ayrıca içerdiği makro ve mikro besin maddeleri nedeniyle ürün miktarı üzerine de etkili olduğunu bildirmiştir.

Tuncay (1993), killi ve ağır killi topraklarda görülen kötü havalanma ve bozuk granülasyonun ahır gübresi, bitki artıkları, turba şeklinde organik maddeler ile cüruf, perlit gibi katkı maddelerinin ilavesi sonucu artırılabilceğini belirtmiştir. Araştırmacı iyi stürüktürlü topraklarda bitkilerin gübrelerden daha iyi yararlandığını, mikroorganizma faaliyeti için uygun ortamın oluştuğunu da vurgulamaktadır.

Biswas *et.al.* (1970), ahır gübresi, yeşil gübre ve yerfıstığı küspesi gibi farklı kaynaklı organik artıkları artan dozlarda alüviyal bir toprağa uygulayarak söz konusu organik artıkların toprağın stabil agregat miktarında, su geçirgenliğinde ve tarla kapasitesinde tutulan nem miktarında önemli artışlar sağladığını ve en yüksek artış oranının yeşil gübre uygulamasıyla elde edildiğini belirlemişlerdir.

Yao *et al.* (1990), topraklara uygun ahır gübresi verilğinde ve toprak idaresi gerçekleştirildiğinde subtropik kırmızı topraklardaki agregat stabilitesinin arttığını belirtilmiştir.

Pare *et al.* (1999), yaptıkları bir çalışmada kuru ağırlık esas alınarak taze hayvan gübresini ve olgunlaştırılmış hayvan gübresini toprağa uygulamışlardır. Üç yıllık bir inkübasyon sonunda toprak örneklerinin (0-15 cm) taze hayvan gübresi uygulamasıyla işlemeli ve işlemez koşullardaki stabil toprak agregatlarının suyun dispers edici ve çözücü etkisine karşı sırasıyla %13 ve %16 oranında artırdığını bildirmişlerdir.

Bawer (1956), organik madde ilavesinin toprağın su tutma kapasitesini, solma noktasını ve yarayışlı su yüzdesini artırdığını bildirmiştir.

Delibacak vd (2000), roka bitkisi ile yapmış oldukları çalışma sonucu artan dozlardaki çiftlik gübresinin, toprağın porozitesi, suda çözünebilir toplam tuz, organik madde, strüktür stabilite indeksi ve agregasyon yüzdesini artırdığını, hacim ağırlığını ise düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Toprak tanecikleri arasında bulunan boşluklar hacminin artması ve dolayısıyla hacim ağırlığının azalması bitkisel üretimde istenen bir durumdur. Benediktova ve Ammosova (1995) allüviyal topraklara ilave edilen 30 ton/da kompostun, toprağın hacim ağırlık değerini 1,20 g cm³'den, 0,80-0,90 g cm³'e düşürdüğünü bildirmektedirler.

Toksöz (1998), yaptığı araştırmada kum ve kil bünyeli iki toprağa dekara 15, 30 ve 60 ton olacak şekilde kompost uygulamıştır. Kum bünyeli toprakta hacim ağırlık dekara 60 ton kompost uygulamasıyla 1,50 g cm³'den 0,90 g cm³'e düşmüştür. Kil bünyeli toprakta ise dekara 30 ton kompost uygulamasıyla hacim ağırlık 1,10 g cm³'den 0,90 g cm³'e düşmüştür.

Canbolat ve Demiralay (1995), toprağa ilave edilen organik materyal miktarının artmasıyla toprak biriket hacim ağırlığı ve kırılma değerlerinde önemli derecede azalmaların meydana geldiğini ve agregat stabilitesinin arttığını bildirmektedirler.

Canbolat ve Öztaş (1996), organik madde içeriği yüksek olan toprakların özgül yüzey alanı ve su tutma kapasitelerindeki artışa bağlı olarak toprağın kıvam limit değerlerinin de artış gösterdiğini ve bu toprakların şişme büzülme zararlarının da daha az olduğunu belirtmektedirler.

Garcia *et al.* (2004), yarı kurak bir bölge toprağında (pH 8,3) 6 yıl süreyle yetiştirilen farklı bitkilerin toprakların fiziksel (agregatlaşma), kimyasal (pH, EC, toplam organik C ve C fraksiyonları) ve biyolojik (mikrobiyal biyomas C, toprak solunumu, dehidrogenaz, fosfataz, b-glikosidaz ve üreaz), özelliklerinde meydana getirdiği değişimi incelenmişlerdir. Çalışma sonunda, kontrol toprağına göre bitki yetiştirilen topraklarda agragat stabilitesi, toprak solunumu, dehidrogenaz, üreaz ve fosfataz aktivitesinin daha yüksek düzeylerde bulunduğu belirlenmesine karşın bitkilerin bulunduğu topraklarda kontrole göre daha düşük seviyede EC ve pH (pH 7,5-8,0) belirlenmiştir. Bununla birlikte rizosferdeki toplam organik C ile mikrobiyal biyomas C'nun ise kontrole oranla daha yüksek seviyelerde bulunduğu saptanmıştır.

Liang *et al.* (2005), tuzlu bir toprağına değişik organik gübreler (çeltik sapı, domuz gübresi, çeltik sapı+domuz gübresi) uygulanarak arpa bitkisinin büyümesi, toprak enzim aktivitesi ve solunum oranı üzerine etkisini sera denemesi ile araştırmışlardır. Deneme sonunda, hiç organik artık uygulanmamış kontrole göre, organik materyal uygulanan topraklar ile rizosfer toprağının üreaz, alkalın fosfataz, dehidrogenaz ve solunum oranının daha yüksek seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, tuzlu topraklara organik gübre ilavesiyle besin maddelerinin alınabilirliği ve bitki gelişiminde olumlu etkiler saptanmıştır.

Warner and Dindal (1990), Pensilvanya'da uzun yıllar süren araştırmalarında organik gübre ve baklagilin toprağın biyolojik faktörlerine etkilerini incelemişler ve CO₂ oranında bir artış gösterdiğini saptamışlardır.

Tiwari (1996), Hindistan'da organik gübre ve N, P, K ile gübrelemenin topraktaki enzim aktivitesi ile mikrobiyal popülasyon üzerine etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Organik gübre ile kombine edilmiş inorganik N, P, K gübresinin enzim aktivitesi ve mikrobiyal popülasyon üzerine yalnız N, P, K gübresinden daha fazla etkiye sahip olduğu gözlenmiş ve toprakta N, P, K gübrelemesinden en yüksek fayda sağlamak için organik gübre eklenmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Wander *et al.* (1994), organik tarım topraklarında aktif-C, organik madde, total-C ve N miktarında artış; buna karşılık suda eriyebilir C miktarında azalma, biyolojik aktivitede ise yükselme olduğu saptanmıştır.

Estefanous *et al.* (1997), Mısır'da kurdukları bir saksı denemesinde organik gübre ve mikoriza aşılmasının mikrobiyolojik aktivite ve toprakta besin maddesi salınımı üzerine etkisini incelemişlerdir. Organik gübreleme ile DHG–enzim aktivitesi, fosfat çözücü bakteri sayısı ve yararlanılabilir N ve P miktarının arttığını gözlemlemişlerdir. Buna karşın mikoriza aşılmasının yeterli bir etkiye sahip olmadığını tespit etmişlerdir.

Xiying *et al.* (2003), tarafından yapılan 25 yıllık bir çalışmada toprağa çiftlik gübresi uygulanmış ve yapılan organik materyal uygulamasından sonra toprağın organik karbon ve toplam azot miktarında önemli düzeyde bir artışın meydana geldiği bildirilmiştir.

Edmeades (2003), organik (çiftlik gübresi, atık çamuru ve yeşil gübreleme) ve ticari gübrelemenin ürün verimi ve toprak özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Organik gübre uygulanmış olan toprakların yüksek organik madde içeriğine sahip olduğu ve mikro fauna sayısı bakımından ticari gübreleme yapılan topraktan daha zengin olduğu bildirilmiştir.

Tunç (2006), azot ve biyo-gübrelerle desteklenen organik gübre karışımının toprak özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Yapılan uygulamalar sonucunda toplam porozite, kohezyon gücü gibi toprak özelliklerinin düzeldiği aynı zamanda fosfor çözücü bakteriler, *Azotobakter*, *Azospirillum* ve mikrobiyal sayıda bir artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir

Kubat vd (1999), Çek Cumhuriyetinde yapılan uzun süreli bir tarla denemesinde, yüksek dozda organik gübre uygulamasıyla toprak organik C içeriği, bazal solunum oranı ve ortalama bakteri sayısının iki kat arttığını buna karşın mineral gübre uygulanan topraklarda organik C içeriğinin yarı yarıya düştüğünü saptamışlardır. Ayrıca

Mycomycetes sayısının organik ve mineral gübrelemeden daha az etkilendiğini ve toprak örneklerindeki bakteri sayısının topraktaki toplam C içeriğinden daha çok taze organik maddenin bulunuşuna bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Goyal *et al.* (1999), tropikal şartlar altında yaptıkları bir araştırmada toprakları biyomas –C ve N’u yönünden incelemişler ve organik gübre uygulanan topraklarda mikrobiyal biyomasın arttığını buna karşın C içeriğinin fazla değişmediğini tespit etmişlerdir.

Singh and Bisoyi (1993), yaptıkları araştırmada biyolojik gübre olarak Azolla ve Mavi-Yeşil Alglerin pirinç için, *Azotobacter* ve *Azospirillum*’un buğday için, *Rhizobium* ve yağlı baklagil ürünlerinin mısır, sebze ve baklagil için en uygun organik gübre olduklarını belirtmişlerdir.

Stumpe *et al.* (2000), mineral azotlu gübrelemenin ve çiftlik gübresi uygulamasının verimlilik üzerine etkileri araştırılmıştır. Çiftlik gübresinin 40 ton/ha düzeyinde verildiğinde doğrudan etkisinin yaklaşık 60 kg/ha mineral azot uygulamasına eşdeğer azot kazandırması şeklinde olduğu ve bu uygulamanın ikinci yılki etkisinin 20 kg N/ha olduğu bildirilmiştir.

Leaungvutivirog *et al.* (2004), değişik gübreleme çeşidinin (kompost, çiftlik gübresi, kimyasal gübreleme, yeşil gübreleme ve pirinç samanı uygulaması) toprakların kimyasal özellikleri ve mısır verimi ile kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kompost, çiftlik gübresi ve pirinç samanı uygulamalarının kimyasal gübreleme ile karşılaştırıldığında dört seriye ait topraktaki organik madde içeriğinin, mısır verimi ile kalitesinin de önemli derecede arttırdığını bildirilmiştir.

Prasad and Sinha (2000), buğday ve pirinç yetiştiriciliği yapılan kireçli topraklardaki uzun süreli organik ve inorganik gübre denemelerinin bu bitkilerin verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan uygulamalar ile verimde elde edilen artışların sırayla çiftlik gübresi+bitkisel atık>çiftlik gübresi>bitkisel atık>çiftlik ve bitkisel atığın

kullanılmadığı uygulamalar şeklinde gerçekleştiği bildirilmiştir. Yapılan analizlerde bitkisel atıkların periyodik olarak kullanımının daha ekonomik ve rantabil bir sürdürülebilir buğday ve pirinç yetiştiriciliğinin yapılabileceği belirtilmiştir. Bitkisel atıkların kireçli topraklarda kullanımı ile pirinç ve buğday tarafından kaldırılan azot miktarının %37 sini karşıladığı belirtilmiştir.

Manju and Mukerji (1994), *Leucaena leucocephala* bitkisinin köklerinden oluşan organik maddenin mısır üretimindeki etkilerini inceledikleri bir araştırmada, mısır bitkisinin kök gelişimine %8'lik pozitif etki ettiği, mısırın gelişimini ve verimliliğini arttırdığı, mikrobiyal dekompozisyon sonucu oluşan P'un alınabilir P içeriğinin artışına sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Nandita and Singh (1994), Hindistan'da yaptıkları çalışmada pirinç ve mercimek üretiminde çiftlik gübresi ve inorganik gübre kullanmışlar ve çiftlik gübresi uygulamasının organik-C'nu %7-31, total-N'u %13-19, mikrobiyal-biyomas C'nu %20-79 ve N'unu %35-75 arasında arttırdığını belirlemişlerdir.

Santhy *et al.* (1999), mısır yetiştirilen tropikal bahçe topraklarında organik ve inorganik gübre ile bu gübrelerin kombine uygulamalarında, en yüksek mikrobiyal C ve N içeriğinin organik ve inorganik (N, P, K) gübre kombinasyonlarında ortaya çıktığını saptamışlardır.

Abou (1996), Mısır 'da kurdukları bir denemede çiftlik gübresi ile açık ve damla sulama yöntemlerinin topraktaki besin elementi miktarı ve biyolojik aktivite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonucunda topraktaki biyolojik aktivitenin organik gübreleme ve nem içeriği ile arttığı, sulama suyunun artan oranlarıyla N, P, K, Mn ve Zn alınabilirliğinin de arttığını buna karşın sulama yöntemlerinin açık bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

De La Lande Cremer (1970), Hollanda koşullarında çöp gübresi de dahil olmak üzere diğer organik gübrelerle verimin %5-12 oranında arttığını belirlemişlerdir.

Kick and Weber (1973), toprağa 30-180 ton/da gibi yüksek düzeyde çöp kompostu uygulamaları sonucu, verimi mineral gübrelemeye oranla daha fazla arttırdığını, özellikle 120-180 ton/da gibi yüksek seviyedeki çöp kompostunun 4 yıl gibi bir süre ile bitki verimi üzerine izleyen yıllarda da etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çöp ve tavuk gübrelerinin farklı dozlarda karışımı içine herhangi bir mineral gübre uygulanmaksızın on bitkide en yüksek verimi 3 kısım çöp+1.5 kısım tavuk gübresi karışımı sağlamıştır (Kovancı vd 1989).

Toprağın durumunu iyileştirmek ve su tutma kapasitesini artırmak amacıyla tarla koşullarında yapılan araştırmada hindistan cevizi kabuğu lifleri (5-20 t/ha) çiftlik gübresi ile karşılaştırmıştır. Çiftlik gübresinin kullanıldığı araziden elde edilen verim daha yüksek (19,01 t/ha) bulunurken, hindistan cevizi kabuğu liflerinin kullanıldığı arazide verim 16,97 t/ha, kontrolden (toprak) alınan verimin ise 11,23 t/ha olduğu belirtilmiştir (Ahmad 1993).

Kumar and Yadav (1995), toprak pH'sı 8.80, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 27 olan alkali bir toprakta organik gübrenin, kimyasal gübrenin ve bunların karışımının çeltik-buğday rotasyon sistemine etkilerini saptamak amacıyla yürüttükleri uzun vadeli tarla denemeleri sonucunda kimyasal gübrelerin %25-50 oranında ahır gübresi, yeşil gübre ve saman gibi organik materyaller ile karıştırılarak kullanılmasıyla çeltik verimi kimyasal gübre verilmemiş oranla %6-23 oranında düştüğünü, bunu izleyen yıllarda %25-50 azot çiftlik gübresiyle veya %50-75 kimyevi gübre "*sesbania-aculcate*" yeşil gübre ile verildiğinde çeltik hasadı iki katından fazlasına eriştiğini, organik gübre ile mineral gübre birlikte uygulandığında toprakların pH'sı, elektriki geçirgenlik ve değişebilir Na yüzdesi oldukça ve hızlı bir şekilde düştüğünü belirtmektedir.

Mutlu vd (1995), hektara 12,5 ve 25 ton/ha ahır gübresi karıştırılarak yürütülen bir sera denemesinde domates bitkisi yetiştirilmiştir. Deneme sonucunda bitkinin N kapsamı ahır gübresinin artan dozlarıyla artmış, aynı durum P ve K kapsamlarında da görülmüştür.

Kacar vd (1980), dekara 2 ve 4 ton olarak uygulanan çay atığının, yetiştirilen mısır ve İngiliz çimi üzerine olan etkileri ahır gübresi ve çöp kompostu ile karşılaştırılmış ve sonuçta çay atığının İngiliz çimi üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Yüksel vd (2002), yapmış oldukları bir araştırmada 2, 4, 8, 10, 12 ve 16 ton/da kompost uygulamışlar sonuçta deneme bitkisinin sap ve dane verimini en fazla artıran uygulamanın 12 ve 16 ton/da olduğunu belirlemişlerdir.

Erdal ve Tarakçıoğlu. (2000), değişik organik materyallerin mısır bitkisinin gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada organik materyal olarak çay atığı, tütün tozu, fındık curufu ve ahır gübresini dekara 2 ton olacak şekilde uygulamışlardır. Deneme sonunda toprağa ilave edilen organik maddeye bağlı olarak bitki kuru ağırlığı ile bitkinin N, P, K, Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları değişik düzeylerde artışlar göstermiş ve elde edilen artışların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu tespit etmişlerdir.

Şeker vd (2005), sera şartlarında çöp kompostu (ÇK), sığır gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve leonardit (L) uygulamasının toprak özellikleri ve mısır (*Zea mays L.*) bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 3 kg toprak içeren saksılara ÇK, TG ve L 0-500-1000 kg/da (%0,0-0,2-0,4) ve SG 0-1000-2000 kg/da (%0,0-0,4-0,8) hesabıyla ilave edilmiştir. Araştırma sonuçları kullanılan organik gübrenin çeşidi ve dozlarının toprak özellikleri ile mısırın gelişimini etkilediğini göstermiştir.

Bachthaler (1972), ayrımlı 12 adet organik gübre konusunun değişik bitkilerin verimini nasıl etkilediğini uzun süreli vejetasyon denemeleri ile araştırmış ve kontrole oranla bu organik gübrelerle sağlanan verimin buğday bitkisinde %8, patates bitkisinde ise %4 düzeyinde arttığını saptamıştır.

Diez and Weigelt (1990), 9 yıl süren vejetasyon denemelerinde çöp kompostu, ahır gübresi ve arıtma çamurunun şeker pancarı, yazlık arpa ve buğdayın verimi üzerine etkinliğini iki farklı toprak tipinde incelemişlerdir. Mineral gübrenin azotun verimine etkinliğinin 100 olarak kabul edildiğinde, organik gübrelerden çöp kompostunun bu yöndeki etkinliğinin %10-32, arıtma çamurunun %14-20 ve ahır gübresinin %58-61 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Brassica chinensis ve mısır bitkisi kullanılarak yapılan bir tarla denemesinde hektara 0-10-25-50-75 ton kompost uygulanmıştır. Kompost ilavesi toplam organik maddeyi makro elementleri (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro elementleri (Cu, Zn, Mn) dozlara paralel olarak artırmış, toprağın fiziksel özelliklerinde de önemli düzeyde düzelme görülmüştür. Porozite ve hidrolik iletkenlikte artış olmuş, hacim ağırlıkta azalma belirlenmiştir (Wong *et al.* 1990).

Samet (2004), yaptığı bir çalışmada tatlı biberin (*Capsicum annum L.*) protein ile vitamin C içeriği ve bazı verim öğelerine (bitki boyu, gövde kalınlığı, dallanmalar arası mesafe) ahır gübresi ve hümik asitle birlikte topraktan ve yapraktan uygulanan manganın etkileri karşılaştırılmıştır. Ahır gübresi ve hümik asit uygulaması biberin toplam verimini kontrole göre sırasıyla % 38,98 ve % 16,82 oranlarında arttırmıştır.

Zeidan (2007), kumlu topraklarda organik gübre ve fosfor gübrelemesinin mercimek bitkisinin gelişme, verim ve kalitesi üzerine araştırılmıştır.  organik gübre dozu (0, 10, 20 kg/da) ve dört fosfor gübresi dozu (0, 30, 45, 60 kg/da) kullanılan denemede bitki boyu, bitkide dal sayısı, 1000 dane ağırlığı, dane verimi ve sap verimi gübre uygulamalarına bağlı olarak önemli derecede etkilenmiş, Kontrol bitkileri ile

karşılaştırıldığında en yüksek bitki N, P, K % ve Fe, Mn, Zn ppm değerleri 20 kg/da (organik gübreleme) 60 kg/da fosfor gübreleme dozunda elde edilmiştir.

Polat vd (2001), farklı organik gübre uygulamalarının marulda verim, kalite ve bitki besin maddeleri alımına etkileri üzerine yaptıkları çalışmada değişik dozlarda katı, sıvı tavuk gübresi ve kan unu kullanmışlardır. Araştırma sonucunda tüm organik gübre uygulamalarında verimde kontrol bitkilerine göre %56-212 arasında değişen oranlarda artış belirlenmiştir. Ayrıca kontrol bitkileriyle kıyaslandığında organik gübreyle gübrelenen bitkilerde baş boyu, kök boğazı çapı, baş ağırlığında artış belirlenmiş, organik gübre uygulamalarının, topraktan kaldırılan bitki besin maddeleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu) miktarı üzerine etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Demir vd (2003), bitkisel materyal olarak M-74 F₁ domates çeşidi kullanarak organik gübre kombinasyonlarından oluşan organik yetiştiricilik ile geleneksel NPK gübrelemesinin yapıldığı geleneksel yetiştiriciliği verim ve kalite yönünden karşılaştırdıkları çalışmada; açık alanda domates yetiştiriciliğinin yapıldığı organik yetiştirme yöntemiyle, geleneksel NPK gübrelemesi ile yapılan yetiştiricilik arasında, bitki gelişimi, meyve en-boyu, meyve eti sertliği ve verim değerleri açısından bir farklılığın bulunmadığı, bitki besleme açısından alternatif organik gübrelerle de verim ve kaliteden fazla ödün vermeden yetiştiricilik yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kütük vd (1999), çay atığının arpanın N, P, Fe ve Zn içeriği üzerine etkisinin benzer olduğunu belirlemişlerdir.

Uyanöz vd (2000), çöp kompostu (ÇK), mantar kompostu (MK), sığır gübresi (SG), tavuk gübresi (TG) ve arıtılmış kanalizasyon çamuru (KÇ) gibi organik materyallerde zenginleştirme yapılmaksızın buğdayda mineral madde üzerine etkilerini araştırmak ve bu etkileri karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada 0, 30 ve 60 ton/ha olacak şekilde organik materyalle karıştırılmış toprak, kullanılarak sera şartlarında buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Vejetasyon süresince deneme bitkisinin bayrak yapraklarında ve

hasattan sonra dane ve sapta N, P, K, Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri yapılmıştır. Deneme sonunda toprağa karıştırılan organik materyal ve dozuna bağlı olarak bitkinin N, P, K, Fe, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonları değişik düzeylerde artışlar göstermiş ve elde edilen artışlar ($p<0,01$ ve $p<0,05$) istatistiksel olarak önemli seviyelerde gerçekleşmiştir. Buğday bitkisinin yaprak, dane ve sap örneklerine ait N, P, K, Zn, Cu, Mn ve Fe kapsamalarını artırmada en fazla etkiyi genellikle kanalizasyon çamuru gösterirken, bunu mantar kompostu ve sığır gübresi takip etmiştir. Bu nedenle kanalizasyon çamuru ve çöp kompostunun tarım alanlarında kullanımı önerilmiştir.

Ülkemiz tarım topraklarının %65,25 gibi önemli bir kısmı organik madde kapsamı yönünden az veya çok az, %22,62'si orta ve sadece %12,13 gibi az kısmı iyi veya yüksek özellik göstermektedir. Oysa, tarımsal üretimimizi sınırlayan en önemli faktörlerden biri toprak organik maddesidir. Bu nedenle, çiftlik gübresi, kompost ve yeşil gübre gibi organik materyallerin kullanımına fazlaca gereksinim duyulmaktadır (Eyüpoğlu 1999).

Organik bitkisel ürün yetiştiriciliğinde en önemli iki problem, başta azot olmak üzere bitki besin elementleri noksanlığı ve yabancı ot rekabetidir. Bunun için toprak ve bitki analizleri yapılarak üretim alanının verimlilik özellikleri belirlenmekte ve ürüne ait bir besleme programı hazırlanmaktadır. Bitkinin besin maddesi isteği ve topraktaki alınabilir besin maddeleri miktarı birlikte değerlendirilerek, belirlenecek miktardaki gübre uygun dönemde toprağa verilmektedir. Bu girdiler inorganik gübrelere göre daha fazla sayıda besin elementini daha düşük oranlarda içermekte, etkileri inorganik gübrelere göre daha yavaş ancak daha uzun süreli olmaktadır. Çiftlik gübresi, diğer ticari organik gübre ve organik toprak düzenleyici uygulamaları ile toprağın organik madde içeriği artmakta, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı iyileşmekte ve bitki besin elementlerinin elverişliliği ve alımı artmaktadır (Goyal *et al.* 1999; Soyergin 2003).

Toprakta mevcut ya da ilave edilen organik maddeden mineralize olabilen azot miktarı, toprakta organik madde ve biyolojik aktivitenin miktar ve kalitesiyle yakın ilişkilidir. Organik maddedeki toplam azot canlıların yaşamı ve bitki kullanımı için gereklidir.

Toplam azotun ne kadarının mikrobiyal aktiviteyle mineralize olabildiğinin analizlerle belirlenmesi de son derece önemlidir. Bu noktada elde edilen değerler, toprak kalitesi veya sağlığının göstergesi olmaktadır (Anonim 2008).

Hassas tarım ilkeleri kapsamında mineral gübrelerin doz, çeşit, uygulama zamanı ve şeklinin seçiminde yeni görüşler doğrultusunda etkili, ekonomik ve ekolojik gübre uygulamalarına yer verilmesi zorunlu hale gelmiştir. Mineral gübrelerden bitkiler her ne kadar daha kolay yararlanabiliyor olsa da, yapılan çalışmalar göstermiştir ki toprak ve bitki ölçümleri temeline dayalı gübre önerilerinde bulunulmamaktadır. Bu nedenle ekonomik kayıplar ve ekolojik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle azotlu gübre uygulamalarında aşırı miktarlar hava, su ve toprağı kirletmektedir.

Örneğin mineral azotlu gübre uygulamalarında azot toprakta oldukça geniş bir pH aralığında elverişli olabilen hareketli bir besin elementidir. NH_3 , N_2 , NO , NO_2 , NO_3 formlarında bitki gelişme süresince kolayca hava yada suya salınma riski vardır. Halbuki C/N oranı düşük seçilmek koşuluyla uygulanan organik azot kaynağı gübreler, daha uzun vadede N serbestleyerek hem azot kaybının, hem çevre kirliliğinin önlenmesi ve hemde dolaylı olarak toprak özelliklerinin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle gübrelerin etkin kullanımında çevre dostu sayılabilecek diğer bir uygulama organik formda gübre tercihidir.

Bu temel görüşten hareketle hassas tarım kapsamında gübre dozunun azaltılıp etkinliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu düşünce her tür gübre formu için geçerli olmaktadır. Bu amaçla planlanıp yürütülen çalışmada farklı iki organik gübre kaynağı topraklara uygulanmış ve bunun bitki morfolojik, verim ve diğer mineral kompozisyona etkisi araştırılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme bitkisi ve gübrenin genel özellikleri

Deneme bitkisi olarak seçilen mısır bitkisi; yem bitkisi ve endüstriyel amaçlı üretimde tarla bitkisi olarak kabul edilmekte, taze ve patlak mısır olarak değerlendirildiğinde ise sebzeler grubu içerisinde yer almaktadır(Vural vd 2000). Mısır tek yıllık bir bitkidir. Ekiminden tohum elde edilinceye kadar 85-130 gün geçer. Bu süre varyetelere göre değişiklik gösterir. Monocie çiçek yapısına sahiptir. Tohumları ile üretilir (Vural vd 2000). 150–300 cm arasında boylanabilen (bazı çeşitler 6 m ye kadar boylanabilmektedir) mısır bitkisinde sap, tek olarak gelişmektedir. Kardeşlenme veya dallanma ıslah çeşitlerinde minimum düzeye indirilmiştir. Sapın toprağa yakın toprak üstü boğumlarında destek kökler çıkmakta ve bitkinin yatmaya karşı dayanıklılığını sağlamaktadır. Sap oldukça kalın olup içi öz ile doludur. Yaprak, oldukça geniş ve uzundur. Sapın ucunda erkek organları taşıyan tepe püskülü, 5. ve 6. boğumlarda ise dişi organları taşıyan koçan bulunmaktadır. Daneler oldukça iri olup 1000 dane ağırlığı 300–500 gr civarındadır. Mısır tanesinde yaklaşık %70 nişasta, %10 protein, %2 kül ve ayrıca pentozanlar bulunur (Coşkun ve Vural 2003).

Mısır bitkisinin topraktan en çok aldığı besin elementleri azot ve fosfordur. (Coşkun ve Vural 2003) Azot, mısır bitkisinin tüm yaşam dönemi süresince kullandığı bir besin elementidir. Azotlu gübre gereksinimi büyüme periyodu başlarında pek fazla değilken, ekimin üçüncü haftasında birden artar ve püskül oluşumunun 10 gün öncesinden başlayarak 25-30 gün sonrasına kadar en yüksek düzeye ulaşır. Mısır bitkisi havadaki azotu hiç kullanamaz. Toprağa verilen azotun yarısının mısır bitkisi tarafından kullanılabilmesi, geriye kalan kısmının ise çeşitli şekillerde kaybolması nedeniyle azot gübrelemesi gübreleme programının en güç kısmını oluşturur (Kırtok 1998).

Mısır derin, killi-tınlı toprakları sever. Alüviyal yapılı topraklarda çok iyi gelişir. Hafif asit veya nötr toprakları tercih etmektedir. Toprak tuzluluğuna toleransı yoktur (Coşkun ve Vural 2003).

Denemede organik gübre olarak Avrupa Birliği organik tarım uygunluk belgesine sahip büyükbaş hayvan gübresi olan Biofarm gübresi ve sertifikasız çiftlik gübresi kullanılmıştır.

3.1.2. Araştırma Bölgesi Hakkında Genel Bilgiler

3.1.2.a. Çalışma alanının yeri

Erzurum Ovası 41-42. doğu boylamları ile 40-42. kuzey enlemleri arasında olup, 40. kuzey enlemi Erzurum Ovasının içinden geçmektedir. Alanı yaklaşık 57000 ha olan ovanın eni 12-28 km, boyu 25 km olup, rakım 1750-2000 m arasındadır. Ovanın genel eğimi düz ve düze yakın olup çoğunlukla %2 dolayındadır (Atalay 1982).

Ova kuzeyde Dumlı, güneyde Palandöken ve doğuda da Kargapazarı dağları ile sınırlanmıştır. Etrafı yüksek dağlarla çevrili bir çanak görünümündedir. Erzurum ovası doğuda Deveboynu adı verilen ve rakımı 2000 m den fazla olan bir sırtla Pasinle Ovasından ayrılmaktadır..Bu özelliği ile Erzurum Ovası ülkemizin en yüksek ovaları içerisine girmektedir (Atalay 1982).

3.1.2.b. Çalışma alanının iklimi

Bölgenin iklimi karasal nitelikte olup kışlar çok soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçmektedir. Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 5-9 °C, yıllık yağış miktarı 446,2 mm, ortalama yıllık buharlaşma 1059 mm ve yıllık ortalama nispi nem %61 'dir. Bölgede yüksek basınç şartları hakim olduğundan kışların şiddeti fazladır. Yağışlar az

ve büyük bir bölümü kar şeklindedir. Bölgeye en fazla yağış Mayıs ayında ve en az yağış ise Ağustos ayında düşmektedir.

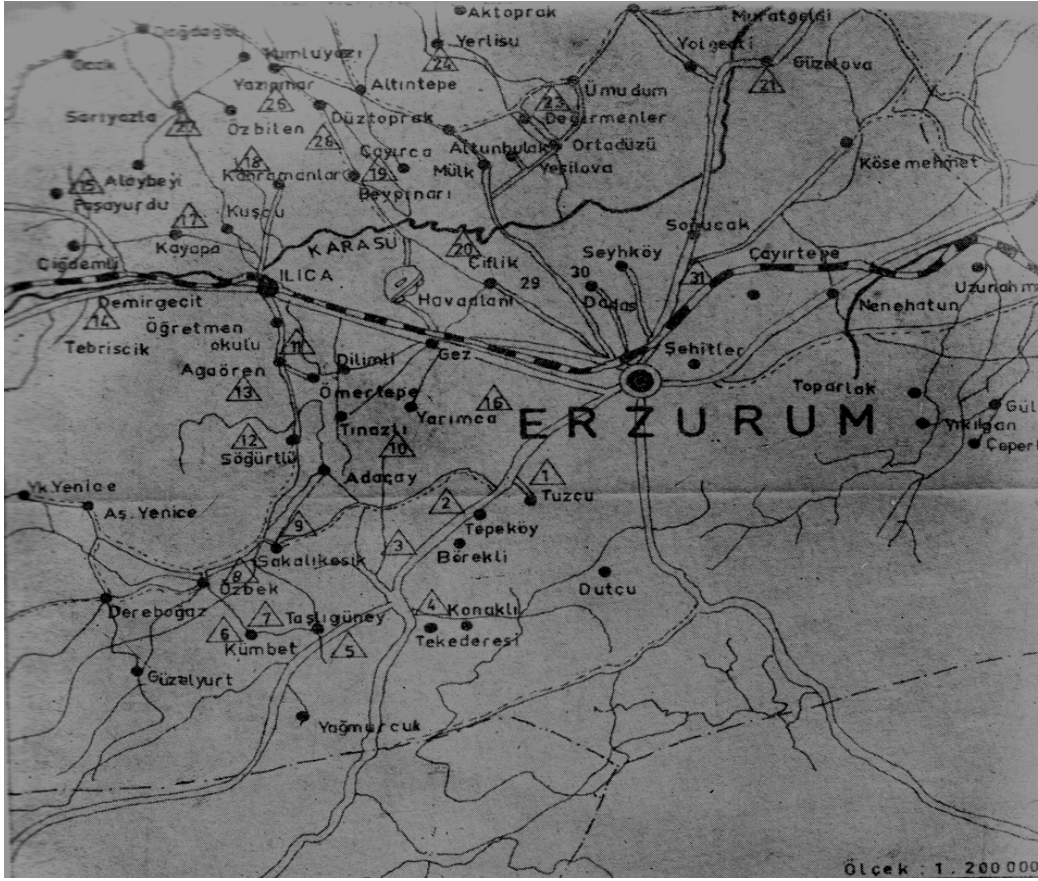
3.1.2.c. Çalışma alanının toprak özellikleri

Çalışmanın yapıldığı alanda, yayılım gösteren topraklar önemli oranda Palandöken ve Dumlu dağlarından taşınarak biriktirilmiş materyaller üzerinden gelişmiştir. Alüviyal materyallerin önemli karakteristiği olarak yatay yönde oluşan materyalin büyüklük sıralaması, ova tabanında yer alan Karasu kanalından dağlara doğru üniform bir şekilde kaba materyale dönüşmektedir. Çalışma alanında genel olarak, dağların birleştiği alt etek, orta etek ve taban alanlarda toprak işlemeli tarım yapılmaktadır. Topraklar oluştukları koşullara bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir. Yörede hakim olan toprak oluş faktörlerinin etkisi ile Mollisol, Entisol, Vertisol, Aridisol ve İnseptisol toprak sıralarının varlığı farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur. Çalışma alanında örnekleme kriteri, arazi pozisyonları değerlendirilerek ortaya konulduğundan taban ve etek pozisyonlarında yer alan topraklar, özellikleri bakımından önemli farklılıklar göstermektedirler. Farklı pozisyonlarda yayılım gösteren topraklar, tekstür, permeabilite, derinlik gibi özellikleri bakımından ayrılmaktadır.

Özellikle düz ve düze yakın alanlarda yörede ilkbaharda başlayarak önemli bir süre dağlardan gelen kar sularının etkisi ile toprak profili suya doygun kalmaktadır. Yaz periyodunda kuraklığa bağlı olarak kuruma ve fiziksel özelliklerde değişim ortaya çıkmaktadır. İnce tekstürlü alanlarda önemli fiziksel bozunumlar mevcuttur. Etek pozisyonlarında ise materyalin büyüklüğüne bağlı olarak düşük su tutma kapasitesi ve taban suyu olmadığından yılın önemli kısmında kuraklık söz konusudur. Çalışma alanı toprakları, oluştukları materyalin orijini, topoğrafik faktörler ve toprak-su ilişkilerine bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir (Özgül 2003).

3.1.3. Toprak Örneklerinin Alındığı Yerler

Toprak örnekleri toprakların oluştuğu fizyografik arazi grupları (taban ve etek) ve ana materyaller ile topoğrafik farklılıklar değerlendirilerek Erzurum Ovasında bulunan Nenehatun, Kösemehmet, Muratgeldi, Karasu, Altintepe, Börekli köylerinden toprak işlemeli tarım yapılan ve işlemeli tarım yapılmayan alanlardan olmak üzere 22 farklı noktadan alınmış ve toprak örneklerinin alındıkları köyler haritada gösterilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil.3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler

Çizelge.3.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler ve örneklerle ait bazı bilgiler

Toprak No	Alındığı köy	Alındığı yerin özellikleri (arazi pozisyonu kullanım şekli)
1	Nenehatun	Etek arazi üzerinde yonca tarlasından alınmıştır
2	Nenehatun	Uzun süre işlenmemiş volkanik materyal üzerinde az gelişmiş ve eğime bağlı olarak birikmenin olduğu kısımdan alınmıştır.
3	Nenehatun	Köyün taban kısmında buğday tarlasından alınmıştır
4	Nenehatun	Taban arazi üzerinde işlenmemiş alandan alınmıştır.
5	Kösemehmet	Etek arazi üzerindeki işlenmemiş alandan alınmıştır.
6	Kösemehmet	Etek arazi üzerinde arpa ekilen tarladan alınmıştır.
7	Kösemehmet	Taban arazi üzerinde buğday tarlasından alınmıştır
8	Kösemehmet	Taban arazi üzerine işlenmemiş alandan alınmıştır
9	Muratgeldi	Taban arazi üzerinde buğday tarlasında alınmıştır
10	Muratgeldi	Taban arazi üzerinde işlenmemiş alandan alınmıştır
11	Muratgeldi	Etek arazi üzerinde arpa tarlasından alınmıştır
12	Muratgeldi	Etek arazi üzerinde işlenmemiş alandan alınmıştır
13	Karasu	Buğday tarlasından alınmıştır
14	Karasu	İşlenmemiş arazi üzerinden alınmıştır
15	Altıntepe	Etek arazi üzerinde hububat araziden alınmıştır
16	Altıntepe	Etek arazi üzerinden işlenmemiş alandan alınmıştır
17	Altıntepe	Taban arazi üzerinden işlenmemiş alandan alınmıştır
18	Altıntepe	Taban arazi üzerinden buğday tarlasından alınmıştır
19	Börekli	Etek alanda hububat arazi üzerinden alınmıştır
20	Börekli	Etek alanda işlenmemiş araziden alınmıştır
21	Börekli	Taban alanda arpa tarlasından
22	Börekli	Taban alanda işlenmemiş alandan alınmıştır.

Çalışmanın yapıldığı alan, yarı kurak iklim koşullarının olduğu, ustik nem rejiminin ve mesik sıcaklık rejiminin olduğu bir bölgedir. Çalışmada, aynı iklim koşulları altında ancak farklı fizyografik arazi grupları (taban ve etek) ve ana materyaller üzerinde gelişmiş topraklar seçilmiştir. Çalışmanı yapıldığı bölgede genellikle, ABD tasnif sistemine göre, sıra düzeyinde Mollisol, Aridisol, Entisol, Vertisol ve Inceptisoller yayılım göstermektedir. Çalışmada alınan örnekler, toprak sıralarını temsil etmekten çok, toprakların olduğu fizyografik arazi grupları ile topoğrafik farklılıklar değerlendirilerek yapılmıştır. Karasu olarak tanımlanan alan taban arazi olduğundan bu örneğe ait etek pozisyon örneklenmemiştir. Çalışmada kullanılan toprak örneklerinden,

diğer 5 köyden alınan örnekler, etek ve taban pozisyonlarda, işlenmiş ve işlenmemiş alanları temsil edecek şekilde seçilmiştir (Şimşek 2002).

3.2. Yöntem

3.2.1.Toprak örneklerinin analize hazırlanması

Toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınmış, gölgede kurutulduktan sonra kaba materyaller ayıklanarak kesekler tahta tokmakla dövülmüş ve bir kısmı laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere 2 mm'lik, geri kalanı da sera denemesinde kullanılmak üzere 4 mm'lik elekten geçirilmiştir (Özbek vd 1971).

3.2.2.Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Deneme Mayıs-haziran aylarında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera koşullarında yürütülmüştür. Denemede saksı olarak plastik fide poşetleri kullanılmıştır. Deneme saksılarına 4 mm 'lik elekten elenmiş 2,5 kg toprak konulmuştur. Tam şansa bağlı deneme desenine göre kurulan denemede 1 çeşit bitki, 3 uygulama (2 çeşit organik gübre ve kontrol) ve 22 farklı toprak örneği 3 tekrarlamalı olarak ($1 \times 3 \times 22 \times 3 = 198$ saksı) yürütülmüştür. Denemede her bir saksıya başlangıçta 8 şer tohum ekilmiş daha sonra 4 er bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır.

Sıfır (kontrol) bitkileri hariç saksılara mısır bitkisinin N ihtiyacı (15 kg N da), verilen gübrenin %20 sinin mineralize olduğu, dekara çiftlik gübre dozu ve gübrelerin N içerikleri esas alınarak (çiftlik gübresinden 65 gr/2,5 kg toprak, biofarm gübresinden ise 50 gr/2,5 kg toprak) çiftlik ve biofarm gübresinden uygulanmıştır. Her bir toprak örneğinin su tutma kapasiteleri belirlenmiş ve saksılardaki toprak örneklerinin nem içeriği başlangıçta tarla kapasitesine getirilmiştir. Deneme süreci boyunca toprak

örneklerinin nemlilik düzeyleri tarla kapasitesinde tutulmaya çalışılmıştır. Deneme 8 hafta boyunca sürdürülmüştür.

3.3. Toprak Analiz Yöntemleri

3.3.1. Mekanik analiz

Toprağın mekanik yapısı Bouyocous Hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

3.3.2. Toprak reaksiyonu (pH) analizi

Toprakların pH'ları 1:2.5'luk toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (McLean 1982).

3.3.3. Kireç analizi (%CaCO₃)

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

3.3.4. Organik madde analizi (%)

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelsonand Sommers 1982). Organik maddede organik karbon miktarı, % organik maddenin 1.72 ye bölünmesi ile elde edilmiştir (Tüzüner 1990).

3.3.5. Katyon değişim kapasitesi analizi

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH=8.2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilen solusyonlarda alev fotometresiyle Na okuması yapılarak saptanmıştır (Rhoades 1982a).

3.3.6. Değişebilir katyonların analizi

Toprakların değişebilir katyonları amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakteedildikten sonra Na ve K Alev Fotometresinde okunarak, Ca+Mg ise EDTA yöntemiyle titrasyonla tespit edilmiştir (Rhoades 1982b).

3.3.7. Fosfor analizi

Amonyum molibdat ekstraksiyonu sonucu süzükte Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorbsiyonu 660 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen and Summers 1982).

3.3.8. Bitki tarafından alınabilir mikro element analizi

Elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları DTPA yöntemine göre ekstrakte edilen süzüklerde atomik adsorbsiyon spektrofotometresinde (SensAA GBC) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell 1969).

3.3.9. Toplam azot analizi

Toprak örneklerinin azot içeriği salisilik+sülfürik asit+tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

3.3.10. Mineralize olabilen azot analizi

Toplam azotun ne kadarının mikrobiyal aktiviteyle mineralize olabildiğini belirlemek amacıyla 22 adet toprak örneğine uygulanan organik gübrelerin topraklardaki başlangıç ve mineralize olan NO_3 ve $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u serbestlenmesine etkisini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında 60 gün süren inkübasyon denemesi kurularak ayda bir kez olmak üzere 2 aşamada başlangıç ve son inorganik azot konsantrasyonları mikro kjeldahl destilasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar 1995).

Deneme kuruluşunda takip edilen işlemler, Sağlam (1979, 1976) tarafından bildirilen esaslara göre yürütülmüştür. Deneme için temin edilen kapaklı özel kapların içerisine havada kurutulmuş toprak örneğinin (<2 mm.) 10 gramı ile 30-60 mesh'lik elekten geçirilmiş ve yıkanmış kuartz kumunun 30 gramı cam baget ile karıştırılmıştır. Bu işlemten hemen sonra, hazırlanan toprak örneklerine organik gübreler ilave edilmiş bulunduğu kapların üzeri streç film ile kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler, 60 gün süreyle 28 °C'de inkübasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra toprak örneklerinde inkübasyonun 30 ve 60. gününde azot $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3)\text{-N, ppm}\}$ tayinleri yapılmıştır. Topraklardan elde edilen azot $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3)\text{-N, ppm}\}$ değerleri (MA=Mineralize Olan Azot Miktarı) ile, toprakların mineralizasyon kapasiteleri belirlenmiştir.

Toprakların mineralizasyon kapasiteleri, inkübasyonun 30 ve 60. gününde topraklarda mevcut olan inorganik azot $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3)\text{-N, ppm}\}$ miktarından, orijinal topraktaki inorganik azot $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3)\text{-N, ppm}\}$ miktarının çıkarılmasıyla bulunmuştur (Sağlam 1976).

3.4. Bitki ve Gübre Analiz Yöntemleri

3.4.1. Toplam azot analizi

Bitki örneklerinin azot içeriği salisilik-sülfürik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Aoac 1990).

3.4.2. Diğer makro ve mikro element (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) analizi

Bitki örneklerinin P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri nitrik perklorik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra fosfor vanadomolibdat sarı renk yöntemiyle spektrofotometrede (Aquamete) 430 nm dalga boyunda, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (SensAA GBC) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Aoac 1990).

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

Deneme tam şansa bağlı deneme desenine göre (gübre çeşit ve dozu tesadüf olarak dağıtılmıştır) üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş, denemeden elde edilen veriler varyans analizi, çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuştur (Yıldız ve Bircan 1991).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Topraklarının ve Kullanılan Gübrelerin Özellikleri

Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’den görüldüğü üzere deneme topraklarının pH’ları nötr ile kuvvetli alkali (6,86-8,82), kireç içerikleri kireçli ile orta kireçli (%1,01-13,97), organik madde içerikleri çok az ile iyi (%0,46-3,79), azot içerikleri çok az ile fazla (%0,04-0,23) arasında değişmektedir. Toprakların KDK leri 20,42-55,55 me/100g arasında, değişebilir Na içerikleri 0,35-0,90 (me/100g) arasında değişmektedir. Toprakların K içerikleri yeterli ile çok fazla (0,84-3,76 me/100g), P içerikleri yeterli ile fazla (13,95-73,05 ppm) arasında değişmektedir. Toprakların Ca içerikleri (12,2-14,04 me/100g) yeterli, Mg (9,63-11,64 me/100 g) içerikleri ise fazladır.

Toprakların Fe içerikleri orta ile fazla (0,32-15,38 ppm), Cu içerikleri yeterli (0,75-3,94 ppm), Zn içerikleri az ile yeterli (0,17-1,31 ppm), Mn içerikleri az ile fazla (7,53-50,66 ppm) arasında değişmektedir Pb içerikleri 1,52-3,64 ppm arasında (2-300 ppm normal), Cd içerikleri 0,04-0,13 ppm arasında değişmekte (0,02-4 ppm normal) olup normal sınırların alt limitine yakındırlar. Toprakların Cr içerikleri ise eser miktardadır. Toprakların kil içeriği %4,9-30,3, silt içeriği %27,5-51,9, kum içeriği %33,1-64 arasında değişmektedir. Toprak örneklerinin tekstür sınıfları Tın, Kumlutın, Killitın, Siltlitın, Kumlukillitın ve Kil arasında değişmektedir (Bingham 1949; Lindsay ve Norwell 1969; Anonymous 1980; FAO 1990; TOVEP 1991).

Çizelge 4.1. Deneme topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Top No	pH	CaCO ₃ (%)	O.M (%)	Toplam N (%)	KDK (me/100gr)	Değ. Na me/100g	Değ. K (me/100gr)	Değ. Ca me/100gr	Değ. Mg me/100gr	P ppm
1	6.86	1.29	2.57	0.07	49.60	0.39	2.45	12.19	11.28	17.01
2*	6.93	1.01	3.49	0.17	52.10	0.35	2.25	13.17	11.64	13.95
3	7.82	4.33	0.46	0.04	55.55	0.37	2.71	12.19	10.50	18.36
4*	7.44	5.31	3.79	0.23	47.58	0.41	2.33	14.04	9.98	21.92
5*	8.82	7.16	3.55	0.13	49.19	0.70	3.69	13.85	11.37	22.47
6	8.26	8.23	2.04	0.09	45.80	0.86	1.36	13.75	11.64	19.87
7	8.10	6.74	1.98	0.09	48.27	0.90	1.99	13.65	11.46	17.62
8*	7.92	4.36	2.79	0.13	51.34	0.78	1.71	13.65	11.90	17.50
9	7.92	3.16	0.79	0.06	38.84	0.53	1.53	13.27	11.12	16.86
10*	7.89	2.96	1.56	0.08	36.01	0.78	0.84	13.55	10.94	23.25
11	7.39	1.07	1.20	0.05	29.98	0.43	2.72	13.07	10.50	46.91
12*	7.44	1.36	2.63	0.07	29.75	0.51	3.76	13.27	10.50	73.05
13	7.88	4.92	3.43	0.12	44.57	0.49	1.20	13.85	11.28	23.72
14*	8.02	5.51	2.53	0.09	32.64	0.76	1.11	13.65	11.46	18.11
15	7.96	7.94	2.39	0.06	44.19	0.39	2.15	13.56	10.50	27.59
16*	7.85	10.16	3.60	0.10	49.93	0.41	3.72	13.56	10.59	26.74
17*	8.10	13.97	2.24	0.07	40.74	0.86	1.68	13.65	11.55	24.19
18	8.34	5.57	3.31	0.10	37.92	0.72	3.01	13.46	10.85	32.68
19	7.31	1.04	1.63	0.05	22.85	0.45	1.26	12.77	10.24	26.38
20*	7.33	2.59	1.74	0.08	20.42	0.39	1.65	13.26	10.24	16.19
21	7.67	2.88	1.21	0.05	30.83	0.39	1.54	13.56	9.63	21.04
22*	7.66	3.10	1.55	0.05	35.77	0.44	1.89	13.28	9.63	20.09

*: işlemeli tarım yapılmayan alanlar

Çizelge 4.1. Deneme topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri (devam)

Top No	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn(ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	kil %	Silt %	Kum %	Tektür sınıfı
1	15,38	3,53	1,31	50,66	0,06	2,59	19.31	27.54	52.55	Kumlu killi tın
2*	12,41	3,59	0,59	19,50	0,09	1,97	19.96	27.60	52.44	Tın
3	1,68	1,36	0,50	7,53	0,05	1,70	23.98	31.15	44.89	Kil
4*	1,79	0,75	0,43	7,99	0,11	3,12	13.50	33.75	52.75	Kumlu tın
5*	2,40	1,97	0,65	9,70	0,13	2,60	19.92	38.14	37.71	Kil
6	1,87	3,94	0,20	9,39	0,09	3,18	15.60	35.83	48.57	Tın
7	1,20	1,88	0,34	10,53	0,13	2,23	13.50	46.41	40.09	Tın
8*	1,16	2,16	0,35	9,17	0,07	2,47	13.50	39.97	46.53	Tın
9	0,76	1,89	0,56	8,95	0,08	2,86	13.52	42.28	42.40	Tın
10*	1,21	1,15	0,29	9,78	0,04	3,01	9.65	51.87	38.48	Siltli tın
11	1,80	2,03	0,87	14,64	0,09	2,56	17.32	37.11	45.57	Tın
12*	1,72	1,99	0,94	15,33	0,07	3,60	21.69	33.06	45.25	Tın
13	1,55	1,94	0,34	16,50	0,07	3,42	30.29	33.20	36.51	Killi tın
14*	0,95	1,31	0,28	11,26	0,07	2,90	17.41	35.25	47.36	Tın
15	0,92	2,68	0,48	11,48	0,05	2,77	23.74	33.31	42.95	Tın
16*	1,00	2,12	0,57	12,96	0,05	3,25	19.67	36.66	43.67	Tın
17*	0,58	1,35	0,34	14,15	0,04	1,52	17.61	29.34	33.05	Kumlu tın
18	1,19	1,97	0,89	15,66	0,10	1,73	15.33	47.66	37.01	Tın
19	3,96	1,12	0,39	13,94	0,08	1,59	4.91	30.67	64.42	Kumlu tın
20*	2,29	1,49	0,43	11,98	0,07	1,61	4.92	34.84	60.24	Kumlu tın
21	0,32	1,34	0,17	11,35	0,06	2,28	13.22	33.66	53.72	Kumlu tın
22*	1,80	1,87	0,31	10,53	0,04	3,64	9.11	43.48	47.41	Tın

*: işlemeli tarım yapılmayan alanlar

Çizelge 4.1.2. Denemede kullanılan gübrelere ait bazı analiz sonuçları

	Çiflik gübresi	Biofarm
Org.madde (%)	37.28	43.65
Org C (%)	21,67	25,38
C/N oranı	18,06	16,27
Toplam N(%)	1.20	1.56
CaCO ₃ (%)	6.69	4.86
P (%)	0.53	0.74
Na (%)	0.65	0.61
K (%)	0.88	0.99
Ca (%)	2.42	2.24
Mg (%)	1.00	0.99
Fe ppm	174	141
Cu ppm	12.30	16.27
Zn ppm	77	52
Mn ppm	84	68
Cd ppm	0,78	0,80
Pb ppm	0,60	0,93
Cr ppm	0,90	0,50

Denemede kullanılan gübrelere ait ağır metal miktarları 04/05/2004 tarih, 25452 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Toprak Düzenleyicileri ve Mikrobiyal Gübrelerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik Madde 5 de belirtilen değerlerin altında bulunmuştur.

Genel olarak organik gübrelerin tarım arazilerine besin sağladığı, toprak verimliliğini artırdığı ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiği bilinmektedir. Ancak bilhassa azotça daha zengin olmalarına rağmen azotlu gübrelemede organik gübrelerin bitkilerin azot gereksinimlerinin ne kadarını karşılayabilecekleri hususunda bilgiler fazla değildir. Azot tarımsal ürünü sınırlamada yada tarımsal ürünü artırma yönünden diğer besin elementlerine oranla çok daha büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle tarımda azotlu gübrelere yapılan yatırım, toplam gübre harcamaları içerisinde en büyük paya sahiptir. Böylesi önemli bir girdinin, toprağın N sağlama gücüne bağlı olarak etkili kullanımı hem tarımsal ürünlerde nitelik ve nicelik artışı biçiminde ortaya çıkması ve hem de çevre kirlenmesinin önüne geçilmesi yönünden önemli olacaktır (Kacar 1984).

4.2. Gübre Uygulamasının Bitki Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Bilimsel amaçlı yapılan gübreleme verim denemelerinde hemen hemen her çalışmada bakılan ilk parametrelerden birisi de bitki kuru madde oranlarıdır. Gübreleme verim denemelerinde optimum gübre dozlarında kuru madde miktarlarında görülen artışlar, genellikle bitki besin maddelerinin olumlu tesirlerinin bir sonucudur.

Gübre uygulamasının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.1’de; bitki kuru ağırlıklarına ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge.4.2.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2.1. Gübre uygulamasının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Karaler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Kuru Ağırlık			
Toprak	21	98,14	27,87	0,000
Gübre	2	1125,44	319,61	0,000
Toprakxgübre	42	13,72	3,89	0,000
Hata	132	3,52		

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre mısır bitkisinin kuru ağırlığı üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak $P<0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.1). Gübre uygulaması ile tüm topraklarda mısır bitkilerinin kuru ağırlıkları kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir (Çizelge 4.2.2).

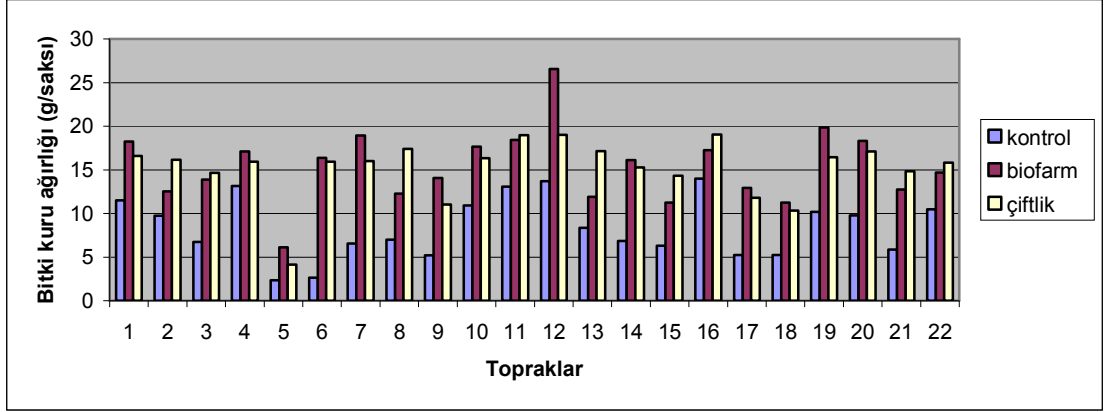
Benzer şekilde Kara ve Erel (1999) tavuk gübresinin toprağın bazı özelliklerine ve yulaf bitkisinin verimine olan etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır yulafın kuru bitki ağırlığında kontrole göre artışa neden olduğu da belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kuru ağırlık değerlerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

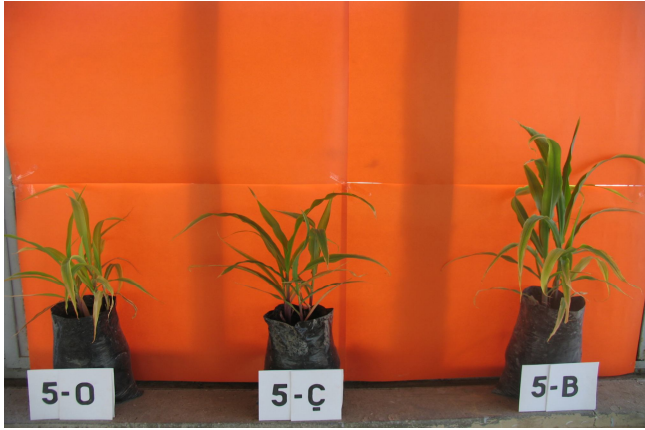
Toprak No	Kuru Ağırlık (g/saksı)			
	Kontrol Ort.±St.Sapma	Biofarm Güb. Ort. ± St. Sapma	Çiftlik Gübresi Ort. ± St. Sapma	Ortalama
1	11,52±1,19	18,23±1,66	16,69±0,24	15,48 ^{bc}
2*	9,89±1,02	13,13±2,73	16,48±2,04	13,17 ^{defg}
3	6,24±1,39	14,18±1,01	14,68±0,98	11,70 ^{gh}
4*	12,95±1,65	17,97±3,04	15,31±1,20	15,41 ^{bc}
5*	2,20±0,34	6,67±2,18	4,18±0,09	4,35 ^k
6	2,631±0,55	16,40±2,77	15,93±3,97	11,47 ^{ghı}
7	6,24±2,62	19,73±2,36	16,49±1,96	14,16 ^{cde}
8*	6,99±2,77	11,79±1,70	17,15±2,15	11,97 ^{fgh}
9	5,48±0,78	13,92±3,52	11,77±2,77	10,39 ^{hij}
10*	10,80±1,33	17,48±1,19	16,40±3,69	14,90 ^{cd}
11	13,41±0,82	19,20±2,34	18,16±2,40	16,92 ^b
12*	13,56±2,06	26,87±4,87	19,02±1,50	19,81 ^a
13	8,68±0,62	12,00±1,17	17,10±1,53	12,59 ^{efg}
14*	6,98±1,09	16,27±1,07	15,21±0,26	12,82 ^{efg}
15	6,34±1,04	11,07±0,72	13,43±2,13	10,28 ^{hij}
16*	14,11±0,81	17,15±0,29	17,15±0,29	17,20 ^b
17*	5,11±0,77	12,38±1,29	11,36±2,57	9,62 ^{ij}
18	5,19±1,74	11,88±0,23	10,32±0,26	9,13 ^j
19	10,07±0,7	20,00±0,40	15,93±0,89	15,34 ^{bc}
20*	9,78±1,33	19,28±2,03	17,29±3,11	15,45 ^{bc}
21	5,87±1,76	18,17±1,88	14,70±0,31	12,92 ^{efg}
22*	10,46±1,68	15,86±2,11	15,28±1,85	13,87 ^{cdef}
Ortalama	8,39 ^c	15,89 ^a	15,12 ^b	

Brohi *et al.* (1996), sıvı tavuk gübresinin mısır bitkisinin gelişimi ve N, P, K kapsamı üzerinde kalıcı etkisinin araştırıldığı çalışmada en yüksek kuru madde miktarı ortalama 20,50 g/saksı ile dekara 4,5 ton sıvı tavuk gübresi uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kuru madde miktarı ise ortalama 3,67 g/saksı ile kontrolde gerçekleşmiştir.

Şekil 4.2.1-2 ve Çizelge 4.2.2’den görüleceği üzere mısır bitkisinin yetiştirildiği topraklarda gübre uygulamasına bağlı olarak en düşük bitki kuru madde ağırlığı 5 numaralı toprakta belirlenmiştir.



Şekil 4.2.1. Gübre uygulamasına bağlı olarak deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kuru ağırlık değerleri



Şekil 4.2.2. Beş numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkileri

Mısır bitkisinin yetiştirildiği topraklarda gübre uygulamasına bağlı olarak en yüksek bitki kuru madde ağırlığı ise 12 numaralı toprakta elde edilmiştir (Şekil 4.2.3.ve Çizelge 4.2.2). Denemede kullanılan topraklarda yetiştirilen bitkilerin kuru ağırlık ortalamaları ile yapılan değerlendirmelerde gübre uygulamasına bağlı olarak bitki kuru ağırlığı açısından en yüksek ortalama biofarm gübre uygulaması ile edilmiştir (Çizelge 4.2.2).



Şekil 4. 2.3. Oniki numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkileri

4.3. Gübre Uygulamasının Bitki Azot içeriği ve Azot Alımı Üzerine Etkisi

Azot, bitkilere sağlanması insanoğlu tarafından denetlenen yaşamsal öneme sahip bir bitki besin elementidir. Azot toprakta temelde NO_3^- veya NH_4^+ şeklinde bulunur, bu iyonların bitkiler tarafından alımı ve tercihi; bitkilerin genetik özelliklerine, toprak pH sına, sıcaklığına ve toprak çözeltisindeki diğer iyonlara bağlıdır.

Azot bitki köklerine geniş bir pH aralığında elverişli olabilmektedir. Azot bütün aminoasitlerin dolayısıyla proteinlerin yapı bileşenidir. Aynı zamanda nükleik asitlerin (RNA ve DNA) ve klorofil molekülünün (fotosentez için gerekli) yapı unsurudur.

Azot toprak üstü organlarının (sap ve yapraklar) gelişmesini teşvik eder ve bitkinin sağlıklı yeşil aksamı ve renkli oluşumuna yardım eder. Bununla birlikte azot, meyve ve danelerde protein oluşumunu ve potasyum, fosfor dahil diğer elementlerin yararışlılığının artmasına yardım eder (Yıldız 2008).

Azot bitkide kuru madde ilkesine göre % 1.5-6.0 oranında bulunur, genel olarak pek çok bitki için yeterlilik düzeyi % 2,5-3,5 arasında değişir. Genel olarak iyi bir ürünle bitkiler her yıl topraktan 56-560 kg/ha kaldırmaktadırlar (Yıldız 2008).

Çizelge 4.3.1. Gübre uygulamasının bitki azot içeriği ve azot alımı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Karaler Ortalaması	F	Önem Durumu
Azot İçeriği				
Toprak	21	0,35	47,90	0,000
Gübre	2	9,19	1256,71	0,000
Toprakxgübre	42	0,11	15,39	0,000
Hata	132	0,007		
Azot Alımı				
Toprak	21	13379,27	20,27	0,000
Gübre	2	515725,93	781,16	0,000
Toprakxgübre	42	4648,64	7,04	0,000
Hata	132	660,21		

Gübre uygulamasının bitki azot içeriği ve azot alımı üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.1.'de, bitkilere ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.3.2.'de görülmektedir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre mısır bitkisinin azot içeriği ve azot alımı üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak $P < 0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.1). Çizelge 4.3.2 'den görüleceği üzere gübre uygulaması ile tüm topraklarda mısır bitkilerinin azot içeriği ve azot alımı kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir.

Benzer bir çalışmada Kütük vd (1999), toprağa uygulanan farklı organik materyallerin ıspanak bitkisinde verim ile bazı kalite öğeleri ve mineral madde içerikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada çay atığı, mantar kompost atığı ve ahır gübresinin ıspanak bitkisinde ürün miktarı, ortalama bitki ağırlığı, sap ağırlığı ve yaprak uzunluğu üzerine olumlu etkilerini saptamışlardır. Toprağa uygulanan organik maddelerle ilgili olarak ıspanakta nitrat, toplam azot, kalsiyum ve potasyum içeriği artmıştır. Toplam oksalik asit ve fosfor içerikleri yönünden toprağa uygulanan organik maddeler arasında farklılık bulunmamıştır.

Mısır bitkisi için yeterli azot düzeyi bitki çeşit ve gelişme evresine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %2,5 ile 3,5 arasında değişmektedir (Jones *et al.* 1991). Yapılan çalışmada her iki gübre uygulaması da bitki azot içeriğini ve alımını kontrol bitkilerine göre önemli derecede artırmış, vejetatif aksam artmış ve bitki gelişimi pozitif yönde etkilenmiştir.

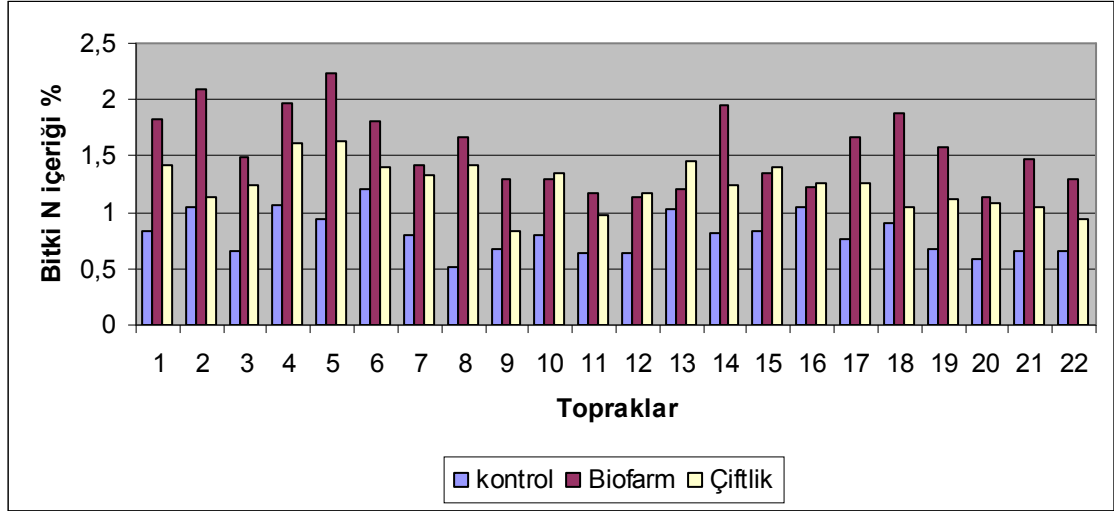
Ancak mısır bitkilerinin azot içerikleri gerek kontrol ve gerekse gübre uygulanmış tüm topraklarda yeterli seviyeye ulaşamamıştır. Bu durumun azotun organik gübrelerden yavaş serbestlenmesi ile ilgili olduğu düşünölmektedir.

Mineral gübrelerin besin elementi kapsamları bitki ihtiyacını rahatlıkla karşılayacak düzeydedir. İnorganik formdaki bitki besin elementleri bitki köklerine doğrudan elverişlidir. Buna karşılık organik formdaki besin elementleri daha az elverişlidir. Ahır gübresi ile toprağa uygulanan N'un ilk yıl sadece 1/3'ü bitkilere yarayışlıdır. Burada N'un organik gübrelerden yavaş serbest hale geçişi, ürün niteliği açısından inorganik gübrelerle nazaran bazı üstünlükler sağlayabilir (Topbaş vd 1998).

Çizelge 4.3.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak No	Kontrol Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Ort. $\pm$ St. Sapma	Ortalama
1	0,83 $\pm$ 0,30	1,82 $\pm$ 1,15	1,42 $\pm$ 0,043	1,36 de
2*	1,05 $\pm$ 0,02	2,09 $\pm$ 0,24	1,14 $\pm$ 0,01	1,42 cd
3	0,65 $\pm$ 0,06	1,49 $\pm$ 0,06	1,25 $\pm$ 0,1	1,13 hi
4*	1,07 $\pm$ 0,02	1,96 $\pm$ 0,006	1,61 $\pm$ 0,10	1,54 ab
5*	0,94 $\pm$ 0,04	2,23 $\pm$ 0,01	1,64 $\pm$ 0,078	1,60 a
6	1,21 $\pm$ 0,05	1,81 $\pm$ 0,065	1,40 $\pm$ 0,01	1,47 bc
7	0,80 $\pm$ 0,07	1,42 $\pm$ 0,06	1,33 $\pm$ 0,19	1,18 gh
8*	0,52 $\pm$ 0,05	1,67 $\pm$ 0,21	1,42 $\pm$ 0,006	1,20 fgh
9	0,68 $\pm$ 0,06	1,30 $\pm$ 0,13	0,83 $\pm$ 0,05	0,94 k
10*	0,80 $\pm$ 0,06	1,29 $\pm$ 0,01	1,35 $\pm$ 0,006	1,14 gh
11	0,64 $\pm$ 0,09	1,17 $\pm$ 0,02	0,97 $\pm$ 0,01	0,93 k
12*	0,64 $\pm$ 0,04	1,13 $\pm$ 0,006	1,17 $\pm$ 0,03	0,98 jk
13	1,03 $\pm$ 0,01	1,20 $\pm$ 0,09	1,46 $\pm$ 0,16	1,23 fg
14*	0,81 $\pm$ 0,01	1,95 $\pm$ 0,03	1,25 $\pm$ 0,09	1,34 e
15	0,83 $\pm$ 0,04	1,34 $\pm$ 0,1	1,40 $\pm$ 0,02	1,19 fgh
16*	1,05 $\pm$ 0,04	1,23 $\pm$ 0,22	1,26 $\pm$ 0,03	1,18 gh
17*	0,77 $\pm$ 0,03	1,66 $\pm$ 0,0	1,26 $\pm$ 0,05	1,23 fg
18	0,91 $\pm$ 0,01	1,88 $\pm$ 0,16	1,04 $\pm$ 0,17	1,28 ef
19	0,67 $\pm$ 0,01	1,57 $\pm$ 0,03	1,11 $\pm$ 0,26	1,11 hi
20*	0,59 $\pm$ 0,0	1,13 $\pm$ 0,07	1,08 $\pm$ 0,08	0,93 k
21	0,65 $\pm$ 0,02	1,47 $\pm$ 0,11	1,05 $\pm$ 0,01	1,05 ij
22*	0,66 $\pm$ 0,01	1,29 $\pm$ 0,02	0,94 $\pm$ 0,006	0,96 k
Ort.	0,81 c	1,55 a	1,24 b	

Şekil 4.3.1.'den görüleceği üzere mısır bitkilerinin yetiştirildiği topraklarda gübre uygulamasına bağlı olarak bitki azot içeriği açısından en yüksek değer 5 numaralı toprakta elde edilmiştir.



Şekil 4.3.1. Gübre uygulamasına bağlı olarak deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot içerikleri

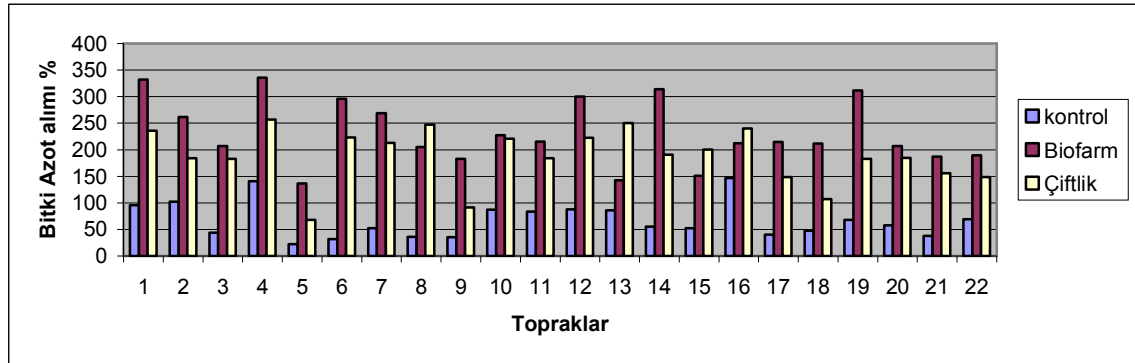
Mısır bitkisinin yetiştirildiği topraklarda gübre uygulamasına bağlı olarak bitki azot içeriği açısından en düşük değer ise 20 numaralı toprakta elde edilmiştir (Şekil 4.3.1).

Denemede kullanılan topraklarda yetiştirilen bitkilerin azot içerik ve azot alım ortalamaları ile yapılan değerlendirmelerde gübre uygulamasına bağlı olarak bitki azot içeriği ve azot alımı açısından en yüksek ortalama biofarm gübre uygulaması ile elde edilmiş olup; biofarm gübre uygulaması çiftlik gübresi uygulamasına göre daha etkili olmuştur (Çizelge 4.3.2-3).

Gübre uygulamasına bağlı olarak bitki azot alımı açısından en yüksek değer 4 numaralı toprakta, en düşük değer ise 5 numaralı toprakta elde edilmiştir (Şekil 4.3.2 ve Çizelge 4.3.3.).

Çizelge 4.3.3. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot alımlarına ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak No	Kontrol Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Ort. $\pm$ St. Sapma	Ortalama
1	95,36 $\pm$ 10,49	334,25 $\pm$ 45,93	235,31 $\pm$ 9,06	221,73 ^{ab}
2*	103,15 $\pm$ 9,73	270,39 $\pm$ 34,21	183,52 $\pm$ 13,09	187,14 ^{cd}
3	40,07 $\pm$ 5,38	210,50 $\pm$ 9,94	183,52 $\pm$ 13,1	144,7 ^{hi}
4*	138,42 $\pm$ 15,92	351,86$\pm$60,53	245,53$\pm$18,09	245,30 ^a
5*	20,69$\pm$3,17	148,87$\pm$49,1	68,48$\pm$3,12	79,34 ^k
6	31,75 $\pm$ 7,82	295,21 $\pm$ 39,40	215,58 $\pm$ 55,90	180,85 ^{def}
7	50,45 $\pm$ 24,62	279,34 $\pm$ 25,69	219,61 $\pm$ 39,11	183,13 ^{cde}
8*	35,35 $\pm$ 3,72	194,51 $\pm$ 11,83	244,11 $\pm$ 30,18	158 ^{fgh}
9	37,11 $\pm$ 6,53	1834 $\pm$ 64,23	97,33 $\pm$ 13,80	106,15 ^j
10*	86,02 $\pm$ 9,99	225,47 $\pm$ 13,93	220,81 $\pm$ 49,25	177,4 ^{defg}
11	86,19 $\pm$ 15,83	224,85 $\pm$ 30,41	176,03 $\pm$ 23,21	162,36 ^{efgh}
12*	86,47 $\pm$ 15,05	302,55 $\pm$ 53,64	222,3 $\pm$ 15,31	203,78 ^{bc}
13	89,44 $\pm$ 5,92	145,12 $\pm$ 21,63	247,67 $\pm$ 5,89	160,73 ^{efgh}
14*	56,57 $\pm$ 9,23	316,83 $\pm$ 24,72	190 $\pm$ 11,52	188 ^{cd}
15	52,37 $\pm$ 8	147,94 $\pm$ 4,36	187,79 $\pm$ 27,17	129,35 ^{ij}
16*	147,52$\pm$6,50	211 $\pm$ 39,77	255,97 $\pm$ 31,68	204,72 ^{bc}
17*	39,48 $\pm$ 7	205,56 $\pm$ 21,48	142,97 $\pm$ 33,35	129,33 ^{ij}
18	47,34 $\pm$ 16,43	223,46 $\pm$ 19,19	107 $\pm$ 15,63	125,8 ^{ij}
19	66,48 $\pm$ 4,82	313,49 $\pm$ 10,63	174,91 $\pm$ 31,15	184,96 ^{cde}
20*	57,63 $\pm$ 7,85	216,85 $\pm$ 20,25	184,90 $\pm$ 21,98	153,12 ^{ghi}
21	38,30 $\pm$ 12,16	266,20 $\pm$ 29,63	154,33 $\pm$ 2,35	152,94 ^{ghi}
22*	69,14 $\pm$ 11,14	204,32 $\pm$ 30,33	143,22 $\pm$ 17,88	138,89 ^{hi}
Ort.	67,07 ^c	239,65 ^a	186,59 ^b	



Şekil 4.3.2. Gübre uygulamasına bağlı olarak deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin azot alım değerleri

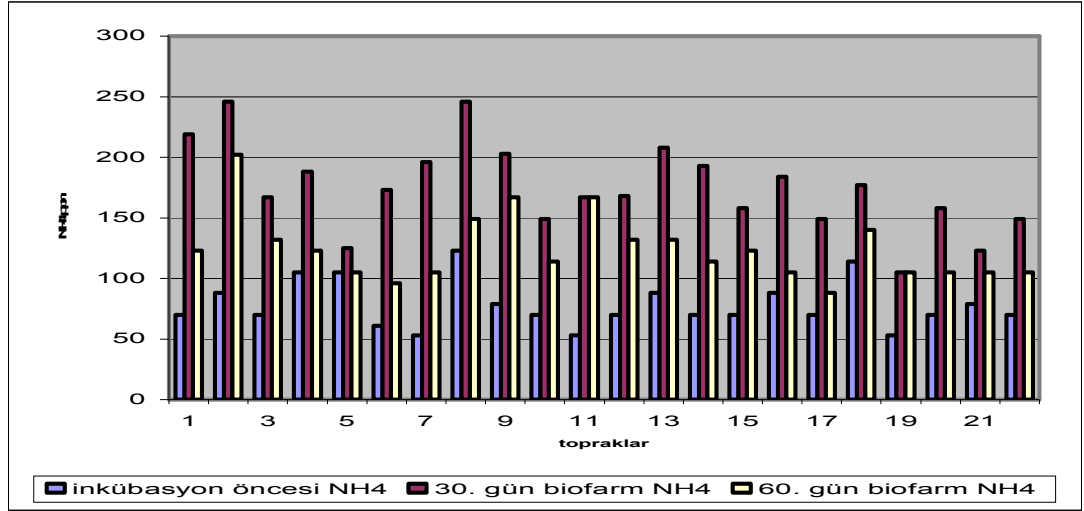
4.4. İnkübasyon Denemesi Sonucu Toprakların Net Mineralizasyon Değerleri

Farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip 22 adet toprağa uygulanan organik gübrelerin topraklardaki nitrat-N'u ve amonyum-N'u oluşumuna etkisini belirlemek amacıyla yürütülen inkübasyon denemesinde inkübasyon öncesi (başlangıç) ve inkübasyonun 30. ve 60. günlerinde toprakların mineralizasyon kapasitesi (mineralizesyonla serbestlenen amonyum-N ve nitrat-N'u) belirlenmiştir (Çizelge 4.4.1-2). Toprakların amonyum azot miktarları biofarm ve çiftlik gübrelemesiyle inkübasyonun 30. gününe kadar artmış, 30-60. gün arasında ilk 30 güne göre mineralizasyon hızı düşmüş ancak başlangıç mineral azot miktarlarına (kontrol) göre (net mineralizasyon) daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.4.1-2-3-4).

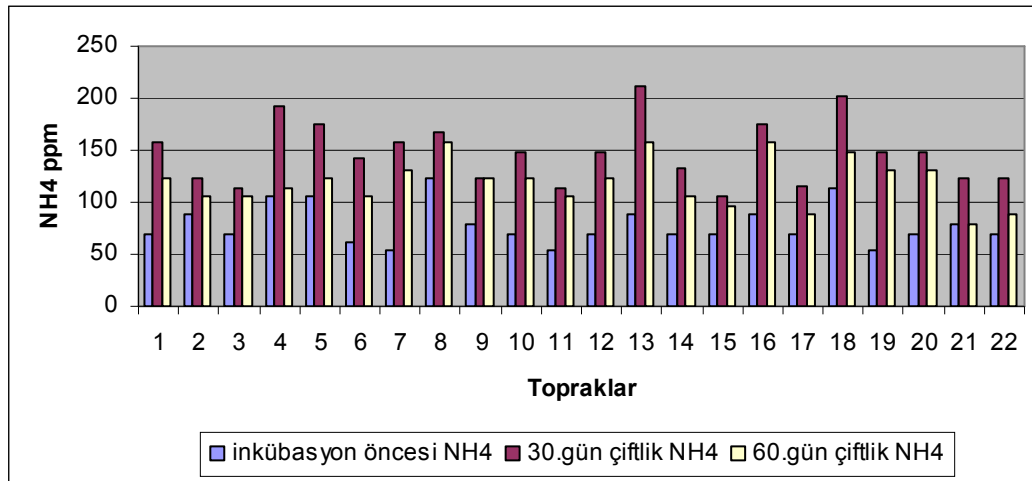
Çizelge 4.4.1. İnkübasyon denemesi sonucu toprakların mineral azot içerikleri

	İnkübasyon Öncesi		İnkübasyonda 30. Gün				İnkübasyonunda 60. Gün			
Toprak No	Kontrol		Biofarm		Çiftlik Gübresi		Biofarm		Çiftlik Gübresi	
	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm
1	70	44	219	132	158	87,5	123	96	123	79
2*	88	61	246	132	123	96,3	202	140	105	61
3	70	53	167	105	114	70	132	96	105	88
4*	105	70	188	98,3	193	105	123	97	114	140
5*	105	70	125	98,3	175	105	105	88	123	105
6	61	44	173	99,2	143	87,5	96	70	105	71
7	53	35	196	161	158	114	105	70	131	132
8*	123	70	246	127	168	140	149	132	158	150
9	79	70	203	132	123	78,8	167	114	123	88
10*	70	53	149	114	149	105	114	88	123	105
11	53	35	167	105	114	78,8	167	105	105	79
12*	70	35	168	94,5	149	105	132	105	123	88
13	88	53	208	136	212	149	132	114	158	175
14*	70	53	193	140	132	78,8	114	97	105	70
15	70	44	158	114	105	87,5	123	105	96	79
16*	88	44	184	123	175	131	105	70	158	149
17*	70	61	149	87,5	115	70	88	70	88	88
18	114	70	177	151	202	114	140	105	149	149
19	53	35	105	70	149	96,3	105	70	131	105
20*	70	44	158	114	149	105	105	70	131	123
21	79	53	123	105	123	78,8	105	88	79	88
22*	70	35	149	87,5	123	78,8	105	88	88	105

*: işlemeli tarım yapılmayan alanlar



Şekil 4.4.1. İnkübasyon süresince biofarm gübresi uygulanmış toprakların amonyum azotu miktarları

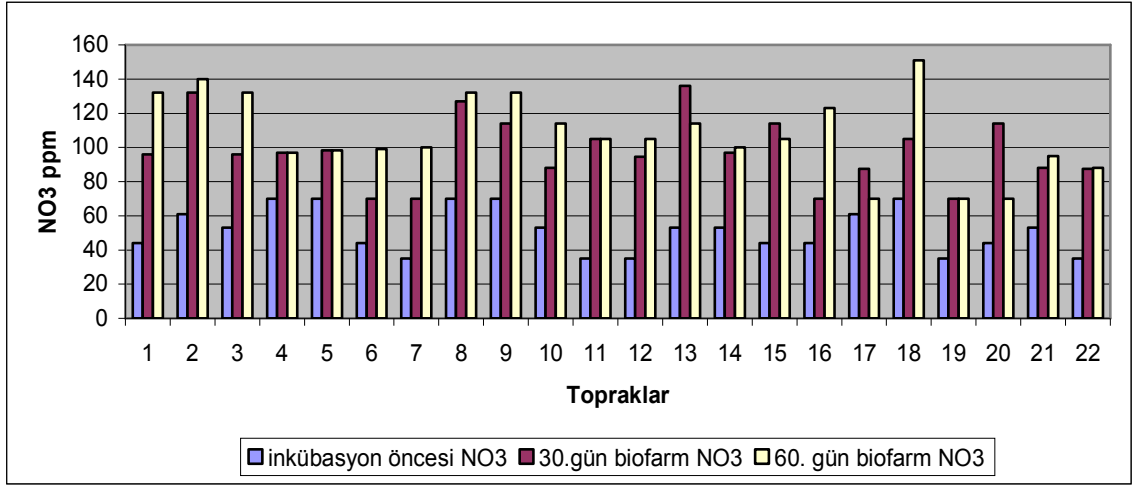


Şekil 4.4.2. İnkübasyon süresince çiftlik gübresi uygulanmış toprakların amonyum azotu miktarları

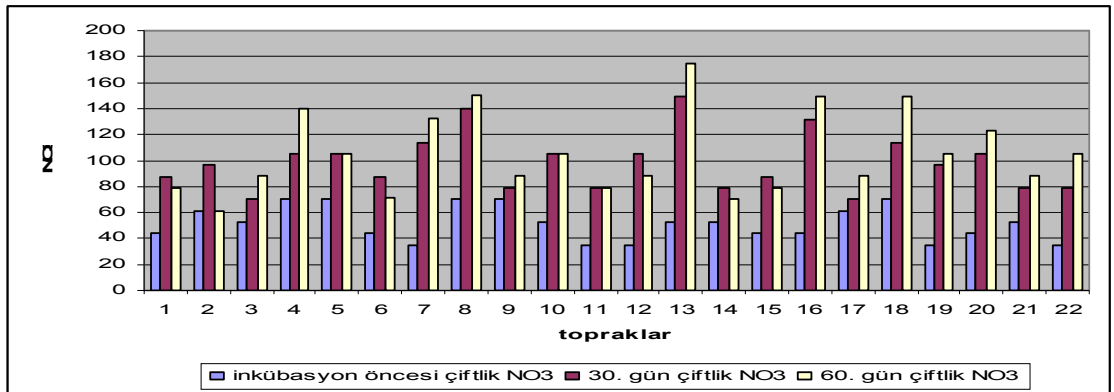
Araştırma topraklarında belirlenen amonyum azotu inkübasyon süresine bağlı olarak inkübasyonun 30. gününe kadar artmış olması, gübrenin toprakta parçalanma reaksiyonu ile ilgilidir. Bu sonuç, bu konuda daha önce yapılan birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir (Bellitürk ve Sağlam 2007; Bremner and Douglas 1971; Matar and Doering 1979).

Toprakların nitrat azotu miktarlarında ise inkübasyon süresine bağlı olarak biofarm gübrelemesiyle 13, 15 ve 20 numaralı, çiftlik gübresi uygulamasıyla da 6, 12, 14 ve 15 nolu topraklar dışında genel olarak bir artış gözlenmiştir (Şekil 4.4.3-4.).

Topraklarda oluşan toplam mineral azot dönüşümleri üzerine toprakların tekstürü, nemi, sıcaklığı organik madde, kireç, pH ve değişebilir katyon miktarları ve gübrelerin özellikleri etkili olabilmektedir.



Şekil 4.4.3. İnkübasyon süresince biofarm gübresi uygulanmış toprakların nitrat azotu miktarları



Şekil 4.4.4. İnkübasyon süresince çiftlik gübresi uygulanmış toprakların nitrat azotu miktarları

Bellitürk vd (2007) Tekirdağ ilinden alınan farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip 20 adet toprağa uygulanan ürenin topraklardaki nitrat-N'u ve amonyum-N'u oluşumuna etkisini belirlemek amacıyla laboratuarda yürüttükleri inkübasyon denemesinde toprağa 500 mg/kg N üre formunda çözelti şeklinde uygulanmış ve 28 gün inkübasyona bırakmışlardır. Inkübasyonun 1.(G1), 7.(G2), 14.(G3) ve 28.(G4) günlerinde alınan toprak örneklerindeki amonyum-N ve nitrat-N belirlenmiştir. Toprakların amonyum azotu miktarları inkübasyon süresine bağlı olarak 7. güne kadar artmış, 14. ve 28. günlerde ise azalmıştır. Toprakların nitrat azotu miktarları da 7. güne kadar artmış, daha sonraki günlerde çok fazla değişmemiştir. Topraklarda oluşan toplam mineral azot dönüşümleri üzerine toprağın tekstürü, organik madde, kireç, pH ve değişebilir katyon miktarları üzerine etkisini de inceleyen araştırmacılar, inkübasyonun G1 döneminde topraklardaki azot dönüşüm değerleri (UTR) ile toprakların pH, Ca, K ve kil miktarları arasında negatif yönde önemli ilişkiler saptamıştır. G2 döneminde UTR ile toprakların pH ve kil miktarları ile negatif yönde, kum miktarları ile pozitif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır. G3 döneminde önemli ilişkiler bulunamamıştır. G4 döneminde UTR ile toprakların K miktarları arasında negatif yönde önemli ilişkiler bulunmuştur. G1, G2, G3 ve G4 inkübasyon dönemlerinde belirlenen azot dönüşümleri (UTR) ile inkübasyonun aynı günlerde belirlenen amonyum azotu ve G1, G2 ve G3 dönemlerinde belirlenen nitrat azotu arasında negatif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Alpaslan (2000) Konya ve Niğde yörelerine ait 30 toprak örneğinde bir inkübasyon denemesi yapmış ve her toprağa 500 ppm azotu üre formunda ve çözelti halinde uygulamıştır. Inkübasyonun 0, 7, 14 ve 28. günlerinde alınan toprak örneklerinde amonyum-N, nitrat-N ve üreaz aktivitesi belirlemiş ve bunların toprak özellikleri ile ilişkilerini incelemiştir. Deneme sonunda, toprakların amonyum azotu miktarlarının inkübasyon süresine bağlı olarak 14. güne kadar arttığı, 28. günde ise azaldığını ve ayrıca toprakların nitrat azotu miktarlarında ise genel olarak bir artış gözlemlendiğini vurgulamıştır.

$\text{NH}_4\text{-N}/\text{NO}_3\text{-N}$ oranı, belli bir zaman süreci içerisinde toplam N'dan toprağa mikrobiyal olarak gelen N'u göstermesi bakımından büyük değer taşır. Diğer taraftan bu değerler,

amonifikasyon ve nitrifikasyon olayları ile bu olaylara katılan organizmaların aktiviteleri ve maddeleri dönüştürmedeki etkinliklerini ortaya koymaktadır. Bu değerler ışığında toprağın verimlilik durumunun saptanması ve bu konuda karara varma büyük ölçüde kolaylaşmaktadır (Çengel ve Saatçi 1979).

İnkübasyon denemesi sonucunda biofarm gübrelemesi ile en düşük net mineralizasyon değeri 5 numaralı toprakta belirlenmiştir. Bun durum 5 numaralı toprakta mineralizasyondaki artış oranının düşüklüğünden kaynaklanmaktadır (%9,3). Aynı durum çiftlik gübresi uygulanmış 2 numaralı toprakta (%10) da görülmektedir.

Çizelge 4.4.2.İnkübasyon denemesi sonucu topraklara ait net mineralizasyon değerleri

Top.No	İnkübasyonun 30. gününde belirlenen Net mineralizasyon kapasitesi(ppm)		İnkübasyonun 60. gününde belirlenen Net mineralizasyon kapasitesi (ppm)		İnkübasyon sonucu mineralizasyon da meydana gelen artış (%)	
	Biofarm	Çiftlik G.	Biofarm	Çiftlik G.	Biofarm	Çiftlik G.
1	237	132	105	88	48	44
2*	229	70	193	17	56	10
3	149	61	105	70	46	36
4*	111	123	45	79	20	31
5*	48	105	18	53	9,3	23
6	167	126	61	71	37	40
7	269	184	87	175	50	67
8*	180	115	88	115	31	37
9	186	53	132	62	47	29
10*	140	131	79	105	39	46
11	184	105	184	96	68	52
12*	158	149	132	106	56	50
13	203	220	105	192	43	58
14*	210	88	88	52	42	30
15	158	79	114	61	50	35
16*	175	174	43	175	25	57
17*	106	54	27	45	17	26
18	144	132	61	114	25	38
19	87	157	87	148	50	63
20*	158	140	61	140	35	55
21	96	70	61	35	32	21
22*	132	97	88	88	46	46

Benzer bir çalışmada Kocaer vd (2003) tarafından gıda endüstrisi kökenli bir arıtma çamurunun azotlu gübre potansiyelinin ortaya konması amacıyla farklı oranlarda çamur uygulanmış topraklar 194 gün süresince inkübe edilerek mineralize olan organik azotun ve inorganik azot formlarının zamana bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, farklı oranlarda çamur uygulanmış ve uygulanmamış topraklarda organik azotun ilk 136 gün boyunca hızla mineralize olduğunu ve mineralizasyonun 136. günden sonra yavaşladığını/durduğunu göstermektedir. Inkübasyon çalışmasının sonucunda 16g/kg oranında yapılan çamur uygulamasının organik azot mineralizasyonu açısından en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. Bu oranda bir uygulama yapıldığında 194 gün boyunca toplam organik azotun %67'i mineralize olacak ve bitkiye yararlı formlar olan amonyum ve nitrat azotuna dönüşeceği bildirilmektedir.

4.5. Gübrelemenin Bitki Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi

Fosfor yaşayan bütün canlı hücrelerinin enerji bileşenlerinin (ATP gibi) yapı unsurudur. Kök gelişmesini, güçlü büyümeyi, olgunlaşmanın çabuklaşmasını teşvik eder. Hücre yenilenmesini çabuklaştırarak hastalıklara direnci artırır. Fosfor da azot gibi bitkiler tarafından elementel formda absorbe edilemez, absorbe edilebilmesi için birincil ortofosfat iyonu (H_2PO_4) formuna dönüşmesi gerekir (Yıldız 2004).

Gübre uygulamasının bitki fosfor içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.1'de ve bitki fosfor içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.5.2'de verilmektedir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre mısır bitkisinin fosfor içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak $P<0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Gübre uygulaması ile tüm topraklarda mısır bitkilerinin fosfor içerikleri kontrol grubu bitkilerine göre artış göstermiştir.

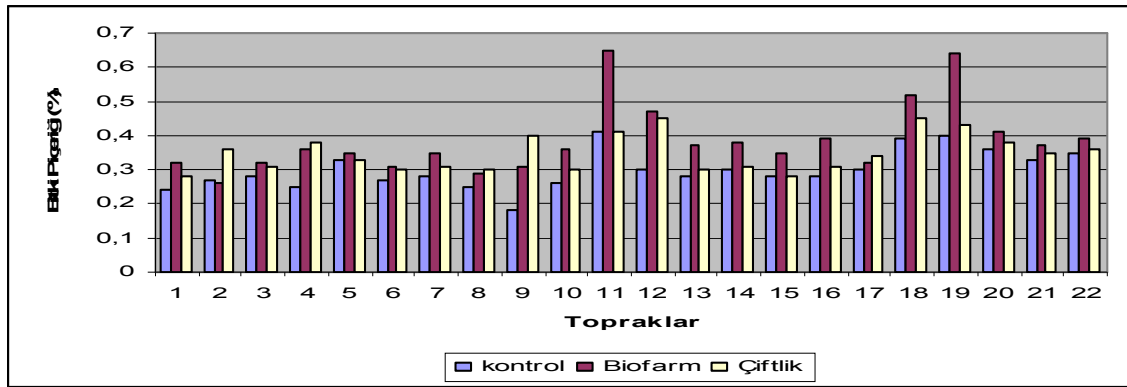
Çizelge 4.5.1. Gübre uygulamasının bitki fosfor içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Karaler Ortalaması	F	Önem Durumu
Toprak	21	3550738,408	55,71	0,000
Gübre	2	12111218,69	190,04	0,000
Toprakxgübre	42	661389,26	10,69	0,000
Hata	132	63729,98		

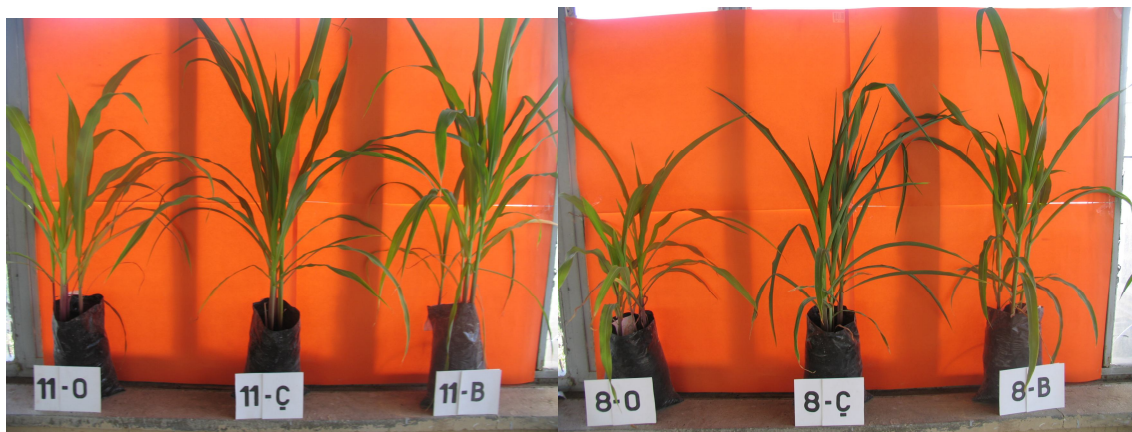
Çizelge 4.5.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin fosfor içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak No	Kontrol P (%) Ort. ± St.Sapma	Biofarm P (%) Ort. ± St.Sapma	Çiftlik P (%) Ort. ± St. Sapma	Ortalama P (%)
1	0,24±134	0,32±58	0,28±151	0,28jk
2*	0,27±85	0,26±301	0,36±351	0,30hijk
3	0,28±42	0,32±265	0,31±136	0,31ghijk
4*	0,25±100	0,36±100	0,38±256	0,33fgh
5*	0,33±82	0,35±154	0,33±462	0,34fg
6	0,27±161	0,31±251	0,30±72	0,29ijk
7	0,28±200	0,35±380	0,31±528	0,31ghi
8*	0,25±208	0,29±288	0,30±266	0,28k
9	0,18±58	0,31±153	0,40±251	0,30hijk
10*	0,26±100	0,36±100	0,30±100	0,31ghij
11	0,41±58	0,65±152	0,41±67	0,49a
12*	0,30±355	0,47±358	0,45±362	0,40c
13	0,28±100	0,37±301	0,30±98	0,32fghi
14*	0,30±58	0,38±215	0,31±351	0,33fgh
15	0,28±58	0,35±152	0,28±289	0,30hijk
16*	0,28±200	0,39±100	0,31±58	0,33fgh
17*	0,30±78	0,32±33	0,34±690	0,32ghi
18	0,39±285	0,52±100	0,45±231	0,45b
19	0,40±100	0,64±153	0,43±306	0,49a
20*	0,36±551	0,41±298	0,38±355	0,38cd
21	0,33±249	0,37±408	0,35±100	0,35ef
22*	0,35±301	0,39±78	0,36±347	0,37de
Ort.	0,3c	0,39a	0,35b	

Mısır bitkisi için yeterli P düzeyi bitki çeşit ve gelişme evresine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %0,3 ile %0,50 arasında değişmektedir (Jones *et al.* 1991). Gübre uygulaması ile topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin P içeriği artış göstermiştir. Ancak bu artış çiftlik gübrelemesi ile 1 ve 15 numaralı, biofarm gübrelemesi ile de 2 ve 8 numaralı toprakta yetişen mısır bitkilerinde yeterli seviyenin altında kalmış, diğer topraklarda ise yeterli seviyeye ulaşmıştır (Çizelge 4.5.2). En yüksek bitki fosfor içeriği 11 ve 19 numaralı toprakta, en düşük bitki fosfor içeriği ise 8 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir.



Şekil 4.5.1. Gübre uygulamasının mısır bitkisinin P içeriği üzerine etkisi



Şekil 4.5.2. 11 ve 8 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkileri

Denemede kullanılan topraklarda yetiştirilen bitkilerin fosfor içeriği ortalamaları ile yapılan değerlendirmelerde gübre uygulamasına bağlı olarak bitki fosfor içeriği açısından en yüksek ortalama biofarm gübre uygulaması ile elde edilmiş olup; biofarm çiftlik gübresi uygulamasından ve kontrol uygulamasından daha etkili olmuştur.

4.6. Gübrelemenin Bitki Potasyum İçeriği Üzerine Etkisi

Potasyum toprakta ve hidroponik solusyonlarda iyonik formlarda (K^+) bulunmakta ve aynı formda bitkiler tarafından absorbe edilebilmektedir. Bitkilere yarayışlılığı ortam pH sındaki değişikliklerinden etkilenmemektedir. Potasyum belli enzimlerin aktivatörü veya katalizörüdür. Kök gelişmesinin sağlıklı olmasını ve tüm bitkinin sağlık ve drencini etkiler. Organik tuzlar şeklinde taşınır veya depolanır, stoma hücrelerinin koruyucu bekçisi olarak turgoru kontrol eder. Stomalardan transpirasyonla su çıkışı, karbondioksit ve oksijen gazlarının geçişini kontrol eder. Aynı zamanda floemde magnezyumun taşınımını ve fotosentezi artırır (Yıldız 2008).

Gübre uygulamasının bitki potasyum içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.1’de, ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.6.2’de verilmektedir. Çizelge 4.6.1’den görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki potasyum içeriği üzerine toprakların ve toprakxgübre interaksyonunun etkinliği istatistiksel olarak önemsiz, gübrelerin ise $P<0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde her iki gübre uygulaması bitki potasyum içeriğini artırmış; biofarm gübresi uygulaması çiftlik gübresi ve kontrol uygulamasına göre daha etkili olmuştur.

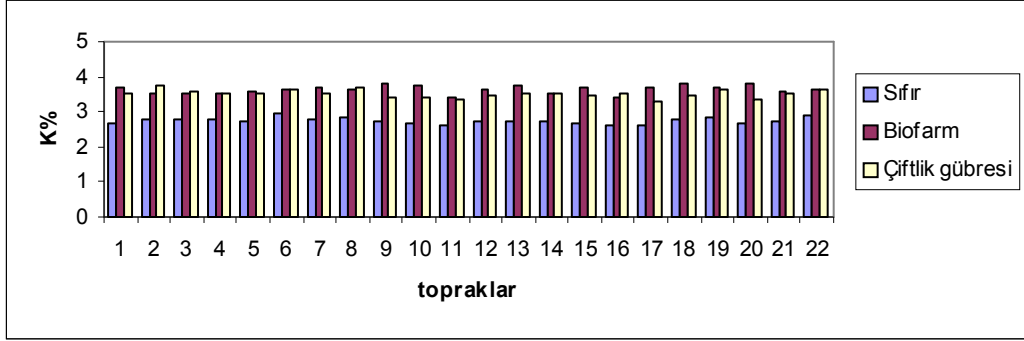
Çizelge 4.6.1. Gübre uygulamasının bitki potasyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Karaler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Potasyum (K)			
Toprak	21	0,042	1,038	0,42ns
Gübre	2	15,420	381	0,000
Toprakxgübre	42	0,031	762	0,84ns
Hata	132	0,040		

Çizelge 4.6.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin potasyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak No	Kontrol K (%) Ort. ± St.Sapma	Çiflik K (%) Ort. ± St.Sapma	Biofarm K (%) Ort. ± St.Sapma	Ortalama K (%)
1	2,66±0,21	3,53±0,006	3,70±0,18	3,30 ab
2*	2,77±0,16	3,73 ±0,08	3,50±0,39	3,33 ab
3	2,81±0,15	3,58±0,015	3,50±0,18	3,30 ab
4*	2,79±0,045	3,50±0,25	3,55±0,0058	3,28 ab
5*	2,75±0,08	3,53±0,01	3,57±0,01	3,28 ab
6	2,94 ±0,344	3,63±0,041	3,62±0,16	3,40 a
7	2,77±0,09	3,55±0,05	3,68±0,42	3,33 ab
8*	2,85±0,2	3,68±0,33	3,63±0,38	3,39 a
9	2,70±0,17	3,42±0,21	3,82±0,16	3,31 ab
10*	2,66±0,20	3,42±0,36	3,75±0,49	3,28 ab
11	2,64±0,02	3,37±0,06	3,40 ±0,05	3,14 b
12*	2,71±0,038	3,48±0,08	3,62±0,08	3,27 ab
13	2,74±0,024	3,52±0,09	3,77±0,08	3,34 ab
14*	2,73±0,12	3,53±0,28	3,50±0,13	3,25 ab
15	2,66±0,02	3,48±0,14	3,68±0,02	3,27 ab
16*	2,61 ±0,03	3,53±0,25	3,42±0,33	3,19 ab
17*	2,62±0,027	3,30±0,00	3,68±0,12	3,20 ab
18	2,78±0,09	3,48±0,25	3,83 ±0,023	3,37 ab
19	2,84±0,07	3,65±0,09	3,67±0,53	3,38 a
20*	2,66±0,08	3,33 ±0,07	3,78±0,07	3,26 ab
21	2,75±0,07	3,53±0,02	3,58±0,03	3,29 ab
22*	2,88±0,05	3,65±0,006	3,65±0,50	3,39 a
	2,74 c	3,52 b	3,63 a	

*: işlemeli tarım yapılmayan alanlar



Şekil 4.6.1.Gübre uygulamasının mısır bitkisinin K içeriği üzerine etkisi

Mısır bitkisi için yeterli K düzeyi bitki çeşit ve gelişme evresine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %2,5 ile %4 arasında değişmektedir (Jones *et al.* 1991). Gerek kontrol bitkileri gerekse gübre uygulanmış tüm topraklarda mısır bitkilerinin K içerikleri yeterli seviyede bulunmuştur (Çizelge 4.6.2).

Çizelge 4.6.1'den görüleceği üzere gübre uygulaması ile tüm topraklarda mısır bitkilerinin potasyum içeriği artış göstermiştir. En yüksek bitki potasyum içeriği; 6 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde, en düşük bitki potasyum içeriği ise 11 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir(Şekil 4.6.2).



Şekil 4.6.2. Onbir numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkileri

4.7. Gübrelemenin Bitki Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi

Kalsiyum bitkide bir çok enzimi aktive eder. Kalsiyum toprakta ve hidroponik solusyonlarda kalsiyum iyonu (Ca^{+2}) formunda bulunur ve aynı formda bitki köklerince absorbe edilir. Kalsiyum hücrede bikarbonatlar ile birleşerek kalsiyum bikarbonatlar oluşturmak suretiyle özellikle hücresel metabolizma süresince nötralizasyon unsuru olmaktadır. Kalsiyum ayrıca amilaz ve ATP-az enzimlerinin aktivatörüdür. Bitkide birincil rolü bitki hücre duvarının çimento unsuru olmasıdır. Bitkinin genel drenajı ve sertliğini etkiler (Yıldız 2008).

Gübre uygulamasının bitki kalsiyum içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.1’de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.7.2’de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki kalsiyum içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak $P < 0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur Bitki kalsiyum içeriği açısından en etkili uygulama biofarm gübre uygulaması olup, kontrol ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkileri arasında önemli farklılık bulunamamıştır.

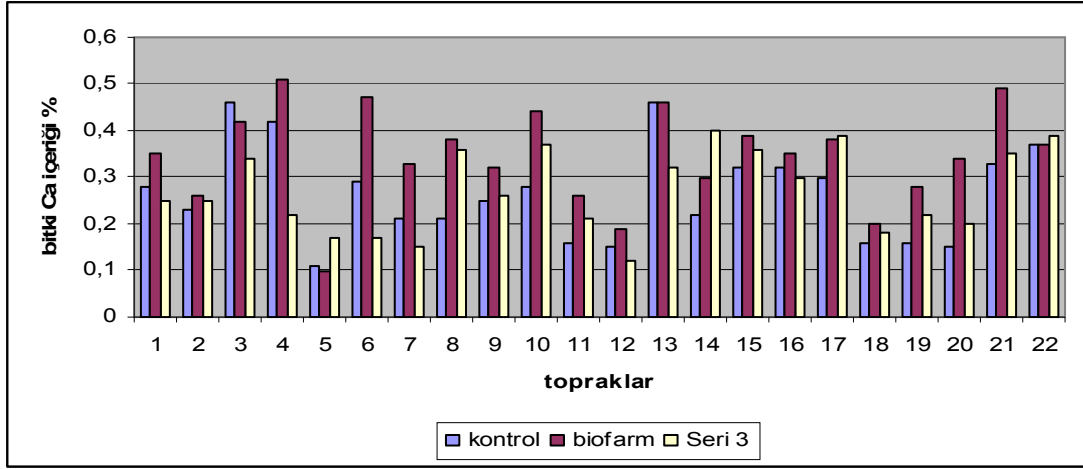
Çizelge 4.7.1. Gübre uygulamasının bitki kalsiyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Karaler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Kalsiyum (Ca)			
Toprak	21	0,064	21,59	0,00
Gübre	2	0,13	42,33	0,00
Toprakxgübre	42	0,011	3,81	0,00
Hata	132	0,003		

Mısır bitkisi için yeterli Ca düzeyi bitki çeşit ve gelişme evresine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %0,3 ile %0,70 arasında değişmektedir (Jones *et al.* 1991). gübre uygulaması bitki Ca içeriğini artırmasına rağmen; 1, 4, 6, 7, 9, 20 numaralı topraklarda çiftlik gübresi uygulamasıyla ve 2, 5, 11, 12, 18, 19 numaralı topraklarda ise her iki gübre uygulamasıyla da yeterli seviyeye ulaşamamıştır. Grimme *et al* (1974), yüksek K alım oranı, K⁺'un spesifik olmayarak diğer katyonların alımını engellemesine veya onları hücreden atmasına yol açabildiği ayrıca beslenme ortamında K⁺'un göreceli fazlalığında diğer katyon türleri ((Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)'nin net alım oranlarının azaldığı belirtmektedir. Diğer taraftan K⁺ sağlanmasının yetersiz olması halinde diğer katyonların alımının kolaylaştığı böylece tam K noksanlık alanında bitkinin Na, Mg ve Ca içeriklerinin yükseldiği belirtilmektedir. En yüksek bitki kalsiyum içeriği 13 numaralı toprakda, en düşük bitki kalsiyum içeriği ise 5 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.7.2. ve Şekil 4.7.1-2.).

Çizelge 4.7.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kalsiyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak No	Sıfır Ca (%) Ort. ± St.Sapma	Çiftlik Ca (%) Ort. ± St.Sapma	Biofarm Ca (%) Ort. ± St.Sapma	Ortalama
1	0,28±0,07	0,25±0,06	0,35±0,04	0,29 de
2*	0,23±0,02	0,25±0,06	0,26±0,009	0,25 efg
3	0,46 ±0,06	0,34±0,06	0,42±0,02	0,40 a
4*	0,42±0,05	0,22±0,13	0,51 ±0,08	0,39 a
5*	0,11 ±0,04	0,17±0,13	0,10 ±0,02	0,13 i
6	0,29±0,03	0,17±0,04	0,47±0,02	0,31 cd
7	0,21±0,02	0,15±0,04	0,33±0,08	0,23 fgh
8*	0,21±0,01	0,36±0,01	0,38±0,04	0,32 cd
9	0,25±0,10	0,26±0,14	0,32±0,02	2,78 def
10*	0,28±0,02	0,37±0,02	0,44±0,02	0,36 abc
11	0,16±0,006	0,21±0,02	0,26±0,09	0,21 gh
12*	0,15±0,003	0,12 ±0,06	0,19±0,03	0,15 i
13	0,46 ±0,03	0,32±0,03	0,46±0,08	0,41 a
14*	0,22±0,02	0,40 ±0,01	0,30±0,05	0,31 cd
15	0,32±0,06	0,36±0,07	0,39±0,04	0,35 abc
16*	0,32±0,06	0,30±0,02	0,35±0,010	0,32 bcd
17*	0,30±0,03	0,39±0,01	0,38±0,07	0,35 abc
18	0,16±0,08	0,18±0,03	0,20±0,05	0,18 hi
19	0,16±0,04	0,22±0,02	0,28±0,04	0,22 gh
20*	0,15±0,02	0,20±0,05	0,34±0,01	0,23 fgh
21	0,33±0,03	0,35±0,01	0,49±0,08	0,39 a
22*	0,37±0,04	0,39±0,04	0,37±0,09	0,38 ab
Ortalama	0,27 b	0,27 b	0,34 a	



Şekil 4.7.1. Gübre uygulamasının bitki Ca içeriği üzerine etkisi



Şekil 4.7.2. 5 ve 13 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkileri

4.8. Organik Gübrelemenin Bitki Magnezyum İçeriği Üzerine Etkisi

Magnezyum toprakta ve hidroponik solusyonlarda iyonik formda (Mg^{+2}) bulunur ve aynı formda bitkilerce absorbe edilir. Bitkilerde fotosentez süreçlerinin gerçekleştiği doğal veya suni radyant enerjinin absorblandığı yeşil pigment olan klorofilin merkez atomudur. Magnezyum aynı zamanda ATP ve ADP ile birleşerek enzimler için metal aktivatörü olarak görev alır. Ayrıca fotosentez, solunum ve DNA-RNA formasyonu için enzim aktivasyonunda gereklidir (Yıldız 2008).

Gübre uygulamasının bitki magnezyum içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.1’de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise çizelge Çizelge 4.8.2’de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki magnezyum içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak $P<0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur Denemede kullanılan topraklarda yetiştirilen bitkilerin magnezyum içeriği ortalamaları ile yapılan değerlendirmelerde gübre uygulamasına bağlı olarak bitki magnezyum içeriği açısından en yüksek ortalama biofarm gübre uygulaması ile edilmiş olup biofarm gübre uygulaması kontrol ve çiftlik gübresi uygulamalarından daha etkili olmuştur.

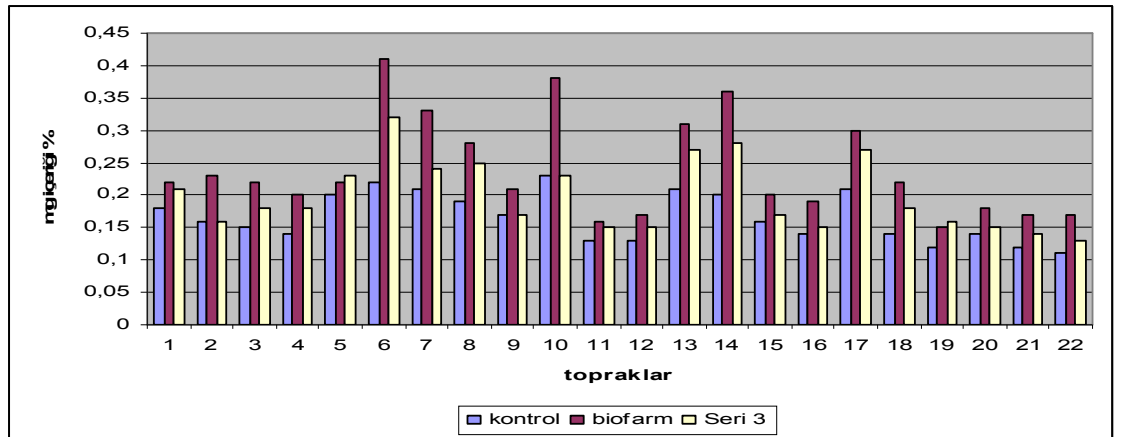
Çizelge 4.8.1. Gübre uygulamasının bitki magnezyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Karaler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Maneyum (Mg)			
Toprak	21	0,33	34,35	,000
Gübre	2	0,09	116,21	,000
Toprakxgübre	42	0,002	2,67	,000
Hata	132	0,001		

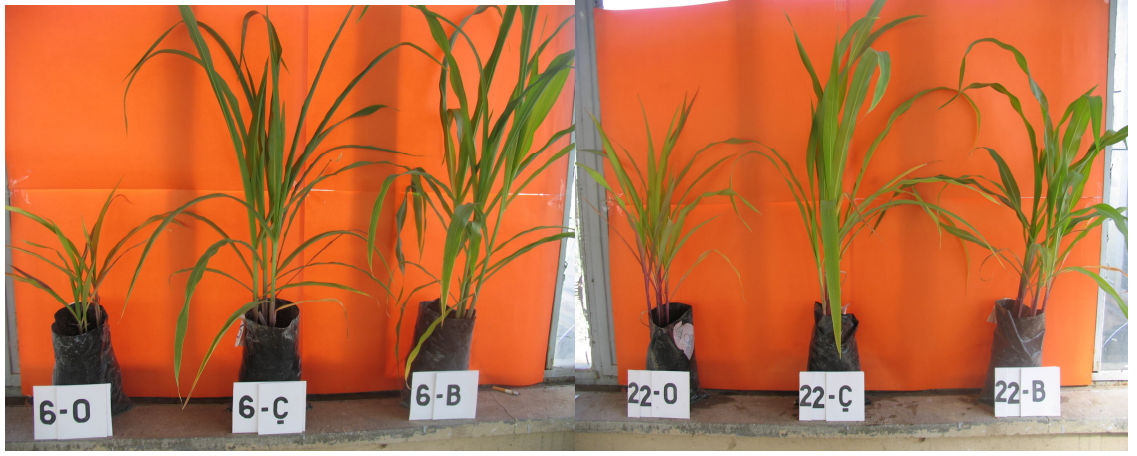
Mısır bitkisi için yeterli Mg düzeyi bitki çeşit ve gelişme evresine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %0,15 ile %0,40 arasında değişmektedir (Jones *et al.* 1991). Çizelge 4.8.2’den görüleceği üzere kontrol bitkilerinin Mg içerikleri ile karşılaştırıldığında gübre uygulaması bitki Mg içeriğini tüm topraklarda artırmış ancak çiftlik gübresi uygulanmış 21 ve 22 numaralı toprakta yetişen mısır bitkilerinde yeterli seviyeye ulaşamamıştır. En yüksek bitki magnezyum 6 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde; en düşük bitki magnezyum içeriği ise 22 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir (Şekil 4.8.1-2).

Çizelge 4.8.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin magnezyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak No	Sıfır Mg (%) Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiflik Mg (%) Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Mg (%) Ort. $\pm$ St.Sapma	Ortalama
1	0,18 $\pm$ 0,02	0,21 $\pm$ 0,05	0,22 $\pm$ 0,01	0,20 ^{de}
2*	0,16 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,02	0,23 $\pm$ 0,01	0,18 ^{ef}
3	0,15 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,007	0,22 $\pm$ 0,02	0,18 ^{ef}
4*	0,14 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,02	0,17 ^{efgh}
5*	0,20 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,05	0,22 $\pm$ 0,02	0,21 ^d
6	0,22 $\pm$ 0,04	0,32$\pm$0,04	0,41$\pm$0,03	0,32 ^a
7	0,21 $\pm$ 0,03	0,24 $\pm$ 0,043	0,33 $\pm$ 0,01	0,26 ^{bc}
8*	0,19 $\pm$ 0,009	0,25 $\pm$ 0,03	0,28 $\pm$ 0,03	0,24 ^c
9	0,17 $\pm$ 0,03	0,17 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,004	0,18 ^{ef}
10*	0,23$\pm$0,05	0,23 $\pm$ 0,04	0,38 $\pm$ 0,02	0,28 ^b
11	0,13 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,02	0,15 ^{ghi}
12*	0,13 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,03	0,17 $\pm$ 0,04	0,15 ^{ghi}
13	0,21 $\pm$ 0,02	0,27 $\pm$ 0,05	0,31 $\pm$ 0,05	0,26 ^{bc}
14*	0,20 $\pm$ 0,05	0,28 $\pm$ 0,04	0,36 $\pm$ 0,03	0,28 ^b
15	0,16 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,007	0,20 $\pm$ 0,04	0,18 ^{efgh}
16*	0,14 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,003	0,16 ^{fghi}
17*	0,21 $\pm$ 0,02	0,27 $\pm$ 0,08	0,30 $\pm$ 0,04	0,26 ^{bc}
18	0,14 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,03	0,22 $\pm$ 0,02	0,18 ^{ef}
19	0,12 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,005	0,15$\pm$0,008	0,14 ^{hi}
20*	0,14 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,01	0,16 ^{fghi}
21	0,12 $\pm$ 0,0	0,14 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,02	0,14 ⁱ
22*	0,11$\pm$0,02	0,13$\pm$0,01	0,17 $\pm$ 0,02	0,13 ⁱ
Ortalama	0,17 ^c	0,20 ^b	0,24 ^a	



Şekil 4.8.1. Gübre uygulamasının bitki Mg içeriği üzerine etkisi



Şekil 4.8.2. 6 ve 22 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkileri

Polat tarafından farklı organik uygulamaların besin elementi alımına etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada azot uygulaması ile yeşil gübre, çiftlik gübresi, humik asit ve organik yetiştiricilik için önerilen organik gübrenin kombinasyonları uygulanmış ve yapraklardaki N, P, K, Fe, Mn ve Mg elementlerinin önemli düzeyde arttığı belirtilmiştir. Azotlu gübre uygulaması ilk sırada yer alırken son sırayı kontrol uygulaması almıştır.

4.9. Organik Gübrelemenin Bitki Demir İçeriği Üzerine Etkisi

Demir, redoks reaksiyonlarında ve elektron transferinde bir katalist olarak enzim aktivasyonunda, ayrıca oksijen taşıyıcı olarak rol alır. Klorofil sentezinde enzim aktivatorü veya kofaktörü olarak, ayrıca katalaz, peroksidaz, ferrodoksin stokromların fonksiyonunda yer alır. Bu nedenle klorofil üretimi, protein oluşumu ve solunum için kritiktir. Demirin bitkilerce alınabilen 3 farklı formu vardır. Bunlar ferrus sülfat (Fe^{+2}), ferik sülfat (Fe^{+3}) ve demir-şelat (bir metalin organik bir bileşiğe iki veya daha fazla bağla halka şeklinde bağlandığı yapı) formları olup, demir-şelatlar en iyi kaynaktır ancak en pahalısıdır (Yıldız 2008).

Gübre uygulamasının bitki demir içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9.1’de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.9.2’de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki demir içeriği üzerine toprakların ve toprakxgübre interaksiyonunun etkisi $P<0,01$, gübrelerin etkisi ise $P<0,001$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde bitki demir içeriği açısından çiftlik gübresi uygulaması biofarm gübresi uygulamasından daha etkili olmuştur.

Çizelge 4.9.1. Gübre uygulamasının bitki demir içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Demir (Fe)			
Toprak	21	6538.528	2.340	0,002
Gübre	2	158814.141	56.832	0,000
Toprakxgübre	42	5971.284	2.137	0,001
Hata	132	2794.444		

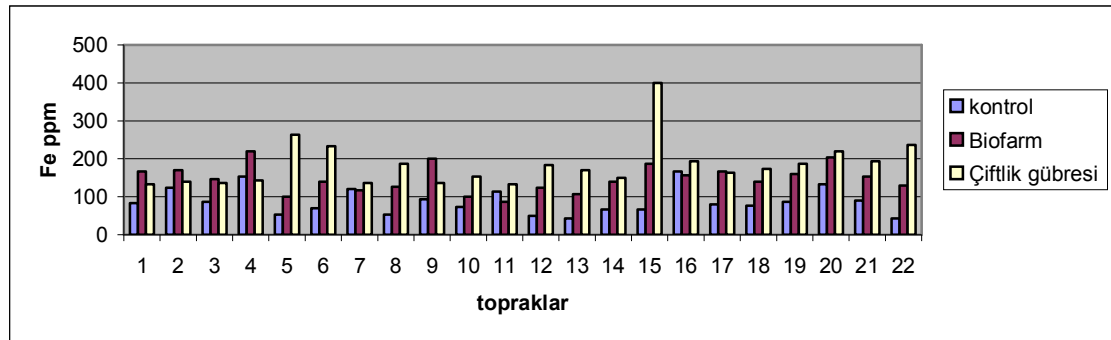
Mısır bitkisi için 50-250 ppm Fe yeterli olduğu belirtilmektedir (Jones *et.al.* 1991). Ancak Güneş ve ark. (2002) bitkilerde Fe toksik düzeyinin 500 ppm olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol bitkileriyle kıyaslandığında gübre uygulaması bitki Fe içeriğini artırmıştır (Çizelge 4.9.3). Benzer şekilde Kacar (1992), Kütük vd (1995), Erdal vd (2000) yaptıkları araştırmalarda, organik materyal uyguladıkları bitkilerdeki Fe, Cu, Mn ve Zn değerlerinin kontrol bitkilerinininkinden elde ettikleri değerlerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

En yüksek bitki demir içeriği 15 numaralı toprakta yetişen mısır bitkilerinde belirlenmiştir. Bitki Fe içeriği 15 nolu toprakta çiftlik gübrelemesi ile 400 ppm değerine ulaşmasına rağmen Güneş ve arkadaşlarının belirttiği toksik düzeye çıkmamıştır (Şekil

4.9). En düşük bitki demir içeriği ise 13 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin demir içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Fe Ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Fe ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Fe ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Ortalama
1	83 $\pm$ 40	167 $\pm$ 65	133$\pm$6	128 bcd
2*	123 $\pm$ 21	170 $\pm$ 30	140 $\pm$ 56	144 bcd
3	87 $\pm$ 32	147 $\pm$ 50	137 $\pm$ 25	123 cd
4*	153 $\pm$ 55	220$\pm$79	143 $\pm$ 92	172 abc
5*	53 $\pm$ 6	100 $\pm$ 0	263 $\pm$ 170	139 bcd
6	70 $\pm$ 61	140 $\pm$ 17	233 $\pm$ 68	148 bcd
7	120 $\pm$ 72	117 $\pm$ 40	137 $\pm$ 35	124 cd
8*	53 $\pm$ 12	127 $\pm$ 6	187 $\pm$ 40	122 cd
9	93 $\pm$ 12	200 $\pm$ 35	137 $\pm$ 60	143 bcd
10*	73 $\pm$ 40	100 $\pm$ 56	153 $\pm$ 50	109 d
11	113 $\pm$ 78	87$\pm$12	133$\pm$80	111 d
12*	50 $\pm$ 17	123 $\pm$ 6	183 $\pm$ 61	119 cd
13	43$\pm$32	107 $\pm$ 60	170 $\pm$ 70	107 d
14*	67 $\pm$ 21	140 $\pm$ 17	150 $\pm$ 50	119 cd
15	67 $\pm$ 57	187 $\pm$ 50	400$\pm$87	218 a
16*	167$\pm$24	157 $\pm$ 21	193 $\pm$ 26	172 abc
17*	80 $\pm$ 30	167 $\pm$ 55	163 $\pm$ 57	137 bcd
18	77 $\pm$ 21	140 $\pm$ 36	173 $\pm$ 55	130 bcd
19	87 $\pm$ 15	160 $\pm$ 79	187 $\pm$ 31	144 bcd
20*	133 $\pm$ 38	203 $\pm$ 76	220 $\pm$ 75	186 ab
21	90 $\pm$ 36	153 $\pm$ 50	193 $\pm$ 85	146 bcd
22*	43 $\pm$ 15	130 $\pm$ 26	237 $\pm$ 61	137 bcd
Ort.	87,58 c	147,27 b	184,85 a	



Şekil 4.9. Gübre uygulamasının bitki Fe içeriği üzerine etkisi

4. 10. Organik Gübrelemenin Bitki Bakır İçeriği Üzerine Etkisi

Bakır bitkilere bakır iyonu (Cu^{+2}) formunda aktif süreçle alınır ve muhtemelen çinko tarafında alımı engellenebilmektedir. Bakır alımı genellikle pH değişimlerine karşı mangan ve bor gibi hassas değildir. Bakır klorofil sentezi için gerekli olup yapraklarda bulunan bakırın % 70'i klorofilde bulunmaktadır. Bakır aynı zamanda fotosentetik elektron taşıma sisteminin bir kısmını oluşturan kloroplast proteini olan plastosinyaninin yapısını oluşturur. Bakır oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarını katalize eden bazı enzimlerin (oksidazlar) yapısını oluşturur. Ayrıca baklagillerin elementel azotu fiksasyonunda ve vitamin A üretiminde rol alır. RNA ve DNA sentezinde de gereklidir (Yıldız 2008).

Gübre uygulamasının bitki bakır içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.1'de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.10.2'de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki bakır içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak $P < 0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde bitki bakır içeriği açısından biofarm gübresi uygulaması kontrol ve çiftlik gübresi uygulamalarından daha etkili olmuştur.

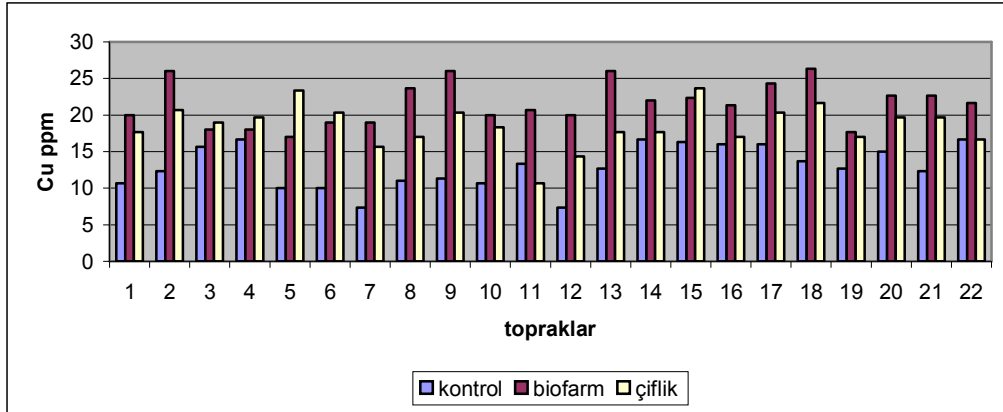
Çizelge 4.10.1. Gübre uygulamasının bitki bakır içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Bakır (Cu)			
Toprak	21	34,75	32	0,000
Gübre	2	1266	1147	0,000
Toprakxgübre	42	21,71	19,68	0,000
Hata	132	1,103		

Mısır bitkisi için 5-20 ppm Cu yeterli olduğu belirtilmektedir (Jones *et al.* 1991). Kontrol bitkileriyle kıyaslandığında gübre uygulaması bitki bakır içeriğini artırmıştır (Şekil 4.10.). En yüksek bitki bakır içeriği 18 numaralı toprakta yetişen mısır bitkilerinde, en düşük bitki Cu içeriği ise 12 numaralı toprakta mısır bitkilerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.10.3).

Çizelge 4.10.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin bakır içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Cu ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Cu ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Cu ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Ortlama
1	11 $\pm$ 0,6	20 $\pm$ 1	17,67 $\pm$ 1,42	16,11 h
2*	12 $\pm$ 1	26 $\pm$ 1	20,67 $\pm$ 0,39	19,6 abc
3	16 $\pm$ 1	18 $\pm$ 1	19 $\pm$ 1	17,7 fg
4*	17 $\pm$ 1	18 $\pm$ 30,6	19,67 $\pm$ 3,41	18,12 de
5*	10 $\pm$ 1	17 $\pm$ 1,52	23,33 $\pm$ 2,21	16,9 fgh
6	10 $\pm$ 0	19 $\pm$ 0,5	20,33 $\pm$ 1,1	16,6 gh
7	7,3 $\pm$ 0,3	19 $\pm$ 0,6	15,67 $\pm$ 0	14,1 j
8*	11 $\pm$ 1	24 $\pm$ 1	17 $\pm$ 1	17,3 efg
9	11 $\pm$ 0,6	26 $\pm$ 1	20,33 $\pm$ 1	19 cd
10*	11 $\pm$ 0	20 $\pm$ 1	18,33 $\pm$ 1	16,4 gh
11	13 $\pm$ 1	21 $\pm$ 0,6	10,67 $\pm$ 1,3	14,8 j
12*	7,3 $\pm$ 0,3	20 $\pm$ 0,6	14,33 $\pm$ 0,5	13,6 j
13	13 $\pm$ 1	26 $\pm$ 1	17,67 $\pm$ 1,4	18,9 cd
14*	17 $\pm$ 1	22 $\pm$ 1	17,67 $\pm$ 1,4	18,9 cd
15	16 $\pm$ 1	22 $\pm$ 0,6	23,67 $\pm$ 0	20,5 a
16*	16 $\pm$ 0,6	21 $\pm$ 1	17 $\pm$ 1	17,9 def
17*	16 $\pm$ 0	24 $\pm$ 1	20,33 $\pm$ 1,1	20,1 ab
18	14 $\pm$ 1	26 $\pm$ 1	21,67 $\pm$ 1,6	20,6 a
19	13 $\pm$ 0,6	18 $\pm$ 0,6	17 $\pm$ 0,6	15,9 h
20*	15 $\pm$ 0,6	23 $\pm$ 1	19,67 $\pm$ 0,5	19,3 bc
21	12 $\pm$ 1	23 $\pm$ 0,6	19,67 $\pm$ 0,3	18,2 de
22*	17 $\pm$ 1	22 $\pm$ 0,6	16,67 $\pm$ 2,5	18,8 cd
	12,94 c	21,56 a	18,58 b	



Şekil 4.10. Gübre uygulamasının bitki Cu içeriği üzerine etkisi

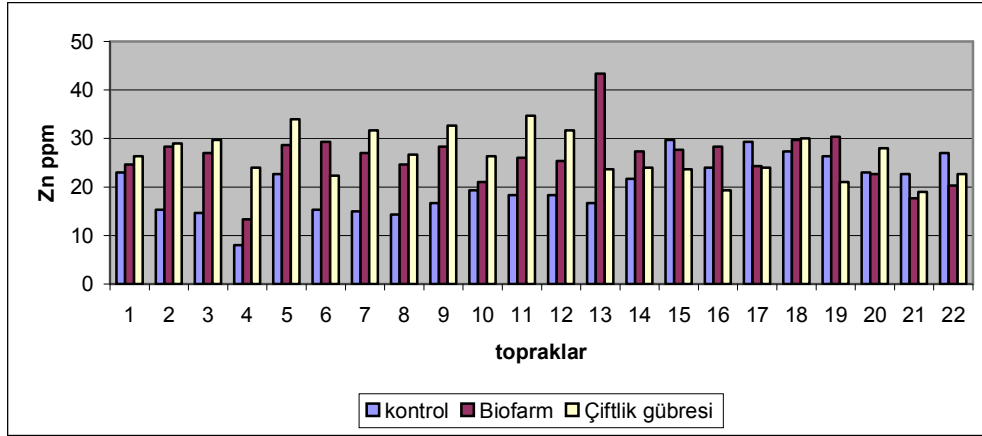
4.11. Gübre Uygulamasının Bitki Çinko İçeriği Üzerine Etkisi

Çinko, bir enzim aktivatörüdür, protein, hormon (örn. İAA) ve RNA/DNA sentezinde, metabolizmada ribozom komplekslerinin stabilitesinde gereklidir. Bitki köklerine çinko alımı aktif süreçle sağlanmakta ve muhtemelen bakır, mangan ve demir ile daima bir rekabet söz konusu olmaktadır. Çinko alımı mangan veya bor gibi pH değişimlerine karşı hassas değildir. Bununla beraber ışık yarayışlılığı ile son derece ilişkilidir. Daha fazla ışık, daha fazla çinko yarayışlılığı ve çinko alımı demektir.

Çizelge 4.11.1. Gübre uygulamasının bitki çinko içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
Çinko (Zn)				
Toprak	21	82,39	1,93	0,014
Gübre	2	784,79	18,40	0,000
Toprakxgübre	42	84,41	2,05	0,001
Hata	132	42,66		

Gübre uygulamasının bitki çinko içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11.1.'de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.11.2'de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki çinko içeriği üzerine toprakların $P<0,05$, toprakxgübre interaksiyonunun etkisi $P<0,01$, gübrelerin etkisi ise $P<0,001$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde bitki çinko içeriği açısından biofarm ve çiftlik gübresi uygulaması bakımından önemli farklılık bulunamamıştır.



Şekil 4.11. Gübre uygulamasının bitki çinko içeriği üzerine etkisi

Kara ve Erel (1999) tavuk gübresinin toprağın bazı özelliklerine ve yulaf bitkisinin verimine olan etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre, artan tavuk gübresi dozlarına bağlı olarak, toprakların suda çözünebilir toplam tuz, Fe ve Zn içeriğinin arttığı, buna karşılık toprak pH'sı ve Cu içeriğinin azaldığı Mn içeriğinin değişmediği ortaya konmuştur. Ayrıca tavuk gübresinin, yulafın kuru bitki ağırlığında artışa neden olduğu da belirlenmiştir:

Mısır bitkisi için 20-60 ppm Zn yeterli olduğu belirtilmektedir (Jones ve ark. 1991). Martens *et al.* (1968), organik maddenin topraktaki çinkonun bitkilerin kullanımı yönünden yararlılığını artırdığını bildirmiş olmalarına rağmen, Yoshida ve Tanaka (1969), toprağa organik madde uygulaması halinde bitkide çinko noksanlığının

olabileceğini rapor etmişlerdir. Nitekim bu çalışmada da gübre uygulamasının bitki Zn içeriği üzerine etkisi farklılık göstermiştir. Bitki Zn içeriği 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16,19, 20 nolu topraklarda gübre uygulamasıyla artarken; 15, 17, 21, 22 nolu topraklarda azalmıştır (Şekil 4.11).

Çizelge 4.11.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin çinko içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Zn ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Znppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Zn ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Ortalama
1	23 $\pm$ 3,61	25 $\pm$ 0,6	26 $\pm$ 1,16	24,7 ab
2*	15 $\pm$ 0,6	28 $\pm$ 16,20	29 $\pm$ 1,73	24,22 ab
3	15 $\pm$ 5,03	27 $\pm$ 7	30 $\pm$ 6	23,8 ab
4*	8 $\pm$ 2	13 $\pm$ 1,16	24 $\pm$ 3	15,1 c
5*	23 $\pm$ 6,4	29 $\pm$ 4,2	34 $\pm$ 17,3	28,4 a
6	15 $\pm$ 18	29 $\pm$ 9	22 $\pm$ 2	22,3 ab
7	15 $\pm$ 3	27 $\pm$ 5	32 $\pm$ 6	24,6 ab
8*	14 $\pm$ 3	25 $\pm$ 1,6	27 $\pm$ 7,6	22 ab
9	17 $\pm$ 7,6	28 $\pm$ 5,8	33 $\pm$ 11	25,9 ab
10*	19 $\pm$ 3	21 $\pm$ 6	26 $\pm$ 5	22,2 ab
11	18 $\pm$ 3	26 $\pm$ 1	35 $\pm$ 2,5	26,3 ab
12*	18 $\pm$ 2,9	25 $\pm$ 5	32 $\pm$ 7	25,1 ab
13	17 $\pm$ 2,9	43 $\pm$ 10	24 $\pm$ 4,8	27,9 a
14*	22 $\pm$ 0,6	27 $\pm$ 1,16	24 $\pm$ 1,7	24,3 ab
15	30 $\pm$ 4,5	28 $\pm$ 2,5	24 $\pm$ 5	27 ab
16*	24 $\pm$ 0	28 $\pm$ 6,8	19 $\pm$ 11	23,9 ab
17*	29 $\pm$ 0,6	24,3 $\pm$ 4,5	24 $\pm$ 3,6	25,9 ab
18	27 $\pm$ 7,5	30 $\pm$ 8,2	30 $\pm$ 13	29 a
19	26 $\pm$ 5,9	30 $\pm$ 14,5	21 $\pm$ 3,6	25,9 ab
20*	23 $\pm$ 1	22,7 $\pm$ 2,5	28 $\pm$ 7,2	24,6 ab
21	23 $\pm$ 4,2	18 $\pm$ 0,6	19 $\pm$ 1,7	19,8 bc
22*	27 $\pm$ 4,4	20 $\pm$ 0,6	23 $\pm$ 7,3	23,3 ab
Ort.	20,39 b	26,15 a	26,56 a	

En yüksek bitki çinko içeriği 18 numaralı toprakta yetişen mısır bitkilerinde, en düşük bitki çinko içeriği ise 4 numaralı toprakta mısır bitkilerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.11.2).

4. 12.Gübre Uygulamasının Bitki Mangan İçeriği Üzerine Etkisi

Mangan aktif olarak köklerce mangan iyonları (Mn^{+2}) şeklinde absorbe edilir. Mangan tuzları veya şelatları formunda da yapraklara uygulanabilir. Özellikle düşük pH da (<6.5) yararlılığı oldukça yüksektir. Mangan karbonhidrat redüksiyonu, klorofil oluşumu, RNA ve DNA sentezinde bir katalist olarak enzim aktivasyonunda rol alır. Mangan fotosentez ile oksijen üretimi süresince metabolizmaya enerji sağlar. Aynı zamanda bitkide aşırı demiri oksitler.

Gübre uygulamasının bitki mangan içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.1.'de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.12.2.'de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki mangan içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak $P<0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur Denemede kullanılan topraklarda yetiştirilen bitkilerin mangan içeriği ortalamaları ile yapılan değerlendirmelerde gübre uygulamasına bağlı olarak bitki mangan içeriği açısından en yüksek ortalama biofarm gübresi uygulamasıyla elde edilirken kontrol ve çiftlik gübresi uygulaması ortalamaları bakımından önemli farklılık bulunamamıştır.

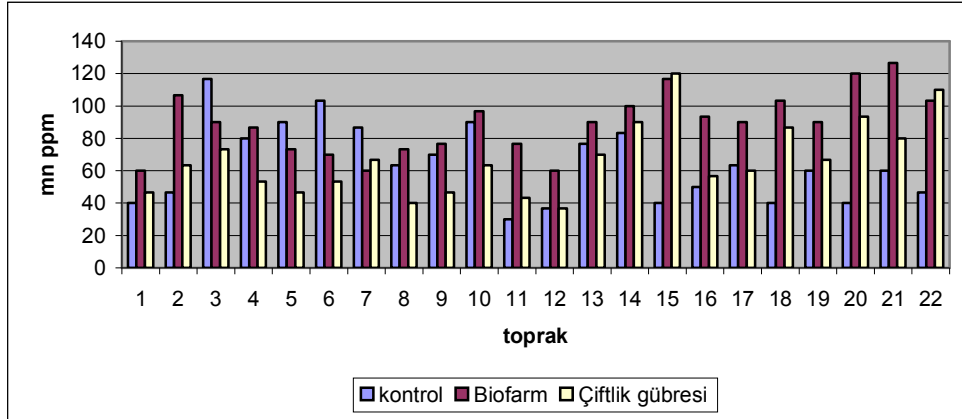
Çizelge 4.12.1. Gübre uygulamasının bitki mangan içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Mangan (Mn)			
Toprak	21	1755	6,05	0,000
Gübre	2	12545,96	43,28	0,000
Toprakxgübre	42	1286,2	4,44	0,000
Hata	132	289,9		

Çizelge 4.12.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin mangan içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Mn ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Mn ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Mn ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	
1	40 $\pm$ 10	60 $\pm$ 17	46,7 $\pm$ 5,8	48,9 ^{hi}
2*	47 $\pm$ 5,8	107 $\pm$ 11,5	63,3 $\pm$ 15,3	72,2 ^{bcdef}
3	117 $\pm$ 49	90 $\pm$ 10	73,3 $\pm$ 5,8	93,3 ^a
4*	80 $\pm$ 43,6	87 $\pm$ 11,5	53,3 $\pm$ 5,8	73,3 ^{bcdef}
5*	90 $\pm$ 10	73 $\pm$ 11,5	46,7 $\pm$ 21	70 ^{cdef}
6	103 $\pm$ 25,2	70 $\pm$ 10	53,3 $\pm$ 15	75,6 ^{abcdef}
7	87 $\pm$ 38	60 $\pm$ 10	66,7 $\pm$ 15	71 ^{cdef}
8*	63 $\pm$ 21	73 $\pm$ 5,8	40 $\pm$ 10	58,9 ^{fghi}
9	70 $\pm$ 34,6	77 $\pm$ 11,5	46,7 $\pm$ 15,3	64,4 ^{efgh}
10*	90 $\pm$ 10	97 $\pm$ 15	63,3 $\pm$ 21	83,3 ^{abcde}
11	30 $\pm$ 0	77 $\pm$ 5,8	43,3 $\pm$ 11,6	50 ^{ghi}
12*	37 $\pm$ 15,3	60 $\pm$ 10	36,7 $\pm$ 11,5	44,4 ⁱ
13	77 $\pm$ 15,3	90 $\pm$ 17	70 $\pm$ 20	78,9 ^{abcdef}
14*	83 $\pm$ 5,8	100 $\pm$ 26,5	90 $\pm$ 10	91 ^{ab}
15	40 $\pm$ 0	117 $\pm$ 21	120 $\pm$ 26	92,2 ^a
16*	50 $\pm$ 0	93 $\pm$ 11,5	56,7 $\pm$ 21	66,7 ^{defg}
17*	63 $\pm$ 11,5	90 $\pm$ 10	60 $\pm$ 17	71,1 ^{cdef}
18	40 $\pm$ 10	103 $\pm$ 5,8	86,7 $\pm$ 11,5	76,7 ^{abcdef}
19	60 $\pm$ 17	90 $\pm$ 10	66,7 $\pm$ 15	72,2 ^{bcdef}
20*	40 $\pm$ 0	120 $\pm$ 10	93,3 $\pm$ 5,8	84,4 ^{abcd}
21	60 $\pm$ 17	127 $\pm$ 28,9	80 $\pm$ 10	88,9 ^{abc}
22*	47 $\pm$ 5,8	103 $\pm$ 5,8	110 $\pm$ 20	86,7 ^{abc}
	64,24 ^b	89,24 ^a	66,67 ^b	

Mısır bitkisi için 20-300 ppm Mn yeterli olduğu belirtilmiştir (Jones *et al.* 1991). Bitki Mn içeriği 3, 5, 6, 7 nolu topraklarda kontrol bitkilerinde her iki gübre uygulanmış bitkilerden daha yüksek bulunmuştur. Nitekim Köksal (1994), tarafından organik gübrelemenin, yaprak kuru maddesindeki Zn, Fe kapsamını artırdığı, Mn içeriğini ise azalttığı belirtilmiştir.



Şekil 4.12. Gübre uygulamasının bitki Mn içeriği üzerine etkisi

En yüksek bitki mangan içeriği 3 numaralı. Topraklarda, en düşük bitki mangan içeriği ise 12 numaralı toprakda yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.12.2).

4.13. Gübre Uygulamasının Bitki Kurşun İçeriği Üzerine Etkisi

Genellikle tanımlar tam olmamakla birlikte ekolojik yönden ağır metal terimi, kirlenme ve toksisite bakımından bir yan anlam olarak kullanılmakta ve çoğunlukla özgül ağırlığı 5gr/cm^3 ün üzerinde veya atom numarası >20 olan metaller bu kapsama girmektedir. Bu grubun içine 70 kadar element girmekle birlikte ekolojik bakımdan önemli 20 element dikkati çekmektedir. Bunlar; Ag, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Zn, Hg, Mn, Pb, Mo, Ni, Tl, Sn, U, V, W, Pt ve Zr' dir (Yıldız 2001).

Bu elementlerden Fe, Cu, Zn, Mn gibi ağır metaller aynı zamanda mikro besin elementleridir. Bunlar bitkilerde enzimlerin yapı bileşenleridir. Enzim aktivatörleridir. Bitkilere çok az miktarlarda alınırlar. Noksanlıklarına sık rastlanır. Bu elementler mutlak gerekli besin elementleri olmalarının yanı sıra yüksek konsantrasyonlara ulaştıklarında toksik etkiye de sahiptirler. Bunlar genellikle minerallerin kristal yapı unsurlarıdır. Dolayısıyla bütün topraklarda belirli miktarlarda bulunurlar. Ancak bunların yarıyışlılıklarında toprak özellikleri etkilidir. Bu özelliklerin başında; pH, kireç

miktarı, organik madde miktarı, tekstür, diğer ağır metallerin miktarı ve çözünürlük gelmektedir. Yüksek konsantrasyonlardaki bazı ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (Yıldız 2001)

En fazla zehir etkisi olan ağır metaller Cd, Pb ve Hg' dir. Özellikle Hg ve Cd düşük miktarlarda, Pb ise yüksek miktarlarda bitkiye zararlı olmasa da, tüketene zarar verir. Topraktaki ağır metallerin en tehlikeli yanı, bitkilerin yapısına girmeleri, serbest iyon haline geldiklerinde taban suyuna karışarak suyun niteliğini bozmaları, mikroorganizmalara zarar vermeleri ve besin zinciri ile diğer canlılara geçerek dolaylı yollardan zararlı olmalarıdır (Çepel 1997).

Gübre uygulamasının bir ağır metal olarak nitelendirilen kurşun içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13.1'de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.13.2'de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki kurşun içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak $P<0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur

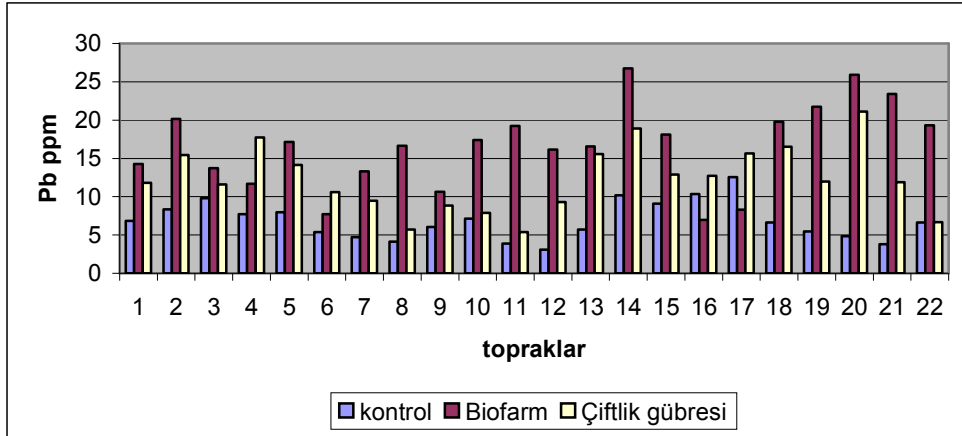
Çizelge 4.13.1. Gübre uygulamasının bitki kurşun içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Kurşun (Pb)			
Toprak	21	67,2	5,51	0,000
Gübre	2	1578,95	129,5	0,000
Toprakxgübre	42	47,57	3,9	0,000
Hata	132	12,19		

Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde bitki kurşun içeriği açısından biofarm gübresi uygulaması çiftlik ve kontrol uygulamasından daha etkili olmuştur. Bitkilerde 0,2-20 ppm kurşunun toksik olmadığı belirtilmesine rağmen, (Kabata Pendias and Pendias 1984). Schachtschabel, 1993 besin çözeltisi ile çeşitli bitkilerde yaptığı denemelerde, toksisite başlangıcı için 35 ppm değerinin kritik değer olduğunu belirtmiştir. Gübre uygulaması bitki kurşun içeriğini artırmıştır ancak gübre uygulaması ile artan bitki kurşun içerikleri biofarm gübrelemesi ile 14, 19, 20, 21 ve çiftlik gübrelemesi ile de 21 numaralı toprak dışında yüksek seviye ulaşmamıştır (şekil 4.13). En yüksek bitki kurşun içeriği 14 numaralı toprakta yetişen mısır bitkilerinde, en düşük bitki kurşun içeriği ise 6 numaralı toprakta yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir (izelge 4.13.2.).

Çizelge 4.13.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kurşun içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Pb ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Pb ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	iftlik Pb ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Ortalama
1	6,83 $\pm$ 1,3	14,27 $\pm$ 2,4	11,82 $\pm$ 1,7	11 cdefgh
2*	8,33 $\pm$ 2,3	20,15 $\pm$ 6	15,43 $\pm$ 1	14,6 bc
3	9,80 $\pm$ 2,1	13,73 $\pm$ 2,5	11,62 $\pm$ 1,2	11,7 cdefgh
4*	7,73 $\pm$ 0,8	11,68 $\pm$ 3,7	17,73 $\pm$ 1,7	12,4 cdefg
5*	7,98 $\pm$ 2,7	17,15 $\pm$ 3,3	14,15 $\pm$ 4,2	13,1 cde
6	5,40 $\pm$ 2,3	7,72 $\pm$ 3	10,58 $\pm$ 1,5	7,9 i
7	4,73 $\pm$ 2,2	13,32 $\pm$ 4,5	9,47 $\pm$ 6	9,2 fghi
8*	4,12 $\pm$ 1,3	16,67 $\pm$ 0,3	5,72 $\pm$ 2	8,8 ghi
9	6,05 $\pm$ 1,2	10,63 $\pm$ 5,1	8,83 $\pm$ 4,5	8,5 hi
10*	7,13 $\pm$ 5,8	17,4 $\pm$ 3,7	7,88 $\pm$ 1	10,8 cdefgh
11	3,87 $\pm$ 0,7	19,25 $\pm$ 7,5	5,37 $\pm$ 1,3	9,49 fghi
12*	3,1 $\pm$ 0,8	16,17 $\pm$ 4	9,30 $\pm$ 2,9	9,5 fghi
13	5,70 $\pm$ 2,9	16,55 $\pm$ 4,2	15,58 $\pm$ 5,9	12,6 cdef
14*	10,2 $\pm$ 6,3	26,73 $\pm$ 3,2	18,88 $\pm$ 2,98	18,6 a
15	9,08 $\pm$ 0,9	18,10 $\pm$ 1,7	12,90 $\pm$ 2,3	13,36 cd
16*	10,3 $\pm$ 0,4	6,95 $\pm$ 1,96	12,72 $\pm$ 2,4	10 fghi
17*	12,6 $\pm$ 3,6	8,28 $\pm$ 2,9	15,67 $\pm$ 4,5	12,17 cdefg
18	6,65 $\pm$ 3,25	19,77 $\pm$ 4,18	16,52 $\pm$ 2,38	14,31 bc
19	5,48 $\pm$ 215	21,75 $\pm$ 1,58	11,98 $\pm$ 5,6	13,08 cde
20*	4,83 $\pm$ 2,2	25,90 $\pm$ 3,79	21,13 $\pm$ 5,6	17,29 ab
21	3,78 $\pm$ 1,37	23,42 $\pm$ 3,9	11,9 $\pm$ 2,3	13,03 cde
22*	6,65 $\pm$ 1,98	19,33 $\pm$ 6,96	6,67 $\pm$ 1,98	10,88 cdefgh
Ort.	6,83 c	16,59 a	12,36 b	



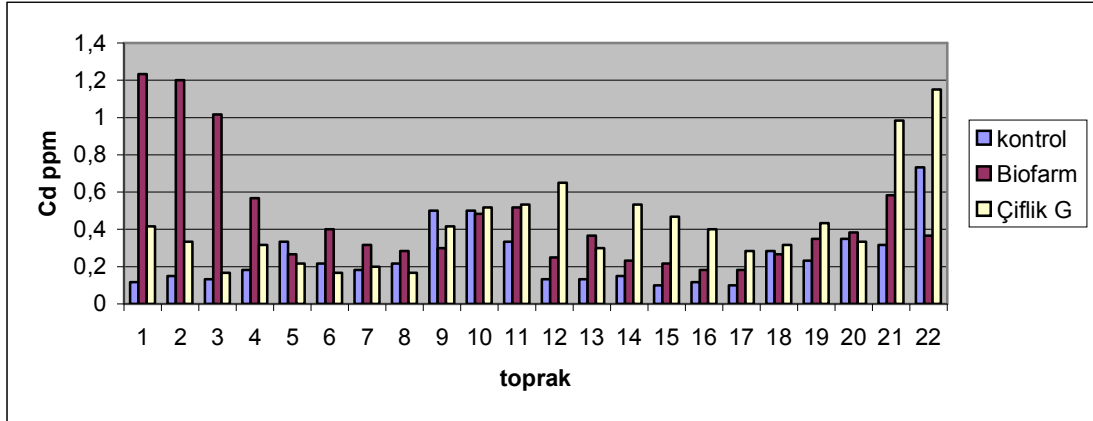
Şekil 4.13. Gübre uygulamasının bitki kurşun içeriği üzerine etkisi

4. 14. Gübre Uygulamasının Bitki Kadmiyum İçeriği Üzerine Etkisi

Gübre uygulamasının bitki kadmiyum içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14.1.'de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.14.2'de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki kadmiyum içeriği üzerine toprakların, gübrelerin ve toprakxgübre interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak $P < 0,001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde bitki kadmiyum içeriği açısından biofarm ve çiftlik gübresi uygulaması arasında önemli farklılık bulunamamıştır.

Çizelge 4.14.1. Gübre uygulamasının bitki kadmiyum içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
Kadmiyum (Cd)				
Toprak	21	0,20	5,96	0,000
Gübre	2	0,79	23,03	0,000
Toprakxgübre	42	0,17	5	0,000
Hata	132	0,034		



Şekil 4.14. Gübre uygulamasının bitki Cd üzerine etkisi

Çizelge 4.14.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin kadmiyum içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Cd ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Biofarm Cd ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Çiftlik Cd ppm Ort. $\pm$ St.Sapma	Ortalama
1	0,12 $\pm$ 0,03	1,23$\pm$0,5	0,42 $\pm$ 0,2	0,59abc
2*	0,15 $\pm$ 0,05	1,2 $\pm$ 0,3	0,33 $\pm$ 0,21	0,56bc
3	0,13 $\pm$ 0,1	1,02 $\pm$ 0,4	0,17$\pm$0,1	0,43bcdef
4*	0,18 $\pm$ 0,03	0,57 $\pm$ 0,26	0,32 $\pm$ 0,08	0,36defgh
5*	0,33 $\pm$ 0,03	0,27 $\pm$ 0,26	0,22 $\pm$ 0,08	0,27efgh
6	0,22 $\pm$ 0,14	0,40 $\pm$ 0,13	0,17 $\pm$ 0,08	0,26efgh
7	0,18 $\pm$ 0,1	0,32 $\pm$ 0,12	0,20 $\pm$ 0,13	0,23fgh
8*	0,22 $\pm$ 0,08	0,28 $\pm$ 0,16	0,17$\pm$0,12	0,22gh
9	0,50 $\pm$ 0,18	0,30 $\pm$ 0,22	0,42 $\pm$ 0,15	0,41cdefg
10*	0,50 $\pm$ 0,18	0,48 $\pm$ 0,40	0,52 $\pm$ 0,2	0,5bcd
11	0,33 $\pm$ 0,19	0,52 $\pm$ 0,06	0,53 $\pm$ 0,12	0,46bcde
12*	0,13 $\pm$ 0,08	0,25 $\pm$ 0,09	0,65 $\pm$ 0,4	0,34defgh
13	0,13 $\pm$ 0,03	0,37 $\pm$ 0,25	0,30 $\pm$ 0	0,27efgh
14*	0,15 $\pm$ 0,05	0,23 $\pm$ 0,06	0,53 $\pm$ 0,3	0,31defgh
15	0,10$\pm$0,05	0,22 $\pm$ 0,03	0,47 $\pm$ 0,35	0,26efgh
16*	0,12 $\pm$ 0,08	0,18$\pm$0,03	0,40 $\pm$ 0,26	0,23fgh
17*	0,10 $\pm$ 0	0,18$\pm$0,15	0,28 $\pm$ 0,03	0,19h
18	0,28 $\pm$ 0,06	0,27 $\pm$ 0,08	0,32 $\pm$ 0,19	0,29efgh
19	0,23 $\pm$ 0,16	0,35 $\pm$ 0,3	0,43 $\pm$ 0,31	0,34defgh
20*	0,35 $\pm$ 0,09	0,38 $\pm$ 0,12	0,33 $\pm$ 0,12	0,36defgh
21	0,32 $\pm$ 0,19	0,58 $\pm$ 0,32	0,98 $\pm$ 0,03	0,63ab
22*	0,73$\pm$0,06	0,37 $\pm$ 0,2	1,15$\pm$0,15	0,75a
Ortalama	0,25b	0,45a	0,42a	

Bitkiler için 0,1-2,4 ppm Cd toksik olmadığı belirtilmektedir. Gübre uygulaması bitki kadmiyum içeriğini artırmıştır. En yüksek Cd içeriği kontrol grubu ve çiftlik gübrelemesinde 22 numaralı toprakta, biofarm gübrelemesi ile de 1 numaralı toprakta yetiştirilen bitkilerde elde edilmiş ancak hiçbir uygulamada toksik seviyeye ulaşmamıştır. Gübre uygulaması ile bitki Cd içeriğinde en yüksek artış 1.2. 3. 4, 6, 7, 8, 13, 20 numaralı topraklarda biofarm gübresi uygulaması ile; 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22 numaralı topraklarda çiftlik gübresi uygulaması ile elde edilmiş, 5 ve 9 numaralı topraklarda ise kontrol bitkilerinin Cd içeriği gübre uygulamalarından yüksek bulunmuştur (Şekil 4.14). En düşük Cd içeriği ise kontrol grubunda 15 numaralı toprakta, çiftlik gübrelemesi ile 3 ve 8 numaralı topraklarda, biofarm gübrelemesi ile de 16 ve 17 numaralı topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.14.2.).

Kabata-Pendias and Pendias (1992) tarafından ahır gübresinin de önemli bir Cd kaynağı olduğu ve ahır gübresinde Cd konsantrasyonunun 0,3-1,8 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Tarımsal toprakların en önemli Cd kirlilik kaynağı fosforlu gübrelerdir. Gübre üretiminde kullanılan fosforitlerde (ham kaya fosfatı) çok yüksek konsantrasyonda Cd (<500 mg/kg) bulunmuştur. Fosfat gübrelerinin Cd içeriği ham kaya fosfatının orijinine bağlıdır (Köleli 1998). Topraklara karışan Cd'un %54-58' inin fosforlu gübrelerden, %39-47'sinin atmosferden ve %2-5'inin kanalizasyon atıklarının kullanımından kaynaklandığı bildirilmektedir (Yıldız 2001).

Stigliano and Anderberger, (1993)'e göre muhtemel fosfatlı gübrelemeden dolayı 1970 (350g/da) ve 1990 (700g/da) arasında Rhine havzası topraklarındaki kadmiyum konsantrasyonu iki kat artmıştır. Bunun yanında fosfatın önemli bir kısmı deterjanlardaki sodyum polifosfat-alkali kompleksi ve diğer kaynaklar, örneğin hayvan gübresi ile topraklara karışmaktadır. Lağım pisliği çamuru bir gübre olarak kullanıldığı zaman klorlu pestisitler ve PCB'ye ait atıklar gibi devamlı kimyasalların bulunmasından dolayı kirlilik problemleri daha da artmaktadır.

4.15. Gübre Uygulamasının Bitki Krom İçeriği Üzerine Etkisi

Gübre uygulamasının bitki krom içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.1’de ve ortalamaların çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.15.2’de verilmektedir. Çizelgelerden görüleceği üzere gübre uygulamasının bitki krom içeriği üzerine gübrelerin etkisi istatistiksel olarak $P<0,001$ seviyesinde, toprak $P<0,05$, toprakxgübre interaksiyonunun etkisi ise $P<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur Kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmelerde bitki krom içeriği açısından çiftlik gübresi uygulaması biofarm ve kontrol uygulamasından daha etkili olmuştur.

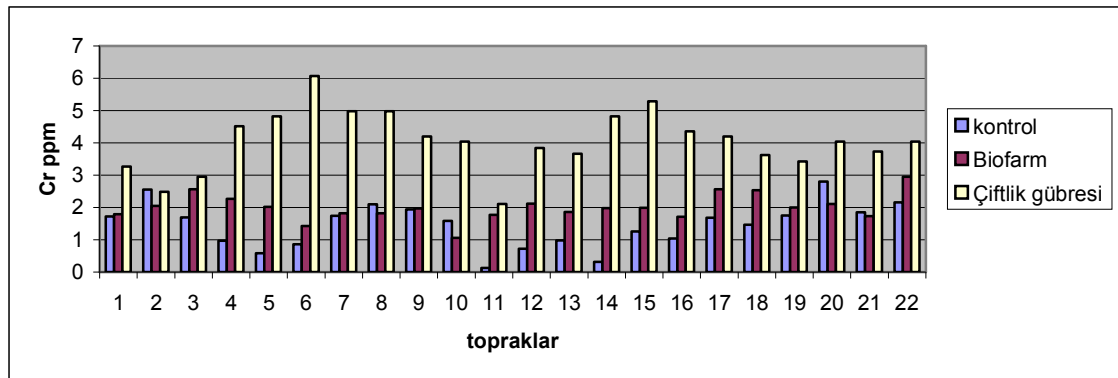
Çizelge 4.15.1. Gübre uygulamasının bitki krom içeriği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Durumu
	Krom (Cr)			
Toprak	21	1,28	1,67	0,04
Gübre	2	125,22	163,58	0,000
Toprakxgübre	42	1,60	2,09	0,01
Hata	132	0,77		

Bitkiler için 5-30 ppm Cr toksik olmadığı belirtilmektedir (Mertz 1982). Çizelge 4.15.2 den de görüleceği üzere kontrol bitkileriyle kıyaslandığında gübre uygulaması bitki Cr alımını artırmış ancak hiçbir uygulamada bitki Cr içeriği toksik düzeye ulaşmamıştır. 2 numaralı kontrol toprağında yetişen mısır bitkileri dışında tüm topraklarda yetişen mısır bitkilerinin krom içeriğindeki artış en fazla çiftlik gübrelemesi ile elde edilmiştir (Şekil 4.15). En düşük bitki Cr içeriği 11 numaralı toprakta, en yüksek bitki Cr içeriği ise 22 numaralı toprakta belirlenmiştir.

Çizelge 4.15.2. Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkilerinin krom içeriklerine ait ortalama, standart sapma ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Toprak no	Sıfır Cr ppm Ort. ± St.Sapma	Biofarm Cr ppm Ort. ± St.Sapma	Çiftlik Cr ppm Ort. ± St.Sapma	Ortalama
1	1,72±1,4	1,80±1,12	3,27±0,47	2,26 a
2*	2,55±0,4	2,05±1,06	2,49±1,89	2,36 a
3	1,70±0,29	2,56±0,23	2,960,97	2,40 a
4*	0,98±0,65	2,26±1,4	4,51±0,27	2,58 a
5*	0,59±0,34	2,02±1,17	4,82±0,97	2,48 a
6	0,86±0,73	1,43±0,55	6,07±0	2,78 a
7	1,75±0,89	1,82±0,17	4,98±0,97	2,85 a
8*	2,10±1,4	1,82±0,1	4,98±0,97	2,96 a
9	1,94±1,18	1,97±0,32	4,02±1,23	2,7 a
10*	1,59±1,06	1,06±0,42	4,04±0,27	2,23 a
11	0,13±0,06	1,77±1,12	2,11±1	1,34 b
12*	0,73±0,22	2,12±1,48	3,84±1,06	2,23 a
13	0,98±0,73	1,86±0,41	3,66±1,04	2,17 a
14*	0,32±0,07	1,98±0,64	4,82±0,54	2,37 a
15	1,26±0,24	1,99±0,34	5,29±1,77	2,85 a
16*	1,04±0,89	1,71±0,22	4,36±0,71	2,37 a
17*	1,69±0,56	2,57±0,62	4,20±0,47	2,82 a
18	1,47±1,2	2,54±0,89	3,63±1,81	2,54 a
19	1,76±0,43	2,00±0,57	3,42±1,64	2,39 a
20*	2,80±0,87	2,11±0,48	4,04±0,54	2,98 a
21	1,85±0,27	1,73±1,4	3,73±0,81	2,44 a
22*	2,16±0,3	2,96±0,27	4,04±0,27	3,05 a
Ortalama	1,45 c	2b	4,07 a	



Şekil 4.15. Gübre uygulamasının bitki Cr içeriği üzerine etkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gübreleme ile bitkisel üretimin artırılması ve birim alandan daha fazla ürün alınması sağlanmış olur. Ancak dengesiz ve gereğinden fazla yapılan gübreleme çeşitli problemleri de beraberinde getirmektedir Kimyasal gübrelerin, sağlığımız üzerine olumsuz etkileri yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Toprağın doğal verimliliğinin korunabilmesi, organik madde içeriğinin belirli bir düzeyde tutulması ile mümkündür. Bunun için ise en az azalan miktar kadar organik maddenin toprağa ilave edilmesi gereklidir.

Bu çalışmada organik gübre olarak seçilen Biofarm (sertifikalı organik gübre) ve çiftlik (sertifikasız) gübresinin deneme topraklarına uygulanması sonucu, mısır bitkilerinin kuru ağırlık verimi mineral içeriği, kontrol bitkilere göre belirgin artış göstermiş ve istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0,001$). Bu sonuç; organik gübre uygulamasına olumlu bitki gelişme tepkisinin, muhtemelen deneme topraklarının azot, organik madde ve bazı diğer makro-mikro elementel konsantrasyonlarının genelde az yada orta seviyede olması nedeniyledir. Ayrıca kuru madde artışı deneme topraklarından bazılarının hafif ve orta alkaline reaksiyona sahip olması ve buna bağlı olarak organik gübrelemenin besin elementi yarıyışlılığını artırması nedeniyledir.

Bitkiler için mutlak gerekli besin elementleri ister organik isterse inorganik formlarda bitkilere sağlansınlar, hepsi bitki köklerin mineral (inorganik) formlarda alınmaktadır. Bu nedenle organik tarımda kullanılan doğal veya organik kaynaklı gübreler, sonuçta gerek biyolojik gerekse kimyasal değişikliğe uğrayarak bitki köklerine aynı formda (inorganik) alıma hazır duruma gelmektedirler. Organik yada konvansiyonel tarım amaçlı organik gübreleme tarımda olduğu gibi öncelikle topraklar toprak-bitki analizleri ve gübre ihtiyaç denemeleri yapılarak uygun gübre çeşidi ve dozu belirlenmelidir. Çünkü besin elementleri hangi formda bitkiye sağlanırsa sağlansın (organik, suni) bitkinin aldığı form aynıdır (Yıldız 2004).

Ülkemizin genel konumu, kirlenmemiş yapısı ve iklim özellikleri organik ürünler yönü ile tüm bölgelerimizi birer kaynak haline getirmiştir. Türkiye, organik tarım konusunda 10 yıl içinde çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Bulunduğu coğrafik koşullar, tarımda çalışan nüfusun fazla olması, ürün çeşitliliği gibi faktörlerle organik tarım için uygun bir konumdadır. Hatta denilebilir ki bugün ülkemizde birçok ürün sadece kontrollü yetiştirilmediği için organik ürün olarak değerlendirilmemektedir.

Ülkemizde dünyada talep edilen birçok gıda dışı organik ürünü üretmek ve ticaretini yapmak mümkündür. Ancak ülkemizde üretilen bu sağlıklı ürünleri en az alıcı ülkelerde kullananlar kadar kendi insanımızın da kullanma şansının olması gerektiği unutulmamalı, bu amaçla dış piyasa kadar iç piyasa üzerinde de dikkatle durulmalıdır.

Günümüzde yoğun tarımın sürdürülebilmesi için, kimyasal gübrelerin uygun miktar ve zamanda kullanılması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Ancak, üretimi yenilenemez enerjiye dayalı olan, giderek pahalılaşan ve ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkeler için tarımda pahalı bir girdi oluşturan kimyasal gübrelerin sağlanması her geçen gün gittikçe zorlaşmaktadır. O nedenle, toprakta mevcut fakat bitkilerce alınımı zor olan besin maddelerinin alınımını artırıcı, aynı zamanda toprağı besin maddelerince destekleyici, girdisi düşük uygulamalara gidilmelidir. Organikgübreler bu işlem için aranan nitelikleri taşıyan doğal kaynaklardır.

Sonuç olarak tarımda kimyasal gübreler yerine alternatif olarak doğal kaynakların kullanılmasıyla, kimyasal gübrelerin çeşit ve dozunun uygun seçilmediği durumlarda oluşan çevre kirlenmesi ve bitkisel artıkların bilinçsizce atılıp yakılması önlenecek, topraklar daha verimli, bu topraklarda yetişen ürünlerle beslenen hayvan ve insanlar daha sağlıklı olacaktır. Böylece hem petrolden sonra dışarıya en fazla para harcadığımız gübre sektöründe ülke ekonomisine katkıda bulunulacak, hem de topraklarımızın üretkenlikleri arttırılarak gelecek kuşaklara daha nitelikli topraklar bırakılacaktır

KAYNAKLAR

- Abou, E., Naga, S.A., Omran, M.S., Shehata, A.M., 1996, The combined effect of organic manure (F.Y.M) and irrigation regime on the biological activity and nutrients availability in green pepper. Fourth National Congress on pollution control of agricultural environment Egyptian, Journal of Soil Science, 36:1-4, 33-45; 24.
- Ahmad, S.R., 1993. Influence of composted coconut coir dust (coirith) on soil physical properties, growth and yield of tomato. South Indian Horticulture, 41,264-269.
- Aksoy, U., 2001. Türkiye Ekolojik Tarım Sempozyumu Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım 2000 Vakfı. Ankara.
- Alpaslan, M., 2000. Üre uygulamasının topraklarda üreaz aktivitesi ve nitrat ve amonyum oluşumuna etkisi. J. Agric. Sci. 6 (4): 49-56, Ankara.
- Altın, M., Tarım ve Çevre Kirliliği. <http://www.rizetema.org/kutuphane/dosya/> (15.01.2008).
- Altındışlı, A., Aksoy, U., Eltem, R., Çakır, M., 2002. Meyvacı, Ö. B., 2002. Çekirdeksiz kuru üzümde okratoksin A oluşumunun nedenleri ve azaltıcı önlemler üzerinde araştırmalar.Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 112-121.
- Anaç, D. ve Okur, B., 1996. Toprak Verimliliğinin Doğal Yollar ile Arttırılması. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım.ekolojik Tarım Organizasyon Derneği (ETO), s. 37-73. İzmir.
- Anaç, D., Okur, B., Arideniz, C., Gülsoylu, E., Atilla, A., 2002.Organik tarımda toprak verimliliği. Ekolojik tarım: ekolojik tarım eğitimi ders notları, İzmir; ETO.
- Anonim, 1985. Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, United Nations Environment Programme, UNEP Nairobi
- Anonim, 1990. Recommendations for safe Storage and Handling of Wet Process Phosphoric Acid, IFA, International Fertilizer Industry Association Limited 28. Rue Marbeuf, F-75008, Paris.
- Anonim, 1992. Agro-Chemicals news in Brief, Vol:15, No: 4, 4-8 p, October-December.
- Anonim, 1996. ELM Farm Research Center. Hamsted Marshall Newbury Berkshire RG20 0H UK.
- Anonim, 2006. Tema Link. 16. www.hasal.k12.tr/anatema/tematik.htm (10.12.2007)
- Anonim, 2008. Türkiye’de Gübre Üretimi ve Kullanımı <http://www.zmo.org.tr/> (20.12.2008).
- Anonymous, 1980. Soil Testing and Plant Analysis. Bull. 38/1. Food Agriculture Organization. Rome-Italy.
- Anonymous, 2002. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No: 2466, Ankara.
- Anonymous, 2002. What is Soil Quality. <http://www.ew.govt.nz/Environmental-information/Land-and-soil/All-about-soil/Soil-quality/>(12.12.2002)
- Aoac, 1990. In: Helrich, K (Ed.), Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Atalay, İ., 1982. Erzurum Ovası ve Çevresinin Fiziki ve Tatbiki Fiziki Coğrafyası, Atatürk Üniversitesi, Doçentlik Tezi, Erzurum

- Aydeniz, A., 1991. Bölgelere Göre Gübre Tüketimi ve GAP Yöresinin Gübre Gereksinimi, II.Ulusal Gübre Kongresi, 30 Eylül – 4 Ekim, Ankara.
- Bachthaler, G., 1972. Einfluss verschiedener humusdünger auf planzenenertrag auf einer Parabraunerde aus löseleh. Agrarbio Forchung XXIV: 297-309.
- Bawer, L.D., 1956. Soil physics. John Wiley and Sons, Inc.,New York.
- Bellitürk, K., Sağlam, M.T., 2005. A research on the urea hydrolysis rate in the soils of Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (3): 446-449.
- Bellitürk, K., Danışman, F., Yılmaz, F., 2007. Üre Uygulamasının Topraklarda Amonyum ve Nitrat Oluşumuna Etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2007,22(1):64-72 J. of Fac. of Agric, OMU, 2007,22(1):64-72.
- Bender, D., Erdal, İ., Gürbüz, M.,Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı Organik Materyallerin Killi Bir Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. M. Şefik Yeşilsoy International Sympisium on Arid Soil."YISARS". 21-24 Eylül,Menemen/İzmir.
- Benediktova, A.I., Ammosova, Y.M., 1995. Effect of bark -mineral compost on alluviyal soddy gley soil in Arkhangel'sk region. Soils and Fertilizers Vol. 58 No:2.
- Bingham, F.T., 1949. Soil test for phosphate. California Agriculture 3(7):11-14.
- Biswas, T. D., Roy, R., and Sahu, B. N., 1970. Effect of different sources of organic manures on physical properties of the soil growing rice. J. Indian. Soc. Soil Sci. 18:223-242.
- Bremner, J.M., Douglas, L.A., 1971. Decomposition of urea phosphate in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 575-578.
- Bremner, J. M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen Total. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 597-622.
- Brohi, A.R.ve Karaman, M.R., 1994.The Effect of Liquid Poultry Manure Applied To Different Soils At Varied on the Growth and N,P,K Content of Wheat Crop, ESNA Research, XXIVth Annual Meeting, September 12-16, Varna- Bulgaria
- Brohi, A.R., Karaman, M.R., ve Yazıcıoğlu, S., 1995. Sıvı tavuk gübresi, Ahır Gübresi ve Tütün Tozunun Buğday Bitkisinin Verim ve N-P Kapsamı Üzerine Etkisi, GOP. Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, Tokat.
- Butler, T. J., Muir, J. P., 2006. Dairy manure compost improves soil and increases tall wheatgrass yield. Agron J., 98: 1090-1096.
- Canbolat, M.Y., Demiralay, İ.,1995. Organik Materyal İlave Edilmiş Toprakların Agregat Stabilitesi, Briket Hacim Ağırlığı ve Kırılma Değeri Arasındaki İlişkiler Tübitak ve Türkiye Toprak İlmi Derneği İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu. 7(1), 116- 125.
- Canbolat, M.Y., Öztaş, T., 1996. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 28 (1): 120-129.
- Chen, Y. and Aviad, T., 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: Maccarthy.
- Coşkun, M., ve Vural, M., 2003. Gap'ta Genel Tarla Tarımı . Ş. Urfa
- Çelik, İ., Kılık, S., 2004. Effects of Compost , Mycorrhiza, Manure and Fertilizer on Some Physical Properties of A Chromoxeret Soil. Soil and Tillage Research, 78,59-67.

- Çengel, M., ve Saatçi, F., 1979. Toprak verimliliği ile mikrobiyolojik ve enzim aktiviteleri arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin değerlendirilmesi. E. Ü. Zir. Fak. Dergisi.16(3).175-178.
- Çepel, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No:14 İstanbul.
- Çolaklıoğlu, H., 1995. Gübre Kullanım ve Üretimi. 4. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TC Zirat Bankası Kültür Yayınları No:26-2, Ankara.
- De La Lande Cremer, L.C.N., 1970. Einige versuchs ergebnisse über das einarbeiten von stroh und andere organischen düngern auf ton-sand und anmoorigen böden der Niederlande. Agrarbio. Forschung 19: 1-8.
- Delen, N., 1999. Pestisitlerin Çevre ve Sağlık Sorunları Yönünden İrdelenmesi. Ekolojik Tarım, ETO.9-16.
- Delibacak, S., Okur, B., Eşiyok, D., 2000. Ahır gübresinin farklı düzeylerinin ve farklı yetiştirme ortamlarının toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkileri. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 37 (1): 113-120
- Demir, K., Yanmaz, R., Özçoban, M., Kütük, A.C., 1996. Ispanakta Farklı Organik Gübrelerin Verimlilik ve Nitrat Birikimi Üzerine Etkileri. GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu 7-10 Mayıs 1996, Şanlıurfa.
- Demir, H., Topuz, A., Gölükcü, M., Özdemir, F., Şahin, H.,POLAT, E., 2003. Ekolojik Üretimde Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Domatesin Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1),19-25.
- Diez, T.H., Weigelt, H., 1990. Zur Düngerwirkunk von müllkompost und klarschlamm. Land Forschunk.33(1): 47-66.
- Doran, J.W., 1996. Soil quality and health: the international situation and criteria for indicators. Proceedings, Workshop on Soil Quality.
- DPT, 1996. Gübre Özel İhtisas Komisyonu Raporu. T.C. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı. Yayın No:DTP:2445-OİK:502. s.246-248. Ankara .
- ECE, 1993. Protection of Water Resources and Aquatic Ecosystems. Economic Commission for Europe. Water Series No.1. U.N. New York. s. 35-43.
- Edmeades, D. C., 2003. The Long-Term Effects of Manures and Fertilizers on Soil Productivity and Quality: a Review. Nutrient Cycling in Agroecosystems. Vol. 66. pp. 165-180.
- Er, C., Uranbey, S., 1999. Ekolojik Tarım ve Ekim Nöbeti Uygulamaları, Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu Bildiri Özetleri, İzmir
- Erdal, T. ve Tarakçıoğlu, C., 2000. Değişik Organik Materyallerin Mısır Bitkisinin (Zea mays L.) Gelişimi ve Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi. OMÜ. Zir. Fak. Dergisi, 15 (2), 2000. 80-85.
- Estefanous, A.N., Nikhaeel, F.T. and Antoun, G.G., 1997, Effect of mycorrhizal inoculation and organic fertilization on mikrobial activity and nutrient release in soil, 48:1, 187-200; 26 ref.
- Eyüpoğlu, F., 1999; Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu, Köy Hizmetleri Gen. Md. Toprak ve Gübre Ar. Ens. Yay. Gn.Yay.No.220, Tekn. Yay. No.T-67, Ankara,
- FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the country leaves an international study. FAO Soils Bulletin 63. Rome.

- Fiedler, H.J., 1990. Bodennutzung und Bodenschutz. Birkhauser Verlag, Basel- Boston-Berlin, pp 268.
- Garcia, N.F., Martinez, V. and Carvajal, M., 2004. Effect of Salinity on Growth, Mineral Composition, and Water Relations of Grafted Tomato Plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 167: 616-622.
- Gee, G. W. and Bauder J.W., 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Second Edition. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383-441.
- Goyal, S., Chander, K., Mundra, M.C., Kapoor, K.K., 1999. Influence of inorganic fertilizers and organic amendments on soil organic matter and soil microbial properties under tropical conditions. Biol. Fertil. Soil Sci., 29: 196-200.
- Guo, H., Li, G., Zhang, D., Zhang, X., Lu, C., 2006. Effects of water table and fertilization management on nitrogen loading to groundwater. Agricultural Water Management 82, 86-98.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A., 2002. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1526, Ankara.
- Güzel, H.T., 2001. Dünyada ve Türkiye’de Ekolojik Tarım Ürünleri Üretimi ve İhracatı Geliştirme Olanakları.İstanbul Ticaret Odası Yayınları No:14.İstanbul.
- Güzel, N. ve Gülüt, K.Y., 2003. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Kullanıcının Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 253. Adana.
- Geydens, M., Vandendriessche, H., Bries, J., Carlier, L, Baert, J. 1995. The rational use of animal manures. Soil and Fertilizers 56(6).
- Haktanır, K., 1983. Çevre Kirliliği. Ders Notu. A.Ü. Ziraat Fak. Teksir No: 107. 20-105, Ankara.
- Haktanır, K., ve Arcak, S., 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Ziraat fak. Yay.no.1503. Ders kitabı: 45. Ankara.
- Haktanır, K., Arcak, S., 2009. Toprak Biyolojisinin Konusu, Önemi ve Gelişimi. http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_karacaarcak_TBiyoloji_Hafta_hepsi.pdf. (01.03.2009).
- Hatipoğlu, F. ve Alpaslan, M., 1994. Gübre Kullanımı ve Çevre. TÜGSAŞ’ın 40. Yılında Gübre Sempozyumu. Ankara, 29-37.
- Haynes, R.J. and Naidu, R., 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical condition:A Review. Nutr. Cycl. Agroecosys, 51,123-137.
- Jones, J., Benton, J., Wolf, B. and Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook of Plant Analysis and Interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc.,183 Paradise Blvd, Suite 108, Athens, Georgia 30607 USA, 213pp.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1992. Trace Elements in Soils and Plants. CRC. Press. Boca Raton.
- Kacar, B., Kovancı, I. ve Atalay, I. Z., 1980. Utilization of The Waste Products of Tea Factories in Agriculture. A.Ü.Z.F. Yıllığı, 29 (1): 158-173.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No:899 Ders Kitabı No:250,Ankara.
- Kacar, B., 1992. Yapraktan Bardağa Çay. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları. No:23, T.C. Ziraat Bankası Matbaası, Ankara.
- Kacar, B., 1994. Gübre Bilgisi 4. Baskı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1338, Ders Kitabı; 397, s: 456 A.Ü.Z.F. Ankara.

- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. A.Ü.Z.F. Yay. 453, Uyg. Klavuzu: 155.
- Karataş, A., Demiraslan, R., 2000. Toprak Düzenleyicisi Terralyt Plus Elektrolitinin Marulda Bitki Gelişimi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu 2000, 11-13 Eylül, Isparta.
- Kayahan, S., 2001. Ekolojik Tarımda İç Pazarın Gelişimi. Türkiye 2. Ekolojik tarım Sempozyumu. 14-16 Kasım Antalya.
- Kılınç, R. ve Çolakoğlu, H., 1991. Türkiye’de Üretilen ve Tüketilen Mineral Gübrelerin Damla Sulama Sistemi ile Kullanmaya Uygunluk Durumunun İncelenmesi, II. Ulusal Gübre Kongresi, 30 Eylül-4 Ekim, Ankara.
- Kırtok, Y., 1998. Mısır üretimi ve kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi, İstanbul.
- Kick, H.M. and Weber, P., 1973. Der einsatz hoher mülikompost und klarschlammengen auf rekultivierungsflächen des Braunkohletagebanes. Agrarbio. Forschung XXVII:201-207.
- Kütük, C., Topçuoğlu, B., Demir, K., 1999. Toprağa uygulanan farklı organik materyallerin ıspanak bitkisinde verim ile bazı kalite öğeleri ve mineral madde içerikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, cilt: 12, s. 31-36.
- Koepke, E., 1969. Investigation on the effects of differantial fertilizing on the number of microorganisma in the static trial at Lauchstüdt. II. Changes in Azotobacter counts soils and fest. Vol:33.
- Kovancı, L, Hakerlerler, H., ve Oktay, M., 1989. Tavuk gübresi ile çöp gübresinin tarımda organik gübre olarak kullanılmasına dair bir araştırma raporu. Ege Üniv. Ziraat .Fak., Bornova.
- Kubat, J., Novakova, J., Mikanova, O. and Apfelthaler, R., 1999, Organic carbon cycle, incidence of mikroorganisms and respiration activity in long-term field experiment, 45:9, 389-395; 6.
- Kumar, A., Yadav, D.S., 1995. Use of organic manure and fertilizer in rice-wheat cropping system for sustainability. Indian-Journal of Aaricultuml Sciences. 1995.65:10. 703-707:7.
- Köleli, N., 1998. Değişik tahıl ürünlerinin ve buğday çeşitlerinin Cd toksisitesine duyarlılığı ve bunun çinko eksikliğine etkisi. Doktora Tezi. Ankara.
- Leaungvutivirog, C., Sunantapongsuk, V., Limtong, P., Nakapraves, P. and Piriyaaprin, S., 2004. Effect of Organic Fertilizer on Soil Improvoment in Mab Bon, Tha Yang, Satuk and Renu Series for Corn Cultivation in Thailand. Symposium No: 57, Paper No. 1899.
- Lewandowski, A., and Zumwinkle, M., 1999. Assessing the Soil System. A Review of SoilQuality Literature. Minessota Department of Agriculture Energy and Sustainable Agriculture Program. pp. 1-63.
- Liang, Y.C., Zhang, W.H., Chen, Q., and Ding, R., 2005. Effects of silicon on H⁺-ATPase and H⁺-P Pase activity, fatty acid composition and fluidity of tonoplast vesicles from roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare*L.). Environmental and Experimental Botany. 53:29-37.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norwell, 1969. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol: 33, p:49-54.

- Manju, B. and Mukerji, K.G., 1994. Biology and Fertility of Soils. 18 (3) 228–230 (En, 17 ref) Applied Mycology Laboratory, Department of Botany, University of Delhi, Delhi–110007 India.
- Matar, Y., Doering, H.W., 1979. Transformation of urea and ammonium sulphate in sand loam soils of Tripoli, Libya. Water and fertilizer use for food production in arid and semi-arid zones. 3rd CIEC Symposium, pp. 285-288, Vienna.
- Maynard, D.N., 1978. Critique of Potential Nitrate Levels in Edible Plant Parts In: Nielsen DR, Mc Donald JG (eds.), Nitrogen in the Environment, Academic Press, New York, 12, 221-233.
- McLean, E. O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 199-224.
- Mertz, W., 1982. Biological and Environmental aspects of chromium. Elsevier Biomedical Press. Amsterdam
- Mutlu, K., Güzel, N., Gök, M., İbrikçi, H. ve Gülüt, K.Y., 1995. Sera Koşullarında Çiftlik Gübresi ve Kimyasal Gübre Uygulamasının Toprak Özellikleri ve Bitki Bileşimine Etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt 2. s.228-241.
- Nandita, G. and Singh, K.P., 1994. The influence of soil amendments on the proportion of organic carbon and nitrogen in the microbial biomas in a dryland agroecosystem. Tropical Ecology. 35 (2) 309-319, India.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No:9 Part 2 .Edition P: 191-197.
- Nelson, D. W. and Sommers L.E. 1982 Organic matter. Methods of soil analysis Part . 2. Chemical and microbiological Properties. 2nd E.D. Agronomy No:9 P:574-579.
- Olhan, E., 2004. Tarımsal Çevre Politikası”, A.Ü.Z.F. Tarım Ekonomisi Bölümü Ders Notları, Ankara. (Yayınlanmamıs)
- Olsen, P. J., Hensler, R. J.and Attoe, O.J., 1970. Effects of Manure Application, Aeration and Soil Sci. Soc. Am.Proc., 34. 222-225.
- Olsen, S. R. and Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis Part 2. chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 403-427.
- Özbek, N., 1970. Gübrelerin etkili bir şekilde kullanılmaları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 420, Ders Kitabı: 147, Ankara.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1971. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı. Yayın no: 73. Ders Kitapları Yayın no: A-16. Sayfa: 77-119.Adana
- Özgül, M., 2003. Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan büyük toprak gruplarının sınıflandırılması ve haritalandırılması. (Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü.
- Padem, H. ve Öcal, A., 1999. Effect of humic acid applications on yield and some characteristics of processing tomato. Acta Horticulturae, 487, 159-163.
- Pare, T., Dinel, H., Moulin, P., Townley, A.,-Smith, L., 1999. Organic matter quality and structural stability of a Black Chernozemic soil under different manure and tillage practices. Geoderma 91:311–326.

- Pholsen, S., Lowilai, P., Sa-ngarm, Y., 2005. Effects of urea and cattle manure on yield and quality of signal grass (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk) in Northeast Thailand. *Pakistan J Biol Sci.*, 8: 1192-1199.
- Piccolo, A., Mbagwu, J.S.C., 1994. Humicsubstance and surfactants effects on the stability two tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 58,950-955.
- Polat, E., Sönmez, S., Demir, H., Kaplan, M., 2001. Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Verim, Kalite ve Bitki Besin Maddeleri Alımına Etkileri Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu 14-16 kasım 2001.
- Prasad, B and Sinha, S. K., 2000. Long-Term Effects of Fertilizer and Organic Manures on Crop Yields, Nutrient Balance and Soil Properties in Rice-Wheat Cropping System in Bihar. pp: 105- 119 in Long-Term Soil Fertility Experiments in Rice-Wheat Cropping Systems. Rice-Wheat Consortium Paper Series 6. New Delhi, INDIA.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis Part 2. chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 149-157.*
- Rhoades, J.D., 1982b. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and microbiological properties second edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 159-164*
- Rudell, W.S., Bone, B.S, Hill, M.J., Walter, C.L., 1976. Gastric-Juice nitrite acid factor for cancer in the hypachlorhydric stomach. *The Lancet II*, 1037-1039.
- Sağlam, M.T ., 1976. Erzurum, Hasankale ve Erzincan ovası topraklarında amonyum fiksasyonu, amonyum fiksasyonu ile potasyum arasındaki bazı ilişkiler, mineralize olan nitrojen ve nitrojen kayıpları üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Yayın ları No: 467, Ziraat Fakültesi Yayın ları No: 220, Araştırma Serisi No: 142, 122 s, Erzurum.
- Sağlam, M.T., 1979. Toprakta mevcut bazı azot formlarının tayini ve azot elverişlilik indeksleri (Çeviri). Atatürk Üniversitesi Yayınla rı No: 523, Ziraat Fakültesi Yayınla rı No :238, Tercüme Serisi No: 18, 137 s. Erzurum
- Saldamlı, I. ve Sağlam, F., 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, s 337-398, Ankara.
- Samet, H., 2004. Ahır gübresi ve hümkik asitle birlikte yapraktan ve topraktan uygulanan manganın biberde protein ile C vitamini içeriği ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı doktora tezi (2004)
- Santhy, V. K., Bhandari, S. C. and Tarafdar, J. C. 1999. Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Science Direct.* 89(1)
- Sencar, Ö., Gökmen, S., Yıldırım, A., 1993. Tarımsal Ekoloji, GOP Üni. Ziraat Fak. Ders Notları, Yayın No:1, Tokat.
- Singh, R., Dahiya, S.S., 1980. Effect of farm yard manure and iron on dry matter yield and nutrients uptake by oats (*Avena sativa*). *Plant and Soil.* 56: 403-412.
- Singh, P.K. and Bisoyi, R.N., 1993, Biofertilizers for mostoration of soil fertility. *Restoration of Degradedland: Concepts and Strategies*, 25–47, India.

- Sommerfieldt, T.G. and Chang, C., 1985. Changes in Soil Properties Under Annual Applications of Feedlot Manure and Different Tillage Practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1985, 49, 983-987.
- Soyergin, S., 2003. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, 2003. http://www.bahce.biz/organik/toprak_iyilestirme.htm
- Stigliano, W.M and Anderberger, S., 1993 In *Industrial Metabolism–Restructuring for sustainable Development*, Ayres, R.U. and sitaottis, U.E., Eds., United Nations University Press, Tokyo 1993.
- Stumpe, H., Garz, J., Schliephake, W., Wittenmayer, L. and Merbach, W., 2000. Effects of Humus Content, Farmyard Manuring and Mineral-N Fertilization on Yields and Soil Properties in a Long-Term Trial. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 163. Issue. 6. pp. 657-662.
- Swaminathan, B., 1994. *Environmental Management in Fertilizer Industry*, The Fertilizer Association of India, New Delhi.
- Şeker, C., Ersoy, İ., Zengin, M., 2005. Mısır bitkisinin ilk gelişimine tuzlu tavuk gübresinin etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakùltesi Dergisi* 19 (37): 113-117
- Şeker, C., ve Karakaplan, S., 1999. Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 29, 183-190.
- Şensoy, S., Abak, K., Daşgan, H.Y., 1996. Eşdeğer Miktarda Mineral ve Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Nitrat Birikimi, Verim ve Kaliteye Etkileri. *GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu 7-10 Mayıs 1996, Şanlıurfa*.
- Şimşek, G., 2002. *Toprak Etüd ve Haritalama*. Atatürk Üniv. Ziraat Fakùltesi Ders yayın no: 146. Erzurum
- Taban, S., İbrikçi, H., Ortaş, İ., Karaman, M., Orhan, A., 2008. Türkiye’de gübre üretimi ve kullanımı. <http://www.zmo.org.tr/>
- Tisdale, L.S., Nelson, W.L., and Beaton, J.D., 1985. *Soil Fertility and Fertiliser* (Fourth Ed.). pp:430. Mc Millan Pupliching Company, New York.
- Tiwari, S.C., 1996, Effects of organic manure and N P K fertilization on enzyme activities and microbial populations in subtropical oxisol, 9:2, 334-340;25 ref.
- Toksöz, S., 1998. Kompost kullanımının organik domates yetiştiriciliğinde meyve kalitesi ve toprak fiziksel özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı.
- Topbaş, M.T., 1974. Erzurum Ovası Topraklarında Bitkiye Yararışlı Fosfor Tayininde Kullanılabilecek Uygun Metodların Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Yay. No:105
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., ve Karaman, M.R., 1998. Çevre Kirliliği. T.C Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara
- Tortopoğlu, A.İ., 2000. Ekolojik Tarım ve Geleceği. *Hasad*, Yıl: 16, Sayı:182; 38-41.
- Tovep, 1991. Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Tunç, G., 2006. Organik tarımda kullanılan bazı Gübrelerin topraktaki mikrobiyal Aktivite üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Tuncay, H., 1993. *Toprak fiziği*. E.Ü. Ziraat Fakùltesi. Teksir No: 28 Bornova.
- Türkiye Çevre Vakfı 1995. Türkiye’nin Çevre Sorunları 95. Türkiye Çevre Vakfı Yayını. Ankara. s.308-309,447-510.

- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. sf : 21-27.
- Usta, S., 1995. Toprak Kimyası. A.Ü.Z.F. Yayınları No:1378, Ders Kitabı No:401. Ankara.
- Uyanöz, R., Zengin, M., Seker, C. ve Çetin, Ü., 2000. Toprağın Üreaz, Katalaz ve Biyolojik Aktivitesine Bazı Organik Materyallerin Etkisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 14(22), 2000, 85-92
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme) Ege Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. S: 23-30 Bornova. İzmir
- Wander, M.M., Traina, S.J., Stinner, B.R. and Peters, S.E., 1994, Organik and conventional management effects of biologically active soil matter pools. Soil Science Society of America Journal, 58:4, 1130–1139, USA.
- Warner, M.R. and Dindal, D.L., 1990, Effect of conversion to organic agricultural practices on soil biota. American Journal of Alternative Agriculture, 5: 1, 24–32, USA.
- Wong, J.W.C., Ma, K.K., Fang, K.W., 1990. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. Bioresource Technology, 67:1, 43-46.
- Wölfelschneide, A., und Feger, K.H., 1993. N-Mineralstoffdüngung und Klakung. Mittl. der Deutsch . Bodenk. Geselchaft, 72, 661-664.
- Yao, L.X., Liang, L.G., Hua, T. S., Gavin, S., Huan, H.Z., ,1990. Salinity of animal manure and potential risk of secondary soil salinization through successive manure application Science of the total environment.vol:3831-3:106-114.
- Yıldız, N. ve Bircan H., 1991. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv. Yay.No:697. Ziraat Fak. Yay. No:305. Ders Kitapları Serisi No:57. Erzurum
- Yıldız, N., 2001. Toprak Kirleticisi Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 32 (2): 207-213.
- Yıldız, N., 2004. Bitki Besin Elementlerinin Noksanlık ve Toksisite belirtileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları. ISBN:975-442-110-2 Erzurum
- Yıldız, N., 2008. Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Beslenme Bozukluğu Belirtileri. ISBN 975- 442-110-2 Erzurum.
- Yılmaz, H., 2004. Türkiye'de Kimyasal Gübre Üretim, Tüketim ve Dış Ticaretindeki Gelişmeler. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 35-46.
- Yüksel, O., Turhan, H., ve Bahtiyar, M., 2002. The Effects of Waste Compost on Barley Yield. International Conference on Sustainable Land Use and Management, 10-13 June 2002 Çanakkale (Turkey), pp: 467-468.
- Zabunoğlu, S. ve Karaçal, İ., 1980. Gübrenin Çevre Kirliliğine Etkisi, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Basılmamış Araştırma Raporları, Ankara.
- Zabunoğlu, S., ve Öneray, Ş., 1985. Ticaret Gübrelerinin Çevre Kirliliğine Etkisi, I. Ulusal Gübre Kongresi, A.Ü.Zir. Fak. Ankara.
- Zabunoğlu, S., ve Öneray, Ş.S., 1991. Ticaret Gübrelerinin Çevre Kirliliğine Etkisi. II. Ulusal Gübre Kongresi. 673-681. Ankar.
- Zaldivar, R., 1976. Nitrate fertilizer as environmental pollutants positive correlation between nitrates used unit are and stomach cancer rates. Experienta 33, 264-265.

- Zeidan, M.S., 2007. Effect of Organic manure and Phosphorus Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Lentil Plants in Sandy Soil Zeidan Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 748-752.
- Xiying, H., Chi, C., Greg, R. T and Fengrong, Z., 2003. Soil Carbon and Nitrogen Response to 25 Annual Cattle Manure Application. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 166.(2). 239-245.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Erzurum’da dünyaya geldi. İlk, orta, lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1994 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü’nden 1998 yılında bölüm üçüncüsü olarak mezun oldu. 1998-2002 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2002-2008 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak görev yaptı. 2002 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda başladığı doktora öğrenimine devam etmekte olup halen Erzurum İl Çevre ve Orman Müdürlüğü’nde Ziraat Yüksek Mühendisi olarak görev yapmaktadır.