

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128493

GIDA SANAYİİ ARITMA ÇAMURLARININ TARIMDA
KULLANILMA OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

TE. YÜSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

MESUDE ÜNAL

128493

DOKTORA TEZİ
TOPRAK ANABİLİMDALI

2002

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

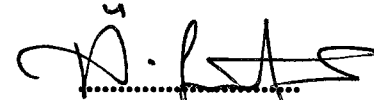
GIDA SANAYİİ ARITMA ÇAMURLARININ TARIMDA
KULLANILMA OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

MESUDE ÜNAL

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ
DOKTORA TEZİ
TOPRAK ANABİLİMDALI

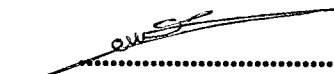
Bu tez 19/09/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


.....
Prof. Dr. A. Vahap KATKAT
(Danışman)


.....
Prof. Dr. Ahmet ÖZGÜMÜŞ


.....
Prof. Dr. H. Savaş BAŞKAYA


.....
Prof. Dr. Dilek ANAÇ


.....
Prof. Dr. Nevin ERYÜCE

ÖZET**GIDA SANAYİİ ARITMA ÇAMURLARININ TARIMDA
KULLANILMA OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Bu araştırma, Kocaeli İli'nde bulunan Uzay Gıda (Mısır Cipsi, Mısır Çerezi Üretimi) ve Ülker Gıda (Bisküvi ve Şekerleme Üretimi) fabrikaları arıtma çamurlarının tarımda kullanılma olanaklarının ortaya konulması amacıyla yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprak örnekleri Kocaeli ili Kavakçılık Araştırma Enstitüsü Fidanlığı Rotasyon Alanı'ndan alınmıştır. Serada deneme toprağına artan düzeylerde Uzay ve Ülker Gıda arıtma çamurları uygulanarak (0, 20, 40, 80 ve 160 t / ha) 30, 60, ve 90 günlük sürelerle inkübasyona bırakılmıştır. Her inkübasyon süresi sonunda toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş, sonuçlar istatistiki olarak karşılaştırılmıştır.

İnkübasyon denemesinden elde edilen sonuçlara göre her iki arıtma çamurunda dozlar arttıkça pH değeri düşmüş, EC değeri artmıştır. Yine her iki arıtma çamurunda dozların artmasıyla birlikte organik madde, makro ve mikro bitki besin elementleri artmıştır. Zamana bağlı olarak mineralizasyon olayı ile de Uzay ve Ülker Gıda arıtma çamurlarında önemli bitki besin maddeleri değerleri 30. ve 60. güne göre 90. günde daha fazla olmuştur.

Uzay ve Ülker Gıda arıtma çamurlarının bitkiye olan etkisini belirlemek amacıyla tesadüf blokları deneme desenine göre dört yinelemeli sera denemesi kurulmuş, mısır bitkisinin gelişimi ve mineral madde içeriğı araştırılmıştır. Uzay gıda arıtma çamuru ile yapılan araştırmada kontrole göre N, P, Ca, Fe, Zn gibi bitki besin maddelerinin değerleri bitkilerde dozların ilave edilmesiyle birlikte artmıştır. Kuru madde miktarı ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ülker Gıda arıtma çamuru ile yapılan araştırmada kontrole göre N, P, Ca, Na, Fe, Cu, Zn gibi bitki besin maddelerinin değerleri bitkilerde dozların ilave edilmesiyle birlikte artmıştır. Kuru madde miktarında ise düzenli bir değişim saptanamamıştır.

ANAHTAR KELİMELELER : Arıtma çamuru, bertaraf, ağır metal, inkübasyon

Yazınış Tarihi: 15.05.2019
Yayın Tarihi: 15.05.2019
Yayın Yeri: İstanbul
Yayın No: 15.05.2019/15.05.2019

ABSTRACT

**A RESEARC ON THE ITS UTILIZATION
OF FOOD INDUSTRY SLUDGES IN AGRICULTURE**

In this research, the sludges of Uzay food factory (corn flakes) and Ülker food factory (biscuits, candies) which are located in Kocaeli is examined in order to see the its utilization in agriculture. Soil samples which are used in this research have been taken from the rotation field of Kocaeli Poplar Research Institute. Increasing ratios of sludge which is taken from Ülker food and Uzay food (0, 20, 40, 80 and 160 t / ha) is practiced on the soil samples in a greenhouse and left for incubation for 30, 60 and 90 days. At the end of every incubation period, some of its physical and chemical properties are accomplished and results are compared statistically.

According to the results of incubation tests, pH decreased and EC values increased with the dose increases of two sludges increased. Organic matter, macro and micro plant nutrients have also increased with the increasing doses of sludge. Mineralization which depends on time indicated that some important plant nutrients are higher in the 90 th day samples than the 30 th and 60 th days.

A greenhouse experiment randomized block design four replications is set up in order to determine effect of sludges on plants, maize growth evolution and the mineral matter. The control of Uzay food sludge indicated that some plant nutrients like N, P, Ca, Fe, Zn increased with the additional doses. The ratio of dry matter is observed take statistically unimportant. The control of Ülker food sludge indicated that some plant nutrients like N, P, Ca, Na, Fe, Cu, Zn increased with the additional doses. Regular mutability isn't observed in the ratio of dry matter.

KEYWORDS : Treatment sludge, disposal, heavy metal, incubation.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSRTACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanım Olanaklarının Araştırılması İle İlgili Çalışmalar.....	4
2.2. Bazı Sanayi Atıklarının ve Atık Suların Toprak ve Bitkiye Etkisinin Belirlenmesi.....	14
3.MATREYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Toprak ve Arıtma Çamuru Örneklerinin Alındığı Kocaeli İli Hakkında Genel Bilgiler.....	20
3.2. Toprak Örneğinin Alındığı Yer ve Büyük Toprak Grubu Hakkında Kısa Bilgiler.....	21
3.3. Arıtma Çamuru Örneklerinin Alındığı Fabrikaların ve Arıtma Tesislerinin Özellikleri.....	23
3.4. Toprak Örneğinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	24
3.5. Toprak Örneğinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	25
3.5.1.Mekanik Analiz.....	25
3.5.2. Tarla Kapasitesi.....	25
3.5.3. Toprak Reaksiyonu (pH).....	25
3.5.4. Tuzluluk (EC).....	25
3.5.5. Kireç Miktarı (CaCO ₃).....	26
3.5.6. Organik Madde.....	26
3.5.7. Toplam Azot.....	26
3.5.8. Organik C ve C/N Oranı.....	26
3.5.9. Bitkiye Yararışlı Fosfor.....	26
3.5.10. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum.....	26
3.5.11. Fosfor.....	27

3.5.12. Kükürt, Potasyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Çinko, Mangan	27
3.5.13. Krom, Nikel, Arsenik, Kadmiyum, Civa, Kurşun, Kobalt, Molibden, Selenyum, Alüminyum.....	27
3.5.14. Alınabilir Demir, Mangan, Bakır, Çinko, Kadmiyum, Krom, Nikel, Kurşun.....	27
3.6. Arıtma Çamurlarından Örnek Alınması ve Analize Hazırlanması.....	27
3.7. Arıtma Çamuru Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	28
3.7.1. Yaş Arıtma Çamur Örneklerinde Yapılan Analizler.....	28
3.7.1.1. Reaksiyon (pH).....	28
3.7.1.2. Elektriksel İletkenlik.....	28
3.7.1.3. Kuru Madde Miktarı.....	28
3.7.1.4. Kül Miktarı.....	29
3.7.2. Denemede Kullanılan Arıtma Çamuru Örneklerinde Yapılan Analizler.....	29
3.8. İnkübasyon Süresinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler.....	29
3.8.1. Sera Denemesi.....	29
3.8.2. İnkübasyon Süreleri Sonundaki Örneklerin Analizi.....	30
3.9. Arıtma Çamurunun Bitkiye Olan Etkisinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler.....	30
3.9.1. Sera Denemesi.....	30
3.9.2. Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	31
3.9.3. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler.....	31
3.9.3.1. Toplam Azot.....	31
3.9.3.2. Toplam Fosfor.....	31
3.9.3.3. Toplam Sodyum, Potasyum ve Kalsiyum.....	32
3.9.3.4. Toplam Demir, Çinko, Bakır ve Mangan.....	32
3.10. İstatistiki Analizler.....	32
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	33
4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	33
4.2. Araştırmada Kullanılan Arıtma Çamurlarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	35
4.2.1. Yaş Arıtma Çamurunda Kimi Özellikler.....	35

4.2.2. Denemede Kullanılan Arıtma Çamuru Örneklerinin Kimi Özellikleri..	37
4.2.2.1. Uzay Gıda Arıtma Çamuru Örneklerinin Kimi Özellikleri.....	37
4.2.2.2. Ülker Gıda Arıtma Çamuru Örneklerinin Kimi Özellikleri.....	40
4.3. Denemede Kullanılan Arıtma Çamurlarının Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi.....	43
4.3.1. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor İçerikleri Üzerine Etkileri.....	43
4.3.2. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor İçerikleri Üzerine Etkileri.....	47
4.3.3. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri.....	52
4.3.4. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri.....	57
4.3.5. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Alınabilir Ağır Metaller İçerikleri Üzerine Etkileri.....	61
4.3.6. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Alınabilir Ağır Metaller İçerikleri Üzerine Etkileri.....	65
4.3.7. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller İçeriği Üzerine Etkileri.....	69
4.3.8. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller İçeriği Üzerine Etkileri.....	74
4.4. Denemede Kullanılan Arıtma Çamurlarının Bitki Gelişimi ve Mineral Element İçerikleri Üzerine Etkileri.....	79
4.4.1. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Bitki Gelişimi ve Mineral Element İçerikleri Üzerine Etkisi.....	79
4.4.2. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Bitki Gelişimi ve Mineral Element İçerikleri Üzerine Etkisi.....	87
4.4.3. Uzay ve Ülker Gıda Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Birlikte Etkileri.....	94
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR.....	102
TEŞEKKÜR.....	109
ÖZGEÇMİŞ.....	110

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No

3.1. Araştırmada Kullanılan Toprak Örneğinin Alındığı Yer.....	22
4.1. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	95
4.2. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Azot Değeri Üzerine Etkileri.....	95
4.3. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Fosfor Değeri Üzerine Etkileri.....	96
4.4. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Potasyum Değeri Üzerine Etkileri.....	96
4.5. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Kalsiyum Değeri Üzerine Etkileri.....	97
4.6. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Sodyum Değeri Üzerine Etkileri.....	97
4.7. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Demir Değeri Üzerine Etkileri.....	98
4.8. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Bakır Değeri Üzerine Etkileri.....	98
4.9. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Çinko Değeri Üzerine Etkileri.....	99
4.10. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Mangan Değeri Üzerine Etkileri.....	99

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No

4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	34
4.2. Uzay Gıda Yaş Arıtma Çamurunun Kimi Özellikleri.....	36
4.3. Ülker Gıda Yaş Arıtma Çamurunun Kimi Özellikleri.....	36
4.4. Denemede Kullanılan Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	38
4.5. Katı Atıklar Kontrolü Yönetmeliğine Göre Tarımda Kullanılacak Arıtma Çamurunda İzin Verilen Maksimum Ağır Metal İçeriği.....	40
4.6. Toprak Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliğine Göre Tarımda Kullanılacak Arıtma Çamurunda İzin Verilen Maksimum Ağır Metal İçeriği (mg kg ⁻¹ fırın kuru toprak).....	40
4.7. Denemede Kullanılan Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	41
4.8. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor Değerleri Üzerine Etkileri.....	43
4.9. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın pH Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	44
4.10. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın EC Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	44
4.11. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Organik Madde Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	45
4.12. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Toplam Azot Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	46
4.13. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Kireç Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümlem Sonuçları.....	46
4.14. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yarayışlı Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	47
4.15. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor Değerleri Üzerine Etkileri.....	48

4.16. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın pH Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	48
4.17. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın EC Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	49
4.18. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Organik Madde Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	50
4.19. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Toplam Azot Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	50
4.20. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Toplam Kireç Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	51
4.21. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yarayışlı Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	51
4.22. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri.....	52
4.23. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Sodyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	53
4.24. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	53
4.25. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Kalsiyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	54
4.26. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Magnezyum Değer Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	54
4.27. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	55
4.28. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	55
4.29. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	56

4.30. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kükürt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	56
4.31. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri.....	57
4.32. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Sodyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	58
4.33. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	58
4.34. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Kalsiyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	59
4.35. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	59
4.36. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	60
4.37. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	60
4.38. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	61
4.39. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kükürt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	61
4.40. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri.....	62
4.41. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	63
4.42. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Bakır Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	64
4.43. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Çinko Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	64

4.44. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Mangan Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	64
4.45. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	65
4.46. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri.....	66
4.47. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	67
4.48. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Bakır Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	67
4.49. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Çinko Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	68
4.50. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Mangan Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	68
4.51. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	68
4.52. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri.....	69
4.53. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Demir Değerleri Üzerine Etkileri.....	71
4.54. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Nikel Değerleri Üzerine Etkileri.....	72
4.55. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kurşun Değerleri Üzerine Etkileri.....	72
4.56. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kobalt Değerleri Üzerine Etkileri.....	72

4.57. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Alüminyum Değerleri Üzerine Etkileri.....	73
4.58. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Molibden Değerleri Üzerine Etkileri.....	73
4.59. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Selenyum Değerleri Üzerine Etkileri.....	73
4.60. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri.....	74
4.61. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	76
4.62. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	76
4.63. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kobalt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	77
4.64. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Alüminyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	77
4.65. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Molibden Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	77
4.66. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Etkisi.....	81
4.67. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Toplam Kuru Madde Miktarı (g saksı ⁻¹) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	83
4.68. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 30. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	83
4.69. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 48. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	84
4.70. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Azot Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	84

4.71. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Fosfor Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	84
4.72. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Potasyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	85
4.73. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Kalsiyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	85
4.74. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Sodyum Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	85
4.75. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Demir Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	86
4.76. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Bakır Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	86
4.77. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Çinko Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	86
4.78. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Mangan Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	87
4.79. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Etkisi.....	89
4.80. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Toplam Kuru Madde Miktarı (g saksı^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	90
4.81. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 30. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	91
4.82. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 48. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	91
4.83. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Azot Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	91

4.84. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Fosfor Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	92
4.85. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Potasyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	92
4.86. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Kalsiyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	92
4.87. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Sodyum Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	93
4.88. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Demir Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	93
4.89. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Bakır Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	93
4.90. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Çinko Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	94
4.91. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Mangan Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları.....	94

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde görülen hızlı nüfus artışı, yaşam standardının giderek yükselmesi ve sanayileşmenin artması nedeniyle önemli çevre sorunları yaşanmaktadır. Bu çevre sorunlarının başında atıklar gelmektedir (Turalıoğlu ve Acar 1996).

Atık su arıtımı sonucu oluşan sıvı ya da yarı katı halde, kokulu; uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça % 0,25 ile % 12 katı madde içeren atıklar arıtma çamuru olarak isimlendirilir. Arıtma ile giderilen maddelere bağlı olarak büyük hacimlerde çamur oluşumunun yanı sıra, çamurun işlenmesi ve bertarafı konusu en kompleks problemlerden biridir (Filibeli 1996).

Çamurların bertarafı için çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunların başlıcaları; araziye gömme, katı atıklarla birlikte depolama, araziye serme, yakma ve kompostlaştırma gibi tekniklerdir. Çamur uzaklaştırmada en ucuz metot depolama veya araziye gömme olmakla birlikte, bu iş için kullanılabilecek alanlar giderek azalmaktadır. Çamurların yakılarak bertaraf edilmesi ise yatırım ve işletme açısından maliyeti en yüksek tekniktir.

Arıtma çamurlarının tarım alanlarında değerlendirilmesi, ormanlık veya verimsiz arazilerin ıslahında kullanılması hem ekonomik hem de ekolojik açıdan en akılcı yol olarak görülmektedir. Arıtma çamuru tarım alanlarında kullanılarak geri kazanıldığında değerli bir ürün, bitki ve toprak için faydalı bir malzeme olmaktadır. Diğer taraftan, çamura atık olarak bakılırsa, elde edilebilecek faydaların kaybedilmesinin yanında çamurun taşınması ve bertarafı için de ilave bir maliyet ortaya çıkacaktır.

Arıtma çamurunun içindeki organik maddeler toprağın fiziksel özellikleri için olumlu etkiye sahiptir. Ayrıca çamur düşük seviyede makro ve mikro besinler içerse de, uygun dozlarda uygulandığında bitki büyümesi için gerekli azot ve fosforun bir kısmını temin edebilir. Fakat çamurun bünyesinde ağır metal ve toksik etki gösterecek organik

maddelerin bulunması kullanımda ciddi problemler yaratabilmektedir (Akça ve ark. 1996).

Arıtma çamuru birincil ve ikincil arıtma tesislerinde atık suların arıtılması sırasında, kendiliğinden çökebilen katı maddeler ile biyolojik ve kimyasal işlemler sonucunda çökebilir ve yüzdürülebilir hale getirilen katı maddelerin çökeltilerek veya yüzdürülerek atık sudan ayrılmasıyla meydana gelmektedir. Arıtma çamuru meydana geldiği endüstriyel kuruluşun çeşidine göre, içinde organik bileşikler, asitler, alkaliler, fenoller, oksitleyiciler, boyalar, yanıcı çözücüler, sülfatlar, sabunlar, sülfidler, merkaptanlar, polisülfatlar, hidrokarbonlar, yağlar, kükürtdioksit, demir, bakır, alüminyum, amonyum klörür, metal tuzları (Hg, Cd, As, Co, Pb, Cr vb.), organik fosfor, azot gibi maddeler ve bileşikler içerebilmektedir (Karpuzcu 1991).

Arıtma çamurlarının tarım alanlarında kullanılmasının bir çok avantajlı yönleri bulunmaktadır. Çamur bitkiler için özellikle önemli olan azot ve fosfor gibi makro besin elementlerini ve Mn, Cu, Mo, Zn, gibi mikro besin elementlerini içerir. Bu besinler arasındaki oran tam olarak kimyasal gübreler gibi iyi bir dengede formüle edilmemiş olmasına rağmen çoğu tarımsal ürün çamur içindeki besinlere karşı iyi sonuç verir.

Çamurdan tarımsal olarak yararlanma diğer alternatif atık bertaraf çeşitlerinden daha ucuzdur. Besinlerin yeniden kazanılması ile kaynak korunması sağlanır. Belediyeler için bu çeşit atık bertarafı caziptir. Atık için arazi satın almak zorunda değildirler. Daha da ötesi arazi, çamur uygulamalarından yararlanarak verimini korur (EPA 1983). Çamurun ağır metal içeriği üzerinde kanunlarla belirtilen sınırlayıcı değerlerin varlığı, çamurun tarımda kullanılmasının planlama ve tasarımında ilk adımdır (Ayvaz 2000).

Ülkemizde atık bertarafı ile ilgili mevzuat, 2872 sayılı çevre kanununda yer alan hükümler, su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yer alan hükümler ve katı atıkların kontrolü yönetmeliğinde yer alan hükümlere göre belirlenmiştir.

Çamurların tarım alanlarında kullanılmasının 14.03.1991 tarihli katı atıkların kontrolü yönetmeliği ile düzenlendiği görülmektedir. Buna göre, arıtma çamurunun tarımda kullanılabilmesi için her altı ayda bir çamurdaki kurşun, kadmiyum, krom, bakır, nikel, civa ve çinko gibi ağır metaller ile azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin tayininin yapılması ve istenmesi halinde ilgili merciye verilmesi; arıtma çamuru kullanımından önce uygulanmak istenen toprağın pH değeri, kurşun, kadmiyum, krom, bakır, nikel, civa ve çinko içerikleri yönünden laboratuvar analizinin yaptırılması arıtma tesisi işleten özel ve resmi kuruluşların arıtma çamurunu verdikleri toprağa ait metal analizlerini en az altı ayda bir yapması veya yaptırması şartlarını koymuştur.

Ülkemizde arıtma tesisi sayısı giderek artmaktadır. Su ve toprak kalite standartlarının geliştirilmesiyle çamur miktarları daha da artacak bu çamurların bertarafı sorun olacaktır. Gıda sanayinden çıkan arıtma çamurları, hammaddesinin gıda kaynaklı olmasından dolayı, diğer kimyasal kökenli arıtma çamurlarına göre daha düşük miktarlarda ağır metaller ve toksik maddeler içermektedir. Gıda sanayinden çıkan arıtma çamurlarının bilimsel olarak denenerek tarım alanlarında çevreye zarar vermeden kullanılabileceğinin kanıtlanması bertaraf sorununu çözecektir.

Bu araştırmanın amacı, gıda sanayii arıtma çamurlarının tarım alanlarında kullanılma olanaklarının ortaya konulmasıdır. Toprağa artan oranlarda verilen arıtma çamurlarının topraktaki makro ve mikro bitki besin elementi değişikliklerini saptamak, ayrıca mısır bitkisinin kuru madde ve besin elementi içerikleri üzerine etkilerini araştırmaktır.

1. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2. 1. Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanım Olanaklarının Araştırılması İle İlgili Çalışmalar

Hall ve Williams (1983), tarım yapılan alanlarda ve otlaklarda arıtma çamurunu kullanmışlardır. Sıvı ve suyu alınmış, ham ve işlenmiş arıtma çamurunu farklı mevsimlerde farklı toprak tekstürlerine uygulayıp, şu sonuçları elde etmişlerdir:

- Sıvı ham çamuru 67 ve 134 m³/ha otlığa erken ilkbaharda uygulamışlar, geç sonbaharda uyguladıklarına göre üründe % 30 artış sağlamışlardır. En yüksek verimi kumlu – tın topraklarda, en düşük verimi killi – tın topraklarda almışlardır.

- Suyu alınmış çamuru uyguladıklarında, organik madde içeriğinden dolayı toprakların su tutma kapasitesinin arttığını belirtmişlerdir.

- Sıvı arıtılmış çamurda % 5 kuru madde olduğunu, bunun içindeki azot miktarının da amonyum azotu + % 15 organik azot olduğunu bildirmişlerdir.

Fiskell ve ark.(1990), Kentsel arıtma çamurunu bir asit (pH < 4.4) kumlu spodosol 5 yaşında çam ağaçlarının bulunduğu orman toprağına uygulamışlardır. Çamın bileşimini g / kg olarak 59 N, 33 P, 1.88 Cr, 0.27 Cd, 0.57 Cu, 0.35 Mn ve 0.88 Zn olarak bulmuşlardır. Çamuru 0, 5.5, 11 ve 22 ton / ha olarak toprağına vermişlerdir. 5 yıl sonra çamur eklenmiş toprağın Oi, A, E, Bh ve BC horizonlarından 0 – 5, 5 – 15, 15 – 41, 41 – 53 ve 53 – 64 cm derinliklerinden örnekler almışlardır. Oi horizonunda dominant olarak Zn ve Cr' a rastlamışlardır. Metal birikiminin diğer horizonlarda gitgide azaldığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak bitki besin maddeleri ve metallerin en yoğun bulunduğu horizon olarak Oi horizonunu saptamışlardır.

Cripps ve Matocha (1991), sera denemesiyle üç farklı dozda kentsel arıtma çamuru uygulanan topraklarda taneli sorgumun gelişimini araştırmışlardır. 0, 7.5, 15 ve 25 g / kg çamur uygulamışlardır. Sonuçta 7.5 g / kg uygulamasında bitki ve toprakta Cu ve Zn alımının arttığını ürün gelişiminin yavaşladığını bildirmişlerdir. Ayrıca toprakta tuzluluğun arttığını saptamışlardır.

Hernandez ve ark. (1991), organik madde içeriği düşük kireçli bir toprak ile aerobik ve anaerobik arıtılmış arıtma çamurunu muamele etmişlerdir. Karşılaştırma için tavuk gübresini kullanmışlardır. Ürüne sağladığı makro bitki besin maddelerini ve toprak ile bitki dokusundaki ağır metal içeriklerini belirlemişlerdir. Çamur eklenmiş topraklarda toplam N ve alınabilir N ile P içeriğinde artış olduğunu oysa alınabilir K seviyesinin azaldığını saptamışlardır. Çamur uygulamalarıyla Cu, Zn ve Pb seviyelerinde artış olduğunu Fe içeriğinde ise kontrole göre azalmalar saptandığını belirtmişlerdir. Kontrol ile karşılaştırıldığında alınabilir Fe, Cu, Mn ve Zn seviyelerinin arttığını saptamışlardır. Çamur uygulamalarıyla mısır ve arpa ürün veriminin arttığını bildirmişlerdir. Alınabilir azot miktarında büyük artışlar buna karşın alınabilir K miktarında düşüş görüldüğünü belirtmişlerdir. Arpa bitkisinde daha fazla verim sağlanmasının yüksek N ve P içeriğine bağlamışlar, mısırdaki sınırlı kalmasının nedeninin K' dan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Kontrole göre, çamur eklenmiş topraklardaki Fe, Cu ve Zn miktarının geniş oranlarda arttığını saptamışlardır.

Lambert ve Weindensaul (1991), arıtma çamuru ilavesi ile fosfor miktarı artan topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinde Cu ve Zn alımının azaldığını belirtmişlerdir.

Larsen ve ark. (1991), fermantasyon çamurunun tarımda gübre olarak kullanılmasını araştırmışlardır. Atığın ilaç fermantasyonu olduğundan toksik olmadığını, yüksek oranda azot ve fosfor içerdiğini bildirmişlerdir. Çamurda 45.000 mg/kg toplam azot, 20.500 mg/kg toplam fosfor olduğunu bulmuşlardır. Mısır ekilmiş geniş alanlarda, modern makinalarla çamuru sermişler, bilgisayar sistemiyle sulama işlerini kontrol etmişlerdir. Sonuçta, 500.000 m³/yıl'lık çamurun içerdiği 800.000 kg azot ve 300.000 kg fosfordan 10.000 hektarlık arazinin yararlanmasını sağlamışlardır.

Roca ve Pomares (1991), çamur eklenmiş topraklarda alınabilir ağır metal analizi için 6 kimyasal ekstraksiyon yöntemi denemişlerdir. 3 yıl boyunca kumlu – tınlı ve kireçli topraklarda aerobik olarak arıtılmış arıtma çamurunu (ASL) ve aneorobik olarak arıtılmış arıtma çamurunu (AWSL) 400,800, 1200 kg N / ha / yıl doz , karşılaştırma olarak mineral azotlu gübreyi 0, 200, 400, ve 600 kg N / ha / yıl olarak uygulamışlardır. Ard arda patates - mısır, patates – marul ve patates, birinci, ikinci ve

üçüncü yıllarda ekmişlerdir. Sonuç olarak ,toprakta ekstarkte edilebilir metallerde en yüksek değerleri kral suyu (agua regia),en düşük değerleri DTPA ile elde etmişlerdir. Çamur eklenmiş topraklarda yetişen bitkilerde ise alınabilir metal analizlerinde DTPA, EDTA pH 4.6, EDTA pH 8.6, AB-DTPA ekstraktantlarından eşit olarak yararlanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tadesse ve ark. (1991), bir sera denemesi kurarak arıtma çamurundan metallerin alınabilirliğini ve inorganik tuzların, pH'nın, toprak tipinin buğday bitkii ve metal alımı üzerine etkisini araştırmışlardır. Kumlu – tınlı ve siltli – killi – tınlı iki toprak tipi kullanmışlardır. Çamuru 20 ve 100 mt / ha olarak uygulamışlardır. İnorganik tuz olarak sülfat tuzunu eşit olarak 20 ve 100 mt / ha'a uygulamışlardır. denemede pH 6.0'dan aşağı ve pH 6.5 ve 7.0'ye ayarlanmış iki toprak kullanmışlardır. Buğday bitkisi çimlenmeden dört hafta sonra hasad edilmiştir. Sonuçta ürünlerdeki kuru madde miktarı her iki toprak tipinde de artan çamur uygulamalarıyla birlikte artmıştır. Her iki toprak tipi içinde yüksek ürünü pH 6.5 – 7.0 arasında elde etmişlerdir. Her iki çamur uygulamalarında bitki dokularında Zn, Cu, Cd, Ni konsantrasyonlarının arttığını saptamışlardır. Bununla birlikte artan pH ile her iki çamur dozu ve toprak tipi içinde yetişen bitki dokularında metal konsantrasyonlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Prescott ve ark. (1993), inorganik gübrelerin ve arıtma çamurunun Douglas kıyısındaki köknar ormanlarında uzun dönem etkisini araştırmışlardır. 3 araziye 6000 kg N ha⁻¹ oranında arıtma çamuru uygulamışlardır. 2 araziye 1082 ve 1568 kg N ha⁻¹ oranında azotlu gübre uygulamışlardır. Karşılaştırma için kontrol arazisi kullanmışlardır. Birinci yıl sonunda çamur ve gübre uygulanan arazilerde, kontrole göre azot miktarında büyük artışlar saptamışlardır. Onuncu yıl sonunda ise ormandaki azot miktarı bakımından arıtma çamuru ve gübre uygulanmış arazilerde fark olmadığını saptamışlardır.

Vasconcelos ve Cabral (1993), kağıt hamuru fabrikası çamurunun organik gübre olarak kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Bu materyalin önemli uygulama seviyelerini belirlemek için *Lupinus luteus L.* (sarı acı bakla) ile 2 yıl boyunca deneme kurmuşlardır. İlk yıl uygulamalarında 50 ton /ha'dan daha fazla çamurun ürünü

verimsizleştirdiğini saptamışlardır. Fakat 2. yıl bu etkinin tamamen yok olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, bu organik atığın, tarımsal alanda kullanılması için kontrol edilip,denetlenmesi gerektiğini bu şekilde toprak kirliliği problemleri meydana gelmeyeceğini belirtmişlerdir.

Weetman ve ark. (1993), Kuzey İzlanda'da katran, köknar ve sedir ağaçlarının bulunduğu plantasyona arıtma çamuru ve inorganik gübre uygulayarak etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada 3 blok, her blokta 15 m x 15 m olan 12 parsel oluşturmuşlardır. Birinci bloğa arıtma çamuru 500 kg N / ha ve 133 kg P / ha olacak şekilde, ikinci bloğa inorganik gübre 225 kg N / ha ve 75 kg P / ha olacak şekilde uygulamışlar. Üçüncü bloğu kontrol olarak bırakmışlardır. 8 yıl boyunca uygulamayı sürdürmüşlerdir. Sonuçta büyüme sezonları boyunca ağaçların geliştiğini ve bitki besin maddelerinin arttığını bildirmişlerdir. Takip edilen problemin ise gübre uygulanan parsellerde kükürt yetersizliğinin ortaya çıkması, arıtma çamuru uygulanan parsellerde ise böyle bir etkinin çıkmadığının belirtilmesidir. Diğer bir sonuç özellikle makro bitki besin elementlerinde kontrole göre çamur ve gübre uygulanan parsellerde N, P, K oranının yüksek olmasıdır.

Bierman ve Rosen (1994), çöp yakma fırını arıtma çamurunun toprağın bazı kimyasal özellikleriyle mısır ve marul büyümesine etkisini araştırmışlardır. Laboratuvarında inkübasyon çalışması ve sera denemesi kurarak marul ve mısır yetiştirmişlerdir. Çamuru laboratuvarında ve serada 0, 0.95, 3.8, 15.2, 61.0 g / kg Typic Hapludoll toprağına uygulamışlardır. Topraksız büyüme ortamı içinde süperfosfat gübresi ile karşılaştırmışlardır. Toprak - çamur inkübasyonu boyunca P ve DTPA ile ekstrakte edilebilir Cu, Zn, Cd , Pb miktarının inkübasyon zamanı boyunca ve artan çamur oranlarıyla birlikte arttığını vurgulamışlardır. Sera denemesinde de çamur eklenmesiyle birlikte bitki dokularında fosforun ve kuru madde miktarının arttığı sonucuna varmışlardır. Maruldaki iz element birikiminin, mısırdan daha fazla miktarda olduğunu saptamışlardır.

Dutch ve Wolstenholme (1994), yaptıkları çalışmada ladin ağaçlarına arıtma çamuru uygulamışlar ve etkisini araştırmışlardır. Kontrole göre yedinci yıl sonunda arıtma çamuru uygulanan ağaçlarda büyük gelişme farkları olduğunu bildirmişlerdir.

O’Riordan ve ark. (1994), kentsel arıtma çamurunu meralara uygulayarak toprakta ve otlaklarda uzun dönemde ağır metallerin etkisini araştırmışlardır. Çamuru her yıl, üç yıl süresince yüzeye 25,50 ve 75 m³ uygulamışlardır. Sonuçta, otlaklarda yıllık ağır metal alımının sırasıyla Cu için 0.04, Zn için 0.09 ve Pb için 0.02 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Baran ve ark. (1995), killi – tın bünyeli topraklar üzerine ilave edilen bira fabrikası atıklarının, topraklardaki bazı fiziksel ve kimyasal özellikler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bira fabrikası atığını 0, 10, 20, 40 ve 80 ton / ha olmak üzere topraklara ilave etmişlerdir. 30 °C ‘ nin altında kontrollü koşullarda 45 ve 90 gün boyunca inkübasyona bırakmışlardır. Atık çamur arttıkça, topraklardaki pH, NH₄⁺ ve EC değerinin birlikte arttığını belirtmişlerdir.

Olmeda ve ark. (1995), kompost edilmiş zeytinyağı fabrikası çamurlarının *Festuca arundinacea* bitkisinin büyümesine ve mineral bileşimine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarını kontrol ve mineral gübre bloklarıyla karşılaştırmışlardır. Arıtma çamurunu ve inorganik gübreyi, tınlı – killi – kumlu ve kumlu toprak olmak üzere iki toprak tipine 5 yıl boyunca uygulamışlardır. Arıtma çamurunun toksik etki göstermediğini saptamışlardır. En yüksek dozda bitki dokularında en yüksek N, P miktarını belirlerken Na, Mn ve Zn asimilasyonunda azalma olduğunu kanıtlamışlardır.

Aitken (1997), tarla denemesinde sıvı arıtma çamuru uygulayarak ağır metal adhezyonunu araştırmıştır. Çamuru 0, 55 ve 110 m³ / ha olarak *Agrostis capillaris* ve *Holcus lanatus* çim türlerine uygulamıştır. 4 cm ve 13 cm olmak üzere iki boy uzunluğundan otları biçmiştir. Sonuçta kontrole göre bitkide Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Cr, Cd’un artan dozlarla birlikte önemli miktarda arttığını tespit etmiştir.

Gavi ve ark. (1997), buğday ürünü üzerinde arıtma çamurunun ve amonyum nitratın etkisini araştırmışlardır. Ayrıca toprak profilinde inorganik azot birikimini saptamışlardır. Araştırma sonuçlarında, toprak yüzeyine (0 – 30 cm) uyguladıkları arıtma çamuru ya da NH_4NO_3 'la gelen azot'un kışlık buğday ürünüde verimi etkilemediğini bulmuşlardır. Toprak profilinde N birikimini (0 – 180 cm)'de ve sadece $> 270 \text{ kg ha}^{-1}$ NH_4NO_3 uygulamasında belirlemişlerdir. Genelde buğdayda N alımının 220 kg N ha^{-1} arıtma çamurunda arttığını tespit etmişlerdir. Arıtma çamuru uygulamalarında tahıl üzerinde N' un etkin kullanımının, amonyum nitrat uygulamalarına nazaran % 20 düşük olduğunu saptamışlardır. Bunun nedenini arıtma çamurundaki azot mineralizasyonunun yavaş olmasına bağlamışlardır.

Hooda ve ark. (1997), çalışmalarında arıtma çamuru eklenmiş 13 toprakta, buğday, havuç ve ıspanak büyümeinde Cd, Cu, Ni, Pd, ve Zn birikimini araştırmışlardır. Kış buğdayını, havuç ve ıspanağı tarla koşulları altında yetiştirmişlerdir. Sonuçta, bitkilerin alabileceği ağır metallerin büyük oranda bitki türüne bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Cd, Ni, ve Zn bitki birikimlerinde en büyük artış onların geçmiş düzeyleriyle karşılaştırıldığında ortaya çıktığını, Cu ve Pb birikimlerinde, çamur eklenmiş toprakla eklenmemiş toprak karşılaştırıldığında çok küçük artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Yine yüksek pH'sı olan ve killi tekstüre sahip bir toprağın metal birikimini düşük pH'lı ve kumlu topraktan daha iyi kontrol ettiğini belirtmişlerdir. Sonuçta pH 7 olan topraklarda havuç ve ıspanakta metal içeriğinin azaldığını pH 6.5 olan topraklarda buğday tanelerinde metal konsantrasyonun az da olsa bitkiyi etkilediğini bildirmişlerdir.

Lasa ve ark. (1997), anaerobik arıtılmış arıtma çamurunu araziye uygulayarak topraktaki N döngüsüne ve bitkinin alabileceği azota etkisini araştırmışlardır. 3 x 9 m'den oluşan parsellere buğday ekimi ile birlikte a) 80 mg / ha arıtma çamuru ve 150 kg N / ha amonyum nitrat b) sadece 150 kg / ha amonyum nitrat ilave etmişler c) karşılaştırma için kontrol de yapmışlardır. Aylık toprak örnekleri 0 – 20 ve 20 – 50 cm'den alarak inorganik azotu (NH_4^+ , NO_3^-) belirlemişlerdir. Sonuç olarak denitrifikasyon olaylarının toprağın 0 – 20 cm'lik kısımlarında daha fazla olduğunu gübre + çamur ilave edilmiş parsellerde $\text{NO}_3 - \text{N}$ içeriğinin kontrol ve sadece gübreye

göre yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Kontrole göre azotlu gübre uygulanan parsellerde ürün artışının % 85, çamur + gübre uygulanan parsellerde % 45 olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedenini organik ilavelerin azotlu gübrelerin etkisini azalttığı sebebine bağlamışlardır.

Merrington ve ark. (1997), arıtma çamuru eklenmiş topraklar üzerinde buğdayın büyümesi, kuş kirazı ve yulaf tanesi tarafından Cd ve Zn alımını sera denemesi ile araştırmışlardır. 0, 5, 7.5, 10, 15 ve 20 ton / ha kuru katı uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, buğday bitkisi üzerinde Cd ve Zn alımının kontrolden önemli bir farkla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Mohammad ve Battikhi (1997), arıtma çamurunun bazı toprak özellikleri ve arpa bitkisi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme tarlasında, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü deneme kurmuşlardır. Çamuru 0, 20, 40 ve 60 t ha⁻¹ olarak uygulamışlardır. Toprağın 8, 15 ve 25 cm derinliklerinden örnekler alıp, analizler yapmışlardır. Sonuçta, çamur uygulamalarıyla toprak pH'sının azaldığı, EC ve organik madde miktarlarının arttığı yine alınabilir P, mikro besin elementleri ve ağır metallerin arttığını bildirmişlerdir. Buğday tanelerinde N, P, Fe, Zn, ve Mn konsantrasyonlarının özellikle 40 ve 60 t ha⁻¹ uygulamalarında önemli ölçüde arttığını saptamışlardır. Ağır metal konsantrasyonlarının dozlarla birlikte değişiminde düzenli bir ilişki belirlemediklerini bildirmişlerdir.

Taşatar (1997), İzmit'te bulunan DUSA (Endüstriyel İplik Üretimi) ve SEKA (Kağıt ve Selüloz Üretimi) fabrikalarından çıkan arıtma çamurlarının bazı toprak özellikleri üzerine etlilerini araştırmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre toprağın organik madde, % saturasyon, EC, yarayışlı fosfor, kireç miktarı, nem içeriği, solma noktası, serbest iyonlar, KDK'sı değişebilir katyonlarının miktarlarında her iki çamurda da dozlara bağlı olarak artma, pH değerinde azalma görüldüğünü belirtmiştir. İnkübasyon denemesi sonunda her iki çamurda hızlı mineralizasyonu gözlemlendiğini doza bağlı olarak başlangıçtaki NH₄-N miktarının arttığı inkübasyon süresine bağlı olarak da nitrifikasyon olayının önemli ölçüde etkilendiğini belirtmiştir.

İC YÜKSEKÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

Aitken ve Cummins (1998), tarla denemesi kurarak meralarda, sıvı arıtma çamuru uygulamasının ağır metal davranışlarına, tarımsal üretime ve uzun zamanlı toprak verimliliğine etkisini araştırmışlardır. 1985 – 1993 yılları arasında pH 5.5 ya da 6.5'a ayarlı mera alanlarına arıtma çamurunu 0, 67, 135, ve 270 m³ / ha / yıl olarak uygulamışlardır. 4 yıl sonra çamur uygulanan topraklarda Cu, Zn, Pb, Ni ve Cr konsantrasyonunun özellikle 100 – 150 mm derinliklerde önemli ölçüde arttığını vurgulamışlardır. En büyük birikimin 0 – 25 mm derinlikte olduğunu toprak pH'sının ağır metal birikiminden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Bitkide Cu ve Zn konsantrasyonun çamurla birlikte arttığı tersine Cd, Ni, Cr ve Pb' un ise etkilenmediğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, arıtma çamuru uygulamaları toprak koşullarına uygun gibi görünmesine rağmen uzun dönem meralarda çamur kullanımı özellikle toprağın üst 25 mm'lik kısmında ağır metallerde artma gözlemlendiği için otlayan hayvanlara potansiyel risk bulunduğunu bildirmişlerdir.

Aitken ve ark. (1998), bitkilerin arıtma çamurundan metal alımını ve metallerin toprağa katkısını araştırmışlardır. İngiltere'de bir otlakta A 4 x 4 Latin karesi deneme deseni kurarak arıtma çamurunu 67, 135 ve 270 m³ / ha / yıl uygulayarak 3 yıl için çamurun etkisini araştırmışlardır. Sadece inorganik gübre ekledikleri kontrol parselini de oluşturmuşlardır. Sonuçta 0,10 – 0,15 m' de toprakta Zn, Cu ve Pb içeriğinin kontrole göre arttığını, en büyük artışın ise 0 – 0,025 m' de meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kireçli toprak tipindeki otlarda Zn alımının azaldığını, bakırın ise etkilenmediğini saptamışlardır.

Başkaya ve ark. (1999), arıtma çamurlarının azotlu organik gübre değeri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Yürüttükleri çalışmada, Toplam – N'i oluşturan ve farklı mikrobiyel ayrışma direncine sahip önemli N- fraksiyonlarını (Hidroliz olabilir (HO), Toplam – N, HO – Amid – N(Amonyum - N), HO – Heksozamin – N, HO - α - Amino – N, HO – Rest – N, Nitrat - N) iki farklı orijinli arıtma çamurunda (evsel ve endüstriyel) belirleyerek, azotlu gübre değerlerini tartışmışlardır. Elde edilen bulgular söz konusu fraksiyonların toplam azot fraksiyonları içerisindeki dağılımlarının farklı bulunduğu ve bitkilere yararlılık açısından toplam azot değerinin fazlalığının yeterli kriter şeklindedir.

Önder ve ark. (1999), bir Metal İşlem Sanayii'nin arıtma çamurlarının karakterizasyonu ve değerlendirilebilirlik seçeneklerinin ne olduğunu belirlemek üzere tesisin arıtım çamurlarında ağır metal (nikel, krom, demir, bakır, çinko, alüminyum, kurşun, kadmiyum) tayinlerini ve bazı fiziksel, kimyasal analizlerini yapmışlardır. Sonuç olarak, kurşun, kadmiyum, bakır, çinko değerlerinin Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği sınır değerlerinin altında kaldığı, dolayısıyla tarımda ve toprakta kullanılabilir nitelikte olduğunu, krom ve nikel değerlerinin ise sınır değerlerin üzerine çıktığını dolayısıyla tarımda ve toprakta kullanılamaz nitelikte olduğunu saptamışlardır.

Tolay ve ark. (1999), çalışmada Pakmaya Düzce Fabrikasında kurulan pilot tesiste kompost denemeleri yapmışlardır. Aerobik arıtma çamuruna 1,5 tonluk yığınlar halinde hava vererek ve hacim arttırıcı torf kullanarak kompostlaştırmışlardır. Elde edilen olumlu sonuçlara göre kapasite artırımına giderek 5' er tonluk kompost tesisleri kurmuşlardır. Üretilen kompostlarla çiçek üretim ve örtü toprağı denemeleri yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre; arıtma çamuruyla kompostlanmış mısır sapı, kumlu balçık toprak ve tarımsal perlit karışımı mevsimlik çiçeklerin Boylu Kadife (*Tagetes patula carolus linneaeus*), Kısa Kadife (*Tagetes erecta Carolus Linneaeus*), Kirli Hanım (*Zinnia elegans Nicolaus Joseph Jacquin*), Şebboy (*Malcolmia maritima Carolus Linneaeus*) yetiştirilmesinde en iyi büyüme sağlandığını bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmalar sonucu elde edilen kompostun ekonomik ve faydalı bir şekilde kullanılabileceğini saptamışlardır.

Riberia ve ark.(2000), atık su arıtma çamuru uygulamalarının uzun dönemde mısır bitkisi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarını 1995 - 1999 yılları arasında sürdürmüşlerdir. Kontrol (T), 8 Mg / ha çamur (L), 16 Mg / ha çamur (LL) nisan ayında uygulayarak tarla denemesi kurmuşlardır. Sonuçta, ilk yıl kontrole göre çamur uygulamalarında daha fazla ürün artışı olduğunu saptamışlardır. Bu etkinin (LL) uygulamasında daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Takip eden yılda L ve LL' nin ürün üzerine benzer etkiler yaptığını belirtmişlerdir. Mısır üretimi üzerine kontrol ile diğer çamur uygulamaları (L, LL) farkın uzun dönemde azaldığını saptamışlardır. Topraktaki ağır metal içeriklerinin, çamur uygulamalarıyla uzun dönemde önemli

değişikliğe uğramadığını, Ca ve Mg içeriğinin ise çamur uygulamalarıyla (L, LL) önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Tayel ve ark. (2000), çamur uygulamalarının ve kirecin Co, Ni, Pb alımı alımı üzerine etkisini araştırmışlardır. Kumlu topraklarda 2 tarla denemesi kurarak birine (% 0, 2.5, 5, 10 w / w) arıtma çamuru diğerine (% 0, 2.5, 5 w / w) kireç uygulamışlardır. Bitki olarak mısır ve buğday seçmişlerdir. Sonuçta ,çamur uygulamaları arttıkça Co, Ni, ve Pb içeriğinin her iki bitkide de arttığını bildirmişlerdir. Tersine kireç miktarı arttıkça ağır metal içeriklerinin azaldığını saptamışlardır.

Zenhas ve ark. (2000), kanalizasyon çamuru ve meyve suyu fabrikasından çıkan atık su arıtma çamurunun bitki besleme ve toprak verimliliğine etkisini araştırmışlardır. 1998 ve 1999 yıllarında tarla koşullarında deneme kurmuşlardır. Kanalizasyon çamurunu 5, 10, 15, 30 ve 45 t ha⁻¹ kuru madde dozlarında, iki çeşit uygulamışlardır (her yıl ve alternatif olarak her iki yılda bir) meyve suyu fabrikası çamurunu (20, 40, 60 ve 80 t ha⁻¹ kurumadde) olarak uygulamışlardır. Bunları azotlu gübreli ve azotsuz gübreli iki kontrol ile karşılaştırmışlardır. Denemede 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenini kullanmışlardır. Sonuçta, meyve suyu çamurunun her dozunda, kanalizasyon çamurunun ise 45 t ha⁻¹ dozunda en iyi verimi elde etmişlerdir. İkinci yılda kanalizasyon çamuru en iyi verimi 45 t ha⁻¹ uygulamasında vermiştir.

Özgüven ve Katkat (2001), Mis Süt Sanayii arıtma tesisi atığının tarımda kullanılma olanaklarını araştırmışlardır. Cam serada tesadüf parselleri deneme desenine göre üç yinelemeli olarak düzenledikleri denemede, atık maddeyi 2, 4, 6 ve 8 t da⁻¹ hesabıyla toprağa uygulamış ve toprağı 1, 2, 3 ve 4 ay süre ile inkübasyona bırakmışlardır. Araştırmanın sonunda, toprağa karıştırılan atık miktarına bağlı olarak toprak pH'sı, toprak tuzluluğu, toprağın organik madde kapsamı, toplam azot kapsamı, toprakların değişebilir sodyum, potasyum, bakır ve çinko miktarlarında belirgin artışlar meydana geldiğini bulmuşlardır. Araştırmanın birinci aşamasında toprakla karıştırılan arıtma çamurunun toprak yüzeyinde *Rhizopus sp.* (siyah küf) ve Saprofit bakterilerin geliştiğini belirtmişlerdir. İkinci aşamada küf gelişimi daha az olduğunu küfün deneme bitkilerinin çimlenmelerine herhangi bir olumsuz etkide bulunmadığını belirtmişlerdir.

2.2. Bazı Sanayii Atıklarının ve Atık Suların Toprak ve Bitkiye Etkisinin Belirlenmesi

Özgüven ve Kaya (1984), sigara fabrikası atıklarının bitki gelişimine etkisini iki saksı denemesiyle araştırmışlardır. 5 kg toprağa sırasıyla 25, 50, 75 ve 100 g tütün artığı karıştırmış, nemlendirmiş ve 46 gün bekletmişlerdir. Deneme bitkisi olarak mısır ve ayçiçeği kullanmışlardır. Her iki deneme bitkisinde de en yüksek verimi 50 g atık / saksı dozunda elde etmişlerdir. Daha yüksek dozlarda verimde azalma saptamışlardır. İkinci saksı denemesinde ise aynı toprakları kullanıp; ayçiçeği yerine buğday, mısır yerine de kolza ekmişlerdir. Bu denemede en yüksek verimi 75 g atık / saksı dozunda elde etmişlerdir. 100 g atık / saksı dozunun ise verimde azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır.

Yalçuk (1984), İzmir ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen gübrenin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Menemen ovası alüviyal toprak grubunu oluşturan çok hafif ve çok ağır bünyeli iki toprağı ele almıştır. Toprakları üç yıl denemeye almış ilk yıl 0, 4, 8, 12 ton da^{-1} dozlarında çöp gübresi uygulamış, o yıl ve diğer yıllar toprakların isteği ölçüsünde ticari gübreleme yapmış ve pamuk yetiştirmiştir. Sonuç olarak, şehir atıklarından elde edilen çöp gübresi, hafif bünyeli toprakların hava gözenekliliğini, su geçirgenliğini azalttığını su tutma kapasitesini, organik madde, bitkiye yarayışlı P, K miktarını arttırdığını bildirmiştir. Ağır bünyeli topraklarda ise hava gözenekliliğinin, su geçirgenliğinin, su tutma kapasitesinin, organik madde miktarının arttığını, fiziksel özellikler üzerinde görülen en olumlu etkinin ise 12 ton da^{-1} çöp gübresi uygulaması ile sağlandığını saptamıştır.

Aksok ve Danışman (1987), ülkemizde şeker üretimi yapılan 22 fabrikadan döner çamuru örnekleri almış ve örneklerde $CaCO_3$, organik madde, toplam azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır analizlerini yapmışlardır. Samsun ve Giresun' da 300, 400, 500, 600 $kg\ da^{-1}$ $CaCO_3$ ve eşdeğerlerde döner çamuru uygulanarak kurulan tarla denemelerinde mısır yetiştirmişlerdir. Ayrıca Samsun ve Giresun'dan aldıkları topraklarda 300, 400, 500, 600, 800 ve 1000 $kg\ da^{-1}$ $CaCO_3$ ve bu dozlara eşdeğer döner çamuru uygulayarak kurulan sera denemesinde

mısır ve arpa yetiştirmişlerdir. Tarla denemesi sonuçlarına göre döner çamuru uygulamalarının mısır bitkisinin ürün miktarını önemli derecede etkilediğini, Samsun' da bu etkinin % 100' e yakın, Giresun' da ise % 400' ün üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Döner çamurunun etkisinin toprağın pH' ına bağlı olarak değişmekle birlikte Samsun' da en etkili döner çamuru düzeyinin 428 kg da⁻¹ olmasına karşın, Giresun' da 713 kg da⁻¹ düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlara göre, döner çamurunun CaCO₃' a oranla daha üstün bir kireçleme materyali olduğunu tespit etmişlerdir.

Törün (1989), azot sanayii atığı alçı şlamının Bafra Ovası Sodyumlu topraklara katılması ile meydana gelebilecek fiziksel ve kimyasal değişimleri tespit etmiştir. Alçı şlamının 0, 2, 4, 6 ton da⁻¹ olan konular arasındaki ilişkileri tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak araştırmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre; alçı şlamının sodyumlu toprakların ıslahında etkisi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca alçı şlamının infiltrasyon hızına olumlu yönde etki yaptığını kanıtlamıştır.

Brohi (1991), Tokat Sigara Fabrikasında sigara imalatı sırasında arta kalan tütün tozundan aldığı örneklerde makro ve mikro besin elementi analizleri yapmıştır. Besin elementleri yönünden tütün tozunun zengin olduğunu bildirmiştir. 16 değişik konuda deneme kurmuştur. Bu araştırmadan elde ettiği bazı sonuçlar şunlardır:

1. Tütün tozu kollüviyal, kireçsiz kahverengi, kestane ve allüviyal topraklarda 5 ton da⁻¹ düzeyine kadar, kırmızı kestane ve kahverengi orman topraklarda ise 2 ton da⁻¹ düzeyine kadar çeltik bitkisinin kuru madde miktarını arttırmıştır.
2. Artan düzeyde uygulanan kalitesiz tütün yaprağı şeker pancarı yumru verimini sürekli ve düzenli olarak arttırmıştır.
3. Artan düzeyde uygulanan tütün tozu, buğday bitkisinin gerek saman ve gerekse dane verimini genelde arttırmıştır.
4. Mısır bitkisiyle yapılan denemede mısır bitkisinin maksimum kuru madde miktarı 3 ton da⁻¹ düzeyinde 615 kg da⁻¹ olarak ve maksimum dane verimini ise 4 ton da⁻¹ düzeyinde 943 kg da⁻¹ olarak saptamıştır.

5. Soğan ile ilgili yürütülen 2 tarla denemesinde artan düzeyde uygulanan tütün tozu soğan bitkisinin yeşil verimini düzenli olarak 1756 kg' dan (kontrol) 2616 kg' a (6 ton da⁻¹) çıkartmıştır.

Russell ve ark. (1991), mezbahadan çıkan atık suyun ormanlık ve bitkisel alanda sulama suyu olarak kullanılmasını araştırmışlardır. Mezbaha prosesi atık suyunun yüksek oranda N, P, K içerdiğini; buna karşılık düşük ağır metal ve diğer toksik bileşikler içerdiğini bildirmişlerdir. Sırasıyla 40 – 230 g / m³ N, 6 - 35 g / m³ P, 20 - 130 g / m³ K içerdiğini saptamışlardır. Sonuç olarak mezbaha prosesinin yüksek oranda fosfor içerdiğini fakat fosforun hareketinin toprakta yavaş olduğu için yer altı suyu kirliliği problemi yaratmadığı bildirmişlerdir. Azot döngüsünün ise yer altı suyu kirliliğinde problem yarattığını saptamışlardır.

Baran ve ark. (1995), tütün tozu, üzüm cibresi ve mantar kompostu gibi organik madde kapsamları yüksek olan bazı işletme atıklarının, bitki yetiştirme ortamı açısından önemli bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmadan elde ettikleri sonuçlara göre, bütün materyallerin bazı fiziksel özelliklerinin yetersiz olduğunu, besin elementi kapsamlarının ise son derece yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Üzüm cibresinde toplam % N, P, K' u sırasıyla; 2.41, 0.215, 3.25 olarak, tütün tozunda toplam % N, P, K' u sırasıyla 2.07, 0,156, 1.90 olarak, mantar kompostunda toplam % N, P, K' u sırasıyla 2.55, 0.403, 2.30 olarak bulmuşlardır.

Jiménez (1995), Meksika Vadi' sinde evsel ve endüstriyel atık su deşarjları ile yağmur sularının karıştığı suyu 85.000 ha geniş bir araziye sulamışlardır. Sonuçta toprağın ihtiyaç duyduğu organik madde ve besin ihtiyaçlarını kontrole göre daha iyi sağladığını bildirmişlerdir. Atık suda 13 mg / L N – NH₄, 18 mg / L PO₄ olduğunu saptamışlardır.

Kütük ve ark. (1995), çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanaklarını araştırmışlardır. Fiziksel özellikler bakımından sorunlu olan çay atıklarının peat, perlit gibi kolay alınabilir su kapsamı ve havalanma kapasitesi yüksek materyallerle uygun karışımlarının yapılmasının daha uygun olduğunu

belirtmişlerdir. Çay atıklarının kimyasal özellikler bakımından sorunlu olmamakla beraber kompost yapılmış çay atıklarının pH değerinin yüksek olduğu, kontrollü bir bitki besleme programını engellememeleri için pH' larının ayarlanmaları gerektiği sonucuna varmışlardır.

Pakfiliz ve ark. (1995), arıtılmış suların değişik konsantrasyonlarının bitkilerin gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneme materyali olarak *L. Italicum*' u kullanmışlardır. Deneme bitkilerine Maltepe Askeri Lisesi arıtma tesisine ait farklı konsantrasyonlardaki arıtılmış ve arıtılmamış atık sular ile çamur, kontrol materyallerinde ise çeşme suyu uygulamışlardır. Yapılan denemeler sonucunda, arıtılmış su ve çamurların bitki gelişimini kontrole göre teşvik ettiğini, buna paralel olarak da kuru ve taze madde miktarının daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Kacar ve ark. (1996), Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü' ne bağlı çay fabrikalarından sağladıkları çay atıklarını, zenginleştirilmiş organik gübreye dönüştürme ve zenginleştirilmiş organik gübreye dönüşmüş çay atıklarının etkinliklerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Çalışmada çay atıklarını fosforlu, potasyumlu gübrelerle birlikte kireç ve özel mikroorganizmalarla zenginleştirip ihtimar etmişlerdir. Çay atığı ile değişik bitkiler üzerinde sera ve doğal koşullarda araştırmalar yapmışlardır. Çay atığının ahır gübresine ve pek çok organik materyallere eşdeğer etki yaptığını, bazı durumlarda da bu etkinin daha fazla olduğunu saptamışlardır. Ayrıca çay atığına karıştırılan kimyasal gübrelerin etkinliklerinin arttığını saptamışlardır. Tepkimesi 4.0' ün altına düşmüş ya da düşme eğilimli olan yerlere belli oranlarda çay atığı + su + taze sığır, at, tavuk gübresi + çay gübresi + kireç maddeleriyle karıştırılan çay atığının uygulanmasını önermişlerdir.

Katkat ve ark. (1996), Gemlik Gübre Sanayi A.Ş. Fabrikası atık sularından tarımda yararlanma olanaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla U.Ü Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 3 yıllık tarla denemesi kurmuşlardır. Doğrudan sulama suyu ile belirli oranlarda karıştırıldıktan sonra toprağa uygulanan atık suların; topraktaki iyon konsantrasyonu ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Atık su ile sulanan toprakların pH' sında düşme görülmesine karşın elektriksel

iletkenliğinde önemli ölçüde artış olduğunu bildirmişlerdir. Yalnız atık su ile sulanan parsellerden elde edilen domates veriminin düşük olmasına karşın atık suyun belirli oranlarda sulama suyu ile karıştırılarak sulanan parsellerden elde edilen domates veriminin, normal sulama suyu ile sulanan parsellere oranla daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Atık suyun mısır verimi üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Montiel ve ark. (1996), evsel atık suyu, sulamada kullanmak üzere kumlu toprak üzerinde 8 x 4 m kontrollü tesadüf blokları deneme deseni kurmuşlardır. Tarlaya mısır tohumu ekmişler ve parsellere 25 kg N ha⁻¹ , 15 kg K ha⁻¹ olmak üzere bitki besin elementi eklemişlerdir. 75 cm' e gelince mısırları hasat etmişlerdir. Sonuçta kontrole göre, diğer parsellerden kaldırılan ürün miktarını ve bitki besin elementi miktarını daha yüksek bulmuşlardır.

Kontrolde mısır t ha⁻¹ olarak 7.5 atık suda 10.01

Kontrolde mısır' da % N 1.25 atık suda 1.87

Kontrolde mısır' da % P 0.98 atık suda 1.02 olarak bildirmişlerdir.

Kawasaki ve Arai (1996), ICP tarafından organik atıklarda çoklu element analizleri yapabilmek için yakma metotlarını değerlendirmişlerdir. Sonuçta, HNO₃ - HClO₄ - HF yaş yakma metodunun organik atıklardaki çeşitli metal ve semi metal analizleri için Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry aletinde yapılabilecek en uygun metot olduğunu saptamışlardır.

Özgüven ve ark. (1999), sigara fabrikası atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi olanaklarını araştırmışlardır. Test bitkileri olarak kışlık dönemde buğday ve kolza; yazlık dönemde susam ve mısır seçmişlerdir. Farklı dozlardaki tütün atığını (0, 750, 1500, 2250 ve 3000 kg atık da⁻¹) deneme parsellerine ekimden iki ay önce 5 - 10 cm derinliğe uygulayarak kısmen ayrışmasını sağlamışlardır. Sonuçta; test bitkilerinde verim artışları olduğunu, tütün atıkları uygulamaları ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik verimliliğinin yükseldiğini, mısır bitkisinde protein oranlarının hem I. hem de II. ürün olarak yetiştirildiğinde arttığını belirtmişlerdir.

Katkat ve Özgüven (2000), Biga yöresinde sanayi domatesi yetiştirilen toprakların ve sulamada kullanılan yer altı sularının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Biga yöresinden 18 adet toprak ve 11 adet su örneği almışlardır. Çalışma sonucunda; Biga yöresi topraklarının tuzluluk yönünden herhangi bir problemi bulunmadığını, organik madde ve kireç yönünden yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Azotlu gübrelemenin fazla miktarda yapılmasına bağlı olarak toprakların azot kapsamlarının ve bazı alanlarda nitrat azotu miktarlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Tepkimeleri 8.0 civarındaki sulama sularının birisinin kullanılamaz, birisinin sakıncalı birisinin kullanılabilirlik sınırında olup öteki sulama sularının kullanılabilir ve iyi sınıfına girdiğini saptamışlardır.



Yarımadanın jeolojik yapısı, büyük bir çeşitlilik ve kısa mesafelerde bile fark edilebilen bir değişkenlik göstererek bir mozaik görünümü sergilemektedir. Anakaya oluşumlarının büyük bölümünü paleozik yaştakiler oluşturmaktadır. Paleozik büyük

oranda İstanbul Boğazı doğusu ile yarımadaının güney batısında ve Gebze yakınlarında görülür.

Kocaeli yarımadasında rastlanan başlıca toprak tipleri; alüvyal, kolüvyal, rendzina, kireçsiz kahverengi orman, kırmızı – kahverengi Akdeniz toprakları ve kıyı kumullarıdır. Sapanca Gölü kuzeyinde küçük bir alanda rendzina toprakları, Sakarya Vadisi boyunca ve İzmit Körfezi çevresinde alüvyal topraklar, kuzeydoğu köşesinde kıyıda dar bir alanda hidromorfik topraklar uzanır (Ayberk 1995).

Kocaeli İlinde tarım yapılan topraklar 190.161 hektar genişlikte, İlin yaklaşık % 52,4'ünü oluşturmaktadır. Bu toprakların 21.236 hektarında (%11,2) sulu, 168.925 hektarında da (%88,8) kuru şartlarda bitkisel üretim yapılmaktadır. Sulu ve Kuru tarım şartlarında yetiştirilen en önemli ürünler mısır , ayçiçeği ve meyvedir.

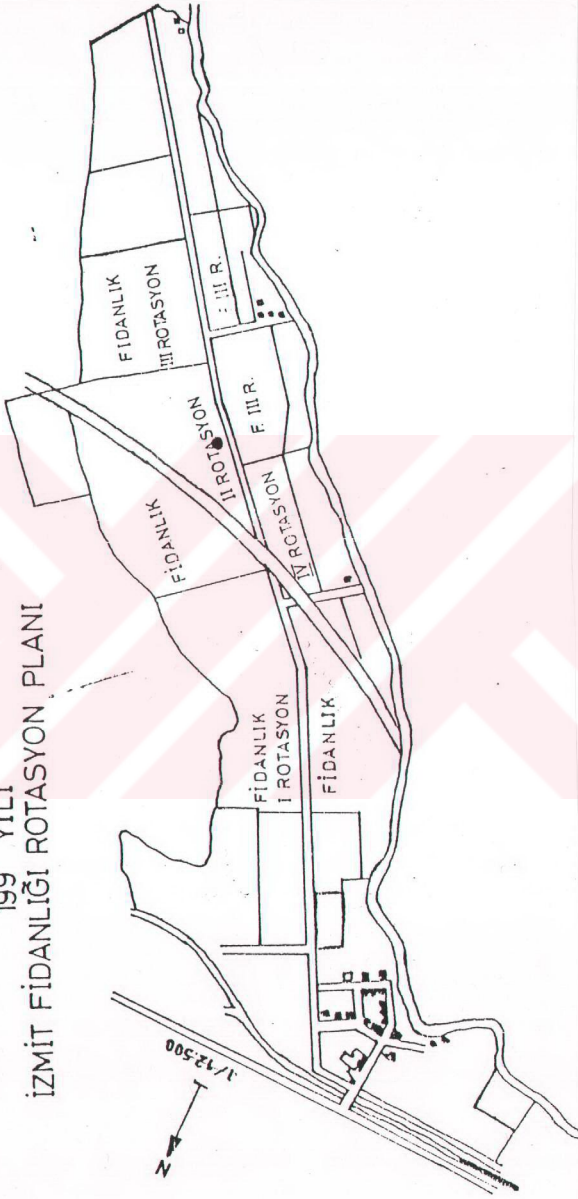
3.2. Toprak Örneğinin Alındığı Yer ve Büyük Toprak Grubu Hakkında Kısa Bilgiler

Araştırmada kullanılan toprak örneği İzmit Kavakçılık ve Hızlı Gelişen Ağaçlar Araştırma Enstitüsü Fidanlığı rotasyon alanından alınmıştır. Örnek alınacak yer belirlenirken Kocaeli İli'ni temsil eden tarım şartları ve büyük toprak grubunu içermesine özen gösterilmiştir.

Toprak örneğinin alındığı yer şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Toprak örneği, Kocaeli Yarımadasında yaygın olan büyük toprak grubu alüvyal toprak tipinden alınmıştır.Aşağıda alüvyal toprak tipi ile ilgili kısa bilgi verilmiştir.

199 YILI İZMİT FİDANLIĞI ROTASYON PLANI



Şekil 3.1. Toprak Örneğinin Alındığı Yer

Alüvyal Topraklar

Genellikle taze tortul depozitler üzerindeki genç toprak olarak tanımlanırlar. Horizonlar bulunmaz; bulunsa bile çok zayıf gelişmiştir; buna karşılık değişik özellikteki mineral katlar, (A) C profili bulunur. Bu toprakları oluşturan materyaller akarsular tarafından taşınmış ve depolanmıştır. Mineral bileşimleri heterojendir. Sürekli veya mevsimlik olarak yaş, genellikle de taban suyunun etkisi altındadırlar. Çok eskiden oluşmuş olanlarda hafif kireç yıkanması olabilir. Taban suyunun varlığı halinde toprak profilinde veya yüzeyde çoraklaşmalar görülebilir.

Alüvyal topraklar bünyelerine veya bulundukları bölgelere ya da evrim devrelerine göre sınıflandırılırlar. Bunlarda üst toprak alt toprağa belirsiz olarak geçiş yapar. İnce bünyeli ve taban suyu yüksek alanlarda düşey geçirgenlik azdır. Yüzey nemli ve organik maddece zengindir. Alt toprakta hafif seyreden bir indirgenme olayı hüküm sürer. Kaba bünyeliler iyi drene olduğundan yüzey katlar çabuk kurur. Üzerindeki bitki örtüsü iklime bağlıdır. Bulundukları iklime uyabilen her türlü kültür bitkisinin yetiştirilmesine elverişli ve üretken topraklardır.

3.3. Arıtma Çamuru Örneklerinin Alındığı Fabrikaların ve Arıtma Tesislerinin Özellikleri

Uzay Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş'nin Kocaeli / Suadiye mevkiinde kurulu bulunan fabrikası, hammadde olarak patates, mısır, mısır irmiği kullanarak, patates cipsi, mısır cipsi ve mısır çerezi üretmektedir. Tesis, anaerobik biyolojik ve aerobik biyolojik arıtma sistemine sahiptir.

Arıtma tesisi çamurları, çamur yoğunlaştırıcıdan geçtikten sonra çamur susuzlaştırmada filtre edilmektedir. Arıtma tesisinden üretime göre değişmekle birlikte yaklaşık günde 500 kg kek halinde çamur çıkmaktadır. Tesiste, üretimden kaynaklanan atık sular, fabrika genel temizlik suları ve mutfak giderleri arıtılmaktadır. Arıtmadan çıkan çamur, fabrikanın malı olan arazilere gelişigüzel dökülmektedir.

Uzay Gıda arıtma tesisi çamurları kireçle kurutularak kek haline getirilmektedir. Sönmüş kireç ilavesiyle atık çamurdan hijyenik ve bakterisiz bir ürün elde edilir. Bu da reaksiyon ısısı ve alkalinizasyon ile sağlanır. Reaksiyon ısısı ile çamurun su içeriği buharlaşır, hidrasyon ile katı içeriği artar ve kuruma gerçekleşir. Elde edilen ürün organik içeriği ile tarımda sorunsuz olarak kullanılabilirdiği gibi kireç yönünden eksikliği olan toprakların düzenlenmesinde kullanılabilir (Ayvaz 2000).

Ülker Gıda Fabrikası Kocaeli / Gebze sınırları içerisinde. Fabrikada bisküvi ve şekerleme çeşitleri üretilmektedir. Arıtma tesisi 100 m³ / gün kapasitelidir. Fabrika yetkililerinin bildirdiğine göre İstanbul üretiminin Gebze'ye aktarılması ile tesis daha yoğun çalışacaktır.

Atık suyu; üretim suları, kanalizasyon suları ve mutfak temizlik suları oluşturmaktadır.

Arıtma tesisinde aktif çamur sistemiyle biyolojik arıtım yapılmaktadır. Aktif çamur genellikle kahverengi, floklu görünümündedir. Rengi koyu ise septik koşullar başlamış demektir. Renk açıksa yeterince havalanmamış olabilir. İyi koşullardaki çamur toprak kokusundadır. Hızla septik olma eğilimindedir ve istenmeyen kokular yayabilir. Tek başına veya ön çökeltim çamuru ile karıştırılarak çürütülebilir (Filibeli 1996).

Atık su çamuruna fiziksel kurutma uygulanmaktadır. Filtrepress ile çamur kek haline getirilmektedir. Arıtma tesisinden çıkan çamur kekleri İstanbul civarındaki arazilere dökülmektedir. Bir kısmı ise fabrikanın çevre düzeninde kullanılmaktadır.

3.4. Toprak Örneğinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Toprak örneği Kocaeli İli Kavakçılık ve Hızlı Gelişen Ağaçlar Araştırma Enstitüsü Fidanlığı Rotasyon Alanından 0 – 20 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örneği naylon çuvallar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Güneş görmeyen gölge bir yerde yayılarak hava kurusu duruma gelinceye kadar kurutulan toprak örneği içerisindeki iri

taşlar ayıklanmış, kesekler tahta tokmakla ezilerek 4 mm'lik elekten geçirilmiştir. Elenen kısım iyice karıştırıldıktan sonra alınan örneğin bir kısmı laboratuvar analizleri için ayrılmış, geri kalan kısmı sera denemesinde kullanılmıştır. Laboratuvar analizleri için ayrılan toprak örneği tekrar ezilerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve üzeri etiketlenerek naylon torbalar içerisinde saklanmıştır.

3.5. Toprak Örneğinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.5.1. Mekanik Analiz

Toprak örneğinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenerek tekstür sınıfı saptanmıştır.

3.5.2. Tarla Kapasitesi

100 g kuru toprak örneği, 100 ml'lik ölçü silindiri içerisine konulmuş ve toprağın kapladığı hacim ölçülmüştür. 10 ml saf su ilave edildikten sonra, buharlaşmayı önlemek için ölçü silindirinin ağzı kapatılmıştır. 24 saat sonra ölçü silindiri içerisinde ıslanan toprağın hacmi ölçülmüş ve toprağın tarla kapasitesinde tuttuğu su miktarı hesap edilmiştir.

3.5.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Saf su ile 1 : 2,5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde Orion 720 A model pH / iyonmetresi ile belirlenmiştir (Grewelling ve Peech 1960).

3.5.4. Tuzluluk (EC)

Saturasyon ekstraktının elektriki iletkenliği Schott CG 855 model kondaktivimetre ile ölçülerek saptanmıştır (Soil Survey Staff 1951).

3.5.5. Kireç Miktarı (CaCO_3)

Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir (Çağlar 1949).

3.5.6. Organik Madde

Walkley – Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Jackson 1962).

3.5.7. Toplam Azot

Toprak örneğinin toplam azot kapsamı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Gerhardt Kjeldatherm yakma blokunda yakılan örnekler Gerhardt Vapodest 1 model buharlı damıtma aletinde damıtılmışlardır (Bremner 1965).

3.5.8. Organik C ve C / N Oranı

Organik maddenin 1.724 sayısına bölünmesiyle Organik C hesaplanmıştır. Organik karbonun toplam azot miktarına bölünmesiyle C/N oranı bulunmuştur.

3.5.9. Bitkiye Yararışlı Fosfor

Olsen ve ark. (1954), tarafından bildirildiği şekilde toprak örneği 0,5 M sodyum bikarbonat (pH : 8,5) ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte ICP aletinde bitkiye yararışlı fosfor belirlenmiştir.

3.5.10. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum

Toprak örneği 1 N amonyum asetat (pH : 7.0) çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra elde edilen süzükte sodyum, potasyum ve kalsiyum Eppendorf Elex 6361 fleymfotometresi ile, magnezyum ise Philips 9200 X model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (A.A.S) ile belirlenmiştir (Pratt 1965).

3.5.11. Fosfor

$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ karışımı ile yaş yakılarak elde edilen süzükte ICP (Inductively Couple Plasma) aleti ile belirlenmiştir (Munter ve Grande 1981).

3.5.12. Kükürt, Potasyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Çinko, Mangan

Toprak örneğinin $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ karışımı ile yaş yakılması sonucu elde edilen süzükte ICP (Inductively Couple Plasma) aleti ile belirlenmiştir (Munter ve Grande 1981).

3.5.13. Krom, Nikel, Arsenik, Kadmiyum, Cıva, Kurşun, Kobalt, Molibden Selenyum, Alüminyum

Toprak örneğinin $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ karışımı ile yaş yakılması sonucu elde edilen süzükte ICP (Inductively Couple Plasma) aleti ile belirlenmiştir (Munter ve Grande 1981).

3.5.14. Alınabilir Demir, Mangan, Bakır, Çinko, Kadmiyum, Krom, Nikel, Kurşun

Lindsay ve Norvell, 1978 tarafından bildirildiği şekilde DTPA çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra elde edilen süzükte ICP aleti ile belirlenmiştir.

3.6. Arıtma Çamurlarından Örnek Alınması ve Analize Hazırlanması

Denemede kullanılmak üzere Kocaeli İli'nde bulunan Uzay ve Ülker Gıda Fabrikalarının kek halinde çıkan arıtma tesisi çamurları seçilmiştir.

Arıtma çamurlarının yapısı değişken olduğu için çamur karakterizasyonunu belirlemek üzere 10'ar gün arayla örnekler alınıp analizleri yapılmıştır. Üçüncü kez alınan çamur örnekleri denemede de kullanılmıştır.

Birinci çamur karakterizasyonunu belirlemek üzere Uzay ve Ülker Gıda Fabrikaları arıtma tesislerinden Kocasoy (1994), bildirdiği şekilde çamur örnekleri alınmıştır. Bir miktar örnek yaş analizler için buzdolabında polietilen şişelerde $+4^{\circ}\text{C}$ 'nin altında saklanmış ve kısa süre içinde analizleri yapılmıştır. Diğer analizlerde kullanılacak temsili bir kısım atık, laboratuvarında havalandırılarak 2 mm'lik elekten elendikten sonra fırında 65°C kurutularak analizlerde kullanılmıştır. İkinci ve üçüncü çamur karakterizasyonunu belirlemek üzere de aynı işlemler yapılmıştır. Üçüncü çamur karakterizasyonunu belirlemek üzere alınan örnekler sera denemesinde de kullanılacağı için gerekli miktar laboratuvarında gölgede havalandırıldıktan sonra 4 mm'lik elekten elenmiştir.

3.7. Arıtma Çamuru Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.7.1. Yaş Arıtma Çamur Örneklerinde Yapılan Analizler

3.7.1.1. Reaksiyon (pH)

Yaş örneklerde 1 : 2.5 oranında saf su ile sulandırılarak Schott CG 840 model pH iyonmetresi ile belirlenmiştir.

3.7.1.2. Elektriksel İletkenlik

Yaş örneklerde 1 : 2.5 oranında saf su ile sulandırılarak Schott CG 855 model kondaktivimetre ile ölçülmüştür (U. S. Salinity Lab. Staff 1954).

3.7.1.3. Kuru Madde Miktarı

Yaş örneklerde 50 g. çamurun tartılıp 105°C 'de etüvde 1 gün bekletilmesiyle oluşan ağırlık kaybından belirlenmiştir (Kocasoy 1994).

3.7.1.4. Kül Miktarı

Etüvde kurumuş olan çamur örneklerinden belli bir miktar tartılarak kül fırınında 550 °C'de 1 saat bekletilmesiyle oluşan ağırlık kaybından belirlenmiştir (Kocasoy 1994).

3.7.2. Denemede Kullanılan Arıtma Çamuru Örneklerinde Yapılan Analizler

Denemede kullanılan arıtma çamuru örneklerinde; pH, EC, kireç miktarı, organik madde, toplam azot, C / N oranı, bitkiye yararışlı fosfor, değişebilir katyonlar, toplam fosfor, kükürt, potasyum, magnezyum, demir, bakır, çinko, mangan, krom, nikel, arsenik, kadmiyum, cıva, kurşun, kobalt, molibden, selenyum, alüminyum, alınabilir demir, mangan, bakır, çinko, kadmiyum, krom, nikel, kurşun bölüm 3.5 ve alt başlıklarında belirtildiği şekilde belirlenmiştir.

3.8. İnkübasyon Süresinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler

3.8.1. Sera Denemesi

Deneme, Kocaeli İli Fidanlık Müdürlüğü serasında kurulmuştur. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç yinelemeli olarak düzenlenen denemede, plastik saksılar kullanılmış ve bu saksılara 4 mm'lik elekten elenmiş, plastik bir örtü üzerinde iyice karıştırılmış olan topraktan kuru ağırlık esasına göre 4000 gram konulmuştur. Arıtma çamuru örnekleri yine kuru ağırlık esasına göre 0, 20, 40, 80 ve 160 t ha⁻¹ olacak şekilde uygulandıktan sonra 30, 60 ve 90 günlük sürelerle inkübasyona bırakılmıştır. Saksılara tarla kapasitesi düzeyinde su verilmiş ve deneme boyunca sürdürülmüştür.

30 günlük inkübasyon sonunda saksılardan 1500 gram toprak örneği alınmış ve bu örnekler laboratuvara nakledilmiştir. Güneş görmeyen bir yerde yayılarak havada kuru duruma gelinceye kadar kurutulduktan sonra laboratuvar analizleri için 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Elenen örnekler iyice karıştırılarak polietilen poşetlere konmuş ve bazı fiziksel ve kimyasal analizler için Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak

Bölümü Laboratuvarına getirilmiştir. Analizler tamamlandıktan sonra bazı fiziksel ve kimyasal analizler için de Kocaeli İli Kavakçılık ve Hızlı Gelişen Ağaçlar Araştırma Enstitüsü Laboratuvarı ve GÜBRETAS A.Ş Toprak Laboratuvarına getirilerek analizleri tamamlanmıştır.

Aynı işlemler 60. ve 90. gün inkübasyon süreleri sonunda tekrarlanmıştır.

3.8.2. İnkübasyon Süreleri Sonundaki Örneklerin Analizi

İnkübasyon süreleri sonunda toprak + arıtma çamuru örneklerinde; pH, EC, kireç miktarı, organik madde, toplam azot, C/N oranı, bitkiye yararlı fosfor, değişebilir katyonlar, toplam fosfor, kükürt, potasyum, magnezyum, demir, bakır, çinko, mangan, krom, nikel, arsenik, kadmiyum, cıva, kurşun, kobalt, molibden, selenyum, alüminyum, alınabilir demir, mangan, bakır, çinko, kadmiyum, krom, nikel, kurşun bölüm 3.5 ve alt başlıklarında anlatıldığı şekilde belirlenmiştir.

3.9. Arıtma Çamurunun Bitkiye Olan Etkisinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler

3.9.1. Sera Denemesi

Deneme Kocaeli İli Fidancılık Müdürlüğü serasında kurulmuştur. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört yinelemeli olarak düzenlenen denemede, plastik saksılar kullanılmış ve bu saksılara 4 mm'lik elekten elenmiş, plastik bir örtü üzerinde iyice karıştırılmış olan topraktan 4000 gram konulmuştur. Toprağa artan dozlarda 0, 20, 40 ,80 ve 160 t ha⁻¹ olacak şekilde arıtma çamuru eklenmiş ve tarla kapasitesinde sulanmıştır. 90 günün sonunda ekimden önce her bir saksıya 50 ppm N, 50 ppm P, 50 ppm K verilmiştir.

Bütün saksılara 6 adet Doge çeşit mısır tohumu ekilmiş ve tarla kapasitesinde sulanmıştır. Mısır bitkileri toprak yüzeyinde görüldükten sonra seyreltme yapılmış ve saksılarda 3 adet mısır bırakılmıştır. 30. günün sonunda bitki boyları ölçülmüştür. 48.

günün sonunda mısır yapraklarında sararmalar meydana geldiği için bitkiler boyları ölçülerek hasat edilmiştir.

3.9.2. Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Hasat edilen örnekler yumak haline getirilerek gerekli bilgilerin bulunduğu kese kağıtlarına konmuştur. Bu şekilde hazırlanan örnekler en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. Taze ağırlıkları belirlenmiş, bir kez musluk suyu iki kez de saf sudan geçirilmiştir. Bitki örnekleri kurutma dolabında 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye değin kurutulmuştur. Toplam kuru madde miktarının belirlenmesi için tartımları alınmıştır. Tartılan kuru örnekler tekrar kese kağıtlarına konularak Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarı'na getirilmiştir. Analizlerden önce nem içeriğini engellemek için örnekler son olarak kurutma dolabında kurutulmuş ve toplam kuru madde miktarları belirlenmiştir. Blenderda ince toz haline gelinceye kadar öğütülen örnekler polietilen torbalara konularak analiz için hazır hale getirilmiştir.

3.9.3. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Bitki örneklerinden 0.5 gram tartılarak Kacar (1972), tarafından bildirildiği şekilde fosfor, sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, çinko, bakır ve mangan belirlemesi için 1,4'lük $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ asit karışımı ile yaş yakılmıştır. Ayrıca örneklerde Kjeldahl yöntemiyle toplam azot miktarı belirlenmiştir.

3.9.3.1. Toplam Azot

Bremner (1965), tarafından bildirildiği şekilde, Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir.

3.9.3.2. Toplam Fosfor

Yaş yakılan örneklerde Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.9.3.3. Toplam Sodyum, Potasyum ve Kalsiyum

Yaş yakılan örneklerde sodyum, potasyum ve kalsiyum Eppendorf Elex 6361 fleymfotometresi ile belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.9.3.4. Toplam Demir, Çinko, Bakır ve Mangan

Yaş yakılan örneklerde demir, çinko, bakır ve mangan Philips Model 9200 X Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile belirlenmiştir.

3.10. İstatistiki Analizler

Deneme sonuçlarının istatistiki analizleri TARİST paket programı ile yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme konusu toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi toprak tın bünyelidir. Tarla kapasitesi % 16 olan toprağın elektriksel iletkenliği 0.21 mS.cm^{-1} olup, tuzluluk probleminin olmadığı anlaşılmaktadır. Toprak pH’sı 8.25 değerinde olup Kellog (1952) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre alkalidir. Araştırma toprağının kireç miktarı % 2.39’dur. Moltay’a (1979) göre kireçlidir. Deneme toprağının organik madde miktarı % 1.47’dir. Ünal ve Başkaya (1981) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre azdır. Deneme toprağının toplam azot miktarı % 0.08’dir. Kacar ve Katkat (1998) bildirdiğine göre çoğu mineral toprakların N içerikleri % 0.02 ile % 0.5 arasında değişmektedir. Bu sonuç yaptığımız analiz sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Deneme toprağının yarayışlı fosfor miktarı 7.16 mg kg^{-1} ’dır. Olsen ve Dean (1965) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre toprak fosforca ortadır.

Deneme toprağının değişebilir Ca, Na, Mg, K miktarları sırasıyla 5604 mg kg^{-1} , 41.40 mg kg^{-1} , 181 mg kg^{-1} ve 89 mg kg^{-1} ’dir.

Elde edilen sonuçlar, Toprak Etüdları ve Haritalama Dairesi Başkanlığının Anonim (1983), Kocaeli İli için yaptığı toprak analiz sonuçları ile uyum içerisindedir. Bu çalışma sonuçlarına göre Kocaeli İli büyük oranda killi – tın ve tın bünyeye sahiptir. Kocaeli İli topraklarının % 33.19’u pH 7.5’ten büyük, alkali reaksiyona sahiptir. Tarım topraklarının %99.58’i tuzsuzdur. Kocaeli ili topraklarının % 21.07’si kireçlidir. Toprakların büyük bir kısmı organik madde yönünden fakir durumdadır. Kocaeli İli topraklarının % 15.64’ünde yarayışlı fosfor orta düzeydedir.

Çizelge 4.1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Miktarlar
Tekstür sınıfı	Tın
Kil, %	24.2
Silt, %	36.8
Kum, %	39.0
PH	8.25
EC, ms. cm ⁻¹	0.21
Tarla kapasitesi, %	16.00
Kireç, %CaCO ₃	2.39
Organik madde, %	1.47
Organik karbon, (C) ,%	0.85
Toplam azot (N), %	0.08
Toplam karbon / azot oranı (C/N)	10.62
Bitkiye yararılı fosfor (P), mgkg ⁻¹	7.16
Değişebilir Katyonlar, mg kg ⁻¹	
Sodyum (Na)	41.40
Potasyum (K)	89.70
Kalsiyum (Ca)	5604.00
Magnezyum (Mg)	181.00
HNO ₃ + HClO ₄ ile Yaş Yakılan Toprak Örneğinde Kimi Besin Elementleri mg kg ⁻¹	
Fosfor (P)	1200
Potasyum (K)	5000
Magnezyum (Mg)	3000
Kükürt (S)	300
Alınabilir Ağır Metaller, mg kg ⁻¹	
Demir (Fe)	9.45
Bakır (Cu)	1.76
Çinko (Zn)	0.50
Mangan (Mn)	4.29
Kadmiyum (Cd)	0.07
Krom (Cr)	0.03
Nikel (Ni)	0.02
Kurşun (Pb)	0.50
HNO ₃ + HClO ₄ ile Yaş Yakılan Toprak Örneğinde Kimi Ağır Metaller mg kg ⁻¹	
Demir (Fe)	960.00
Bakır (Cu)	25.00
Çinko (Zn)	30.00
Mangan (Mn)	120.00
Kadmiyum (Cd)	0.90
Krom (Cr)	0.50
Nikel (Ni)	0.45
Kurşun (Pb)	1.32
Kobalt (Co)	16.00
Alüminyum (Al)	30.00
Arsenik (As)	0.20
Molibden (Mo)	0.33
Selenyum (Se)	0.48

Deneme toprağının ağır metal miktarları kurşun 1.32 mg kg^{-1} , kadmiyum 0.90 mg kg^{-1} , krom 0.50 mg kg^{-1} , bakır 25 mg kg^{-1} , nikel 0.45 mg kg^{-1} , çinko 30 mg kg^{-1} 'dir. Bu değerler 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayandırılarak hazırlanan 14.03.1991 tarihli Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin toprakta müsaade edilen maksimum ağır metal içeriklerinden oldukça düşüktür. Yönetmeliğe göre en yüksek kurşun 100 mg kg^{-1} , kadmiyum 3 mg kg^{-1} , krom 100 mg kg^{-1} , bakır 100 mg kg^{-1} , nikel 50 mg kg^{-1} , çinko 300 mg kg^{-1} , olmalıdır. Deneme toprağımız düşük miktarlarda ağır metal içerdiğinden arıtma çamuru ilave edilerek kullanılabilir.

Yine 24609 no'lu Resmi Gazete'de yayınlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre topraktaki ağır metal sınır değerleri toprağımızdaki ağır metal değerlerinin üstündedir. Yönetmeliğe göre pH'sı 6' dan büyük topraklarda kurşun 300 mg kg^{-1} , kadmiyum 3 mg kg^{-1} , krom 100 mg kg^{-1} , bakır 140 mg kg^{-1} , nikel 75 mg kg^{-1} ve çinko 300 mg kg^{-1} değerlerini aşmamalıdır.

4.2. Araştırmada Kullanılan Arıtma Çamurlarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

4.2.1. Yaş Arıtma Çamurunda Kimi Özellikler

14.03.1991 tarihli Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin, arıtma çamurlarının tarımda kullanılmasını düzenleyen 44 ve 45. maddeleri gereği ham çamurun tarımda, ormanda, sebze ve meyve tarımında kullanılması yasaktır. Bu nedenle suyu alınmış, kek haline getirilmiş çamurlar alınarak önce yaş analizleri yapılmıştır. Hava kurusu hale getirilen örneklerde de fiziksel ve kimyasal analizler yapılarak toprağa uygulanmıştır.

Çizelge 4.2'de Uzay Gıda ve Çizelge 4.3'te Ülker Gıda yaş arıtma çamurunda yapılan analizler görülmektedir.

1., 2. ve 3. arıtma çamuru örnekleri 10'ar gün ara ile alınmıştır.

Çizelge 4.2. Uzay Gıda Yaş Arıtma Çamurunun Kimi Özellikleri

Özellikler	1. Arıtma Çamuru	2. Arıtma Çamuru	3. Arıtma Çamuru
PH	8.92	8.45	8.30
EC (mS.cm ⁻¹)	2.45	2.46	1.50
KM (%)	27.41	29.58	36.00
KÜL (%)	41.12	47.76	48.57

Çizelge 4.3. Ülker Gıda Yaş Arıtma Çamurunun Kimi Özellikleri

Özellikler	1. Arıtma Çamuru	2. Arıtma Çamuru	3. Arıtma Çamuru
PH	6.73	6.40	6.23
EC (mS.cm ⁻¹)	2.40	1.56	1.59
KM (%)	28.10	28.76	34.29
KÜL (%)	43.21	45.14	46.65

Çizelge 4.2'nin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere Uzay Gıda yaş arıtma çamurunda pH 8.30 ile 8.92 arasında değişmektedir. Uzay Gıda çamurunun pH değerinin yüksekliği, kek haline getirme işlemi sırasında kireçle kurutma yöntemini kullanmalarından kaynaklanmaktadır.

Yaş arıtma çamurunun EC değeri ise 1.50 ile 2.46 mS.cm⁻¹'dir. Kuru madde miktarı yüzde olarak 27.41 ile 36.00 arasındadır. Ayvaz (2000), tarafından bildirildiğine göre, mekanik su gidermesi yapılmış arıtma çamurlarında kuru madde oranı yaklaşık %25 ile % 35 arasındadır. Uzay Gıda yaş arıtma çamurunda kül miktarı yüzde olarak 41.12 ile 48.57 arasındadır. Bu değerler Metcalf ve Eddy (1991), tarafından bildirilen çürütülmüş çamur içeriğindeki uçucu katı madde miktarı % 30-60 aralığı ile uyum içerisindedir.

Çizelge 4.3'ün incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere Ülker Gıda yaş arıtma çamurunda pH 6.23 ile 6.73 arasında değişmektedir. Yaş arıtma çamurunun EC değeri ise 1.56 ile 2.40 mS.cm⁻¹'dir. Kuru madde miktarı yüzde olarak 28.10 ile 34.29 arasındadır. Kül miktarı ise 43.21 ile 46.65 arasındadır.

4.2.2. Denemede Kullanılan Arıtma Çamuru Örneklerinin Kimi Özellikleri

4.2.2.1. Uzak Gıda Arıtma Çamuru Örneklerinin Kimi Özellikleri

Arıtma çamurlarının arazilerde değerlendirilmesinin birçok faydaları olmasına rağmen bir takım problemlerle de karşılaşma riski vardır. Bu problemler ; koku oluşumu, toksik bileşenler ve patojenlerdir. Bu riskleri azaltmak için arıtma çamurlarını araziye uygulamadan önce çamur havalandırılmalıdır (Karpuzcu 1991).

İnkübasyon belirlemesi için sera denemesi kurulmadan önce çamur örnekleri havalandırılmıştır. Havalandırmanın bir amacı da toprak ile çamur örneklerinin daha homojen koşullarda karışmasını sağlamaktır.

Uzak Gıda arıtma çamurlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 3 farklı zamanda alınan arıtma çamuru örneklerinin pH'sı 7.30 ile 7.65 arasında değişmektedir. Kellog (1952) tarafından bildirilen sınır değerlere göre hafif alkalidir. EC değeri 2.51 ile 2.54 mS.cm⁻¹ arasında değişmektedir. Arıtma çamurlarının CaCO₃ miktarları % 8.33 ile % 8.72 arasında değişmektedir. Kireç içeriğinin yüksek olmasının nedeni arıtma çamurunda kireç ile kurutma işlemi uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

Arıtma çamurunun organik madde içeriği % 36.00 ile % 39.04 arasında, organik C ise % 20.88 ile % 22.64 arasında değişmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı EPA (1983) tarafından bildirildiğine göre çeşitli arıtma yöntemleri uygulanan çamurlarda organik C içeriği % 6.5 - 48 arasındadır. Uzak Gıda arıtma çamurunun toplam azot miktarı % 1.99 ile % 2.18 arasındadır. Metcalf ve Eddy'e (1991) göre, çürütülmüş çamur içeriğindeki toplam azot değişim aralıkları % 1.6 ile % 6.0 arasında değişmektedir. Arıtma çamur örneklerindeki C / N oranı 10.38 ile 11.07 arasındadır. Şengül ve Filibeli (1992) tarafından bildirildiğine göre arıtma çamurlarındaki C / N oranının 6'dan küçük olmaması gerekir, aksi halde azot kaybı fazla olur. C / N oranı 25'ten büyük olursa, azotlu besin maddesinin ortamda az oluşundan dolayı ayrışma yavaş başlar.

Çizelge 4.4. Denemede Kullanılan Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Miktarlar		
	1.Arıtma Çamuru	2.Arıtma Çamuru	3.Arıtma Çamuru
PH	7.30	7.65	7.35
EC, mS cm ⁻¹	2.53	2.51	2.54
Kireç, %CaCO ₃	8.33	8.72	8.58
Organik madde, %	38.01	36.00	39.04
Organik Karbon, (C) %	22.04	20.88	22.64
Toplam azot (N), %	1.99	2.00	2.18
Toplam karbon / azot oranı (C/N)	11.07	10.44	10.38
Bitkiye yarayışlı fosfor (P), mgkg ⁻¹	175.10	176.08	178.82
Değişebilir Katyonlar, mg kg ⁻¹			
Sodyum (Na)	142.00	126.00	119.60
Potasyum (K)	592.80	487.50	600.60
Kalsiyum (Ca)	6406.00	6400.00	6420.00
Magnezyum (Mg)	440.00	356.00	440.56
HNO ₃ + HClO ₄ ile Yaş Yakılan Toprak Örneğinde Kimi Besin Elementleri mg kg ⁻¹			
Fosfor (P)	11500	11200	11700
Potasyum (K)	5200	5100	5300
Magnezyum (Mg)	2100	2200	2300
Kükürt (S)	600	700	600
Alınabilir Ağır Metaller, mg kg ⁻¹			
Demir (Fe)	102.00	110.00	108.00
Bakır (Cu)	3.80	3.88	3.84
Çinko (Zn)	22.40	21.60	21.30
Mangan (Mn)	30.10	31.40	32.30
Kadmiyum (Cd)	0.61	0.64	0.62
Krom (Cr)	2.20	2.50	2.30
Nikel (Ni)	1.40	1.20	1.40
Kurşun (Pb)	3.10	3.20	3.20
HNO ₃ + HClO ₄ ile Yaş Yakılan Toprak Örneğinde Kimi Ağır Metaller mg kg ⁻¹			
Demir (Fe)	4210.00	4250.00	4252.00
Bakır (Cu)	120.00	122.00	126.00
Çinko (Zn)	221.00	230.00	223.00
Mangan (Mn)	405.00	400.00	410.00
Kadmiyum (Cd)	6.20	6.50	6.30
Krom (Cr)	87.00	90.00	88.00
Nikel (Ni)	32.00	30.00	34.00
Kurşun (Pb)	90.00	94.00	92.00
Kobalt (Co)	12.00	10.00	11.00
Alüminyum (Al)	138.00	146.00	145.00
Arsenik (As)	2.65	2.60	2.72
Cıva (Hg)	0.71	0.70	0.74
Molibden (Mo)	11.30	10.45	11.43
Selenyum (Se)	4.30	4.20	4.00

Bitkiye yararılı fosfor miktarı 175.10 ile 178.82 mg kg⁻¹ arasındadır. Uzay Gıda arıtma çamurunda değişebilir katyonlar ise şu aralıklarda bulunmaktadır. Na 119-142 mg kg⁻¹, K 487 – 600 mg kg⁻¹, Ca 6400-6420 mg kg⁻¹, Mg 356 – 440 mg kg⁻¹'dir.

Uzay Gıda arıtma çamurunda toplam fosfor miktarı 11200 ile 11700 mg kg⁻¹ arasındadır. EPA (1983) tarafından bildirildiğine göre tüm çamur tipleri için fosfor miktarı 1000 - 143000 mg kg⁻¹ gibi geniş aralıkta değişmektedir. Arıtma çamurumuzda; potasyum miktarı 5100 - 5300 mg kg⁻¹ arasında, magnezyum miktarı 2100 - 2300 mg kg⁻¹ arasında, kükürt miktarı ise 600 - 700 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Metcalf ve Eddy'e (1991) göre çürütülmüş arıtma çamurunda potasyumun tipik değeri 5000 mg kg⁻¹'tir. EPA (1983) tarafından bildirildiğine göre tüm arıtma çamurları için magnezyum miktarı 300 - 19700 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Bizim analiz sonuçlarımız, bildirilen değerler ile uyum içerisindedir.

Uzay Gıda arıtma çamurunda alınabilir ağır metal analizleri materyal ve metod bölümünde bildirildiği şekilde DTPA ile ekstrakte edildikten sonra Bierman ve ark. (1995), Hernandez ve ark. (1991) tarafından belirlendiği şekilde, Inductively Couple Plasma (ICP) aletinde ölçülmüştür. Çizelge 4.4'te bildirildiği şekilde alınabilir demir 102.00 ile 110.00 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir bakır 3.80 ile 3.88 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir çinko 21.30 ile 22.40 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir mangan 30.10 ile 32.30 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir kadmiyum 0.61 ile 0.64 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir krom 2.20 ile 2.50 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir nikel 1.20 ile 1.40 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir kurşun ise 3.10 ile 3.20 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir.

Arıtma çamurlarının tarımda kullanılıp kullanılmayacağının belirlenmesinde baz alınan en önemli faktör toplam ağır metal içerikleridir. Çizelge 4.5'te Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde bildirilen tarımda kullanılacak arıtma çamurunda müsaade edilebilecek maksimum ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹ çamur kuru maddesi olarak) gösterilmektedir. Çizelge 4.6'da ise Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde bildirilen toprakta kullanılacak arıtma çamurunda izin verilen maksimum ağır metal içeriği (mg kg⁻¹ fırın kuru toprak) gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Katı Atıklar Kontrolü Yönetmeliğine Göre Tarımda Kullanılacak Arıtma Çamurunda İzin Verilen Maksimum Ağır Metal İçeriği

Ağır Metal	Sınır Değer (mg kg ⁻¹)
Kurşun (Pb)	1200
Kadmiyum (Cd)	20
Krom (Cr)	1200
Bakır (Cu)	1200
Nikel (Ni)	200
Civa (Hg)	25
Çinko (Zn)	3000

Anonim (1991)

Çizelge 4.6. Toprak Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliğine Göre Tarımda Kullanılacak Arıtma Çamurunda İzin Verilen Maksimum Ağır Metal İçeriği (mg kg⁻¹ fırın kuru toprak)

Ağır Metal	Sınır Değer (mg kg ⁻¹)
Kurşun (Pb)	1200
Kadmiyum (Cd)	40
Krom (Cr)	1200
Bakır (Cu)	1750
Nikel (Ni)	400
Civa (Hg)	25
Çinko (Zn)	4000

Anonim (2001)

Çizelge 4.4'te bulunan ağır metal içerikleriyle Çizelge 4.5 ve 4.6'da bildirilen ağır metal sınır değerleri karşılaştırıldığında, Uzay Gıda arıtma çamurundaki ağır metal içeriklerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Uzay Gıda arıtma çamurunda kurşun miktarı 90.00 ile 94.00 mg kg⁻¹ arasında, kadmiyum miktarı 6.20 ile 6.50 mg kg⁻¹ arasında, krom miktarı 87.00 ile 90.00 mg kg⁻¹ arasında, bakır miktarı 120.00 ile 126.00 mg kg⁻¹ arasında, nikel miktarı 30.00 ile 34.00 mg kg⁻¹ arasında, civa miktarı 0.70 ile 0.74 mg kg⁻¹ arasında, çinko miktarı ise 221.00 ile 230.00 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre arıtma çamurumuzun tarımda kullanılmasında ağır metal içerikleri yönünden bir sakınca yoktur denilebilir.

4.2.2.2. Ülker Gıda Arıtma Çamuru Örneklerinin Kimi Özellikleri

Ülker Gıda arıtma çamurlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Denemede Kullanılan Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Miktarlar		
	1.Arıtma Çamuru	2.Arıtma Çamuru	3.Arıtma Çamuru
PH	6.14	6.42	5.84
EC, mS cm ⁻¹	1.57	1.53	1.62
Kireç, %CaCO ₃	0.26	0.19	0.39
Organik madde, %	31.00	28.90	30.96
Organik karbon, (C) %	17.98	16.76	17.95
Toplam azot (N), %	2.62	2.63	2.46
Toplam karbon / azot oranı (C/N)	6.86	6.37	7.29
Bitkiye yararılı fosfor (P), mgkg ⁻¹	216.20	210.06	213.31
Değişebilir Katyonlar, mg kg ⁻¹			
Sodyum (Na)	460.00	487.60	466.90
Potasyum (K)	655.20	663.00	627.90
Kalsiyum (Ca)	350.00	355.00	372.00
Magnezyum (Mg)	114.40	112.00	133.60
HNO ₃ + HClO ₄ ile Yaş Yakılan Toprak Örneğinde Kimi Besin Elementleri mg kg ⁻¹			
Fosfor (P)	19500	17600	18500
Potasyum (K)	7200	7100	7300
Magnezyum (Mg)	1200	1300	1200
Kükürt (S)	500	500	500
Alınabilir Ağır Metaller, mg kg ⁻¹			
Demir (Fe)	76.00	73.00	71.00
Bakır (Cu)	1.98	2.16	2.23
Çinko (Zn)	12.70	10.10	12.20
Mangan (Mn)	47.20	45.40	46.18
Kadmiyum (Cd)	0.58	0.60	0.61
Krom (Cr)	1.30	1.30	1.40
Nikel (Ni)	1.00	1.20	1.20
Kurşun (Pb)	2.40	2.50	2.50
HNO ₃ + HClO ₄ ile Yaş Yakılan Toprak Örneğinde Kimi Ağır Metaller mg kg ⁻¹			
Demir (Fe)	2590.00	2580.00	2600.00
Bakır (Cu)	70.00	68.00	71.00
Çinko (Zn)	135.00	134.00	136.00
Mangan (Mn)	516.00	522.00	520.00
Kadmiyum (Cd)	6.00	6.10	6.10
Krom (Cr)	44.00	43.00	46.00
Nikel (Ni)	21.00	20.00	23.00
Kurşun (Pb)	63.00	66.00	64.00
Kobalt (Co)	15.00	13.00	14.00
Alüminyum (Al)	136.00	134.00	135.00
Arsenik (As)	1.60	1.50	1.70
Cıva (Hg)	0.70	0.71	0.71
Molibden (Mo)	28.00	26.00	30.00
Selenyum (Se)	2.10	2.00	2.00

Çizelge 4.7'nin incelenmesinden de anlaşılaçağı üzere üç farklı zamanda alınan arıtma çamuru örneklerinin pH'sı 5.84 ile 6.14 arasında değışmektedir. Kellog (1952) tarafından bildirilen sınır değerlere göre hafif asittir. EC değeri 1.53 ile 1.62 mS cm⁻¹'dir.

Arıtma çamurlarının CaCO₃ miktarları % 0.16 ile % 0.39 arasındadır. Kireç içeriğinin düşük olmasının nedeni kurutma işleminin filtre pres ile fiziksel koşullarda yapıp, kireç ile kurutma yapılmamasından kaynaklanabilir. Arıtma çamurlarının organik madde içerikleri % 28.90 ile % 31.00 arasındadır. Organik C ise, % 16.76 ile % 17.98 arasına değışmektedir. Toplam azot miktarı % 2.46 ile % 2.63 arasındadır. Analiz sonuçları Metcalf ve Eddy (1991) tarafından bildirilen çamurdaki tipik besin maddesi içerikleri ile uyum içerisinde. Arıtma çamuru örneklerindeki C / N oranı 6.37 ile 7.29 arasındadır. Bitkiye yararışlı fosfor miktarı ise 210.06 ile 216.20 mg kg⁻¹ arasındadır. Ülker Gıda arıtma çamurunda değışebilir katyonlar şu aralıklarda bulunmaktadır : Na 460 – 487 mg kg⁻¹, K 627 – 663 mg kg⁻¹, Ca 350 – 372 mg kg⁻¹, Mg 112 – 133 mg kg⁻¹'dir. Ülker Gıda arıtma çamurunda fosfor miktarı 17600 – 19500 mg kg⁻¹ arasında, potasyum miktarı 7100 – 7300 mg kg⁻¹ arasında, magnezyum miktarı 1200 – 1300 mg kg⁻¹ arasında, kükürt miktarı ise 500 mg kg⁻¹ değerindedir. Ülker Gıda arıtma çamurunun fosfor ve potasyum miktarı, Uzay Gıda arıtma çamurundaki fosfor ve potasyum miktarına göre yüksek bulunmuştur. Ülker Gıda arıtma çamurunda alınabilir ağır metal analizleri DTPA ile ekstrakte edildikten sonra Bierman ve ark. (1995), Hernandez ve ark. (1991) tarafından belirlendiğı şekilde ICP aletinde ölçülmüştür. Çizelge 4.7'de belirtildiğı şekilde alınabilir demir 71.00 ile 76.00 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir bakır 1.98 ile 2.23 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir çinko 10.10 ile 12.70 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir mangan 45.40 ile 47.20 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir kadmiyum 0.58 ile 0.61 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir krom 1.30 ile 1.40 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir nikel 1.00 ile 1.20 mg kg⁻¹ arasında, alınabilir kurşun ise 2.40 ile 2.50 mg kg⁻¹ arasındadır.

Ülker Gıda arıtma çamurunda bulunan ağır metal değerleri ile Çizelge 4.5'te bulunan Katı Atıklar ve Kontrolü Yönetmeliğı, Çizelge 4.6'da bulunan Toprak Kirliliğı ve Kontrolü Yönetmeliğindeki ağır metal sınır değerleri karşılaştırıldığında, Ülker Gıda arıtma çamurundaki ağır metal miktarları oldukça düşük düzeydedir. Çamurda kurşun miktarı 63.00 ile 64.00 mg kg⁻¹ arasında, kadmiyum miktarı 6.00 ile 6.10 mg kg⁻¹

arasında, krom miktarı 43.00 ile 46.00 mg kg⁻¹ arasında, bakır miktarı 68.00 ile 71.00 mg kg⁻¹ arasında, nikel miktarı 20.00 ile 23.00 mg kg⁻¹ arasında, civa miktarı 0.70 ile 0.71 mg kg⁻¹ arasında, çinko miktarı ise 134.00 ile 136.00 mg kg⁻¹ arasındadır. Bu sonuçlara göre Ülker Gıda arıtma çamurunun tarımda kullanılmasında ağır metal içerikleri yönünden bir sakınca yoktur denilebilir.

4.3. Denemede Kullanılan Arıtma Çamurlarının Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

4.3.1. Uzun Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor İçerikleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Uzun Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın pH, EC, organik madde, toplam azot, kireç ve yarayışlı fosfor kapsamı değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzun Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor Değerleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama dozu (tonha ⁻¹)	pH	EC (mS cm ⁻¹)	Organik Madde (%)	Toplam N (%)	Kireç (CaCO ₃) %	Yarayışlı P (mg kg ⁻¹)
30	0	7.93	0.274	1.60	0.08	2.18	7.12
	20	7.82	0.290	2.01	0.11	2.20	9.85
	40	7.78	0.320	2.60	0.14	2.34	14.00
	80	7.70	0.364	2.84	0.17	2.53	18.25
	160	7.54	0.410	3.30	0.23	2.90	29.06
60	0	7.83	0.285	1.63	0.08	2.11	7.20
	20	7.70	0.305	2.15	0.12	2.22	10.30
	40	7.67	0.350	2.80	0.16	2.30	12.10
	80	7.56	0.380	3.15	0.18	2.40	19.05
	160	7.35	0.455	3.70	0.24	2.60	30.00
90	0	7.70	0.295	1.59	0.08	2.05	7.30
	20	7.65	0.330	1.98	0.12	2.21	10.50
	40	7.60	0.370	2.45	0.16	2.35	13.20
	80	7.54	0.392	2.70	0.18	2.50	18.90
	160	7.30	0.480	3.10	0.24	2.85	29.05

Çizelge 4.8’in incelenmesin de anlaşılacağı gibi, arıtma çamuru dozları arttıkça toprağın pH’sında düşme görülmektedir. Bunu nedeni arıtma çamurunun

pH'sının düşük olmasından kaynaklanabilir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak ta 90. günde en düşük pH değeri elde edilmiştir. Zamana bağlı olarak düşmeyi mineralizasyon ile açıklayabiliriz. pH değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın pH Değeri Üzerine Etkilerine ilişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.909	0.227 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.297	0.149 ***
A x B	8	0.019	0.002 ***
Hata	30	0.012	0.000
Toplam	44	1.237	0.028

Çizelge 4.9'un incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın pH değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Aynı şekilde atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.8' i incelediğimizde toprağın EC değeri artan atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerine paralel olarak artmıştır. Bu artış arıtma çamurunun topraktan daha yüksek oranda tuz içermesinden kaynaklanabilir.

En düşük EC değeri kontrol uygulamasından, en yüksek EC değeri 160 t / ha uygulamasından elde edilmiştir. Özgüven ve Katkat (2001) ve Erdem (2000) Mis Süt atığı ve bira fabrikası atıkları ile yaptıkları çalışmalarda doza ve zamana bağlı olarak toprakların tuz içeriğinin arttığını saptamışlardır. Çizelge 4.10'da EC değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın EC Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.149	0.037 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.013	0.007 ***
A x B	8	0.002	0.000 ***
Hata	30	0.000	0.000
Toplam	44	0.164	0.004

Çizelge 4.10'un incelenmesinden de anlaşılaçağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın EC değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Aynı şekilde atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksyon da % 0.1 düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.8'i incelediğimizde toprağın organik madde değeri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. En düşük değer kontrol uygulamasından, en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Toprağın organik madde değeri 60 günlük inkübasyon süresi sonunda artmış, 90 günlük inkübasyon süresi sonunda ise azalmıştır. Vasconcelos ve Cabral (1993), kağıt hamuru çamurunu artan dozlarda uygulayarak kurdukları sera denemesi sonunda, organik madde miktarının dozlarla birlikte arttığını bildirmişlerdir. Kütük ve ark. (2000), alkali toprakta bira fabrikası atığı uygulaması çalışmalarında, organik madde kapsamının zamana bağlı olarak azaldığını, bu durumun mineralizasyonla ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Organik madde değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.8'de toprağın toplam azot değerine baktığımızda, artan dozlarla birlikte toplam azot değeri de artmıştır. En düşük değer kontrol uygulamasından, en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İnkübasyon süresine bağlı olarak toplam azot değerinde fazla bir değişim belirlenmemiştir. Toplam azot içerikleri 60. ve 90. günde aynı değeri göstermiştir. Baran ve ark. (1995), Taşatar (1997), Özgüven ve Katkat (2001) ve Erdem (2000) çeşitli arıtma çamuru atıkları ile yaptıkları çalışmalarda toplam azot miktarında zamana bağlı olarak fazla bir değişim olmadığını saptamışlardır. Toplam azot değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Organik Madde Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	34.768	8.692 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	1.353	0.676 ***
A x B	8	0.419	0.052 ***
Hata	30	0.148	0.005
Toplam	44	36.688	0.834

Çizelge 4.11'in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın organik madde değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Aynı şekilde atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.12. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Toplam Azot Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	7.113	1.778 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.148	0.074 ***
A x B	8	0.021	0.003 ns
Hata	30	0.060	0.002
Toplam	44	7.341	0.167

Çizelge 4.12'nin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın azot değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.8'i incelediğimizde artan arıtma çamuru dozlarına bağlı olarak toprağın kireç değerinin de arttığı görülmektedir. Bu sonuç arıtma çamurunun yüksek oranda kireç içermesinden kaynaklanabilir. En düşük kireç değeri kontrol, en yüksek kireç değeri ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İnkübasyon süreleri ile toprağın kireç değeri arasında düzenli bir değişim saptanmamıştır. Toprağın kireç değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Kireç Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	8.451	2.113 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.266	0.133 ***
A x B	8	0.424	0.053 ***
Hata	30	0.099	0.003
Toplam	44	9.240	0.210

Çizelge 4.13'ün incelenmesinden de anlaşılaçağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın kireç değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Aynı şekilde atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksyon da % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8'i incelediğimizde artan arıtma çamuru dozlarına bağılı olarak toprağın yarayışı fosfor değeri de artmıştır. İstatistiki olarak ta atık madde miktarları ile toprağın yarayışı fosfor değeri % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprağın yarayışı fosfor düzeyine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.14'te sunulmuştur. İnkübasyon süreleri ile toprağın yarayışı fosfor değerleri arasında düzenli bir ilişki saptanmamış olmasına rağmen istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yine atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksyon % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yarayışı Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık Madde Miktarı (A)	4	2745.274	686.319 ***
İnkübasyon Süresi (B)	2	0.135	0.068 ***
A x B	8	8.910	1.114 ***
Hata	30	0.048	0.002
Toplam	44	2745.367	62.599

4.3.2. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışı Fosfor İçerikleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Ülker Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın pH, EC, Organik madde, toplam azot, kireç ve yarayışı fosfor içerikleri değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının pH, EC, Organik Madde, Toplam Azot, Kireç ve Yarayışlı Fosfor Değerleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama Dozu (tonha ⁻¹)	pH	EC (mS cm ⁻¹)	Organik Madde (%)	Toplam N (%)	Kireç (CaCO ₃) %	Yarayışlı P (mg kg ⁻¹)
30	0	7.94	0.270	1.65	0.08	2.19	7.14
	20	7.76	0.275	1.85	0.12	2.10	11.50
	40	7.62	0.280	2.05	0.15	1.92	13.40
	80	7.50	0.287	2.48	0.18	1.74	20.05
	160	7.28	0.305	2.86	0.24	1.56	31.89
60	0	7.84	0.282	1.67	0.08	2.12	7.16
	20	7.68	0.286	1.96	0.12	1.81	11.20
	40	7.52	0.290	2.25	0.16	1.70	12.80
	80	7.41	0.300	2.76	0.20	1.61	19.00
	160	7.12	0.350	3.01	0.25	1.41	31.95
90	0	7.72	0.291	1.60	0.08	2.01	7.25
	20	7.59	0.292	1.80	0.12	1.71	11.30
	40	7.45	0.312	2.02	0.17	1.65	13.25
	80	7.34	0.330	2.35	0.20	1.61	19.10
	160	6.90	0.380	2.70	0.26	1.50	31.70

Çizelge 4.15'in incelenmesin de anlaşılacağı gibi, arıtma çamuru dozları arttıkça toprağın pH'sında düşme görülmektedir. Ülker Gıda arıtma çamurunun pH'sının 5.84 olması, toprak pH'sını da düşürmüştür. En düşük pH değeri kontrol, en yüksek pH değeri ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak en düşük pH değeri 6.90 ile 90. günde elde edilmiştir. pH değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın pH Değeri Üzerine Etkilerine ilişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	2.796	0.699 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.357	0.178 ***
A x B	8	0.054	0.007 ***
Hata	30	0.034	0.001
Toplam	44	3.241	0.074

Çizelge 4.16'nın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın pH değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Yine atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.15' i incelediğimizde toprağın EC değeri artan atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerine paralel olarak artmıştır. En düşük EC değeri 30. günde 0.270 mS cm^{-1} ile kontrol uygulamasından, en yüksek EC değeri 90. günde 0.380 mS cm^{-1} ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Çizelge 4.17'de EC değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı Inkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın EC Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.024	0.006 ***
Inkübasyon süresi (B)	2	0.011	0.005 ***
A x B	8	0.004	0.000 ***
Hata	30	0.000	0.000
Toplam	44	0.039	0.001

Çizelge 4.17'nin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın EC değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Yine atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.15'i incelediğimizde toprağın organik madde değeri artan atık madde miktarlarına bağlı olarak artış göstermiştir. Bunun sebebi Ülker Gıda arıtma çamurunda organik madde içeriğinin % 30.96 gibi yüksek değerde olmasından kaynaklanabilir. Mohammad ve Battikhi (1997), yaptıkları çalışmada arıtma çamurundaki organik madde içeriğinin yüksek olmasından dolayı, artan atık madde miktarına bağlı olarak topraktaki organik madde değerinin de arttığını saptamışlardır. Toprağın organik madde değeri 60 günlük inkübasyon süresi sonunda artmış, 90 günlük inkübasyon süresi sonunda ise mineralizasyona bağlı olarak azalmıştır. Organik madde değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

uygulamasından, en yüksek kireç değeri ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. İnkübasyon süreleri ile toprağın kireç değeri arasında düzenli bir değişim saptanmamıştır. Toprağın kireç değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Toplam Kireç Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	9.059	2.265 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	1.672	0.836 ***
A x B	8	0.521	0.065 ***
Hata	30	0.059	0.002
Toplam	44	11.311	0.257

Çizelge 4.20’nin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın kireç değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.15’i incelediğimizde artan arıtma çamuru dozlarına bağlı olarak toprağın yarayışlı fosfor değeri de artmıştır. En düşük değer 30. günde 7.14 mg kg^{-1} ile kontrol, en yüksek değer ise 60. günde 31.95 mg kg^{-1} ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Toprağın yarayışlı fosfor düzeyine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yarayışlı Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	3315.769	828.942 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	1.192	0.596 ***
A x B	8	1.669	0.209 ***
Hata	30	0.012	0.000
Toplam	44	3318.642	75.424

Çizelge 4.21’in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın yarayışlı fosfor değeri arasında % 0.1

düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemlidir.

4.3.3. Uzak Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Uzak Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın kimi besin elementleri değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzak Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama Dozu (ton ha ⁻¹)	Değişebilir Katyonlar (mg kg ⁻¹)				HNO ₃ + HClO ₄ Yaş Yakılması ile Belirlenen Elementler (mg kg ⁻¹)			
		Na	K	Ca	Mg	P	K	Mg	S
30	0	39	86	5400	177	1248	5097	3510	298
	20	46	120	6000	216	1344	5122	3610	299
	40	64	152	7000	240	1403	5159	3890	300
	80	73	175	7400	240	1532	5202	4200	315
	160	83	179	7600	360	1672	5297	4800	321
60	0	44	82	5600	180	1251	5103	3520	295
	20	55	117	6200	240	1347	5125	3620	299
	40	64	148	6600	276	1412	5169	3930	300
	80	76	163	7200	336	1541	5214	4240	314
	160	83	175	7400	372	1686	5296	4850	324
90	0	48	89	6000	183	1244	5106	3510	297
	20	60	120	6600	252	1341	5128	3620	299
	40	69	152	7200	312	1403	5166	3880	300
	80	80	163	7400	326	1537	5214	4210	311
	160	85	179	7800	357	1681	5294	4830	324

Çizelge 4.22’nin incelenmesin de anlaşılacağı üzere arıtma çamuru dozları arttıkça toprağın değişebilir sodyum miktarı da artmaktadır. En düşük sodyum miktarı 30. günde 39 mg kg⁻¹ ile kontrol uygulamasından, en yüksek sodyum miktarı 90. günde 85 mg kg⁻¹ ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Değişebilir sodyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.22’de değişebilir potasyum değerini incelediğimizde artan arıtma çamuru dozlarıyla birlikte toprağın değişebilir potasyum değeri de artmıştır. İnkübasyon

süresine bağlı olarak değerinde düzenli bir değişim saptanmamıştır. 60. günde ortalama 136 mg kg^{-1} olan değer 90.günde ortalama 140 mg kg^{-1} 'a yükselmiştir. Değişebilir potasyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.24'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Sodyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	9566.533	2391.633 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	397.378	198.689 ***
A x B	8	149.067	18.633 ***
Hata	30	93.333	3.111
Toplam	44	10206.311	231.962

Çizelge 4.23'ün incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir sodyum değerleri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 önemlidir.

Çizelge 4.24. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	50724.133	12681.033 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	208.578	104.289 ***
A x B	8	225.867	28.233 ***
Hata	30	41.333	1.378
Toplam	44	51199.911	1163.634

Çizelge 4.24'ün incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir potasyum değerleri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 önemlidir.

Çizelge 4.22'de toprağın değişebilir kalsiyum ve magnezyum değerlerini incelediğimizde, artan atık madde miktarlarına bağlı olarak değerler de artmıştır. Değişebilir kalsiyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.25'te, değişebilir magnezyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları ise Çizelge 4.26'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Kalsiyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	22528000.000	5632000.000 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	1344000.000	672000.000 ***
A x B	8	656000.000	82000.000 ***
Hata	30	286000.000	9533.333
Toplam	44	24814000.000	563954.545

Çizelge 4.25'in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir kalsiyum değerleri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 önemlidir.

Çizelge 4.26. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	169977.778	42494.444 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	13617.644	6808.822 ***
A x B	8	13228.356	1653.544 ***
Hata	30	266.000	8.867
Toplam	44	197089.778	4479.313

Çizelge 4.26'yı incelediğimizde, gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir magnezyum değerleri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.22'de gösterilen toprağın fosfor değerini incelediğimizde artan dozlarla birlikte fosfor miktarı da artmıştır. Bu artış arıtma çamurunun, toprağa göre daha yüksek oranda fosfor içermesinden kaynaklanabilir. Zamana bağlı olarak ta fosfor miktarı 30. güne göre 60. ve 90. günde artmış gibi görünmektedir. Buradaki artış fosfor miktarı ile değil toprağın pH'sında meydana gelen değişimler ve mineralizasyon ile açıklanabilir. Fosfor değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.22’de gösterilen toprağın potasyum, magnezyum ve kükürt değerlerini incelediğimizde, artan atık madde miktarlarına bağlı olarak potasyum, magnezyum ve kükürt değerleri de artmaktadır. Bu artışın nedeni arıtma çamurunun, toprağa oranla yüksek miktarda potasyum, magnezyum ve kükürt içermesi ile açıklanabilir. Zamana bağlı olarak potasyum miktarında en fazla artış 90. günde 5182 mg kg⁻¹ ortalama ile sağlanmıştır. Potasyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Zamana bağlı olarak magnezyum miktarında en fazla artış 60. günde 4030 mg kg⁻¹ ortalama ile sağlanmıştır. Magnezyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Zamana bağlı olarak kükürt miktarında fazla bir değişim saptanmamıştır. Kükürt değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	1026047.911	256511.978 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	524.978	262.489 ***
A x B	8	194.356	24.294 **
Hata	30	226.667	7.556
Toplam	44	1026993.911	23340.771

Çizelge 4.27’yi incelediğimizde, gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın fosfor değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistikî bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.28. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	212267.244	53066.811 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	376.311	188.156 ***
A x B	8	286.356	35.794 **
Hata	30	261.333	8.711
Toplam	44	213191.244	4845.256

Çizelge 4.28’i incelediğimizde, gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın potasyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistikî

bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.29. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	10116069.556	2529017.389 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	7480.178	3740.089 ***
A x B	8	3552.044	444.006 **
Hata	30	2871.333	95.711
Toplam	44	10129973.111	230226.662

Çizelge 4.29'u incelediğimizde, gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın magnezyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.30. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kükürt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık Madde Miktarı (A)	4	4660.617	1165.154 ***
İnkübasyon Süresi (B)	2	1.200	0.600 ns
A x B	8	55.862	6.983 ***
Hata	30	17.933	0.598
Toplam	44	4735.612	107.628

Çizelge 4.30'u incelediğimizde, atık madde miktarları ile toprağın kükürt değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süreleri ile toprağın kükürt değeri ise istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir.

4.3.4. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Ülker Gıda arıtma çamuru uygulanan kimi besin elementleri değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama Dozu (ton ha ⁻¹)	Değişebilir Katyonlar (mg kg ⁻¹)				HNO ₃ + HClO ₄ Yaş Yakılması ile Belirlenen Elementler (mg kg ⁻¹)			
		Na	K	Ca	Mg	P	K	Mg	S
30	0	39	82	5200	180	1247	5096	3520	295
	20	57	125	5400	192	1361	5161	3550	298
	40	80	160	5800	198	1451	5201	3700	299
	80	97	168	6000	216	1566	5290	3930	307
	160	124	187	6400	240	1692	5324	4110	315
60	0	51	86	5200	180	1249	5094	3420	296
	20	60	125	5400	192	1364	5162	3560	298
	40	80	163	5800	228	1457	5206	3730	301
	80	101	156	6000	210	1571	5290	3910	305
	160	124	187	6400	242	1695	5320	4140	317
90	0	51	93	5400	181	1250	5096	3520	297
	20	67	128	5600	189	1367	5162	3580	298
	40	87	163	5800	222	1454	5205	3750	301
	80	105	171	6200	204	1572	5286	3900	306
	160	128	183	6600	241	1695	5328	4120	318

Çizelge 4.31’in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere değişebilir katyonlar artan atık madde miktarları ile birlikte artmaktadır. Değişebilir sodyum 30. günde, kontrol uygulamasında 39 mg kg⁻¹ iken 160 t ha⁻¹ uygulamasında 124 mg kg⁻¹’e yükselmiştir. Bu artış Ülker Gıda arıtma çamurunun, topraktan daha yüksek oranda sodyum içermesiyle açıklanabilir. İnkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir sodyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Değişebilir sodyum değerine varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Değişebilir potasyum miktarında en düşük değer kontrol uygulamasında elde edilirken en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İnkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir potasyum değeri arasında % 5 düzeyinde istatistiki

bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Değişebilir potasyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Değişebilir kalsiyum ve magnezyum miktarlarında da 30. 60. ve 90. günlerde en düşük değer kontrol, en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Değişebilir kalsiyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.34'te, değişebilir magnezyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Sodyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	34895.689	8723.922 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	520.844	260.422 ***
A x B	8	155.378	19.422 *
Hata	30	193.333	6.444
Toplam	44	35765.244	812.846

Çizelge 4.32'nin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere atık madde miktarları ile toprağın değişebilir sodyum değerleri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise % 5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.33. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık Madde Miktarı (A)	4	54366.889	13591.722 ***
İnkübasyon Süresi (B)	2	142.978	71.489 *
A x B	8	513.911	64.239 **
Hata	30	416.000	13.867
Toplam	44	55439.778	1259.995

Çizelge 4.33'ün incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere atık madde miktarı ile toprağın değişebilir potasyum miktarı arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süreleri % 5, atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.34. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Kalsiyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	8972516.089	2243129.022 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	406595.733	203297.867 **
A x B	8	267806.044	33475.756 ns
Hata	30	785725.333	26190.844
Toplam	44	10432643.200	237105.527

Çizelge 4.34'ün incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere, atık madde miktarları ile toprağın değişebilir kalsiyum değerleri arasında % 0.1 düzeyinde inkübasyon süreleri ile ise % 1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon önemsizdir.

Çizelge 4.35. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Değişebilir Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	19839.644	4989.911 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	220.044	110.022 ***
A x B	8	1567.289	195.911 ***
Hata	30	21.333	0.711
Toplam	44	21648.311	492.007

Çizelge 4.35'in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere, gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın değişebilir magnezyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.31'de artan atık madde miktarlarına bağlı olarak toprakta fosfor, potasyum, magnezyum ve kükürt değerleri de artmıştır. Bu sonuçlar arıtma çamurunun topraktan daha yüksek oranlarda fosfor, potasyum, magnezyum ve kükürt içermesiyle açıklanabilir. İnkübasyon süreleri ile toprağın potasyum, magnezyum ve kükürt içeriğinde önemli değişimler olmamıştır. İstatistiki sonuçlar da bunu desteklemektedir. Fosfor miktarı 30. güne göre 60. ve 90. günde artmış gibi görünmektedir. Bu artışı mineralizasyonla açıklayabiliriz. Fosfor değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.36'da, potasyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge

4.37’de, magnezyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.38’de, kükürt değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Fosfor Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	1084850.800	271212.700 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	168.711	84.356 ***
A x B	8	29.733	3.717 ns
Hata	30	149.333	4.978
Toplam	44	1085198.578	24663.604

Çizelge 4.36’yi incelediğimizde, gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın fosfor değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise istatistiki bakımdan önemsizdir.

Çizelge 4.37. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Potasyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	311210.533	77802.633 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	10.178	5.089 ns
A x B	8	180.933	22.617 ns
Hata	30	436.000	14.533
Toplam	44	311837.644	7087.219

Çizelge 4.37’yi incelediğimizde, atık madde miktarları ile toprağın potasyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süresi ve atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise önemsizdir.

Çizelge 4.38. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Magnezyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	2429808.089	607452.022 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	3662.711	1831.356 ***
A x B	8	24384.178	3048.022 ***
Hata	30	2808.667	93.622
Toplam	44	2460663.644	55924.174

Çizelge 4.38'i incelediğimizde, gerek atık madde miktarları gerekse inkübasyon süreleri ile toprağın magnezyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.39. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kükürt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	2552.504	638.126 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	5.668	2.834 ns
A x B	8	20.196	2.525 ns
Hata	30	35.220	1.174
Toplam	44	2613.588	59.400

Çizelge 4.39'u incelediğimizde, atık madde miktarları ile toprağın kükürt değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süresi ve atık madde miktarları ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise önemsizdir.

4.3.5. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Alınabilir Ağır Metaller İçerikleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Uzay Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın alınabilir ağır metaller içerikleri değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.40'ta verilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama dozu (ton ha ⁻¹)	Alınabilir Fe (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Cu (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Zn (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Mn (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Cd (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Cr (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Ni (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Pb (mg kg ⁻¹)
30	0	9.26	1.77	0.53	5.17	İz	İz	İz	0.50
	20	11.00	1.92	0.68	5.87	İz	İz	İz	0.60
	40	13.24	1.90	0.70	6.82	İz	İz	İz	0.80
	80	15.63	2.00	0.79	7.49	İz	İz	İz	0.90
	160	15.69	2.25	0.94	8.00	İz	İz	İz	1.00
60	0	9.47	1.84	0.50	5.40	İz	İz	İz	0.60
	20	11.40	1.98	0.65	6.90	İz	İz	İz	0.70
	40	13.32	1.96	0.73	7.50	İz	İz	İz	0.80
	80	16.73	2.18	0.75	7.83	İz	İz	İz	0.90
	160	17.00	2.36	0.93	8.30	İz	İz	İz	1.00
90	0	9.48	1.76	0.55	5.65	İz	İz	İz	0.50
	20	11.65	1.94	0.69	6.16	İz	İz	İz	0.60
	40	13.62	1.94	0.75	7.42	İz	İz	İz	0.80
	80	15.74	2.10	0.80	8.53	İz	İz	İz	0.80
	160	17.69	2.25	0.95	9.59	İz	İz	İz	0.90

Artan miktarlarda uygulanan arıtma çamurunun toprağın alınabilir demir miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.40'ta ve varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir. Çizelge 4.40'ın incelenmesin de anlaşılabacağı üzere arıtma çamuru dozu arttıkça toprağın alınabilir demir değerleri de artmıştır. Her üç inkübasyon süresinde de en düşük değer kontrol, en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Bu artış Uzay Gıda arıtma çamurunun demir içeriği ile açıklanabilir. İnkübasyon süresine bağlı olarak, en yüksek değeri 13.63 mg kg⁻¹ ortalama ile 90. günde elde edilmiştir. Bu artış, zamana bağlı olarak toprak pH'sındaki azalış ve mineralizasyon ile açıklanabilir. Bierman ve Rosen (1994), çöp yakma fırınından çıkan arıtma çamuruyla yaptıkları çalışmada, alınabilir demir ve manganın zamana bağlı olarak arttığını, bunun sebebinin ise pH'nın zamana bağlı olarak azalmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Mc Bride (1989), demir ve mangan gibi minerallerin çözünürlüğünü toprak pH'sının etkilediğini bildirmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	347.146	86.896 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	4.196	2.098 ***
A x B	8	5.467	0.683 ***
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	357.250	8.119

Çizelge 4.41'i incelediğimizde gerek atık madde miktarları, gerekse inkübasyon süreleri ile toprakların alınabilir demir kapsamları arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarları ile inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.40'ı incelediğimizde, artan arıtma çamuru miktarına bağlı olarak toprakta alınabilir bakır, çinko, mangan ve kurşun değerleri de artmaktadır. Her ağır metalde en düşük değer kontrol, en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Bu artış arıtma çamurunun toprağa oranla daha fazla miktarda bakır, çinko, mangan ve kurşun içermesiyle açıklanabilir. Cripps ve Matocha (1991), Bierman ve Rasen (1994), artan arıtma çamuru dozu ile birlikte toprakta alınabilir bakır ve çinko miktarının arttığını, Bierman ve ark. (1995), Hernandez ve ark. (1991), Tadesse ve ark. (1991), Mohammad ve Battikhi (1997) artan arıtma çamuru dozuyla birlikte toprakta alınabilir bakır, çinko, mangan ve kurşun miktarının arttığını saptamışlardır. Çizelge 4.40'ı incelediğimizde, alınabilir çinko ve manganın inkübasyon süresiyle birlikte arttığı görülmektedir. En yüksek değer 0.75 mg kg⁻¹ çinko ve 7.46 mg kg⁻¹ mangan ortalamaları ile 90. günde elde edilmiştir. Zamana bağlı olarak bu artış topraktaki pH değişimi ve mineralizasyon ile açıklanabilir. Alınabilir bakır 2.00 mg kg⁻¹ ve alınabilir kurşun 0.72 mg kg⁻¹ ortalamaları ile 60. günde en yüksek değeri elde etmişlerdir. Çizelge 4.42'de alınabilir bakır, Çizelge 4.43'te alınabilir çinko, Çizelge 4.44'te alınabilir mangan, Çizelge 4.45'te alınabilir kurşun değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Bakır Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	1.267	0.317 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.077	0.038 ***
A x B	8	0.024	0.003 ***
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	1.369	0.031

Çizelge 4.42'yi incelediğimizde, hem atık madde miktarları hem de inkübasyon süreleri ile toprağın alınabilir bakır değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarları ve inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon ise istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.43. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Çinko Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.816	0.204 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.012	0.006 ***
A x B	8	0.005	0.001 ***
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	0.836	0.019

Çizelge 4.43'ü incelediğimizde, hem atık madde miktarları hem de inkübasyon süreleri ile toprağın alınabilir çinko değeri arasında istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarları ve inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.44. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Mangan Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	51.816	12.849 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	4.887	2.443 ***
A x B	8	11.587	1.448 ***
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	67.870	1.543

Çizelge 4.44'ü incelediğimizde, atık madde miktarları ile toprağın alınabilir mangan değeri arasında istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki vardır.

İnkübasyon süreleri % 0.1 düzeyinde önemlidir. Atık madde miktarları ve inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.45. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.401	0.100 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.084	0.042 ***
A x B	8	0.100	0.013 ***
Hata	30	0.029	0.001
Toplam	44	0.632	0.014

Çizelge 4.45'i incelediğimizde, hem atık madde miktarları hem de inkübasyon süreleri ile toprağın alınabilir kurşun değeri arasında istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarları ve inkübasyon süreleri arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir.

4.3.6. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Alınabilir Ağır Metaller İçerikleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Ülker Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın alınabilir ağır metaller içerikleri değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama Dozu (ton ha ⁻¹)	Alınabilir Fe (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Cu (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Zn (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Mn (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Cd (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Cr (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Ni (mg kg ⁻¹)	Alınabilir Pb (mg kg ⁻¹)
30	0	9.45	1.71	0.50	5.14	İz	İz	İz	0.50
	20	10.88	1.77	0.62	6.31	İz	İz	İz	0.50
	40	12.55	1.85	0.68	7.43	İz	İz	İz	0.60
	80	12.85	1.89	0.71	7.45	İz	İz	İz	0.70
	160	13.37	1.98	0.80	8.90	İz	İz	İz	0.80
60	0	9.48	1.66	0.55	5.20	İz	İz	İz	0.60
	20	10.50	1.76	0.60	6.38	İz	İz	İz	0.70
	40	12.00	1.80	0.67	8.40	İz	İz	İz	0.70
	80	13.85	1.95	0.78	8.47	İz	İz	İz	0.70
	160	14.46	1.97	0.86	8.70	İz	İz	İz	0.90
90	0	9.50	1.60	0.53	6.12	İz	İz	İz	0.60
	20	10.91	1.70	0.65	8.30	İz	İz	İz	0.60
	40	12.86	1.82	0.70	8.50	İz	İz	İz	0.70
	80	14.50	1.90	0.75	9.00	İz	İz	İz	0.80
	160	14.87	1.95	0.84	10.30	İz	İz	İz	0.90

Çizelge 4.46'nın incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere, artan arıtma çamuru miktarlarına bağlı olarak, toprağın alınabilir demir, bakır, çinko, mangan ve kurşun içeriği de artmıştır. En düşük demir içeriği 9.47 mg kg⁻¹ ile kontrol, en yüksek demir içeriği ise 14.23 mg kg⁻¹ ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Bu artış arıtma çamurunun demir içeriği ile açıklanabilir. İnkübasyon süresine bağlı olarak, en yüksek demir değeri 12.52 mg kg⁻¹ ortalama ile 90. günde elde edilmiştir. Zamana bağlı olarak artış toprak pH'sında meydana gelen değişimler ve mineralizasyon ile açıklanabilir. Toprağın alınabilir çinko ve mangan içeriklerinde yine en düşük değerler kontrol uygulamalarından, en yüksek değer ise 160 t ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. İnkübasyon süresine bağlı olarak en yüksek çinko değeri 0.69 mg kg⁻¹ ortalama ile 90. günde, en yüksek mangan değeri 8.44 mg kg⁻¹ ortalama ile yine 90. günde elde edilmiştir. Toprağın alınabilir bakır içeriğinde en düşük değer 1.65 mg.kg⁻¹ ortalama ile kontrol uygulamasından, en yüksek değer 1.96 mg kg⁻¹ ortalama ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İnkübasyon süresine bağlı olarak en yüksek bakır değeri 1.83 mg kg⁻¹ ortalama ile 30. günde elde edilmiştir. Toprağın alınabilir kurşun içeriğinde en düşük değer 0.60 mg kg⁻¹ ortalama ile kontrol uygulamalarından, en yüksek değer 0.90 mg kg⁻¹ ortalama ile 160 t ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir.

İnkübasyon süresine bağlı olarak en yüksek kurşun değeri 0.72 mg kg^{-1} ortalama ile 60. günde elde edilmiştir.

Çizelge 4.47’de alınabilir demir, Çizelge 4.48’de alınabilir bakır, Çizelge 4.49’da alınabilir çinko, Çizelge 4.50’de alınabilir mangan, Çizelge 4.51’de alınabilir kurşun değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	143.236	35.809 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	3.874	1.937 ***
A x B	8	6.131	0.766 ***
Hata	30	0.002	0.000
Toplam	44	153.242	3.483

Çizelge 4.47’yi incelediğimizde atık madde miktarı, inkübasyon süresi ve atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.48. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Bakır Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.566	0.141 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.017	0.009 ***
A x B	8	0.018	0.002 ***
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	0.369	0.014

Çizelge 4.48’i incelediğimizde atık madde miktarı, inkübasyon süresi ve atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.49. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Çinko Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.492	0.123 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.009	0.005 ***
A x B	8	0.012	0.002 ***
Hata	30	0.000	0.000
Toplam	44	0.514	0.012

Çizelge 4.49'u incelediğimizde atık madde miktarı, inkübasyon süresi ve atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.50. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Mangan Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	57.729	14.432 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	15.658	7.829 ***
A x B	8	22.670	2.834 ***
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	96.058	2.183

Çizelge 4.50'yi incelediğimizde, hem atık madde miktarı hem de inkübasyon süresi % 0.1 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. Yine atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.51. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Alınabilir Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.401	0.100 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.084	0.042 ***
A x B	8	0.100	0.013 ***
Hata	30	0.029	0.001
Toplam	44	0.632	0.014

Çizelge 4.51'i incelediğimizde atık madde miktarı, inkübasyon süresi ve atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksyon istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.3.7. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller İçeriği Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Uzay Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın yaş yakılan örneklerdeki ağır metaller değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi	Uygulama dozu (tonha ⁻¹)	Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller (mg kg ⁻¹)												
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb	Co	Al	As	Mo	Se
30	0	960	25	30	121	0.94	0.50	0.44	1.37	16.00	30.60	0.21	0.32	0.46
	20	972	26	33	125	0.97	0.56	0.55	1.81	16.30	31.40	0.28	0.37	0.49
	40	1002	27	34	128	1.03	0.61	0.65	2.44	16.60	32.80	0.33	0.60	0.51
	80	1033	29	36	131	1.09	0.78	0.81	3.14	16.80	34.20	0.40	0.73	0.53
	160	1080	31	42	136	1.14	0.82	0.95	3.84	17.00	36.20	0.48	0.86	0.65
60	0	966	26	30	120	0.94	0.50	0.46	1.36	16.10	31.30	0.21	0.35	0.47
	20	975	26	32	127	0.98	0.57	0.57	1.93	16.30	31.70	0.27	0.40	0.50
	40	1004	28	34	128	1.03	0.64	0.66	2.42	16.60	33.00	0.31	0.63	0.52
	80	1038	29	35	131	1.07	0.72	0.82	3.11	16.80	34.50	0.42	0.70	0.54
	160	1084	30	42	137	1.14	0.86	0.97	3.96	17.10	36.60	0.45	0.82	0.66
90	0	964	25	30	120	0.95	0.50	0.46	1.34	15.20	31.30	0.22	0.34	0.48
	20	975	26	33	127	0.97	0.58	0.58	1.87	16.40	31.80	0.26	0.42	0.50
	40	1003	27	34	129	1.04	0.62	0.66	2.55	16.70	33.30	0.32	0.64	0.51
	80	1029	28	36	130	1.07	0.77	0.81	3.15	16.90	35.40	0.43	0.74	0.55
	160	1085	30	41	136	1.13	0.88	0.98	3.95	17.00	37.00	0.46	0.85	0.66

Çizelge 4.52'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, arıtma çamuru miktarı arttıkça, topraktaki ağır metaller de artmıştır. Duncan çoklu test ile karşılaştırma yaptığımız istatistiki çalışmada en düşük ortalamalar kontrol uygulamalarından, en yüksek ortalamalar ise 160 t ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Bu artışlar arıtma çamurunun topraktan daha fazla miktarda ağır metal içermesiyle açıklanabilir. En düşük

demir miktarı 963 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek demir miktarı ise 1083 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük bakır miktarı 25 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek bakır miktarı ise 30 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük çinko miktarı 30 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek çinko miktarı ise 42 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük mangan miktarı 120 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek mangan miktarı ise 136 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kadmiyum miktarı 0.94 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek kadmiyum miktarı ise 1.14 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük krom miktarı 0.50 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek krom miktarı ise 0.85 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük nikel miktarı 0.45 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek nikel miktarı ise 0.96 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kurşun miktarı 1.36 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek kurşun miktarı ise 3.91 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kobalt miktarı 15.76 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek kobalt miktarı ise 17.00 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük alüminyum miktarı 31.00 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek alüminyum miktarı ise 36.60 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük arsenik miktarı 0.21 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek arsenik miktarı ise 0.46 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük molibden miktarı 0.33 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek molibden miktarı ise 0.84 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. En düşük selenyum miktarı 0.47 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek selenyum miktarı ise 0.66 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Aitken (1997), Zenhas ve ark. (2000), Fiskell ve ark. (1990), Aitken ve ark. (1998), O’Riordan ve ark. (1994) çeşitli arıtma çamurlarıyla yaptıkları çalışmalarda, topraklara ilave edilen çamur miktarı arttıkça ağır metal içeriğinin arttığını belirtmişlerdir.

Toprağın ağır metal içeriğini, inkübasyon süreleri açısından ele aldığımızda Çizelge 4.52’de bulunan değerler Duncan çoklu test ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre ; bakır, çinko, mangan, kadmiyum, krom ve arsenik inkübasyon süreleri bakımından istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

İnkübasyon süreleri önemsiz bulunan ağır metallerin varyans çözümleme sonuçları çizelgelerle gösterilmemektedir. Çizelge 4.53'te demir değerine ilişkin, Çizelge 4.54'te nikel değerine ilişkin, Çizelge 4.55'te kurşun değerine ilişkin, Çizelge 4.56'da kobalt değerine ilişkin, Çizelge 4.57'de alüminyum değerine ilişkin, Çizelge 4.58'de molibden değerine ilişkin, Çizelge 4.59'da selenyum değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları verilmiştir. Nikel, kurşun, molibden, selenyum ve alüminyum da inkübasyon süreleri bakımından en yüksek değerler 90. günde elde edilmiştir. Bu durum mineralizasyon ile açıklanabilir. Demirde 60.günde, Kobaltta ise 30. günde inkübasyon süreleri bakımından en yüksek değerler elde edilmiştir. Ağır metallerin inkübasyon sürelerini karşılaştırdığımızda rakamsal olarak çok büyük farklar olmamasına rağmen yine de istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bu durum, bazı ağır metallerin daha stabil bir yapıda olmasıyla ve mineralizasyon olayı ile açıklanabilir. Hernandez ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada arıtma çamuru eklenmiş topraklarda toplam ve alınabilir ağır metal içerikleri açısından bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.53. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	84922.533	21230.633 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	128.844	64.422 **
A x B	8	136.933	17.117 *
Hata	30	222.000	7.400
Toplam	44	85410.311	1941.143

Çizelge 4.53'ü incelediğimizde, atık madde miktarı ile toprağın demir değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süresi ile toprağın toplam değeri arasında % 1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise % 5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.54. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Nikel Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	1.469	0.367 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.002	0.001 ***
A x B	8	0.001	0.000 **
Hata	30	0.001	0.000
Toplam	44	1.473	0.033

Çizelge 4.54'ü incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın nikel değeri arasında istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise % 1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.55. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	36.876	9.219 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.022	0.011 **
A x B	8	0.058	0.007 ***
Hata	30	0.035	0.001
Toplam	44	36.991	0.841

Çizelge 4.55'i incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir. İnkübasyon süresi ile toprağın kurşun değeri arasında % 1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır.

Çizelge 4.56. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kobalt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	3.623	0.906 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.354	0.177 ***
A x B	8	1.541	0.193 ***
Hata	30	0.101	0.003
Toplam	44	5.619	0.128

Çizelge 4.56'yı incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın kobalt değeri arasında istatistiki bakımdan % 0.1

düzeyinde güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.57. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Alüminyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	181.682	45.421 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	3.085	1.543 ***
A x B	8	1.100	0.137 ns
Hata	30	4.012	0.134
Toplam	44	189.879	4.315

Çizelge 4.57'yi incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın alüminyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise istatistiki bakımdan önemsizdir.

Çizelge 4.58. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Molibden Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık Madde Miktarı (A)	4	1.669	0.417 ***
İnkübasyon Süresi (B)	2	0.004	0.002 ***
A x B	8	0.009	0.001 ***
Hata	30	0.003	0.000
Toplam	44	1.685	0.038

Çizelge 4.58'i incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın molibden değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon da % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.59. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Uzay Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Selenyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	0.190	0.048 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.001	0.001 ***
A x B	8	0.001	0.000 ns
Hata	30	0.002	0.000
Toplam	44	0.195	0.004

Çizelge 4.59’u incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın selenyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise önemsizdir.

4.3.8. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller Üzerine Etkileri

İnkübasyon süresi boyunca, farklı dozlarda Ülker Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın yaş yakılan örneklerdeki ağır metaller değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.60’ta verilmiştir.

Çizelge 4.60. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller Değerleri Üzerine Etkileri

İnkübasyon Süresi	Uygulama dozu (ton ha ⁻¹)	Yaş Yakılan Örneklerdeki Ağır Metaller (mg kg ⁻¹)												
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Cr	Ni	Pb	Co	Al	As	Mo	Se
30	0	961	25	31	121	0.96	0.50	0.46	1.34	16.00	31.00	0.22	0.33	0.46
	20	965	26	32	130	0.97	0.58	0.51	1.64	16.10	31.40	0.25	0.41	0.48
	40	970	27	33	133	0.99	0.61	0.58	1.84	16.80	33.00	0.26	0.74	0.50
	80	991	27	34	137	1.01	0.66	0.64	1.98	17.00	34.00	0.29	0.85	0.53
	160	1007	29	35	140	1.08	0.71	0.76	2.35	17.60	35.60	0.34	0.97	0.56
60	0	960	25	30	120	0.95	0.50	0.45	1.34	16.00	31.30	0.24	0.34	0.46
	20	966	26	33	131	0.97	0.57	0.52	1.63	16.20	31.40	0.26	0.43	0.48
	40	970	27	33	134	0.99	0.62	0.57	1.88	16.70	33.20	0.27	0.76	0.50
	80	993	27	34	137	1.03	0.68	0.64	2.03	17.10	34.10	0.28	0.87	0.53
	160	1007	29	35	141	1.08	0.72	0.77	2.31	17.50	35.80	0.33	0.97	0.58
90	0	962	24	31	120	0.96	0.50	0.46	1.35	15.40	31.20	0.20	0.34	0.47
	20	966	26	32	131	0.97	0.56	0.52	1.61	16.20	31.50	0.24	0.45	0.49
	40	971	27	33	133	1.00	0.61	0.57	1.87	16.50	33.40	0.27	0.77	0.50
	80	993	28	34	137	1.04	0.69	0.65	2.02	17.00	34.20	0.29	0.86	0.53
	160	1009	29	36	142	1.08	0.73	0.77	2.33	17.50	36.10	0.32	0.98	0.57

Çizelge 4.60’ın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, arıtma çamuru miktarı arttıkça topraktaki ağır metaller de artmıştır. Duncan çoklu testi ile yaptığımız istatistiki çalışmada da en düşük ortalamalar kontrol uygulamalarından, en yüksek ortalamalar ise 160 t ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Bu artışlar arıtma çamurunun topraktan

daha fazla miktarda ağır metal içermesiyle açıklanabilir. Ülker Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın; en düşük demir miktarı 961 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek demir miktarı ise 1008 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük bakır miktarı 25 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek bakır miktarı ise 29 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük çinko miktarı 31 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek çinko miktarı ise 35 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük mangan miktarı 120 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek mangan miktarı ise 141 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük kadmiyum miktarı 0.96 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek kadmiyum miktarı ise 1.08 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük krom miktarı 0.50 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek krom miktarı ise 0.72 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük nikel miktarı 0.46 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek nikel miktarı ise 0.77 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük kurşun miktarı 1.34 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek kurşun miktarı ise 2.33 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük kobalt miktarı 15.80 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek kobalt miktarı ise 17.53 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük alüminyum miktarı 31.16 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek alüminyum miktarı ise 35.83 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük arsenik miktarı 0.22 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek arsenik miktarı ise 0.33 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük molibden miktarı 0.34 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek molibden miktarı ise 0.97 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük selenyum miktarı 0.46 mg kg^{-1} ortalama ile kontrol, en yüksek selenyum miktarı ise 0.57 mg kg^{-1} ortalama ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir.

Ülker Gıda arıtma çamuru uygulanan toprağın ağır metal içeriğini, inkübasyon süreleri açısından ele aldığımızda yine Çizelge 4.60'ta bulunan değerler Duncan çoklu test ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre ; bakır, çinko, mangan, kadmiyum, krom, nikel, arsenik ve selenyum inkübasyon süreleri bakımından istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. İnkübasyon süreleri önemsiz bulunan ağır metallerin varyans çözümleme sonuçları çizelgelerle gösterilmemektedir. Çizelge 4.61'de demir değerine ilişkin, Çizelge 4.62'de kurşun değerine ilişkin, Çizelge 4.63'te kobalt değerine ilişkin, Çizelge 4.64'te alüminyum değerine ilişkin, Çizelge 4.65'te molibden değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları verilmiştir. Demir, kurşun, molibden ve

alüminyum inkübasyon süreleri bakımından incelediğimizde 30. güne göre 60. ve 90. günde en yüksek değerler elde edilmiştir. İstatistiki bakımdan 60. ve 90. günler arasında fark yoktur. Kobaltta ise 30. ve 60. günde en yüksek değerler elde edilmiştir. İnkübasyon sürelerini rakamsal olarak incelediğimizde çok büyük farklar yoktur. Bu durum bazı ağır metallerin stabil yapıda olmasıyla açıklanabilir. Bierman ve Rosen (1994), bildirdiğine göre bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun gibi bazı ağır metallerin kimyasal yapıları stabildir.

Çizelge 4.61. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Demir Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	14061.111	3515.278 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	12.044	6.022 *
A x B	8	9.289	1.161 ns
Hata	30	54.000	1.800
Toplam	44	14136.444	321.283

Çizelge 4.61'i incelediğimizde, atık madde miktarı ile toprağın demir değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süresi % 5 düzeyinde önemlidir. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon ise istatistiki bakımdan önemsizdir.

Çizelge 4.62. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kurşun Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	5.036	1.259 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.001	0.000 *
A x B	8	0.010	0.001 ***
Hata	30	0.003	0.000
Toplam	44	5.051	0.115

Çizelge 4.62'yi incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon % 0.1 düzeyinde önemlidir. İnkübasyon süresi ile toprağın kurşun değeri arasında % 5 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır.

Çizelge 4.63. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Kobalt Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	6.653	1.663 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.067	0.034 ***
A x B	8	0.168	0.021 ***
Hata	30	0.107	0.004
Toplam	44	6.996	0.159

Çizelge 4.63'ü incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın kobalt değeri arasında istatistiki bakımdan % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki vardır. Yine atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki etkileşim % 0.1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.64. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Alüminyum Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	134.573	33.643 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.396	0.198 **
A x B	8	0.261	0.033 ns
Hata	30	0.947	0.032
Toplam	44	136.178	3.095

Çizelge 4.64'ü incelediğimizde, atık madde miktarı ile toprağın alüminyum değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir bir ilişki vardır. İnkübasyon süresi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemlidir. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki etkileşim ise istatistiki olarak önemsizdir.

Çizelge 4.65. Farklı İnkübasyon Sürelerinde Ülker Gıda Arıtma Çamuru Dozlarının Toprağın Yaş Yakılan Örneklerdeki Molibden Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Atık madde miktarı (A)	4	2.770	0.693 ***
İnkübasyon süresi (B)	2	0.002	0.001 ***
A x B	8	0.001	0.000 *
Hata	30	0.002	0.000
Toplam	44	2.775	0.063

Çizelge 4.65'i incelediğimizde, gerek atık madde miktarı, gerekse inkübasyon süresi ile toprağın molibden değeri arasında % 0.1 düzeyinde istatistiki bakımdan

güvenilir bir ilişki vardır. Atık madde miktarı ile inkübasyon süresi arasındaki interaksiyon da % 5 düzeyinde önemlidir.

İnkübasyon süresini belirlemek için yapılan araştırma sonuçları değerlendirildiğinde şu sonuçlara ulaşılabılır :

Uzay Gıda ve Ülker Gıda arıtma çamuru, toprağa göre daha düşük değerde pH'ya sahip olduğundan pH, zamanla bitki için daha uygun miktarlara gelmiştir. 90. günde Uzay Gıda çamurunda 7.55, Ülker Gıda çamurunda 7.40 olmuştur.

Zamana bağlı olarak mineralizasyon olayının olması ile, Uzay Gıda çamurunda; toplam azot, potasyum, molibden, selenyum, yarayışlı fosfor, değişebilir katyonlar, alınabilir mangan, çinko, demir gibi önemli bitki besin elementleri değerleri, 30. ve 60. güne nazaran 90. günde daha fazla olmuştur. Ülker Gıda çamurunda; toplam azot, fosfor, çinko, demir, molibden, değişebilir katyonlar, alınabilir mangan, çinko, demir gibi önemli bitki besin elementleri değerleri, 30. ve 60. güne nazaran 90. günde büyük rakamsal farklılıklar olmamasına rağmen varyans çözümleme sonuçlarında açıklandığı gibi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Arıtma çamurlarının koku problemlerini ortadan kaldırmak amacı ile çamurla toprağın belli bir zaman karıştırılarak bekletilmesi daha uygun olacaktır. Katı atıklar ve Kontrolü Yönetmeliğinde; epidemik olarak kusursuz olmayan çamurun, mera ve otlaklarda bitki yaşadığı sürece kullanılmasının yasak olduğu, ayrıca çamurun kullanılması ile hasatın alınması arasında en az üç ay süre varsa çamurun kullanılabileceği belirtilmektedir. Arıtma çamurlarının, toprakla karıştırılarak bir süre bekletilmesi insan ve hayvan sağlığı için de uygun olacaktır.

Karpuzcu (1991) bildirdiğine göre, patojenik organizmalarla hastalıkların yayılması problemi, çamurların arazide bertarafı uygulamasına kısıtlama getirilmesine neden olmuştur. Bazı bakterilerin biyolojik ayrışma sırasında yok olmasına karşılık, Salmonella typhosa gibi organizmalar yüksek oranlarda hayatta kalmaktadır. Bu gibi organizmaların yok olması için 30 gün gibi bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır.

Analizleri yapılamayan çeşitli bakteri ve virüs gibi patojenlerin azalması için toprak ve çamurun bitki ekiminden önce bir süre bekletilmesi uygun olacaktır.

EPA (1983), bildirdiğine göre, patojen mikroorganizmalar açısından yüksek risk grubuna giren çamurlarda toprağa uygulamadan ancak 1 yıl sonra ürün yetiştirilebilirken, düşük risk grubuna giren çamurlarda toprağa uygulamadan 30 gün sonra ürün yetiştirilebilmektedir.

Araştırma sonuçları gözönüne alınarak, çamurun çok kompleks bir yapıda olması dolayısıyla içerisinde bulunacak zararlı patojenler ile organik bileşikler de dikkate alındığında ürün yetiştirmek için 90 günlük inkübasyon süresinin uygun olacağı söylenebilir.

Çiftçilerimize ve arıtma çamuru kullanacak olan yetiştiricilerimize; zaman kaybı, ekonomik nedenler gibi sorunlar yüzünden uzun süre ürün yetiştirmeden çamur ile toprağı bekletmeleri dezavantaj olabileceğı için 30 günlük süre önerilebilir.

4.4. Denemede Kullanılan Arıtma Çamurlarının Bitki Gelişimi ve Mineral Element İçerikleri Üzerine Etkileri

4.4.1. Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Bitki Gelişimi ve Mineral Element İçerikleri Üzerine Etkisi

Bitkiye verilebilecek en uygun arıtma çamuru dozunu belirlemek amacı ile kurulan sera denemesinde artan miktarlarda uygulanan Uzay Gıda arıtma çamurunun mısır bitkisinin gelişimi ve mineral element içeriğı üzerine etkisi Çizelge 4.66'da verilmiştir. Mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarına ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.67'de verilmiştir. Çizelgelerin birlikte incelenmesinden de anlaşılacağı üzere artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarları üzerine etkileri güvenilir derecede önemli bulunmamıştır. Özgüven ve Katkat (2001), arıtma çamuru miktarı ile mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarı arasındaki ilişkiyi istatistiki yönden önemsiz bulmuşlardır. Çizelge 4.66'daki bitki boy uzunluklarını incelediğimizde, artan arıtma çamuru

miktarlarına bağlı olarak 30. gün bitki boy uzunluklarında önemli rakamsal değişiklikler olmamıştır. 30. gün bitki boy uzunluklarına ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.68’de verilmiştir. Çizelge 4.68’i incelediğimizde istatistiki olarak ta arıtma çamurunun, mısır bitkisinin 30. gün boy değeri üzerine etkileri güvenilir derecede önemli bulunmamıştır. 48. gün bitki boy değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.69’da verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.69’u birlikte incelediğimizde 0 – 20 – 40 – 80 t ha⁻¹ uygulamalarında istatistiki olarak bitki boy uzunlukları arasında fark yoktur. 160 t ha⁻¹ uygulamasında ise diğer dozlara göre yaklaşık 6 cm’lik düşüş olmuştur. Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin azot içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.70’te verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.70’i birlikte incelediğimizde kontrolde % 2.46 olan azot değeri 40 t ha⁻¹ uygulamasında % 2.79 olmuş, 160 t ha⁻¹ uygulamasında ise % 2.34’e düşmüştür. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki azot miktarı azdır. İstatistiki olarak mısır bitkisinin azot değeri önemli bulunmuştur. Vasconceles ve Cabral (1993), yaptıkları çalışmada arıtma çamuru miktarı arttıkça, sarı lüpen bitkisinde azot miktarının önce arttığı, 130 t ha⁻¹ uygulamasında azot miktarının azaldığını saptamışlardır. Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin fosfor içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.71’de verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.71’in birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere kontrole göre bitkinin fosfor miktarı artmıştır. En yüksek fosfor değeri % 0.37 ile 40 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. En düşük fosfor değeri % 0.32 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki fosfor miktarı yeter seviyededir.

Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin potasyum içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.72’de verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.72’nin birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere artan arıtma çamuru miktarına karşılık bitkinin potasyum değerinde düzenli bir değişim olmamıştır. En yüksek potasyum miktarı % 3.30 ile 80 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki potasyum miktarı yeter seviyededir. İstatistiki olarak ta arıtma çamuru miktarı ile bitkinin potasyum değeri arasında güvenilir bir ilişki saptanmamıştır.

Çizelge 4.66. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Arıtma Çamurunun Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Etkisi

Uygulama (ton ha ⁻¹)	Bitki Gelişimi			Bitki Besin Elementi Düzeyi								
	Kuru Mad.Mik (g saksı ⁻¹)	30.Gün Bitki Boy (cm)	48.Gün Bitki Boy (cm)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Na (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)
0	4.47	75.10	95.60 ab	2.46 c	0.32 cd	3.20	0.55 c	125	111 b	7.70 ab	25.00 c	47.50 a
20	4.59	76.80	96.50 ab	2.53 bc	0.33 c	3.10	0.65 c	120	136 a	6.20 d	38.80 b	46.20 ab
40	5.02	79.80	99.50 a	2.79 a	0.37 a	3.10	0.75 bc	115	122 ab	6.50 cd	43.30 b	48.50 a
80	4.87	77.20	97.50 a	2.60 b	0.34 bc	3.30	0.90 b	130	120 ab	7.50 bc	60.80 a	44.20 ab
160	4.50	76.60	91.50 b	2.34 d	0.35 b	3.10	1.47 a	135	118 b	8.70 a	62.50 a	42.00 b

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin kalsiyum içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.73'te verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.73'ün birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere artan arıtma çamuru miktarı ile birlikte bitkinin kalsiyum içeriği de artmıştır. En yüksek değer % 1.47 ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük değer ise % 0.55 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki kalsiyum değeri fazladır. İstatistiki olarak arıtma çamuru miktarı ile bitkinin kalsiyum değeri arasında güvenilir bir ilişki vardır.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin sodyum içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.74'te verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.74'ün birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere bitkinin sodyum değerlerinde düzenli bir değişim saptanmamıştır. İstatistiki olarak arıtma çamuru miktarı ile bitkinin sodyum değeri arasında güvenilir bir ilişki saptanmamıştır.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin demir içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.75'te verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.75'in birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere kontrole göre demir değeri artmıştır. En yüksek demir değeri 136 mg kg⁻¹ ile 20 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük demir değeri ise 111 mg kg⁻¹ ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki demir değeri yeter seviyededir. İstatistiki olarak arıtma çamuru miktarı ile bitkinin demir değeri arasında güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin bakır içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.76'da verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.76'nın birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere en yüksek bakır değeri 8.70 mg kg⁻¹ ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük bakır değeri ise 6.20 mg kg⁻¹ ile 20 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki bakır değeri yeter seviyededir. İstatistiki olarak arıtma çamuru miktarı ile bitkinin bakır değeri arasında güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin çinko içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.77’de verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.77’nin birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere arıtma çamuru miktarı arttıkça kontrole göre bitkideki çinko miktarı da artmıştır. En yüksek çinko değeri 62.50 mg kg^{-1} ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük çinko değeri ise 25.00 mg kg^{-1} ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki çinko değeri yeter seviyededir. İstatistiki olarak 20 ve 40 t ha^{-1} uygulamaları ile 80 ve 160 t ha^{-1} uygulamaları aynıdır.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin mangan içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.78’de verilmiştir. Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.78’in birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere arıtma çamuru miktarı ile bitkilerin mangan içerikleri arasında düzenli bir değişim saptanmamıştır. İstatistiki olarak 0 ve 40 t ha^{-1} , 20 ve 80 t ha^{-1} uygulamaları aynı, 160 t ha^{-1} uygulaması farklıdır. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki mangan kapsamı yeter seviyededir.

Çizelge 4.67. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Toplam Kuru Madde Miktarı (g saksı^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Aritma çamuru miktarı	4	0.948	0.237 ns
Hata	15	3.409	0.227
Toplam	19	4.357	0.229

Çizelge 4.67’yi incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarı üzerine etkileri istatistiki olarak güvenilir derecede önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.68. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 30. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Aritma çamuru miktarı	4	47.550	11.888 ns
Hata	15	274.500	18.300
Toplam	19	322.050	16.950

Çizelge 4.68'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin 30. gün boy değeri üzerine etkileri güvenilir derecede önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.69. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 48. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	151.075	37.769 *
Hata	15	148.125	9.875
Toplam	19	299.200	15.747

Çizelge 4.69'u incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin 48. gün boy değeri arasında istatistiki olarak % 5 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.70. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Azot Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1.439	0.360 ***
Hata	15	0.056	0.004
Toplam	19	1.497	0.079

Çizelge 4.70'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin azot değeri arasında istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.71. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Fosfor Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	0.160	0.040 ***
Hata	15	0.015	0.001
Toplam	19	0.174	0.009

Çizelge 4.71'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin fosfor değeri arasında istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.72. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Potasyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	0.390	0.097 ns
Hata	15	0.917	0.061
Toplam	19	1.307	0.069

Çizelge 4.72'yi incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin potasyum değeri üzerine etkileri güvenilir derecede önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.73. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Kalsiyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	17.281	4.320 ***
Hata	15	1.842	0.123
Toplam	19	19.123	1.006

Çizelge 4.73'ü incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin kalsiyum değeri arasında istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.74. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Sodyum Değeri (mg kg⁻¹) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1000.000	250.000 ns
Hata	15	2900.000	193.333
Toplam	19	3900.000	205.263

Çizelge 4.74'ü incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin sodyum değeri üzerine etkileri güvenilir derecede önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.75. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Demir Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1334.200	333.550 *
Hata	15	1426.000	95.067
Toplam	19	2760.200	145.274

Çizelge 4.75'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin demir değeri arasında istatistiki olarak % 5 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.76. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Bakır Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	16.300	4.075 ***
Hata	15	4.250	0.283
Toplam	19	20.550	1.082

Çizelge 4.76'yı incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin bakır değeri arasında istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.77. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Çinko Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	3963.700	990.925 ***
Hata	15	186.500	12.433
Toplam	19	4150.200	218.432

Çizelge 4.77'yi incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin çinko değeri arasında istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.78. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Uzay Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Mangan Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	108.700	27.175 **
Hata	15	67.500	4.500
Toplam	19	176.200	9.274

Çizelge 4.78'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamuru ile mısır bitkisinin mangan değeri arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

4.4.2. Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Bitki Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Etkisi

Bitkiye verilebilecek en uygun arıtma çamuru dozunu belirlemek amacı ile kurulan sera denemesinde artan miktarlarda uygulanan Ülker Gıda arıtma çamurunun mısır bitkisinin gelişimi ve mineral element içeriği üzerine etkisi Çizelge 4.79'da verilmiştir. Mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarına ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.80'de verilmiştir. Çizelgelerin birlikte incelenmesinden de anlaşılacağı üzere artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarları üzerine etkileri istatistiki olarak güvenilir derecede önemli bulunmuştur. 20 ve 40 t ha^{-1} uygulamalarında en yüksek kuru madde miktarları elde edilmiştir. 80 ve 160 t ha^{-1} uygulamalarında ise kuru madde miktarları düşmüştür. Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin 30.gün bitki boy uzunluklarına ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.81'de verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.81'in birlikte incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 20 ve 40 t ha^{-1} uygulamalarında en yüksek bitki boy uzunluğu elde edilmiştir. İstatistiki olarak ta 20 ve 40 t ha^{-1} uygulamaları aynıdır. En düşük bitki boy uzunluğu 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin 48. gün bitki boy uzunluklarına ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.82'de verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.82'nin birlikte incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 0 – 20 – 40 t ha^{-1} uygulamaları istatistiki olarak aynıdır. En yüksek bitki boy uzunluğu 97.30 cm ile 40 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük bitki boy uzunluğu 79.30 cm ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin azot içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.83'te verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.83'ün birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere istatistiki olarak en yüksek azot değeri % 2.95 ile 40 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük azot değeri ise % 2.46 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki azot miktarı bütün uygulama dozları için azdır. Aritma çamurunun, mısır bitkisinin fosfor içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.84'te verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.84'ün birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere en yüksek fosfor değeri % 0.36 ile 40 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük fosfor değeri % 0.32 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki fosfor miktarı yeter seviyededir.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin potasyum içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.85'te verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.85'in birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere istatistiki olarak kontrol ve 40 t ha⁻¹ uygulamaları ile 20 ve 80 t ha⁻¹ uygulamaları aynıdır. En yüksek potasyum değeri % 3.10 ile 40 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük potasyum değeri % 29 ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki potasyum miktarı yeter seviyededir.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin kalsiyum içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.86'da verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.86'nın birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere en yüksek değer % 0.79 ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından, en düşük değer ise % 0.54 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. İstatistiki olarak kontrol ve 40 t ha⁻¹ uygulamaları aynıdır. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki kalsiyum miktarı yeter seviyededir. Aritma çamurunun, mısır bitkisinin sodyum içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.87'de verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.87'nin birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere 0 – 20 – 40 t ha⁻¹ uygulamaları istatistiki olarak aynıdır. En yüksek sodyum değeri 140 mg kg⁻¹ ile 160 t ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.79. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Arıtma Çamurunun Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Etkisi

Bitki Gelişimi				Bitki Besin Elementi Düzeyi								
Uygulama (ton ha ⁻¹)	Kuru Mad.Mik (g saksı ⁻¹)	30.Gün Bitki Boy (cm)	48.Gün Bitki Boy (cm)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Na (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)
0	4.76 ab	73.80 ab	95.30 ab	2.46 c	0.32 c	3.10 a	0.54 c	120 b	110	7.50 b	25.30 c	46.20 ab
20	5.27 a	74.10 ab	96.70 a	2.66 b	0.33 bc	3.00 bc	0.61 bc	115 b	121	7.70 b	44.30 b	45.70 ab
40	5.75 a	77.00 a	97.30 a	2.95 a	0.36 a	3.10 a	0.57 c	122 b	112	8.20 ab	49.50 b	49.20 a
80	3.83 bc	65.00 bc	85.00 bc	2.70 b	0.35 a	3.00 bc	0.68 b	130 ab	118	8.50 ab	59.80 a	45.20 ab
160	3.58 c	57.00 c	79.30 c	2.47 c	0.33 bc	2.90 c	0.79 a	140 a	111	9.00 a	67.30 a	43.20 b

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin demir içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.88’de verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.88’in birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere arıtma çamuru miktarı arttıkça kontrole göre demir miktarı az miktarda artmıştır. İstatistiki olarak artan arıtma çamuru miktarının mısır bitkisindeki demir değeri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki demir değeri yeter seviyededir. Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin bakır içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.89’da verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.89’un birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere kontrole göre bakır içeriği artmıştır. En yüksek bakır değeri 9.00 mg kg^{-1} ile 160 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük bakır değeri ise 7.50 mg kg^{-1} ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. İstatistiki olarak 0 ve 20 t ha^{-1} uygulamaları aynıdır. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki bakır değeri yeter seviyededir.

Aritma çamurunun, mısır bitkisinin çinko içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.90’da verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.90’nın birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere kontrole göre artan arıtma çamuru miktarı ile birlikte mısır bitkisindeki çinko değeri de artmıştır. İstatistiki olarak 20 ve 40 t ha^{-1} uygulamaları ile 80 ve 160 t ha^{-1} uygulamaları aynıdır. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki çinko değeri yeter seviyededir. Arıtma çamurunun, mısır bitkisinin mangan içeriği değerine ilişkin varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.91’de verilmiştir. Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.91’in birlikte incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere en yüksek mangan miktarı 49.20 mg kg^{-1} ile 40 t ha^{-1} uygulamasından, en düşük mangan miktarı ise 43.20 mg kg^{-1} ile 160 t ha^{-1} uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991), tarafından bildirilen sınır değerlerine göre mısır bitkisindeki mangan miktarı yeter seviyededir.

Çizelge 4.80. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Toplam Kuru Madde Miktarı (g saks^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Aritma çamuru miktarı	4	13.688	3.422 ***
Hata	15	3.758	0.251
Toplam	19	17.446	0.918

Çizelge 4.80'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin toplam kuru madde miktarı üzerine etkileri % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.81. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 30. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1063.675	265.919 ***
Hata	15	275.563	18.371
Toplam	19	1339.238	70.486

Çizelge 4.81'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin 30. gün boy değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.82. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin 48. Gün Boy (cm) Değeri Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1306.300	326.575 ***
Hata	15	319.437	21.296
Toplam	19	1625.737	85.565

Çizelge 4.82'yi incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin 48. gün boy değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.83. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Azot Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1.987	0.497 ***
Hata	15	0.146	0.010
Toplam	19	2.134	0.112

Çizelge 4.83'ü incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin azot değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.84. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Fosfor Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	0.090	0.022 ***
Hata	15	0.015	0.001
Toplam	19	0.104	0.005

Çizelge 4.84'ü incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin fosfor değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.85. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Potasyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	0.431	0.108 *
Hata	15	0.535	0.036
Toplam	19	0.966	0.051

Çizelge 4.85'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin potasyum değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.86. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Kalsiyum Değeri (%) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1.943	0.486 ***
Hata	15	0.307	0.020
Toplam	19	2.250	0.118

Çizelge 4.86'yı incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin kalsiyum değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.87. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Sodyum Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	1520.000	380.000 *
Hata	15	1375.000	91.667
Toplam	19	2895.000	152.368

Çizelge 4.87'yi incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin sodyum değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.88. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Demir Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	352.800	88.200 ns
Hata	15	790.000	52.667
Toplam	19	1142.800	60.147

Çizelge 4.88'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin demir değeri üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.89. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Bakır Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	5.700	1.425 *
Hata	15	5.500	0.367
Toplam	19	11.200	0.589

Çizelge 4.89'u incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin bakır değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 5 önemlidir.

Çizelge 4.90. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Çinko Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	4141.200	1035.300 ***
Hata	15	273.750	18.250
Toplam	19	4414.950	232.366

Çizelge 4.90'ı incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin çinko değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

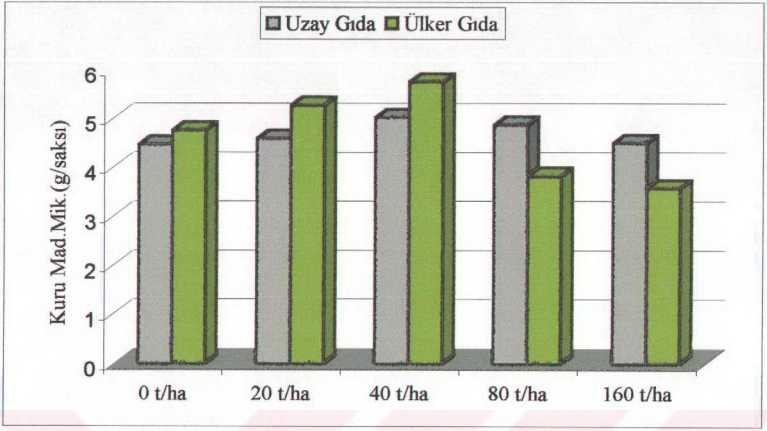
Çizelge 4.91. Artan Miktarlarda Toprağa Uygulanan Ülker Gıda Çamurunun Mısır Bitkisinin Mangan Değeri (mg kg^{-1}) Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Arıtma çamuru miktarı	4	75.200	18.800 *
Hata	15	147.750	9.850
Toplam	19	222.950	11.734

Çizelge 4.91'i incelediğimizde, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisinin mangan değeri üzerine etkileri istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

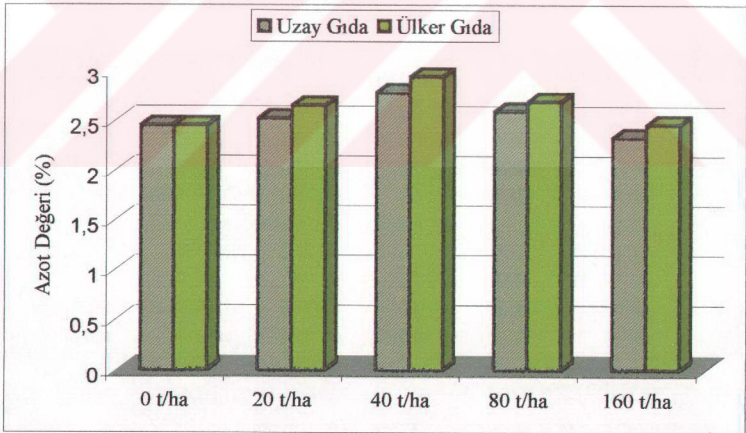
4.4.3. Uzay ve Ülker Gıda Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Mineral Element İçeriği Üzerine Birlikte Etkileri

Uzay ve Ülker Gıda arıtma çamurlarının mısır bitkisinin gelişimi ve mineral element içeriği üzerine etkileri şekillerle ele alınmıştır. Şekil 4.1'de arıtma çamurlarının mısır bitkisinin kuru madde miktarı üzerine etkileri, Şekil 4.2'de arıtma çamurlarının mısır bitkisinin azot değeri üzerine etkileri, Şekil 4.3'te arıtma çamurlarının mısır bitkisinin fosfor değeri üzerine etkileri, Şekil 4.4'te arıtma çamurlarının mısır bitkisinin potasyum değeri üzerine etkileri, Şekil 4.5'te arıtma çamurlarının mısır bitkisinin kalsiyum değeri üzerine etkileri, Şekil 4.6'da arıtma çamurlarının mısır bitkisinin sodyum değeri üzerine etkileri, Şekil 4.7'de arıtma çamurlarının mısır bitkisinin demir değeri üzerine etkileri, Şekil 4.8'de arıtma çamurlarının mısır bitkisinin bakır değeri üzerine etkileri, Şekil 4.9'da arıtma çamurlarının mısır bitkisinin çinko değeri üzerine etkileri, Şekil 4.10'da arıtma çamurlarının mısır bitkisinin mangan değeri üzerine etkileri verilmiştir.



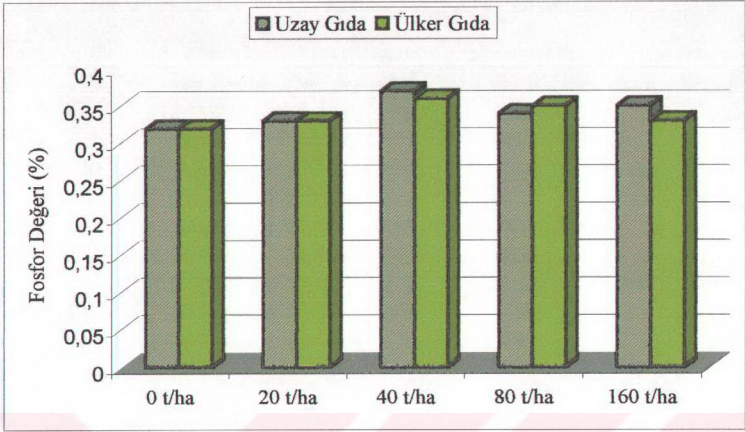
Şekil 4.1. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Şekil 4.1'in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere her iki çamur çeşidinde de en yüksek kuru madde miktarı 40 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



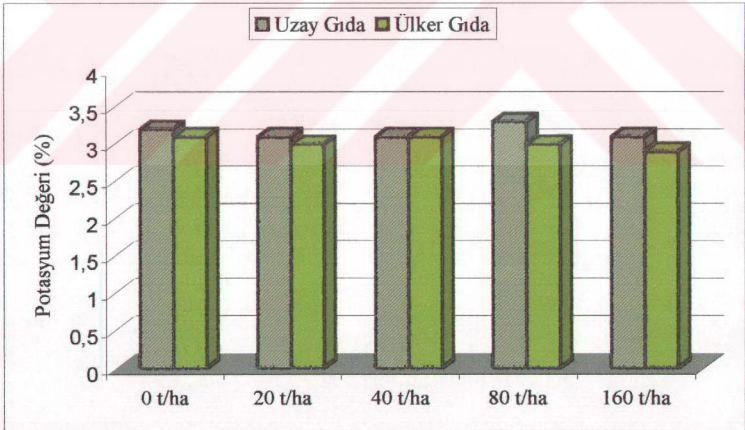
Şekil 4.2. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Azot Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.2'nin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek azot değeri 40 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



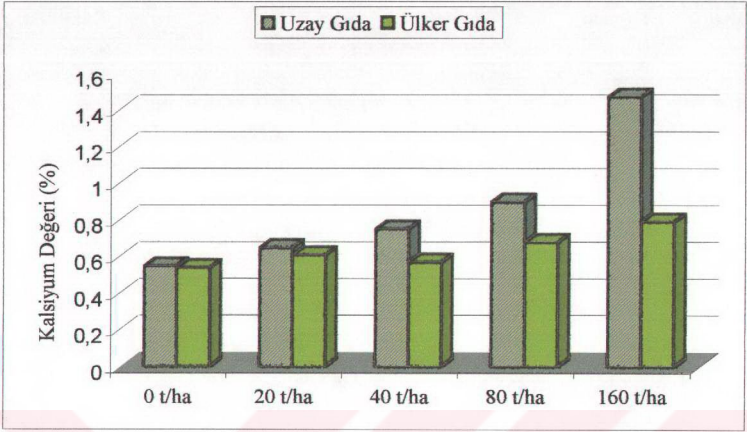
Şekil 4.3. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Fosfor Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek fosfor değeri 40 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



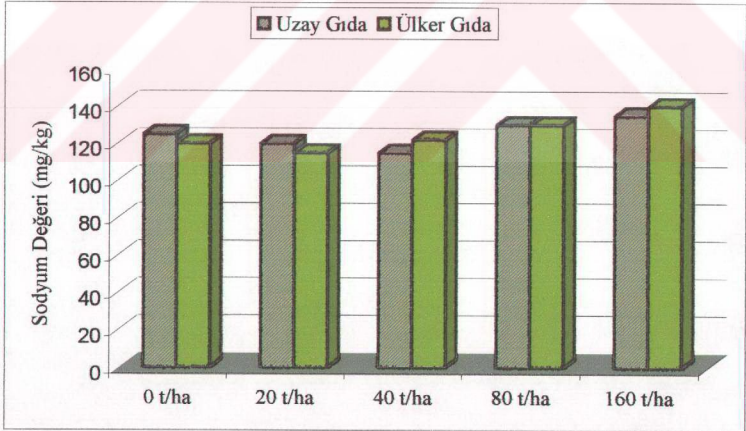
Şekil 4.4. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Potasyum Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, en yüksek potasyum değeri Uzay Gıda çamurunda 80 t/ha uygulamasından, Ülker Gıda çamurunda kontrol uygulamasından elde edilmiştir.



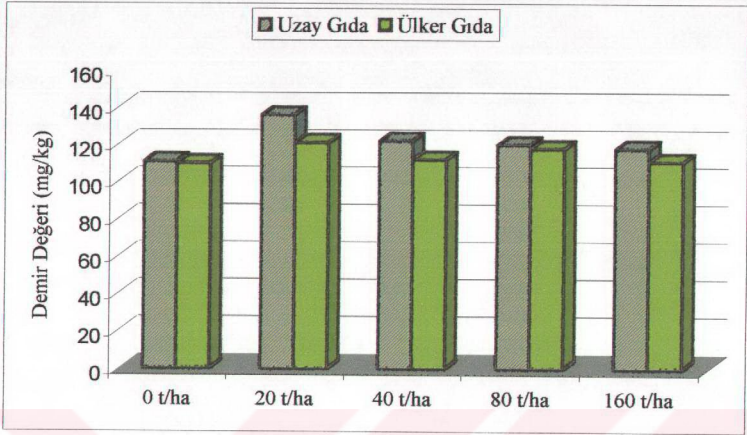
Şekil 4.5. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Kalsiyum Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.5'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek kalsiyum değeri 160 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



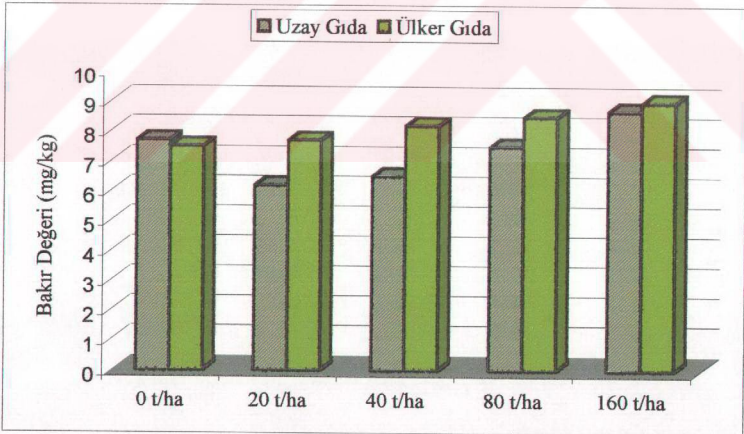
Şekil 4.6. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Sodyum Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.6'nın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek sodyum değeri 160 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



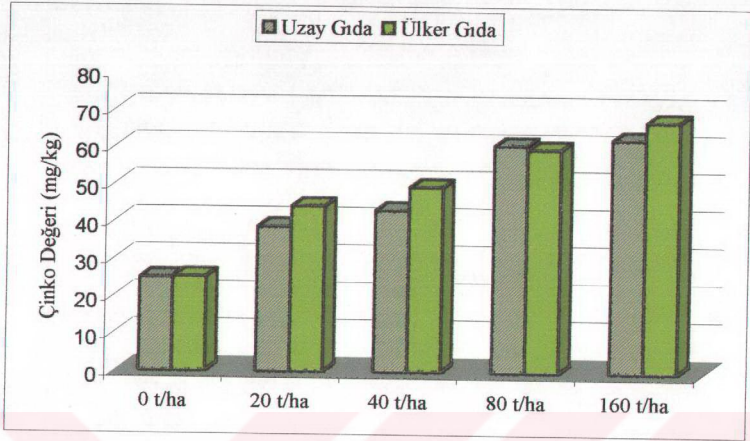
Şekil 4.7. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Demir Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.7'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek demir değeri 20 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



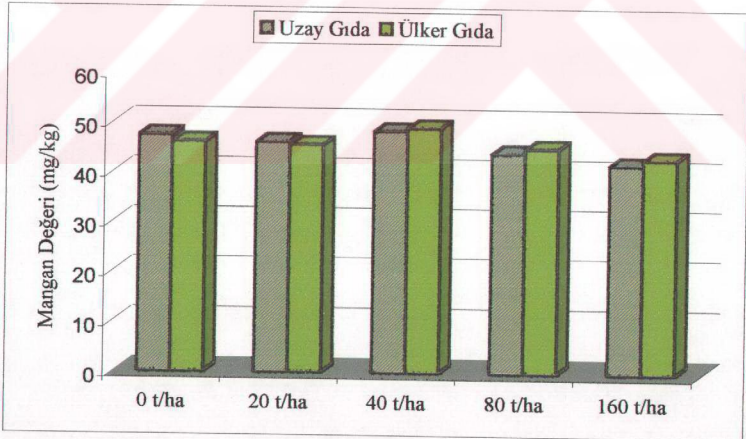
Şekil 4.8. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Bakır Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.8'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek bakır değeri 160 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.9. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Çinko Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.9'un incelenmesinden de anlaşılaçağı üzere, her iki çamur çeşidinde de en yüksek çinko değeri 80 ve 160 t/ha uygulamalarından elde edilmiştir.



Şekil 4.10. Arıtma Çamurlarının Mısır Bitkisinin Mangan Değeri Üzerine Etkileri

Şekil 4.10'un incelenmesinden de anlaşılaçağı üzere, en yüksek mangan değeri Uzay Gıda arıtma çamuru için kontrol ve 40 t/ha uygulamalarından, Ülker Gıda arıtma çamuru için 40 t/ha uygulamasından elde edilmiştir.

Şekillerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, Uzay Gıda arıtma çamuru düşük düzeylerde ağır metal içermesinden dolayı 160 t ha⁻¹ gibi yüksek doz uygulamalarında verimde zararlar olmamıştır. Kuru madde miktarı istatistiki olarak önemsiz çıkmasına rağmen kontrole göre N, P, Ca, Fe, Zn gibi bitki besin elementlerinin değerleri arıtma çamuru eklenmesiyle birlikte artmıştır. Hooda ve ark. (1997), Tadesse ve ark. (1991), Hernandez ve ark. (1991), yaptıkları çalışmalarda kontrole göre bitki besin elementi içeriklerinin arıtma çamuru ilavesiyle arttığını bildirmişlerdir. Ülker Gıda arıtma çamuru kuru madde miktarında düzenli bir değişim saptanamamıştır. Kontrole göre N, P, Ca, Na, Fe, Cu, Zn gibi besin maddelerinin değerleri arıtma çamuru eklenmesiyle birlikte artmıştır. Özellikle Cu ve Zn değerlerinde arıtma çamuru miktarının artmasıyla birlikte istatistiki olarak ta önemli artışlar olmuştur. Aitken ve Cummins (1998) ve Hernandez ve ark. (1991), kontrole göre, arıtma çamuru eklenmiş toprakların Cu ve Zn içeriğinin fazla miktarlarda arttığını bildirmişlerdir.

Uzay ve Ülker Gıda arıtma çamurlarının bertaraf yöntemi olarak tarımda kullanılması durumunda şunları dikkate alabiliriz ; Araştırma sonuçlarına göre, mısır bitkisinde azot değeri az olduğu için uygulanacak topraktaki azot miktarı belirlenip uygun bir gübreleme yapılmalıdır. Özellikle Uzay gıda arıtma çamurunda kalsiyum miktarı fazla olduğu için kalsiyumca fakir olan topraklara önerilebilir. Çamur uygulamaları kontrole göre bazı bitki besin elementlerini arttırdığından özellikle mikro element içeriği düşük olan topraklara tavsiye edilebilir. Arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasında verim artışından daha çok bitkiye geçebilecek elementler önemli olmaktadır. Uzay ve Ülker Gıda arıtma çamurlarının yıllarca toprakta kullanılabileceği göz önüne alınarak, yıllık birikimlerinin fazla olmasını engellemek amacıyla düşük dozlarda kullanılması önerilebilir.

Steve ve ark. (1984), ürün tipine ve arıtma çamurunun karakteristiğine bağlı olarak tarımsal yararlanmada çamur uygulama oranlarını yılda 2 ile 70 t ha⁻¹ arasında belirlemişlerdir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre, artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurları içerdiği tuzlar nedeniyle toprak tuzluluğunu arttırmıştır. Bu nedenle toprak tuzluluğunun sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Çalışmada artan miktarlarda uygulanan arıtma çamurları toprağın pH'ında düşüşe neden olmuştur. Ayrıca arıtma çamurları toprağın organik madde miktarını, bazı makro ve mikro bitki besin elementlerini arttırmıştır. Organik madde ve bitki besin elementleri düşük olan topraklara, toprak tuzluluğu kontrol edilmek koşuluyla önerilebilir.

Arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı uygulamalarında koku ve patojenik organizmalarla hastalıkların yayılması problemi bulunmaktadır. Bu sorunu en aza indirmek için ürün yetiştirilmeden önce, çamurda stabilizasyon işleminin yapılması ve arıtma çamurlarının toprakla karıştırılarak bir süre bekletilmesi uygun olacaktır. Arıtma çamurlarının içermiş olabileceği tuzluluk ve ağır metal içeriklerinin incelenmesi, uygulandıkları toprağın özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu tür analizlerin her yıl tekrarlanarak sınır değerlerini aşmaması kontrol edilmelidir.

Artan miktarlarda toprağa uygulanan arıtma çamurları denemede ele alınan mısır bitkisinin gelişimini ve bazı besin elementleri içeriklerini kontrole göre arttırmıştır. Arıtma çamurlarının yıllarca toprakta kullanılabileceği gözönüne alınarak, yıllık birikimlerinin fazla olmasını engellemek amacıyla sürekli toprak analizleri yapılarak düşük dozlarda kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- AITKEN, M. N. 1997. Short – term Leaf Surface Adhesion of Heavy Metals Following Application of Sewage Sludge to Grassland. Grass and Forage Science, 52 : 73 – 85.
- AITKEN, M. N. ve D. I. CUMMINS. 1998. The Effect of Long – Term Annual Sewage Sludge Applications on the Heavy Metal Content of Soils and Plants. Healty and Environmental Aspects, Scottish Agricultural College, Scotland s. 424 – 436.
- AITKEN, M. N., T. H. W. BROMILOW ve D. W. MERRILEES. 1998. Soil Management in Sustainable Agriculture. “H. F. Cook (Editör) Scottish Agricultural College, Auchincruive”, Scotland, UK, s. 533 – 537.
- AKÇA, L., E. ÇİTİL ve N. TÜFEKÇİ. 1996. Arıtma Çamurlarının Tarım Alanlarında Değerlendirilmesi. Tarım – Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin, s. 35 – 43.
- AKSOK, T. ve S. DANIŞMAN. 1987. Şeker Fabrikaları Artığı Döner Çamuru ve Bundan Yararlanma Olanakları. Tübitak Çevre Araştırma Grubu, Proje No. 97, Antalya, s. 37 – 40.
- ANONİM, 1983. Kocaeli İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 17, Genel Yayın No: 745, Ankara, 46s.
- ANONİM, 1991. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, sayı. 20814, Ankara, s. 1 – 19.
- ANONİM, 2001. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, sayı. 24609, Ankara, s. 1 – 10.
- AYBERK, S. 1995. Kocaeli Yarımadasının Karasal Ekosistemlerinin Ekolojik Özellikleri ile Kentsel Gelişimin Doğal Çevre Üzerine Etkileri, İzmit, s. 5 – 40.
- AYVAZ, Z. 2000. Atıksu Arıtma Çamurlarının Değerlendirilmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, 9(35): 3 – 12.
- BARAN, A., G. ÇAYCI ve A. İNAL. 1995. Farklı Tarımsal Atıkların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(2 - 3): 169 – 172.
- BAŞKAYA, H. S., F. O. KOCAER ve A. KEMİKSİZ. 1999. Arıtma Çamurlarının Azotlu Organik Gübre Değeri Üzerine Bir Çalışma. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu III, Cilt – I, Gebze – Kocaeli, s. 534 – 538.
- BAYKAN, H. 1993. 1993 Yılı Çalışma Raporu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Kocaeli İl Müdürlüğü Yayınları, Kocaeli, 87s.

- BIERMAN, P. M. ve C. J. ROSEN. 1994. Sewage Sludge Incinerator Ash Effects on Soil Chemical Properties and Growth of Lettuce and Corn. *Commun. Soil Science Plant Anal.*, 25(14): 2409 – 2437.
- BIERMAN, P. M., C. J. ROSEN, P. R. BLOOM ve E. A. NATER. 1995. Soil Solution Chemistry of Sewage – Sludge Incinerator Ash and Phosphate Fertilizer Amended Soil. *Journal of Environmental Quality*, 24(2): 279 – 285.
- BOUYOUCOS, G. J. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 43: 434 – 437.
- BREMNER, J. M. 1965. Total Nitrogen. "C. A. Black (Editör), *Methods of Soil Analysis Part – 2*. American Society of Agronomy Inc. Publisher" Wisconsin, USA, s. 1149 – 1178.
- BROHİ, A. 1991. Sigara Fabrikalarından Çıkan Tütün Atıkları ile Tekelin Depolarında İmha İçin Bekletilen Düşük Kaliteli Tütün Yapraklarından Gübre Olarak Yararlanma Olanaklarının Araştırılması. Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları No: 7, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 4, Tokat, 69s.
- CRIPPS, R. W. ve J. E. MATOCHA. 1991. Effect of Sewage Sludge Application to Ameliorate Iron Deficiency of Grain Sorghum. *Communications Soil Science Plant Analysis*, 22(18 - 19): 1931 – 1940.
- ÇAĞLAR, K. Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Yayınları No: 10, Ankara.
- DUTCH, J. ve R. WOLSTENHOLME. 1994. The Effects of Sewage Sludge Application to a Heathland Site Prior to Planting with Sitka Spruce. *Forest Ecology and Management* 66(1 - 3): 151 – 163.
- EPA, 1983. Land Application of Municipal Sludge: Process Design Manual, Cincinnati, OH, EPA – 625/1 – 83 – 016.
- ERDEM, N. 2000. Bira Fabrikası Atık Çamurunun Asit Karakterli Bir Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış) A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.
- FISKELL, J. G. A., D. G. NEARY ve N. B. COMERFORD. 1990. Slash Pine and Understory Interception of Micronutrients Mineralized From Sewage Sludge Applied to A Sandy, Acidic Forest Soil. *Forest Ecology and Management*, 37: (3) 27 – 36.
- FİLİBELİ, A. 1996. Arıtma Çamuru Tanımı ve Çamur Kaynakları. D. E. Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 255, D. E. Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir, s. 1 – 9.

- GAVI, F., W. R. RAUN, N. T. BASTA ve G. V. JOHNSON. 1997. Effect of Sewage Sludge and Ammonium Nitrate on Wheat Yield and soil Profile Inorganic Nitrogen Accumulation. *Journal of Plant Nutrition*, 20(3): 203 – 218.
- GREWELLING, T. ve M. PEECH. 1960. Chemical Soil Tests. Cornell. Üniv. Agr. Expt. Sta. Bull., 960s.
- HALL, J. E. ve J. H. WILLIAMS. 1983. The Use of Sewage Sludge on Arable and Grassland. Publishing Company Boston, Lancaster, 345s.
- HERNANDEZ, T., J. I. MORENO ve F. COSTA. 1991. Influence of Sewage Sludge Application on Crop Yields and heavy Metal Availability. *Soil Science Plant Nutrition*, 37(2): 201 – 210.
- HOODA, P. S., D. McNULTY, B. J. ALLOWAY ve M. N. AITKEN. 1997. Plant Availability of Heavy Metals in Soils Previously Amended with Heavy Applications of Sewage Sludge. *Science Food Agricultural*, 73: 446 – 454.
- JACKSON, M. L. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. Inc., Newyork, 183s.
- JIMENEZ, B. C. 1995. Wastewater Reuse to Increase Soil Productivity. *Water Science Technology*, 32(12): 173 – 180.
- JONES, J. R., J. B., B. WOLF ve H. A. MILLS. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro – Macro Publishing, Inc., USA, s. 1 – 213.
- KACAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A. Ü. Basımevi, Ankara, 646 s.
- KACAR, B., S. TABAN ve C. KÜTÜK. 1996. Çay Atıklarının Zenginleştirilmiş Organik Gübreye Dönüştürülerek Kullanılması. Araştırma – Geliştirme – Uygulama Projesi (Kesin Rapor), A. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara 57s.
- KACAR, B. ve A. V. KATKAT. 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Gölçlendirme Vakfı Yayın No: 127, VİPAŞ Yayınları: 3, Bursa, 594s.
- KARPUZCU, M. 1991. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Bogaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İstanbul, s. 260.
- KATKAT, A. V., A. ÖZGÜMÜŞ, Z. TÜMSAVAŞ, N. ÇİL, C. KORKMAZ ve H. BAŞAR. 1996. Gemlik Gübre Sanayi A. Ş. Fabrikası Atık Sularından Tarımda Yararlanma Olanakları. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20: 507 – 514.

- KATKAT, A. V. ve N. Ç. ÖZGÜVEN. 2000. Biga Yöresinde Sanayi Domatesi Yetiştirilen Toprakların ve Sulama Sularının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 9(34): 27 – 30.
- KAWASAKI, A. ve S. ARAI. 1996. Evalutation of Digestion Methods for Multi – Elemental Analysis of Organic Wastes by ICP Mass Spectrometry. *Soil Science Plant Nutrition*, 42(2): 251 – 260.
- KELLOG, C. E. 1952. *Our Garden Soils*. Tha Macmillan Company, Newyork, 92s.
- KOCASOY, G. 1994. Atıksu Arıtma Çamuru ve Katı Atık ve Kompost Örneklerinin Analiz Yöntemleri. Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 109s.
- KÜTÜK, A. C., G. ÇAYCI ve A. BARAN. 1995. Çay Atıklarının Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılabilme Olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1): 35 – 40.
- KÜTÜK, C., G. ÇAYCI, A. BARAN ve O. BAŞKAN. 2000. Bira Fabrikası Atıklarının Tarımsal Amaçlı Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi Kesin Raporu, 98 – 11 – 10 – 01, Ankara, 35s.
- LAMBERT, D. H. ve T. C. WEIDENSAUL. 1991. Element Uptake by Mycorrhizal Soybean from Sewage Sludge Treated Soil. *Soil Science Society of America Journal*, 55(2): 393 – 398.
- LARSEN, A. B., F. H. FUNCH ve H. A. HAMİLTON. 1991. The Use of Fermentation Sludge as a Fertilizer in Agriculture. *Water Science Technology*, 24(2): 33 – 41.
- LASA, B., M. QUEMADA, S. FRECHILLA, J. MURO, C. LAMSFUS ve P. M. APARICIO – TEJO. 1997. Effect of Digested Sewage Sludge on the Efficiency of N – Fertilizer Applied to Barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48: 241 – 246.
- LINDSAY, W. L. ve W. A. NORVELL. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cd. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 42: 421 – 428.
- MCBRIDE, M. B. 1989. Reactions Controlling Heavy Metal Solubility in Soils. *Adv. Soil Sci.* 10: 1 – 56.
- MERRINGTON, G., L. WINDER ve I. GREEN. 1997. The Uptake of Cadmium and Zinc by the Bird – Cherry Oat Aphid *Rhopalosiphum Pad.* Feeding on Wheat Grown on Sewage Sludge Amended Agricultural Soil. *Environmental Pollution*, 96(1): 111 – 114.
- METCALF ve EDDY INC. 1991. *Wastewater Engineering, Treatment Disposal, Reuse*, 4505.

- MOHAMMAD, A. M. ve A. M. BATTIKHI. 1997. Effect of Sewage Sludge on Some Soil Properties and Barley Plant in Muwagar Area. *Agricultural Sciences*, 24(2): 204 – 216.
- MOLTAY, İ. 1979. Bursa Bölgesinde Yetiştirilen J. H. Hale Çeşidi Şeftalilerin Besin Elementi İçeriği, Bu Elementlerin Mevsime ve Konum Yerlerine Göre Değişimi Üzerinde Araştırmalar. Uzmanlık Tezi, Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü.
- MONTIEL, O. V., N. J. HORAN ve D. D. MARA. 1996. Management of Domestic Wastewater for Reuse in Irrigation. *Water Science Technology*, 33(10 - 11): 355 – 362.
- MUNTER, R. C. ve R. A. GRANDE. 1981. Plant Tissue and Soil Extract Analyses by ICP. “R. M. Barnes(Editör), Developments in Atomic Plasma Spectrochemical Analysis”, Heyden, London, s. 653 – 672.
- OLMEDA, P. M., F. CABRERA, R. LOPEZ ve J. M. MURILLO. 1995. Residual Effect of Composted Olive Oil Mill Sludge on Plant Growth. *Fresenius Envir. Bull.*, 4: 221 – 226.
- OLSEN, S. R., C. V. COLE, F. S. WATANABE ve H. C. DEAN. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. Dept. of Agr. Cir. 939, Washington D. C.
- OLSEN, S. R. ve L. A. DEAN. 1965. Phosphorus. “C. A. Black(Editör), Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison”, Wisconsin, USA, s. 1035 – 1049.
- O'RIORDAN, E. G., V. A. DODD ve G. A. FLEMING. 1994. Spreading a Low – Metal Sludge on Grassland: Effects on Soil and Herbage Heavy Metal Concentrations. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 33(1): 61 – 69.
- ÖNDER, E., E. KAPAR ve M. BANAR. 1999. Metal İşleme Sanayi'nde Arıtım Çamurlarının Karakterizasyonu ve Değerlendirilebilirlik Seçenekleri. *Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, Cilt – 3, İstanbul, s. 84 – 93.
- ÖZGÜVEN, M. ve Z. KAYA. 1984. Tütün Atıklarının Tarımda Gübre Olarak Kullanılma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *Ulusal Çevre Sempozyumu (Bildiri Özetleri)*, Adana.
- ÖZGÜVEN, M., Z. KAYA, M. A. YILMAZ, S. KIRCI ve S. TANSI. 1999. Sigara Fabrikası Tütün Atıklarının Gübre Olarak Değerlendirilmesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23(1): 43 – 51.
- ÖZGÜVEN, N. Ç. ve A. V. KATKAT. 2001. Mis Süt Sanayii Arıtma Tesisi Atığının Tarımda Kullanılma Olanakları. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15: 139 – 149.

- PAKFİLİZ, Y., S. ÖZCAN ve M. ÖZTÜRK. 1995. Arıtma Tesisi Sularının Bitki Sulamasında Kullanılması. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 4(15): 9 – 13.
- PRATT, P. F. 1965. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. "C. A. Black (Editör), Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agronomy Series, No: 9" Madison, Wisconsin, USA.
- PRESCOTT, C. E., M. A. McDONALD, S. P. GESSEL ve J. P. KIMMINS. 1993. Long – term Effects of Sewage Sludge and Inorganic Fertilizers on Nutrient Turnover in Litter in a Coastal Douglas Fir Forest. *Forest Ecology and Management*, 59(2): 149 – 164.
- RIBEIRA, C., M. C. CAMEIRA, M. C. MAGALHAES ve R. L. PATO. 2000. Effects of Long Term Application of Sewage Sludge from Waste Water as a Fertilizer. Plant Nutrition for the Next Millenium Nutrients, Yield, Quality and the Environment (Abstracts), Corio, Egypt, s. 171 – 172.
- ROCA, J. ve F. POMARES. 1991. Prediction of Available Heavy Metals by Six Chemical Extractants in a Sewage Sludge – Amended Soil. *Communications Soil Science Plant Analysis*, 22(19): 2119 – 2136.
- RUSSELL, J. M., R. N. COOPER ve S. B. LINDSEY. 1991. Reuse of Wastewater From Meat Processing Plants for Agricultural and Forestry Irrigation. *Water Science Technology*, 24(9): 277 – 286.
- SOIL SURVEY STAFF. 1951. *Soil Survey Manual*. Agricultural Research Administration United States Department of Agriculture. Handbook, 18: 340 – 377.
- STEVE, A. B., D. GRAVELAND, D. NICHOLALCHUK ve W. S. DANIEL. 1984. *Manual for Land Application of Treated Municipal Wastewater and Sludge*. Published by U. S. Enviromental Protection Agency, U. S. A., 173s.
- ŞENGÜL, F. ve A. FİLİBELİ. 1992. Arıtma Çamurlarının Tasfiyesi ve Bertarafı. *Çevre Teknolojisi Dergisi*, 3: 19 – 22.
- TADESSE, W., J. W. SHUFORD, R. W. TAYLOR, D. C. ADRIANO ve K. S. SAJVAN. 1991. Comparative Availability to Wheat of Metals From Sewage Sludge and Inorganic Salts. *Water Air and Soil Pollution*, 55(4): 397 – 408.
- TAŞATAR, B. 1997. Endüstriyel Nitelikli Arıtma Çamurlarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi (Yayınlanmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.
- TAYEL, M. Y., F. M. HABIB ve M. A. EL-HADY. 2000. Effect of Sludge Application Rate and Its Lime Content on Co, Ni and Pb Uptake. Plant Nutrition for the Next Millenium Nutrients, Yield, Quality and the Environment (Abstracts), Corio, Egypt, s. 154 – 155.

- TOLAY, M., N. SÖĞÜT, U. TOLAY ve Y. YAVUZŞEFİK. 1999. Aerobik Arıtma Çamurlarından Tarımsal Kompost Üretimi ve Bitki Yetiştirilmesinde Kullanılması. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu III, Cilt – II, Gebze – Kocaeli, s. 697 – 704.
- TÖRÜN, M. A. 1989. Azot Sanayii Atığı Endüstriyel Gips’ in Sodyumlu Topraklara Katılması ile Toprakta Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Samsun Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 51, Rapor Serisi No: 45, Samsun, 41s.
- TURALIOĞLU, F. S. ve F. N. ACAR. 1996. Çeşitli Atıkların Toprak ortamına Etkileri. Tarım – Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin, s. 53 – 57.
- U. S. SALINITY LABORATORY STAFF. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USDA Agric. Handbook 60. U. S. Govt. Print. Office, Washington, DC.
- ÜNAL, H. ve H. S. BAŞKAYA. 1981. Toprak Kimyası. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 759, Ders Kitabı, Ankara, 218s.
- VASCONCELOS, E. ve F. CABRAL. 1993. Use and Environmental Implications of Pulp – Mill Sludge as an Organic Fertilizer. Environmental Pollution, 80: 159 – 162.
- WEETMAN, G. F., M. A. McDONALD, C. E. PRESCOTT ve J. P. KIMMINS. 1993. Responses of Western Hemlock, Pacific Silver Fir, and Western Red Cedar Plantations on Northern Vancouver Island to Applications of Sewage Sludge and Inorganic Fertilizer. Canadian, Journal of Forest Research, 23(9): 1815 – 1820.
- YALÇUK, H. 1984. İzmir İli Çöplerinin İşlenmesi İle Elde Edilen Gübrenin Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 104, Rapor Yayın No: 67, Menemen, 80s.
- ZENHAS, J. M., B. F. SALTAO, M. I. MARTINS, A. J. VICTORIA, M. R. GUSMAO ve M. H. DOMINGUES. 2000. Effect of Application of Sewage Sludge and Pulp – Mill Sludge from Waste Water Treatment on Plants Nutrition and Soil Fertility. Plant Nutrition for the Next Millenium Nutrients, yield, Quality and the Environment (Abstracts), Corio, Egypt, s. 144 – 145.

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında yapıcı eleştirilerini ve desteğini gördüğüm değerli danışman hocam Prof.Dr.A.Vahap KATKAT'a, çalışmalarına katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof.Dr.Ahmet ÖZGÜMÜŞ ve Prof.Dr.H.Savaş BAŞKAYA'ya, analizlerimi yaparken alet ve malzeme yardımlarını yapan GÜBRET A.Ş'ye, Kocaeli İli Kavakçılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, analizlerimin yapılmasında bana yardımcı olan Arş.Gör.Hakan ÇELİK'e, Kocaeli İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde görevli mühendis Mehmet ÜNLÜ'ye, tezim süresince ilgi ve yardımlarını gördüğüm eşim Aykut Sami ÜNAL'a, tezimin yazım aşamasında desteğini gördüğüm Ziraat Mühendisi Namık DEMİREL'e teşekkür ederim.

Her konuda bana destek olan anneme, babama ve hoşgörülü kızıma teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Bursa İlinin M.Kemalpaşa ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bandırma'da, lise öğrenimini Burhaniye'de tamamladı. 1986 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümüne girdi. 1990 yılında mezun oldu. 1994 yılında Kocaeli Üniversitesi Çevre Sorunları araştırma ve Uygulama Merkezi'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 1996 yılında mezun oldu. 1998 yılında doktora eğitimine başladı. Şu anda Yüksek Öğretim Kanunu'nun 35/b maddesi gereğince Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde görev yapmaktadır.