

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**TÜTÜN ATIĞININ BAZI ORGANİK MATERYALLERLE
BİRLİKTE KOMPOSTLAŞTIRILMA SÜRECİ VE BU
KOMPOSTLARIN TOPRAKTAKİ MİKROBİYAL BİYOMAS
VE AKTİVİTE İLE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU

Toprak Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.13.01

Sunuş Tarihi: 12/10/2009

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nur OKUR

Bornova – İZMİR

Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU tarafından doktora tezi olarak sunulan “Tütün Atığının Bazı Organik Materyallerle Birlikte Kompostlaştırılma Süreci ve Bu Kompostların Topraktaki Mikrobiyal Biyomas ve Aktivite ile Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’ nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 12/10/2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Nur OKUR

Üye : Prof. Dr. Muzaffer ÇENGEL

Üye : Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN

Üye : Prof. Dr. Dilek ANAÇ

Üye Prof. Dr. Sevinç ARCAK

ÖZET

Tütün Atığının Bazı Organik Materyallerle Birlikte Kompostlaştırılma Süreci ve Bu Kompostların Topraktaki Mikrobiyal Biyomas ve Aktivite ile Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

KAYIKÇIOĞLU, Hüseyin Hüsnü

Doktora Tezi, Toprak Bölümü
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Nur OKUR

Üç aşamadan oluşan bu çalışmada ilk olarak tütün atıkları pirina, cibre ve ahır gübresi ile karıştırılarak kompostlaştırılmış ve kompost stabilitesi fizikokimyasal yöntemlerin yanında enzimatik aktivite ile de incelenmiştir. İkinci aşamada bu kompostlar saksı denemesinde kullanılmış ve kompostların mısırın gelişimi için gerekli besin maddelerini sağlama düzeyi ile toprağın mikrobiyal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise ham tütün atığı, tütün kompostu ve azotlu gübrenin uygulandığı tarla denemesinde kırmızı biber yetiştirilmiş ve deneme toprağının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile biber verimi saptanmıştır. Tütün atığı ve kompostunun uygulama dozları 0 – 20 ve 40 t ha⁻¹, azot dozları ise 0 – 150 ve 300 kg ha⁻¹ olmuştur.

Kompostlaştırma aşamasında, tüm kompostların sıcaklığı yaklaşık 60 – 66 gün içerisinde ortam sıcaklığına eşitlenmiştir. Kompostların pH'ları önce hızlı daha sonra yavaş bir şekilde artarken, elektiriki geçirgenlik değerleri önce düşmüş daha sonra süreç içerisinde artmıştır. Enzimatik aktiviteler arasında ise tütün atıkları ile yapılan karışım kompostlarında

alkalin fosfataz aktivitesinin, sadece tütün atıkları ile yapılan kompostlamada ise üreaz aktivitesinin, kompost olgunluğu ile daha fazla ilişkili olduğu saptanmıştır. Tüm enzim aktivitesi 4 ayda stabilize olmuştur.

İkinci aşama olan saksı denemesinde; topraklarda mikrobiyal enzim aktivitesini ve kümülatif-CO₂ oluşumunu en fazla arttıran uygulama ham tütün atığı olmuştur. Toprağa yapılan kompost uygulamaları suda çözünebilir toplam tuz miktarı ile organik madde miktarını yükselmiştir. Kompost uygulanmış topraklarda bitki biyoması kontrole oranla % 51, ham tütün uygulamasında ise % 96 oranında artmıştır. En fazla bitki biyoması artışı ise NPK uygulanmış topraklarda (% 115) gerçekleşmiştir.

Tarla denemesi topraklarının mikrobiyal C, N ve P içerikleri ile bazı mikroorganizma sayıları (amonyum oksitleyici bakteriler, azotobakteriler, genel bakteriler, funguslar) ham tütün ve tütün kompostu uygulamaları ile artmıştır. Toprağın mikrobiyal enzim aktivitesi ham tütün uygulaması ile önemli bir şekilde artarken, azotlu gübre uygulamalarından etkilememiştir. Artan ham tütün dozlarına bağlı olarak fide tutma oranları azalmıştır. Buna karşılık en yüksek verim N₀T₂ (T₂ = 40 t ha⁻¹) ve N₂T₂ (N₂ = 300 kg N ha⁻¹, T₂ = 40 t ha⁻¹), en düşük verim ise N₀T₀ ve N₁T₀ (N₁ = 150 kg N ha⁻¹) uygulamalarından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: tütün atığı, kompost, toprak enzimleri, mikrobiyal biyomas, kırmızı biber

ABSTRACT

Composting of Tobacco Waste with Other Organic Materials and Effect of Resulting Composts on Soil Microbial Biomass, Activity and Plant Growth

KAYIKÇIOĞLU, Hüseyin Hüsnü

Ph. D. Dissertation in Soil Science
Supervisor: Prof. Dr. Nur OKUR

In the first stage of the study, tobacco wastes were composted with olive pomace, farmyard manure and grape pomace and compost stability evaluation was studied by enzymatic activity measurements in addition to the other physico-chemical methods. In the second stage; the composts were used in a pot experiment to study the effect of the composts on soil microbial properties and maize biomass yield. In the last stage; tobacco waste, tobacco waste compost and N fertilizer were applied to the field soils where paprika was grown. Waste and compost rates were 0 -20 and 40 t ha⁻¹ and N fertilizer 0 – 150 and 300 kg N ha⁻¹.

Composts temperature reached ambient temperature at about 60 – 66 days. The pH of the composts first rapidly then slowly increased and the EC first decreased and then increased during composting. Results showed that phosphatase activity in the mixed compost, urease activity only in the tobacco waste compost were the related to the compost stability. All enzyme activities stabilized about in four months.

In the pot experiment; uncomposted tobacco wastes gave the highest cumulative CO₂ production compared with other treatments. Compost applications increased the total salt of the soil and organic matter. Maize biomass increased 51 % in the soil treated with compost and 96 % in the uncomposted tobacco waste. The highest biomass (115 %) was determined in the soil enriched with NPK.

Microorganisms counts (general bacteria, fungus, azotobacteria, ammonium and nitrite oxidizing bacteria) and microbial biomass-C, N and P increased with the application of compost and uncomposted tobacco waste to the field soil. Soil enzymatic activity significantly increased with application of uncomposted tobacco waste but was not affected by N-fertilizer. Establishment of the transplants decreased by increasing uncomposted waste doses. The highest yield was obtained in N₀T₂ (T₂ = 40 t ha⁻¹) and N₂T₂ (N₂ = 300 kg N ha⁻¹, T₂ = 40 t ha⁻¹) plots and the lowest yield in N₀T₀ and N₁T₀ (N₁ = 150 kg N ha⁻¹) plots.

Key Words: tobacco waste, compost, soil enzymes, microbial biomass, paprika plant

TEŞEKKÜR

Canım babacığım (*Ruhi Kayıkçıoğlu–19.09.1993*) ve anneciğim (*Cahide Kayıkçıoğlu–25.04.2009*); hayatım boyunca sizlere layık bir evlat olmak için çalıştım ve çalışacağım. Rahat uyuyunuz. Sizleri çok seviyorum!

O’ nun “**Çalışmak demek, boşuna yorulmak, terlemek değildir. Zamanın gereklerine göre bilim ve teknik ve her türlü uygar buluşlardan azami derecede istifade etmek zorunludur**” sözü doğrultusunda ilerlemeye, kendimi geliştirmeye çalışıyorum. Ulu Önderimiz **Mustafa Kemal Atatürk**; sizi saygıyla anıyorum. Hiç durmadan ve yorulmadan izindeyim!

Keşke kelimeler O’ na olan minnettarlığımı ifade etmede yeterli olsaydı! Tezimin ortaya çıkış düşüncesinden itibaren beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, her türlü olumsuzlukta destekleyen, bakış açımı genişleten, bilgi birikimini ve tecrübesini koşulsuz aktaran ve bana yol gösteren, kendisine sonsuz saygı ve sevgi duyduğum değerli hocam Sayın *Prof. Dr. Nur Okur*’ a;

Yapmış oldukları katkı ve yönlendirmeler için Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın *Prof. Dr. Muzaffer Çengel*’ e ve her zaman olumlu düşünüp, eleştirilerini de bu yönde yapan, beni yönlendiren ve motive eden Sayın *Prof. Dr. Hatice Özaktan*’ a;

Tezimi titizlikte inceleyerek değerli görüşlerini ve yapıcı eleştirilerini esirgemeyen, Bölüm Başkanımız Sayın *Prof. Dr. Dilek Anaç*’ a ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Öğretim Üyesi Sayın *Prof. Dr. Sevinç Arcak*’ a;

İhtiyacım olduğu her zaman bana destek olan ve yardımlarını koşul ve zaman fark etmeksizin esirgemeyen ve çözüm üreten değerli hocam (ÇASUT Başkanı) Sayın *Yrd. Doç. Dr. Sezai Delibacak*’ a ve (ÇASUT Üyesi) Sayın *Dr. Ali Rıza Ongun*’ a;

Laboratuvar ve arazi çalışmalarım başta olmak üzere tezimin her aşamasında bana destek veren (ÇASUT Üyeleri) Sayın *Kazım Karadağ*’ a, Sayın *Şuayip Şen*’ e, Sayın *Ali Demirci*’ ye ve Toprak Bölümü 2009 yılı mezun öğrencilerinden Sayın *Seçil Küçük*’ e ve Sayın *Selcen Ünalp*’ a;

Veri setimin değerlendirilmesi aşamasında istatistik bilgileriyle bana yardımcı olan Sayın *Prof. Dr. Yavuz Akbaş*’ a ve *Dr. Çiğdem Takma*’ ya;

Tez projesinde kullandığım organik atık materyallerinin elde edilmesi sırasında emeği geçen herkese ve tezimi maddi olarak destekleyen *TÜBİTAK TOVAG*’ a ve *E.Ü. BAP Birimi*’ ne;

Bana manevi güç veren Eşim *Özgen* ve oğlum *Efe* ile *Oral*, *Atıl*, *Hıdır* ve *Temellioğlu* ailelerine,

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	V
ABSTRACT	VII
TEŞEKKÜR	IX
ŞEKİL DİZİNİ	XVII
ÇİZELGE DİZİNİ	XIX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XXIII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	8
2.1 Organik Atıkların Kompostlanması	8
2.1.1 Kompostlanabilir atıkların özellikleri	10
2.1.1.1 Kompostlanabilir atıkların kimyasal özellikleri	10
2.1.1.2 Kompostlanabilir atıkların fiziksel özellikleri	12
2.1.2 Kompostlama sürecinin mikrobiyal özellikleri	13
2.2 Kompost Stabilesini/Olgunluğunu Belirlemede Kullanılan Parametreler	17
2.3 Tütün Endüstrisi Atıklarının Özellikleri	24
2.4 Agro-Endüstriyel Atıkların Tarımsal Amaçlı Kullanımı	27
2.5 Agro-Endüstriyel Atık Uygulamalarının Topraktaki Mikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri	35
3. Materyal ve Yöntem	42
3.1 Materyal	42
3.1.1 Kompost yapım aşamasında kullanılan materyaller	42
3.1.2 Saksı denemesinde kullanılan materyaller	46
3.1.3 Tarla denemesinde kullanılan materyaller	47
3.1.3.1 Deneme yeri, deneme toprağı ve sulama suyunun özellikleri	48
3.1.3.2 Tarla denemesinde kullanılan organik materyallerin özellikleri	52
3.1.3.3 Tarla denemesinde kullanılan test bitkisinin özellikleri	53
3.1.3.4 Tarla denemesinde kullanılan kimyasal gübreler	54
3.1.4 Deneme alanının iklim özellikleri	55

3.2 Yöntem	58
3.2.1 Kompost yapımı.....	58
3.2.2 Saksı denemesi.....	60
3.2.3 Tarla denemesi.....	65
3.2.3.1 Tarla denemesinde kullanılan tütün atığı kompostunun yapımı..	65
3.2.3.2 Tarla denemesinin kurulması ve yürütülmesi	66
3.2.3.3 Toprak örneklerinin alınması	69
3.2.3.4 Toprak ve kompost örneklerinin analizinde kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemler	71
3.2.3.5 Toprak ve kompost örneklerinin analizinde kullanılan mikrobiyolojik analiz yöntemleri	74
3.2.4 İstatistiksel yöntemler	77
4. Bulgular ve Tartışma.....	78
4.1 Kompost Yapımı	78
4.1.1 Kompost oluşum sürecinde yapılan ölçüm ve analizlere ait sonuçlar	78
4.1.1.1 Sıcaklık değişimleri.....	78
4.1.1.2 pH.....	80
4.1.1.3 Elektiriki geçirgenlik (EC).....	82
4.1.1.4 Enzimatik aktivite	83
4.1.1.4.1 Alkalın fosfataz enzim aktivitesi.....	84
4.1.1.4.2 Asit fosfataz enzim aktivitesi	86
4.1.1.4.3 β -Glukozidaz enzim aktivitesi.....	87
4.1.1.4.4 Proteaz enzim aktivitesi	89
4.1.1.4.5 Üreaz enzim aktivitesi.....	90
4.1.1.4.6 Dehidrogenaz enzim aktivitesi	92
4.1.2. Kompostlamanın başında ve sonunda yapılan analizlere ait sonuçlar	94
4.1.2. Kompost oluşum sürecine ait sonuçlarla ilgili tartışma	97
4.2 Saksı Denemesi	100
4.2.1 Saksı denemesi topraklarında gerçekleştirilen mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	101
4.2.1.1 Alkalın fosfataz (ALKFA) enzim aktivitesi.....	101

4.2.1.2 β -glukozidaz (GLU) enzim aktivitesi	103
4.2.1.3 Aril sülfataz enzim aktivitesi (ArSA)	105
4.2.1.4 Proteaz (PRO) enzim aktivitesi	107
4.2.1.5 Üreaz (ÜA) enzim aktivitesi	109
4.2.1.6 Dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi	111
4.2.1.7 Kümülatif CO ₂ -oluşum miktarları	114
4.2.2 Saksı denemesi topraklarında gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	116
4.2.3 Deneme bitkisine (mısır) ait analiz sonuçları.....	120
4.2.3.1 Mısır bitkisinin makro ve mikro besin element içeriğine ait sonuçlar.....	120
4.2.3.2 Mısır bitkisinin biyomas miktarlarına ait sonuçlar	122
4.2.4 Saksı denemesine ait sonuçlarla ilgili tartışma.....	123
4.2.4.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları ile ilgili tartışma	123
4.2.4.2 Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile mısır bitkisinin besin maddesi içerikleri ile ilgili tartışma	129
4.3 Tarla Denemesi	131
4.3.1 Ham tütün atığı, tütün atığı kompostu ve azotlu gübre uygulamalarının toprağın mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri	134
4.3.1.1 Mikrobiyal biyomas-C' u (C _{mik})	134
4.3.1.2 Mikrobiyal biyomas-N' u (N _{mik}).....	136
4.3.1.3 Mikrobiyal biyomas-P' u (P _{mik})	138
4.3.1.4 Enzim aktiviteleri	140
4.3.1.5 Mikroorganizma sayımları.....	152
4.3.2 Ham tütün atığı, tütün atığı kompostu ve azotlu gübre uygulamalarının toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri	156
4.3.2.1 pH	156
4.3.2.2 Suda çözünebilir toplam tuz (SÇTT).....	158
4.3.2.3 Organik madde (OM)	160
4.3.2.4 Toplam azot (N _t).....	162
4.3.2.4 Alınabilir fosfor (P _{al})	164
4.3.2.5 Alınabilir potasyum (K _{al}).....	165

4.3.3 Ham tütün atığı, tütün atığı kompostu ve azotlu gübre uygulamalarının kırmızı biber verimi üzerine etkileri	167
4.3.4 Tarla denemesi topraklarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri arasındaki ilişkiler.....	169
4.3.5 Kırmızı biber verimi ile toprakların mikrobiyolojik ve kimyasal parametreleri arasındaki ilişkiler.....	171
4.3.6 Tarla denemesine ait sonuçlarla ilgili tartışma	173
4.3.6.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları ile ilgili tartışma	173
4.3.6.2 Kimyasal analiz sonuçları ile ilgili tartışma	179
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	180
KAYNAKLAR DİZİNİ	187
EKLER.....	217
Ek 1 Kompost oluşum süresi boyunca ölçülen dış hava, sera havası ve kompost sıcaklık değerleri	217
Ek 2. Kompostlamanın başlangıcından itibaren belirli tarihlerde ölçülen pH ve EC değerleri	218
Ek 3. Kuru kompost örneklerinde belirli aralıklarla saptanan enzim analiz sonuçları	219
Ek 4 Kompostlaşma aşamasında ALKFA aktivitesine ait VAT	222
Ek 5 Kompostlaşma aşamasında ASFA aktivitesine ait VAT	222
Ek 6 Kompostlaşma aşamasında GLU aktivitesine ait VAT	222
Ek 7 Kompostlaşma aşamasında PRO aktivitesine ait VAT.....	222
Ek 8. Kompostlaşma aşamasında ÜA aktivitesine ait VAT.....	223
Ek 9. Kompostlaşma aşamasında DHA aktivitesine ait VAT.....	223
Ek 10 Saksı denemesi topraklarında yapılan ALKFA aktivitesine ait VAT....	223
Ek 11 Saksı denemesi topraklarında yapılan GLU aktivitesine ait VAT.....	223
Ek 12 Saksı denemesi topraklarında yapılan PRO aktivitesine ait VAT	224
Ek 13 Saksı denemesi topraklarında yapılan ÜA aktivitesine ait VAT	224
Ek 14 Saksı denemesi topraklarında yapılan DHA aktivitesine ait VAT	224
Ek 15 Saksı denemesi topraklarında yapılan ArSA aktivitesine ait VAT.....	224
Ek 16 Kümülatif-CO ₂ oluşum değerleri.....	225

Ek 17 Saksı denemesinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik ve kimyasal parametreler arasındaki Pearson korelasyon matrisi	225
Ek 18 Saksı denemesinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik parametreler arasındaki Pearson korelasyon matrisi	226
Ek 19 Tarla denemesi topraklarında yapılan C_{mik} parametresine ait VAT	226
Ek 20 Tarla denemesi topraklarında yapılan N_{mik} parametresine ait VAT	227
Ek 21 Tarla denemesi topraklarında yapılan P_{mik} parametresine ait VAT	227
Ek 22 Tarla denemesi topraklarında yapılan ALKFA parametresine ait VAT	228
Ek 23 Tarla denemesi topraklarında yapılan GLU parametresine ait VAT	228
Ek 24 Tarla denemesi topraklarında yapılan $\ddot{U}A$ parametresine ait VAT	229
Ek 25 Tarla denemesi topraklarında yapılan DHA parametresine ait VAT	229
Ek 26 Tarla denemesi topraklarında yapılan ArSA parametresine ait VAT ...	230
Ek 27 Tarla denemesi topraklarında yapılan PRO parametresine ait VAT	230
Ek 28 Amonyum oksitleyici bakterilere ait varyans analiz tablosu	231
Ek 29 Nitrit oksitleyici bakterilere ait varyans analiz tablosu	231
Ek 30 Azotobakterlere ait varyans analiz tablosu	231
Ek 31 Funguslara ait varyans analiz tablosu	232
Ek 32 Genel bakterilere ait varyans analiz tablosu	232
Ek 33 Kırmızı biber verimine ait VAT	232
Ek 34 Tarla denemesi topraklarında yapılan pH parametresine ait VAT	233
Ek 35 Tarla denemesi topraklarında yapılan SÇTT parametresine ait VAT ...	233
Ek 36 Tarla denemesi topraklarında yapılan OM parametresine ait VAT	234
Ek 37 Tarla denemesi topraklarında yapılan N_t parametresine ait VAT	234
Ek 38 Tarla denemesi topraklarında yapılan P_{al} parametresine ait VAT	235
Ek 39 Tarla denemesi topraklarında yapılan K_{al} parametresine ait VAT	235
ÖZGEÇMİŞ	237

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1 Tarla deneme alanının Google yardımıyla elde edilen görüntüsü.....	49
Şekil 3.2 Kompost karışımlarının hazırlanması	59
Şekil 3.3 Hazırlıkları bitmiş ve plastik kovalara yerleştirilmiş tütün atığı ve diğer karışımlar.....	59
Şekil 3.4 Seyreltme işlemi.....	63
Şekil 3.5 Açık havaya alınan saksı denemesi	63
Şekil 3.6 Saksı denemesinden bir görüntü	64
Şekil 4.1 Tütün atığı (TT), Tütün atığı + Cibre (TT+C), Tütün atığı + Ahır gübresi (TT+AG) ve Tütün atığı + Pirina (TT+P) materyallerinin kompost oluşum sürecindeki sıcaklık değişimleri.....	79
Şekil 4.2 Tütün atığı (TT), Tütün atığı + Cibre (TT+C), Tütün atığı + Ahır gübresi (TT+AG) ve Tütün atığı + Pirina (TT+P) materyallerinin kompost oluşum sürecindeki pH değişimleri	81
Şekil 4.3. Tütün atığı (TT), Tütün atığı + Cibre (TT+C), Tütün atığı + Ahır gübresi (TT+AG) ve Tütün atığı + Pirina (TT+P) materyallerinin kompost oluşum sürecindeki EC değişimleri.....	83
Şekil 4.4 Kompost örneklerinde alkalın fosfataz enzim aktivitesinin değişimi	84
Şekil 4.5 Kompost örneklerinde asit fosfataz enzim aktivitesinin değişimi.....	86
Şekil 4.6 Kompost örneklerinde β -glukozidaz enzim aktivitesinin değişimi	88
Şekil 4.7 Kompost örneklerinde proteaz enzim aktivitesinin değişimi	89
Şekil 4.8 Kompost örneklerinde üreaz enzim aktivitesinin değişimi	91
Şekil 4.9 Kompost örneklerinde dehidrogenaz enzim aktivitesinin değişimi ...	93
Şekil 4.10 Alkalın fosfataz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar.....	103
Şekil 4.11 β -glukozidaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar	105
Şekil 4.12 Aril sülfataz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar	107
Şekil 4.13 Proteaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar	109
Şekil 4.14 Üreaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar.....	111
Şekil 4.15 Dehidrogenaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar.....	113

Şekil 4.16 Saksı denemesi topraklarında saptanan kümülatif CO ₂ -oluşum miktarları	114
Şekil 4.17 Uygulama konularına göre bitki biyomas miktarları	122
Şekil 4.18 Uygulama konularının azot dozlarına göre mikrobiyal biyomas-C miktarları değişimi	136
Şekil 4.19 Uygulama konularının azot dozlarına göre mikrobiyal biyomas-N miktarları değişimi	138
Şekil 4.20 Uygulama konularının azot dozlarına göre mikrobiyal biyomas-P miktarları değişimi	140
Şekil 4.21 T ve TK uygulamalarının ALKFA aktivitesi üzerine olan etkisi	142
Şekil 4.22 T ve TK uygulamalarının GLU aktivitesi üzerine olan etkisi	144
Şekil 4.23 T ve TK uygulamalarının ArSA aktivitesi üzerine olan etkisi	146
Şekil 4.24 T ve TK uygulamalarının PRO aktivitesi üzerine olan etkisi	148
Şekil 4.25 T ve TK uygulamalarının ÜA aktivitesi üzerine olan etkisi	150
Şekil 4.26 T ve TK uygulamalarının DHA aktivitesi üzerine olan etkisi	152
Şekil 4.27 Uygulama konularının azot dozlarına göre pH değerleri değişimi .	158
Şekil 4.28 Uygulama konularının azot dozlarına göre suda çözünebilir toplam tuz miktarı değişimi	160
Şekil 4.29 Uygulama konularının azot dozlarına göre organik madde miktarı değişimi	162
Şekil 4.30 Uygulama konularının azot dozlarına göre toplam azot içeriği değişimi	164

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1 Kompostlama için kullanılabilir organik ham materyaller	9
Çizelge 2.2 Bazı kompostlanabilir materyallerin besin maddesi içerikleri	11
Çizelge 2.3 Kompost oluşumunda yaygın olarak ortaya çıkan mikroorganizmalar	15
Çizelge 2.4 Hızlı bir kompostlama süreci için kabul edilebilir ve tercih edilen parametre değerleri	16
Çizelge 3.1 Tütün işleme fabrikası ve sigara fabrikasından alınan tütün atıklarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları	43
Çizelge 3.2 Tütün atıkları ve diğer organik atıklarda yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	45
Çizelge 3.3 Saksı denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	46
Çizelge 3.4 Deneme toprağının genetiksel özellikleri	48
Çizelge 3.5 Tarla deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	50
Çizelge 3.6 Denemede kullanılan sulama suyunun bazı özellikleri	51
Çizelge 3.7 Tarla denemesinde kullanılan tütün atığı ve kompostunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	53
Çizelge 3.8 Menemen'e ilişkin çok yıllık (1954-2008) iklim verileri	56
Çizelge 3.9 Menemen'e ilişkin 2008 yılı iklim verileri	57
Çizelge 3.10 Saksı denemesi uygulama konuları	61
Çizelge 3.11 Saksı denemesi deseni	62
Çizelge 3.12 Tarla denemesi uygulama konuları ve dozları	66
Çizelge 3.13 Tarla deneme deseni	67
Çizelge 3.14 Tarla denemesinde gerçekleştirilen kültürel işlemler	70
Çizelge 4.1 Kompostlamanın başlangıcında ve sonunda alınan örneklerde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları	95
Çizelge 4.2 Kompostların sıcaklık, pH ve EC değerleri arasındaki Pearson korelasyon matrisi	98

Çizelge 4.3 Saksı denemesi topraklarında alkalın fosfataz aktivitesi değışimi	101
Çizelge 4.4 Saksı denemesi topraklarında β -glukozidaz aktivitesi değışimi ...	104
Çizelge 4.5 Saksı denemesi topraklarında aril sülfataz aktivitesi değışimi	106
Çizelge 4.6 Saksı denemesi topraklarında proteaz aktivitesi değışimi	108
Çizelge 4.7 Saksı denemesi topraklarında üreaz aktivitesi değışimi.....	110
Çizelge 4.8 Saksı denemesi topraklarında dehidrogenaz aktivitesi değışimi...	112
Çizelge 4.9 Toprağa uygulanan organik materyallere ait ek kümülatif CO ₂ - oluşum miktarları	115
Çizelge 4.10 Saksı denemesinden alınan son toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	117
Çizelge 4.11 Hasat edilen bitkilerde belirlenen makro ve mikro element içerikleri	121
Çizelge 4.12 Ham tütün atığı (T), tütün atığı kompostu (TK) ve azotlu gübre uygulamalarının (N), toprak özellikleri üzerine etkileri.....	133
Çizelge 4.13 Tarla denemesi topraklarında C _{mik} miktarı değışimi.	135
Çizelge 4.14 Tarla denemesi topraklarında N _{mik} miktarı değışimi.....	137
Çizelge 4.15 Tarla denemesi topraklarında P _{mik} miktarı değışimi.	139
Çizelge 4.16 Tarla denemesi topraklarında alkalın fosfataz enzim aktivitesi ..	141
Çizelge 4.17 Tarla denemesi topraklarında β -glukozidaz enzim aktivitesi.....	143
Çizelge 4.18 Tarla denemesi topraklarında aril sülfataz enzim aktivitesi.....	145
Çizelge 4.19 Tarla denemesi topraklarında proteaz enzim aktivitesi.....	147
Çizelge 4.20 Tarla denemesi topraklarında üreaz enzim aktivitesi.....	149
Çizelge 4.21 Tarla denemesi topraklarında dehidrogenaz enzim aktivitesi.....	151
Çizelge 4.22 Tarla denemesi II. dönem (04.07.2008) topraklarında saptanan mikroorganizma sayıları	154
Çizelge 4.23 Tarla denemesi topraklarında pH değışimi	157
Çizelge 4.24 Tarla denemesi topraklarında suda çözünebilir toplam tuz miktarı değışimi.....	159
Çizelge 4.25 Tarla denemesi topraklarında organik madde miktarı değışimi ..	161
Çizelge 4.26 Tarla denemesi topraklarında toplam azot miktarı değışimi.....	163
Çizelge 4.27 Tarla denemesi topraklarında alınabilir fosfor miktarı değışimi.	165

Çizelge 4.28 Tarla denemesi topraklarında alınabilir potasyum miktarı değişimi	166
Çizelge 4.29 Kırmızı biberde toplam (3 el hasat) verim parametreleri	169
Çizelge 4.30 Toprakların enzim aktiviteleri, mikrobiyal biyomas, organik karbon ve bazı bitki besin maddesi miktarları arasındaki korelasyon katsayıları	170
Çizelge 4.31 Kırmızı biber verimi ile toprağın biyolojik ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları	172

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
B_{NIN}/N_T	Mikrobiyal biyokütle ninhidrin-reaktif azotunun toplam azota oranı
C_{HA}/C_{FA}	Hümkik asit karbonunun fulvik asit karbonuna oranı
C_{HA}/C_{org}	Hümkik asit karbonunun suda çözünebilir karbona oranı
C_m	Mineralize olan karbon miktarı
C_{org}	Organik karbon miktarı
C_w/N_{org}	Suda çözünebilir karbonun organik azota oranı
$dS\ m^{-1}$	Elektriksel geçirgenlik birimi (desi Siemens / metre)
FA	Fulvik asit
HA	Hümkik asit
HA/FA	Hümkik asidin fulvik aside oranı

Kısaltmalar	Açıklama
ADK	At dışkısı ve yataklığı
ALKFA	Alkalın fosfataz enzimi
ArSA	Aril sülfataz enzimi
ASFA	Asit fosfataz enzimi
ATP	Adenozin trifosfat
C_{mik}	Mikrobiyal biyomas karbonu
N_{mik}	Mikrobiyal biyomas azotu
P_{mik}	Mikrobiyal biyomas fosforu
ÇOK	Çözünmüş organik karbon
DHA	Dehidrogenaz enzimi
EC	Elektriksel geçirgenlik
EKU	Et ve kemik unu
EPÇK	Ezilmiş pamuk çırçır kompostu
GLU	β -glukozidaz enzimi
HG	Hayvan gübresi
K	Kontrol uygulaması
KAK	Kentsel atıklar
K_{al}	Alınabilir potasyum
KDK	Katyon değişim kapasitesi

Kısaltmalar	Açıklama
KFA	Kâğıt fabrikası katı atıkları
MK	Mantar kompostu
NPK	Mineral gübre uygulaması
N _t	Toplam azot
OM	Organik madde
P _{al}	Alınabilir fosfor
PAM	Polyacrylamide
PRO	Proteaz enzimi
SÇTT	Suda çözünebilir toplam tuz
T	Ham tütün atığı
TAK	Tütün atığı+ahır gübresi kompostu
TCK	Tütün atığı+cibre kompostu
TG	Tavuk gübresi
TK	Tütün atığı kompostu
TMV	Tütün mozaik virüsü
TOK	Toplam organik karbon
TPK	Tütün atığı+pirina kompostu
TT	Tütün atığı (tozu)
TT+AG	Tütün atığı ve ahır gübresi
TT+C	Tütün atığı ve cibre
TT+P	Tütün atığı ve pirina
ÜA	Üreaz enzimi
VAT	Varyans analiz tablosu
VÇK	Vizon çiftliği atıkları

1. GİRİŞ

Fransız oyun yazarı ve oyuncu olan **Jean-Baptiste Poquelin**, daha bilinen adıyla **Molière**’ in bir sözü ile başlamak istiyorum: “Yalnız yaptıklarımızdan değil, yapmadıklarımızdan da sorumluyuz!..”, (It is not alone what we do, but also what we do not do, for which we are accountable).

Tarıma dayalı ilk uygarlıklar Dicle, Fırat ve Nil ırmaklarının suladığı alüvyonlu topraklarda İÖ 5. binyılın ikinci yarısında gelişmiştir. O zamandan bugüne kadar yaşamımızdaki önemini hiçbir zaman kaybetmeyen tarım, 21. yüzyılda giderek artan hayati bir boyut kazanmıştır. Bitkisel üretim yapılan tarım toprağımız, yeryüzündeki tüm canlılar için hayati öneme sahiptir. Artan nüfus karşısında ekilebilir ve otlak arazilerin sabit, hatta azalmakta oluşu, bu boyutu daha da belirginleştirmiş ve dünya açlığa, küresel ısınmaya ve su kıtlığına doğru giderken tarımsal ürünlerin, dolayısıyla üretken toprağın stratejik değeri de artmıştır. Tarım sorunları ve verimsizliğin başlıca sebeplerinden birincisinin toprak sorunları olduğu ve toprak sorunları giderilmeden, tarım sorunlarının çözülmemeyeceği gerçeği kabul görmeye başlamıştır. “Hatalı ve Yanlış Arazi Kullanımı” tanımı içerisinde, toprakta doğal yapı bozuklukları ile birlikte verim güçleri de kaybolmakta ve çiftçiler birim alandan arzu ettikleri üretimi alamadıkları için ekonomik sıkıntı yaşamaktadır.

Ülkemizde yıllardır bilinçsiz uygulanan kimyasal gübreler, hatalı toprak işleme, tek ürün kültürü, erozyon vb. nedenlerle, tarım topraklarında organik madde miktarı giderek azalmakta ve bitkilerin faydalandığı toprak katmanında olması gereken organik madde miktarı

% 1 düzeyinin altına gerilemiş bulunmaktadır. Toprağın doğal yapısı içerisinde bulunan organik maddenin su ve katyon tutma, agregatlaşmayı teşvik etme, mineralizasyona uğraması sonucu bitkilere besin maddesi sağlama, mikroorganizma faaliyetlerini arttırma gibi özellikleri hatırlandığında, bu maddenin azlığı veya yokluğu toprak doğal yapısının tümüyle bozulması sonucunu getirmektedir.

Tarımsal üretimimizde hasattan sonra geriye kalan bitkisel artıklar, çiftlik atıkları, ahır gübreleri, kentsel atıklar, sanayi atıkları ve benzeri materyaller doğrudan veya kompostlaştırıldıktan sonra toprakların organik madde kapsamını arttırmak için kullanılabilir. Bu materyaller toprak özelliklerini iyileştirerek, onlara besin elementleri sağlamakta, dolayısıyla bitkisel üretimde verim ve kaliteyi olumlu etkilemektedirler.

Topraklarımızın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde iyileştirmeler yapmak ve toprak verimliliğini artırarak sürdürülebilirliğini sağlamak için uzun vadeli stratejik planlamalarla organik madde seviyesinin yükseltilmesi gerekmektedir. Diğer yandan geleneksel tarım sistemimizin önemli bir girdisi olan inorganik gübreleme yoğun bir şekilde uygulandığında; topraklarda verim kaybına ve kirlenme problemine yol açtığı artık bilinen bir gerçektir.

Toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlama, çevre kirliliğini azaltma ve dünyada organik tarıma olan artan talebi göz önüne alarak, azotlu ve fosforlu ticari gübrelerin kullanımını en aza indirmede organik gübre kullanımına ağırlık verilmelidir. Bilinen ve yaygın olarak kullanılması benimsenen çiftlik gübresi, temini ve kullanımı açısından maliyeti yüksek bir organik materyaldir. Bu gübreye alternatif olabilecek veya destek olabilecek çok çeşitli organik materyaller bulunmaktadır.

Bunlar bir takım tarımsal, kentsel ve endüstriyel aktiviteler sonucu yüksek miktarlarda ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların bir kısmı alıcı ortamlara (toprak, su ve hava) zarar veren ağır metaller ile değişik organik ve inorganik bileşikleri içermekte iken bir kısmı da yüksek organik madde ve düşük toksik element içeriklerine sahiptirler.

Nüfusumuzdaki artışa paralel olarak, tarımsal girdilerin maliyetinin yükselmesi, gıda tüketiminin ve tarım yapılacak alanların amaç dışı kullanımının artması bilim adamlarını düşük maliyet – yüksek verimlilik sentezi üzerinde daha fazla çalışmaya yönlendirmektedir. Evsel, endüstriyel, kentsel ve tarımsal faaliyetler sonucu kısacası yaşantımızın her alanında ortaya çıkabilen ve değerlendirilme potansiyeline sahip tüm organik atıkların, bitkisel üretimi arttırıcı düşük maliyetli bir girdi olarak üretim yelpazesinin içerisine dahil edilebilme olanaklarının arttırılması gereklidir. Bu potansiyele sahip olan tütün işletme atıkları; ucuz, kolay elde edilebilen, değerlendirilmeyen ve yüksek miktarlarda ortaya çıkan agro-endüstriyel bir atıktır. Bu atığın tarımda kullanım olanaklarının mutlaka detaylı bir şekilde, atıkların özelliklerinde farklılık olabileceği, gereğini göz önünde tutarak, demonstrasyon çalışmalarıyla destekli, bölge ve ürün bazında araştırma gerekliliği bulunmaktadır.

TEKEL Genel Müdürlüğü' nün Türkiye genelinde 57 merkezindeki depolarında yaklaşık 297 bin ton tütün stoku bulunmaktadır. Destekleme alımlarının yapıldığı dönemlerden kalan, depolarda balyalanmış şekilde bekletilen tütünler, yavaş yavaş ekonomik ömürlerini tamamlamaktadırlar. Altı yıldan fazla süre işlenmeden bekletilen tütün, imha edilerek ortadan kaldırılmaktadır. Geçmiş yıllarda tütünü yakarak imha eden TEKEL, son dönemde ise bu konuda belediyelerle işbirliği yapmaktadır. Tütünlerin imhası, ilgili belediyelerin belirlediği katı atık imha alan ve tesislerinde, yine belediyelerin uygun gördüğü yöntemlerle

gerçekleştirilmektedir. İmha edilen tütünün maliyeti ise bulundukları depo ile imha bölgelerinin mesafesine ve imha yöntemine göre değişmektedir. Yapılan hesaplara göre bir kilogram tütün 1 ile 10 kuruş arasında değişen maliyetlerle imha edilebilmektedir (Ekonomist, 2007). Oysa bu bitkisel ürünün topraklara organik materyal olarak döndürülmesiyle hem depolama hem de imha maliyetleri önemli ölçüde giderilebilecek ve sonuçta ülke ekonomisine katkıda bulunulabilecektir.

İzmir Valiliği (İl Çevre ve Orman Müdürlüğü) tarafından İlimizdeki tütün işleme tesislerinde yapılan denetimler esnasında, tütünlerin işlenmesi ve prosesi sonucu oluşan ve atık haline gelen tütün ile tütün içeren toprağın, atık berataraf lisansına sahip çimento fabrikaları tarafından kabul edilmediği, diğer taraftan özellikle çiftçiler tarafından toprakta gübre olarak kullanılmak üzere istendiği rapor edilmiştir. Bunun üzerine Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'ndan görüş istenmiştir. Bakanlık, 04.05.2004 tarih ve 25452 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "*Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral , Özel, Mikrobiyal ve Enzim İçerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik*" gereğince her türlü bitkisel atığın bilimsel bir şekilde kompostlaştırılması ile elde edilen ürünlerin, söz konusu Yönetmelikte verilen diğer şartları da yerine getirmesi halinde "organik gübre" olarak tarif edildiğinden bahisle, işlenemeyerek atıl kalmış ürünlerin değerlendirilmesini teminen uygun kompostlama teknikleri uygulanarak elde edilen ürünlerin, organik gübre olarak değerlendirilmesinde sakınca olmadığını belirtmiştir (İÇO, 2009). İlimizde faaliyet gösteren T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü de konu ile ilgili olarak; tütün tozu ve atıklarının özellikle kumlu tın bünyeli topraklarda kullanımının toprağın yapısını ıslah edeceği, toprak altı zararlılarla mücadeleye olumlu

katkı sunacağı ve verimlilik artışına yol açacağını belirtmiştir (ETAEM, 2009). Bunlara ek olarak konu ile ilgili görüş istenen İl Tarım Müdürlüğü de, bu iki kurumu destekler nitelikte görüş bildirmiş ve organik madde içeren tarımsal sanayi atıklarının hem atık sorunun giderilmesi hem de tarımsal girdi olarak değerlendirilmesi açısından yakılarak değil gübre veya biyogaz yapımında değerlendirilmesini önermişlerdir (İTM, 2009). Bu görüş ve öneriler ışığı altında, atık yönetimi ve sürdürülebilirlik felsefesiyle uyumlu politikaların etkin olması neticesinde gübre yerini tutabilecek organik atıkların, çevreye zarar vermeyecek şekilde tarımda değerlendirilmesinin büyük önem kazandığı görülmektedir. Bu anlayışla, sigara fabrikalarından kaynaklanan tütün atıklarının tarımda gübre olarak değerlendirilmesi ile hem ilgili işletmelerin atıklarını bertaraf problemine çözüm bulunabileceği hem de tarım topraklarının önemli besin maddesi kazanımı ile bazı özelliklerinin iyileştirilmesine katkı sağlanabilecektir.

Uluslararası piyasada Türk Tütünü diye isim yapmış tütünlerimiz başta Ege Bölgesi ve beraberinde Karadeniz Bölgesinde üretilmekte olan bazı çeşitleri kapsamaktadır. Genelde küçük kıtalı, yavaş içimli, tatlı, tok, yüksek aromalı ve düşük nikotinli bu tütünlerimiz Dünya sigara üreticileri tarafından aranmaktadır. İhraç kabiliyeti yüksek İzmir menşei tütünlerimiz Ege Bölgesinde yetişmektedir. Doğal olarak en çok üretim de bu bölgededir (Yaprak Tütün İşletmesi, 2008). İzmir, Ege Bölgesinde tütün sanayi sektörünün en yoğun olduğu il olup, işletmelerin ilçelere göre dağılımı; Merkezde 14, Bornova, Çamdibi ve Çiğli' de 3'er, Karşıyaka, Kemalpaşa ve Torbalı' da 1' er, Tire ve Işıkkent' te 2' şer ve Pınarbaşı' nda 7 adet olup toplam 37 adettir (Vardar Sukan, 1997; EBSO, 2008).

Sigara üretim marjının yüksek olması ve buna bağlı olarak da tütün işleme fabrikalarının çalışma kapasitelerinin artması beraberinde,

özellikle bölgemizde ortaya çıkacak atık miktarının da yüksek olmasına neden olmaktadır. Bunun yanında yine bölgemizde geniş üretim alanına sahip iki önemli üretim sektörü daha bulunmaktadır ki bunlar zeytincilik ve bağcılıktır. Bu sektörlerin endüstri atıkları olan pirina ve cibre de amaç dışı kullanıma maruz bırakılarak, çoğunlukla ısı kaynağı olarak yakılmakta ya da az miktarlarda da olsa hayvancılıkta yem – yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Tarımsal üretimimiz içerisine daha önce yeterince dahil edemediğimiz organik atıklardan olan tütün atığının değerlendirilebilme düşüncesinin olgunlaştırılmasıyla ortaya çıkan bu doktora çalışmasında; öncelikle İzmir’ de Ege tütünü işleyen bir işletmeden elde edilen tütün atıkları hem tek başına, hem de pirina, cibre ve ahır gübresi ile karıştırılarak kompostlaştırılmıştır. Kompostlaştırma süreci sırasında yapılan enzim analizleri ile kompost olgunluğu enzim aktivitesinin stabilitesi ile saptanmaya çalışılmıştır. İkinci aşama olan saksı denemesinin amacı; kompostun, test bitkisi olarak yetiştirilen mısırın gelişimi (biyomas) için gerekli besin maddelerini sağlama düzeyini araştırmak ve toprağın mikrobiyolojik aktivitesi üzerindeki etkilerini incelemektir. Elde edilen kompostlar ve kompostlaştırılmamış tütün atığı ile bir saksı denemesi kurulmuş ve mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Üçüncü ve son aşamada kurulan tarla denemesinde ise; saksı denemesinde gerek mikrobiyal aktivite ve gerekse verim (biyomas) açısından en iyi sonucu veren kompostun, ham tütün atığının ve değişik seviyelerde uygulanacak inorganik N’ lu gübrenin kırmızı biberin verimi ve toprağın mikrobiyal biyomas C, N ve P’ u ile enzimatik aktivitenin değişimi üzerine etkilerinin saptanması hedeflenmiştir.

Yapılan bu çalışmanın belirlenen hedeflere ulaşması ancak sonuçlarının uygulamaya geçirilmesi ile mümkün olacaktır. Hiç şüphesiz, elde edilen verilerin sentezlenmesi sonucu ortaya çıkan önerilerin üreticilerimize, ülkemize ve akademisyenlere yararlı olması bu tezin değerli olmasını sağlayacaktır.

Ünlü filozof **Aristoteles**' in de vurguladığı gibi: “Sözün en güzeli, söyleyenin doğru olarak söylediği, dinleyenin de yararlandığı sözdür”.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1 Organik Atıkların Kompostlanması

Çevre kirliliğini, depolanan atık miktarını ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için organik yapıdaki atık materyallerin kompostlama yolu ile doğal döngü içerisine sokulması, AB Çevre Politikasının temel uygulama konularından birini oluşturmaktadır. Haug (1993) kompostlamayı; biyolojik olarak ortaya çıkan ısıнын etkisiyle termofilik sıcaklıkların gelişimine izin veren koşullar altında stabil, patojen ve bitki tohumu içermeyen ve topraklara uygulanabilen bir ürün oluşturmak üzere organik substratların biyolojik dekompozisyonu ve stabilizasyonu olarak tanımlamıştır.

Organik atıkların kompostlanmasının avantajları şu şekilde sıralanabilir:

Kompostlar ağır metal ve zararlı organik bileşikler içermeyen ve bu nedenle çevre açısından risk taşımayan materyalledir.

Kompostlar toprak verimliliğini olumlu yönde etkilerler.

Kompostlar diğer atık değerlendirme teknolojilerine oranla daha düşük maliyetli bir atık yönetimidir (Haug, 1980).

Kompostlama, bu süreç sırasında oluşan sıcaklık ve CO₂ gazından seralarda yararlanmada, polisiklik aromatik hidrokarbon içeren atıkların, pesitistlerin ve petrol bulaşmış toprakların biyoremediasyonunda da

kullanılmaktadır (Crawford et al., 1993; Michel et al., 1995; Beaudin et al., 1996).

Neklyudov et al. (2006); bir çok organik atığın başarılı bir şekilde kompostlanabileceğini belirtmektedirler (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Kompostlama için kullanılabilecek organik ham materyaller

Evsel atıklar	Tarım, çevre ve bahçe atıkları	Ticari ve endüstriyel atıklar
Meyve ve sebze atıkları	Yapraklar	Agroendüstriyel bira, tütün ve pamuk atıkları
Yumurta ve fındık & ceviz kabukları	Çim kırıntıları	Endüstriyel havuzlarda oluşan atıklar (alg, su sümbülü) ve atık suların ve drenaj sistemlerin sedimentleri
Çay ve kahve atıkları	Kesilmiş ağaç, funda ve çalı kısımları	Değişik tipteki kentsel atıklar
Saç, tüy, yün, pamuk ve deri	Yabani otlar	Agroendüstriyel işletmelerin ve çiftliklerin atıkları
Odun külleri	Dökülen meyveler	Gıda mühendisliği ve kâğıt endüstrisinin atıkları
Çiçekler, bahçe bitkileri ve bitki kalıntıları	Market atıkları	Bira endüstrisi atıkları
Tuvalet kâğıdı, paket kâğıdı, ambalaj kâğıdı	Bitki kalıntıları (kökler, gövdeler ve saplar)	
Gıda atığı	Sap, saman	
Evsel hayvanların gübresi ve altlığı	Park ve çayırların bitki atıkları	
Foseptik	Kuş ve diğer çiftlik hayvanların değişik tipteki gübreleri	
Diğer evsel atıklar	Ölü hayvanların ve kuşların cesetleri	

Çiftliklerden, endüstriyel kuruluşlardan ve kentsel yerleşim alanlarından gelen birçok organik atık ürünleri etkili bir şekilde kompostlanarak ve oldukça büyük miktarları arzu edilen hacimlere küçültülerek kullanılmaktadır. Bu materyaller; mikroorganizmaların hemen ayrıştırabileceği karbonhidratları, proteinleri ve lipitleri içerdikleri için kompostlama için uygun substratlardır (Zibilske, 1998).

2.1.1 Kompostlanabilir atıkların özellikleri

2.1.1.1 Kompostlanabilir atıkların kimyasal özellikleri

Substratların kimyasal özellikleri, besin madde miktarı ve kalitesi açısından ele alınmaktadır. Zibilske (1998) tarafından belirtilen, kompost yapımı için uygun bazı atıkların elementel bileşimi Çizelge 2.2' de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Bazı kompostlanabilir materyallerin besin maddesi içerikleri

Substrat	N	P	K	Ca	Mg	C/N
	kuru maddede %					
Tavuk gübresi	4.5	0.8	0.7	1.8	0.4	7
Sığır gübresi	1.5	0.5	0.6	1.0	0.3	18
Çim kırpıntıları	1.2	1.1	2.0	< 0.1	0.1	27
Alfalfa	2.4	0.2	1.8	1.4	3.9	15
Mısır hasat artığı	0.9	0.1	1.2	0.4	0.1	42
Yulaf samanı	0.6	0.1	1.2	0.6	0.1	90
Pirinç kabuğu	0.6	0.1	0.7	0.4	0.1	85
Balık işletme atığı	9.0	7.0	0.8	1.4	0.1	4
Çam ağacı talaşı	0.1	< 0.1	0.1	0.1	< 0.1	225
Kireçleme yapılmış biyokatılar	3.6	1.2	0.4	3.6	0.4	14
Nişasta işletme atıkları	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	312
Karışık yeşil yabani otlar	2.3	0.3	1.3	0.1	< 0.1	21
Kâğıt fabrikası atık çamuru	0.9	0.1	< 0.1	6.9	0.3	61

Organik atıkların karbon, azot, fosfor, kükürt ve diğer bitki besin maddesi içerikleri yanında, substrat kalitesi de ayrışmanın hızını belirlemesi açısından son derece önemlidir. Organik atıkların içerdikleri selüloz ve lignin gibi organik moleküller, bu atıkların kalitesini belirlemektedir. Her iki molekül de benzer C içeriğine sahip olmasına karşın, lignin selülozdan çok yavaş bir şekilde ayrıştığı için, karbon kaynağı olarak ligninin kalitesi selülozdan daha düşüktür (Finstein and Morris, 1975).

Substratlardaki besin maddelerinin miktar ve kalitesi, oluşan son ürünün özelliklerini ve kompostlama hızını etkilemektedir. Substratlar optimum bir yarıyışlı karbon, azot, fosfor ve kükürt oranına sahip olduğunda hızlı bir ayrışma gerçekleşmektedir. C/N oranı 25 ile 35 arasında olduğunda, substratların metabolizması hızlı bir şekilde ilerlemekte, daha dar C/N oranlarında ise komposttan amonyak

buharlaşması yolu ile azot kaybı meydana gelebilmektedir. C/N oranının 40' ın üzerinde olduğu durumlarda komposttaki yarıyışlı azot immobilize olarak ayrışma hızı yavaşlamaktadır (Rynk, 1992; Haug, 1993). C/N oranı geniş atıkların yavaş ayrışmasının nedeni olarak; kuvvetli bir şekilde polimerize olmuş makro moleküllerin varlığı (Swift et al., 1970) ve dűřük azot içeriğine bağlı olarak ayrışmanın sınırlanması gűsterilmektedir (Robin, 1997).

Başarılı bir kompostlama için, kontrol edilmesi gereken parametrelerden birisi de pH' dır. Tercih edilen ortam pH' sı 6.5 – 8.0 arasında değişmesine rağmen (Rynk, 1992), 5.5 – 9.0 aralığında da etkili bir kompostlaştırma yapılabilmektedir. Karbonhidratların ve lipidlerin dekompozisyonu sırasında oluşan organik asitlerden dolayı pH dűřerken, proteinlerin deaminizasyonu sırasında oluşan amonyaktan dolayı, pH hızlı bir şekilde artabilmektedir (Zibilske, 1998).

2.1.1.2 Kompostlanabilir atıkların fiziksel űzellikleri

Kompostlamayı etkileyen en űnemli fiziksel űzellikler parçacık bűyűklűđű ve nem içeriđidir. Parçacık bűyűklűđű kompost yıđının oksijen giriřini, substratlara da mikrobiyal ve enzimatik teması etkilemektedir. Bűyűk parçacıklar oksijen giriřini arttırmakta fakat substratların yűzey alanını azaltmaktadır. Bu durumda substratların birçođuna mikroorganizmalar ve enzimler etki edememektedir. Parçacık bűyűklűđű 0.3 – 5.0 cm arasında olduđunda kompostlařtırma daha bařarılı olmaktadır (Rynk, 1992). Eđer kompost yapımında kullanılacak materyaller yeterli űlűde bűyűk materyaller iermiyorlarsa, bařka bir materyal eklenmesi gerekmektedir. Genellikle bu durumlarda “hacim dűzenleyici materyaller” olarak adlandırılan (bulking agent) kaba ve

nispeten suda çözünmeyen bir materyal, daha çözünebilir bir materyal ile karıştırılır. Böylece iyi bir kompostlama için uygun oksijen ve nem içeriği sağlanmış olur. En yaygın kullanılan hacim düzenleyici materyaller ağaç kabukları, talaş, odun yongası, parçalanmış lastik ve samandır (Finstein and Morris, 1975).

Kompostlamada nem, mikroorganizmaların metabolik aktivitesini yürütmesi için gereklidir. Dekompozisyon işlemi su ortamında gerçekleşir. Katı substratlardan gelen eriyebilir bileşikler ve mikrobiyal metabolizma ürünleri, katı kompost taneciği üzerindeki su tabakası aracılığıyla diffüze olur. Kompostlama için optimum nem içeriği genellikle % 40 – 60 arasında değişir. Çok fazla nem oksijenin azalmasına neden olur ve kompostlaşma yavaşlar. Çok az nem ise eriyebilir moleküllerin difüzyonunu engeller ve yine sonuçta kompostlaşma yavaşlar (Rynk, 1992).

Kompostlama sürecinde verilecek su miktarı ve kompostun karıştırma sıklığı, kullanılan ilk başlangıç materyalinin yapısına ve tipine bağlı olarak değişmektedir (Liang et al., 2003).

2.1.2 Kompostlama sürecinin mikrobiyal özellikleri

Kompost, mikroorganizmaların büyük rol oynadığı aerobik bir sürecin ürünüdür. Kompost oluşum sürecinde mikroorganizmalar organik maddeyi C-kaynağı olarak kullanırlar. Mikroorganizmaların gelişim ve aktiviteleri sonucu sıcaklık, CO₂, H₂O buharı ve humus oluşur (Epstein, 1997). Organik atıkların birçoğu; bulunduğu ortamdan gelen yerli mikroorganizma popülasyonu içerirler. Toprakta bulunan bakteri, aktinomiset ve funguslar, kompostlama başladığında atıklarda da

mevcuttur. Fakat kompostlama sürecinde mikrobiyal popülasyon profili değişmektedir. Optimum koşullar altında kompostlaşma üç aşamada meydana gelir: 1) Mezofilik aşama (20 – 40 °C); birkaç gün sürebilir 2) Termofilik aşama (> 40 °C); birkaç gün ile birkaç ay arası sürebilir ve 3) Soğuma ve olgunlaşma aşaması; bir kaç ay sürebilir (Camcı Çetin vd., 2004).

Organik substratların oksidasyonu sırasında ortaya çıkan enerjiyi kullanmada mikroorganizmalar yetersiz kalırlar. Organik substratların katabolik ayrışmasında biyolojik olarak tutulamayan enerji, çevreye ısı olarak dağılmaktadır. Eğer organik atıklar, toprak üzerinde geniş bir alana yığılmışlarsa, bu ısı toprağa, havaya ve suya dağılmakta ve sıcaklık yeterince yükselememektedir. Fakat kompost yığınları bu ısının yayılmasını engellemekte ve önemli sıcaklık artışlarına neden olmaktadır (Poincelot, 1982).

Organik substratların ayrışmasını başlatan mezofilik mikroorganizmalar protein, şeker ve nişasta gibi çabuk yarayırlı substratları hemen okside ederler. Mezofilik bakteri ve funguslar, sıcaklık yaklaşık 40 °C' ye ulaştığında termofil mikroorganizmalara yerlerini bırakırlar. Mezofilik bakterilerin ilk ve son aşamadaki sayıları yaklaşık $10^5 - 10^6 \text{ g}^{-1}$ arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklıklara ulaşıldığı termofilik aşamada *Bacillus*' ların birkaç türü, termofilik funguslar ve aktinomisetler ayrışmayı yavaş bir şekilde sürdürürler. (Zibilske, 1998).

Bazı araştırmacılar tarafından (Chang and Hudson, 1967; Strom, 1985) belirtilen, kompost oluşumuna katkıda bulunan mikroorganizmalar Çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3 Kompost oluşumunda yaygın olarak ortaya çıkan mikroorganizmalar

	Bakteri	Funguslar
Mezofiller		
	<i>Pseudomonas spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>
	<i>Achromobacter spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>
	<i>Bacillus spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>
	<i>Flavobacterium spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>
	<i>Clostridium spp.</i>	<i>Humicola spp.</i>
	<i>Streptomyces spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
Termofiller		
	<i>Bacillus spp.</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	<i>Thermoactinomyces spp.</i>	<i>Mucor pusillus</i>
	<i>Thermus spp.</i>	<i>Chaetomium thermophile</i>
	<i>Thermomonospora spp.</i>	<i>Humicola lanuginosa</i>
	<i>Micropolyspora spp.</i>	<i>Absidia ramosa</i>
		<i>Sporotrichum thermophile</i>
		<i>Torula thermophile (yeast)</i>
		<i>Thermoascus aurantiacus</i>

Termofilik sıcaklıklar, komposttaki *Salmonella* gibi patojenik mikroorganizmaları öldürmek için gereklidir. Besin maddelerinin tükenmesi ısı üretimini sınırlandırır ve kompost yığını tekrar mezofilik aşamadaki sıcaklıklarına döner. Bu noktada, kompostlama stabilizasyon aşamasına girer. Kompostun biyokimyasal enerjisini düşüren bu aşamada ek ayrışma olayları başlar. Kompostta kalan organik asitler, merkaptanlar ve amonyak kısa süreli bir kokuya neden olurlar. Bu aşamada mezofilik mikroorganizmalar tekrar ortaya çıkar ve kalan polimerik substratlar ve daha düşük molekül ağırlıklı son ürünler üzerinde gelişirler. Stabilizasyon, potansiyel zararlı yan ürünlerin (tohumun çimlenmesini önleyen asetatlar gibi) ve fitoaktif etkili diğer metabolitlerin (etilen, amonyak ve aminler gibi) tamamen buharlaşmasını veya metabolize olmasını sağlar (Finsten and Morris, 1975).

Stabil hale gelmemiş kompostların toprağa uygulanması fitotoksiteye, azot ve oksijen eksikliğine ve kötü bir koku oluşumuna neden olabilir (Hue and Liu, 1995).

Kompostlama sürecinde başarı sağlamak için, mikroorganizmaların temel gereksinimleri olan nem, oksijen, sıcaklık kontrolü ve besin maddesi yayayışlılığının sağlanması gerekmektedir (Epstein, 1997).

Rynk (1992) tarafından belirtilen hızlı bir kompostlama süreci için önerilen koşullar Çizelge 2.4' te verilmiştir.

Çizelge 2.4 Hızlı bir kompostlama süreci için kabul edilebilir ve tercih edilen parametre değerleri

Parametre	Kabul edilebilir değerler*	Tercih edilen değerler
Karbon/Azot oranı	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Kompost nem içeriği	% 40 – 65**	% 50 – 60
Oksijen konsantrasyonu	% 5' den büyük	% 5' den çok büyük
Parçacık büyüklüğü	0.32 – 1.27 cm	değişmekte
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Sıcaklık	44 – 66 °C	55 – 60 °C

* Bu öneriler, hızlı kompostlaşma içindir. Bu sınırların dışındaki koşullarda da başarılı sonuçlar alınabilir.

** Spesifik materyale, yığın büyüklüğü ya da hava koşullarına bağlıdır.

Körner and Stegmann (2002); kompost oluşum sürecinde N-dinamiğini incelemişler ve amonifikasyonun yoğun ayrışmanın devam ettiği ilk aşamalarda, nitrifikasyonun ise son aşama olan soğuma

aşamasında daha fazla gerçekleştiğini saptamışlardır. Araştırmacılar 30 °C' nin üstündeki sıcaklıklar ve 8 pH' nın üzerindeki alkalın koşulların nitrifikasyonu sınırlandırdığını saptamışlardır.

2.2 Kompost Stabilitesini/Olgunluğunu Belirlemede Kullanılan Parametreler

Kompostun kalitesi, organik maddenin ayrışmasından sonra oluşan stabil humus miktarı ile yakından ilişkilidir (Robin, 1997). Kompostlama sırasında organik maddenin ayrışma derecesini ve kalitesini ifade etmede iki terim kullanılmaktadır: Stabilite ve Olgunluk. Kompost stabilitesi mikrobiyal aktivite ile ilgili olup, organik maddenin mikrobiyal ayrışması sırasında ortaya çıkan enerjinin, dış ortam enerjisine eşitlendiğini gösterir. Bu koşullarda, kompost sıcaklığı sabit olup dış ortam sıcaklığı ile aynıdır. Kompost olgunluğu ise ürünün kalitesini ifade etmede kullanılır ve bitki gelişimi ile ilişkili olarak optimum kullanım potansiyeli ve fitotoksitesi ile ilgilidir (Iannotti et al., 1993; Zmora-Nahum et al., 2005).

Bununla beraber fitotoksik bileşikler, stabilitesini tamamlamamış kompostlarda mikroorganizmalar tarafından oluşturulduğu için stabilite ve olgunluk genellikle beraber gelişir (Zucconi et al., 1981, 1985).

Bitki gelişim ortamı olarak olgunluk derecesi yüksek kompostlara ihtiyaç duyulurken, arazilere ıslah amaçlı kompost uygulamalarında stabilitesi düşük kompostlar tercih edilir (Sela et al., 1998).

Kompost stabilitesini belirlemede; CO₂ oluşumu, solunum hızı ve ısı salınımı gibi mikrobiyal parametreler kullanılır (Brinton et al., 1995; Adani et al., 2003).

Kompost olgunluğu ise kimyasal parametrelerle saptanır. Bu parametreler arasında C/N oranı, pH, EC (elektriki geçirgenlik), KDK (katyon değişim kapasitesi), ekstrakte edilebilir C miktarı, humik maddeleri ve bunların fraksiyonları sayılabilir (Senesi, 1989). Kompost olgunluğunu saptamada başvuru parametrelerden birisi de komposttaki fitotoksik madde miktarıdır (Benito et al., 2005). Fakat fitotoksiteye neden olan bir çok faktör bulunduğu için kompost olgunluğunu ölçmede günümüzde dünyada kullanılan evrensel bir yöntem bulunmamaktadır (Goyal et al., 2005).

Kompost stabilitesi/olgunluğu üzerine yapılan çalışmalarda genellikle tek bir parametre yerine, birden fazla parametre izlenmiş ve saptanmıştır. Alsam et al., (2008) gıda sektöründen gelen atıklarla yapmış oldukları kompostu toprağa uygulayarak EC, C/N oranı ve C-mineralizasyonu ölçümlerini yapmışlar ve bu değerleri tere çimlenmesi olarak belirledikleri fitotoksikite ölçümü ile kıyaslamışlardır. Toprak ve kompost karışımında tere çimlenmesi 8 – 10 günlük inkübasyon döneminde artan EC ve karbon mineralizasyon hızına bağlı olarak önemli şekilde azalmıştır. Tere çimlenmesi ile karışımın C/N oranı ve pH değerleri arasında ise bir ilişki bulunamamıştır. Araştırmacılar kompost olgunluğunu belirlemede EC ve mineralizasyon hızının gösterge olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Zmora-Nahum et al. (2005), kentsel katı atıklar, havyan gübresi (inek) ve biyokatıdan elde ettikleri kompostları ilave ettikleri saksılarda hıyar ve çim yetiştirmişlerdir. Tüm kompost uygulamalarında çözünmüş organik karbon (ÇOK) konsantrasyonu ilk ay içinde hızlı bir şekilde azalmış, daha sonraki günlerde ise 4 g kg^{-1} değerinin altında sabit kalmıştır. Hayvan gübresi ve biyokatı uygulamalarında en yüksek bitki biyomasına, 4 g k^{-1} ' in altındaki ÇOK konsantrasyonlarında ulaşılmıştır. Araştırmacılar, ÇOK konsantrasyonunu olgunluğun saptanmasında kullanılabilecek basit bir yöntem olarak önermişler, ayrıca kompost olgunluğunun sınır değeri olarak da 4 g kg^{-1} ' i ileri sürmüşlerdir.

Sellami et al. (2008) zeytinyağı fabrikası atıkları olan pirina ve karasu kekini susam kabuğu ile karıştırarak kompostlaştırmışlar ve bu süreci üç humifikasyon indeksi ile izlemişlerdir. Bu indeksler 1) humik asit karbonunun fulvik asit karbonuna oranı (C_{HA}/C_{FA}); 2) suda çözünebilir organik karbonun toplam organik azota oranı (C_w/N_{org}) ile 3) humik asit karbonunun toplam organik karbona oranı (C_{HA}/C_{org}) ve E_2/E_4 , E_2/E_6 ve E_4/E_6 absorbans oranları olmuştur. Sonuçlar, olgunluğa ulaşmak için gerekli sürenin, başlangıçta kullanılan ham materyallerin kimyasal özelliklerine bağlı olduğunu göstermiştir. Kompost olgunluğu, suda çözünebilir organik karbon değerinin 1.7 ' nin altına düşmesi, azot miktarı, HA içeriği ve C_{HA}/C_{FA} oranının artması ve fitotoksitenin ortadan kalkmasıyla belirlenmiştir.

Domeizel et al., (2004); kompostlama sırasında organik maddenin humifikasyonu, humik maddelerin gelişiminin izlenmesi ve ölçülmesini yeni bir yöntem ile saptamaya çalışmışlardır. UV spektroskopiye dayalı bu yeni indeks, bilinen diğer olgunluk parametreleri ile (humik maddelerin toplam ekstraksiyonu, polimerizasyon indeksi ve HA/FA oranı gibi) kıyaslanmıştır. Araştırma sonucuna göre; HA/FA oranına göre

olgun olması gereken kompostun, UV indeksine göre henüz humifiye olmamış genç bir kompost olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar bu yeni parametreyi, kompostun kalitesi hakkında değerli bilgiler veren, kolay ve çabuk yapılabilen bir analiz olarak önermişlerdir.

Bernal et al. (1998); 8 farklı atıktan (arıtma çamuru, tavuk gübresi, domuz gübresi, karasu, kentsel katı atık, pamuk atığı, mısır anızı ve tatlı sorgum posası) yaptıkları kompostlarla çalışmışlar ve kompost oluşum süreci içerisinde farklı zamanlarda alınan örneklerde kimyasal ve biyolojik özellikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar kompostların olgunluk gösterge parametre ve değerlerini şu şekilde belirlemişlerdir: $C/N < 12$, $C_w < \% 1.7$, $C_w / N_{org} < 0.55$, $NH_4/NO_3 < 0.16$ ve $NH_4-N < \% 0.04$, çimlenme indeksi $> \% 50$ ve 70 günde mineralize karbon miktarı (C_m) $< \% 30$.

Kompost oluşumu, bir mikrobiyolojik süreç olmasına karşın, bu süreç esnasında ortaya çıkan fiziko-kimyasal özelliklerdeki değişiklikler araştırmacıların daha fazla ilgisini çekmiştir. Oysa mikrobiyal aktivite, sayı ve biyomas; kompost oluşum sürecini açıklayan anahtar konumundaki parametrelerdir (Tiquia et al., 2002a,b).

Mondini et al. (2002); farklı yaşlara sahip (10, 20, 35, 60 ve 100 günlük) kompost örneklerinde mikrobiyal biyokütle miktarı ve aktivitesini belirleyerek kompost stabilitesinin değişimini incelemişlerdir. Mikrobiyal parametreler ile kompost oluşum süresi arasında önemli ve ters bir ilişki saptayan araştırmacılar; B_{NIN}/N_T (B_{NIN} : mikrobiyal biyokütle ninhidrin-reaktif azotu) oranının da, kompostlama sürecinde azalma eğilimi gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmada; mikrobiyal biyokütlenin miktar ve aktivitesinin yanında B_{NIN}/N_T oranının da

kompost stabilitesi değişimi ve karakterizasyonu için önemli bir parametre olduğu vurgulanmıştır.

Mondini et al. (2006) ligno-selülozik atık kompostları ile çalışmışlar ve kompost oluşum sürecinde mikrobiyal biyokütle-C ve N' u yanında su ve alkalın bir çözelti ile ekstrakte edilen organik-C bileşiklerini saptamışlardır. Araştırıcılar; alkalın çözeltide ekstrakte edilebilir C bileşikleri ile mikrobiyal biyokütle parametrelerinin, ligno-selülozik atık kompostlarının stabilite parametreleri olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kentsel katı atıkların kompost oluşum sürecinde mikrobiyal biyokütle C ve N dinamiğini inceleyen Ayed et al. (2007); olgun kuru kompost örneklerinde mikrobiyal biyokütle C ve N' nun önemli oranlarda düştüklerini belirlemişlerdir. Biyokütle-C ile biyokütle-N arasında yüksek bir korelasyon saptayan araştırıcılar, bu oranın komposttaki mikrobiyal populasyonun kimyasal bileşiminin bir göstergesi ve hangi mikrobiyal grubun baskın olduğunu göstermesi açısından önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kompostlama sırasında mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimler bazı kompleks yapıya sahip organik bileşiklerin basit suda eriyebilir bileşikler haline gelmesini sağlarlar (Benitez et al., 1999). Kompost oluşum süreci ile ilgili başlıca enzimler selülozu depolimerize eden selülazlar, glukozidler hidrolize eden β -glukozidazlar, N-mineralizasyonu ile ilgili bir enzim üreaz, organik bileşiklerden fosfat ve sülfat gruplarını oluşturan fosfataz ve aril sülfataz enzimleridir (Mondini et al., 2004).

Kompostlaşma sırasında gerçekleşen enzimatik aktiviteleri belirlemek, organik maddenin ayrışması ve ara dönüşümlerine ilişkin kompost dinamiğini ortaya çıkarabilir ve oluşan kompostun olgunluğu hakkında bilgi verebilir. Organik maddenin kalite ve miktarı ile enzimatik aktivite arasındaki ilişki, kompost stabilitesi ile de ilgili bilgiler verebilir. Kompost stabilitesini değerlendirmede kullanılan diğer analitik yöntemlerin aksine, enzimatik aktivite tespiti daha kolay, hızlı ve nispeten daha ucuz bir yöntemdir (Tiquia, 2002).

Enzimatik aktivitenin, kompostlama sürecine ait karakterizasyonu için uygun bir araç olup olmadığını araştıran Mondini et al. (2004); nemli ve hava kurusu kompost örneklerinde β -glukozidaz, aril sülfataz, asit ve alkalın fosfataz aktivitelerinin yanında mikrobiyal biyomas-C' unu da (C_{mik}) saptamışlardır. C_{mik} 149 günlük kompostlama süreci içerisinde azalma eğilimi gösterirken, nemli örneklerdeki enzim aktivitesi 50 (β -glukozidaz ve alkalın fosfataz) ile 90 (aril sülfataz ve asit fosfataz) gün arasında stabil olmuşlardır. Hava kurusu örneklerdeki enzim aktivitesi, humik benzeri maddelerin içeriği ile benzer bir eğilim göstermiş ve sürecin ilk 90 gününde önemli şekilde artarken sonraki günlerde stabil bir döneme girmiştir. Araştırmacılar, hava kurusu kompost örneklerinde saptanan stabil bir enzim aktivitesinin, kompost stabilizasyonunun bir göstergesi olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Cayuela et al. (2008); zeytin endüstrisi atıklarının kompostlanması sırasında organik maddenin stabilitesini değerlendirmede bazı enzimatik aktivitelerin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Kompostlama sırasında asit fosfataz dışındaki tüm enzim aktiviteleri (β -glukozidaz, aril sülfataz, alkalın fosfataz, üreaz ve fluorescein diasetat) artmıştır. Araştırmacılar, enzim aktivitesi ile bazı geleneksel stabilite indeksleri arasında önemli ilişkiler saptamışlar ve zeytin endüstrisi atıklarının kompostlanmasında

stabilite göstergesi olarak enzim aktivitesinin kullanımını basit ve güvenilir bir yöntem olarak önermişlerdir.

Tiquia (2005); 6 farklı mikrobiyal parametreyi (toplam bakteri sayısı, oksijen tüketim hızı, ATP içeriği, dehidrogenaz aktivitesi, mikrobiyal biyomas-C ve N' u) ve humifikasyon parametrelerini (HA, FA ve HA/FA oranı) bir kompost oluşum süreci içerisinde incelemişlerdir. Araştırmacılar, kompostun HA içeriği ile toplam bakteri sayısı, mikrobiyal biyomas-C ve N' u arasında pozitif; O₂ tüketim hızı, ATP içeriği ve DHG aktivitesi arasında ise negatif ilişkiler saptamışlardır. İncelenen 6 mikrobiyal parametre arasında dehidrogenaz enzim aktivitesi, kompostun humifikasyon parametrelerini ve sıcaklığını etkileyen en önemli faktör olmuştur. Araştırmacılar bu enzim aktivitesini, kompostun stabilite ve olgunluğunu izlemede kullanılabilecek en ucuz, en çabuk ve en basit yöntem olarak önermişlerdir.

Barenna et al. (2008)' da; kentsel katı atıkların kompostlama sürecinde biyolojik aktiviteyi izlemek için dehidrogenaz enzim aktivitesini ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, kompostlamanın termofilik aşamasının sonunda dehidrogenaz aktivitesinin en yüksek değere çıktığını ve kompostun mezofilik olgunluk aşamasında ise statik solunum indeksi ile bu enzim aktivitesi arasında önemli ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak, tüm kompostlama sürecini tanımlamada dehidrogenaz aktivitesinin yararlı bir yöntem olduğu ileri sürülmüştür.

Farklı organik atıkların kompostlanması sırasında enzim aktivitesindeki değişiklikleri inceleyen Goyal et al. (2005); selüla, ksilanaz ve proteaz aktivitelerinin, kompostlamanın 30. ve 60. günleri arasında en yüksek değere ulaştığını, benzer durumun mezofilik bakteri ve fungal popülasyonunda da görüldüğünü saptamışlardır. Çalışma

sonucu, tek bir parametrenin kompost olgunluğunun bir göstergesi olarak ele alınamayacağını fakat süreci tamamlamış kompostlarda C/N oranı ve CO₂-oluşumunun, kompost olgunluğunun en güvenilir göstergeleri olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Castaldi et al. (2008); kentsel atık kompostunun karakterizasyonunda biyokimyasal (enzimsel aktivite) ve kimyasal (suda eriyebilir fraksiyonlar) parametreleri incelemişlerdir. Hidrolaz grubuna ait 4 enzim ile (proteaz, üreaz, selülaz ve β -glukozidaz) dehidrogenaz aktivitesi, kompostlama sürecinin ilk 2 haftasında önemli değişiklikler göstermişler, fakat 4. haftadan sonra azalmaya başlamışlardır. Suda eriyebilir fraksiyonlar da (suda eriyebilir karbon, azot, karbonhidratlar ve fenoller) kompost oluşum sürecinde benzer bir gelişim göstermişlerdir. Araştırmacılar, kompostlama sırasında organik maddenin değişim ve durumunu ortaya koymada, hem enzimatik aktivitenin hem de suda eriyebilir fraksiyonların uygun göstergeler olduğunu belirtmişlerdir.

2.3 Tütün Endüstrisi Atıklarının Özellikleri

Yüksek organik madde ve azot içeriği nedeniyle önemli bir potansiyele sahip olan tütün fabrikası atıkları, bu endüstrinin yaygın olduğu bölgelerde yüksek miktarlarda ortaya çıkan agro-endüstriyel bir atıktır. Tütün sanayinin iki çeşit atığı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi “Tütün İşletme Atıkları” (tütün tozu), ikincisi ise “Sigara Atıkları” (tütün kırığı)’dır. Vardar Sukan (1997); kül oranı çok yüksek (% 61) tütün

tozunun kimyasal bileşim açısından toprağa verilmesinde sakınca olmadığı, fakat bileşim açısından gübre potansiyelinin çok düşük olduğunu, tütün kırıklarının ise daha düşük kül içeriği (% 19) ve daha yüksek azot içeriği (% 2.60) ile tütün tozuna oranla daha zengin bir bileşime sahip olduğunu bildirmiştir. Mordoğan vd. de (1999); tütün işletme atıklarının (tütün kırığının) tütün tozuna oranla daha fazla N, K, Ca, Mg, Fe ve Zn içerdiğini saptamışlardır.

Tütün atıkları genelde % 1 – 3 N, % 2 – 4.5 K, % 0.14 – 0.27 P, % 2.5 – 6.0 Ca ve % 0.15 – 0.79 Mg içermektedir (Özgüven, 1981).

Okur vd. (1999); İzmir’ de Ege tütününü işleyen dört tütün işletmesinden alınan tütün atıkları ve tütün tozlarının besin element içeriklerini incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre dört şirketin tütün atıkları ve tütün tozları arasında bitki besin elementleri açısından önemli bir farklılık saptanamamıştır. Farklı elek aralıklarına sahip tütün atıkları arasında da bitki besin elementi içeriği yönünden herhangi bir fark bulunamazken, sadece 3 ve 5 mm elek aralıklarında bulunan tütün atıklarının daha fazla azot içerdiği tespit edilmiştir. Tütün atıklarının genelde Türk tütünleri ile aynı bileşimi gösterdiği, yeşil ve hayvansal organik gübrelerin makro ve mikro element içeriklerine genelde çok yakın olduğu vurgulanmıştır.

Tütün yapraklarının en değerli kısmı yaprağın ana damarlarıdır. Bu tip atığın yüksek içerikli toplam azotu kuru maddede ortalama 24.1 kg ve C/N oranı da 13.5 - 17.9 arasındadır. Bu özelliği tütün atıklarının bitkiler için bir azot kaynağı olarak tarımda kullanılabileceğini göstermektedir (Jakubus and Czekala, 2002). Bununla beraber tütün atıklarını agro-endüstriyel atık sınıfına koyan iki kötü özelliği vardır. Bunlar yüksek nikotin ve eriyebilir toplam karbon içeriğidir. Nikotin, insektisit etkili bir

madde olup bitkiler ve hayvanlar üzerinde toksik etkilere sahiptir Baldwin and Callahan, 1993).

Civilini et al. (1997); İtalya’ da ortaya çıkan tütün atıklarının ortalama 18000 mg kg^{-1} nikotin içerdiğini ve bu değerin AB düzenlemelerine göre belirlenen 500 mg kg^{-1} nikotin sınır değerinin üzerinde olduğu için toksik ve zararlı atık olarak nitelendirildiğini belirtmişlerdir. Yine aynı yönetmeliğe göre 200 mg l^{-1} nin üstünde toplam organik karbon (TOK) içeriğine sahip olması, tütün atıklarının deponi alanlarına verilmesini de yasaklamaktadır. Fakat bu atıkların aerobik koşullarda kompostlanması ile nikotin ve TOK içeriğinde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Briksi et al. (2003); yüksek nikotin (2000 mg kg^{-1} toplam katı madde) ve TOK içeriğine sahip tütün atıklarını aerobik koşullarda kompostlama yaptığında nikotin içeriğinin % 80 oranında, toplam katı madde miktarının ise % 50 oranında azaldığını saptamışlardır. Adediran et al. (2004) ise tütün atıklarını sığır gübresi, domuz gübresi, tavuk gübresi ve lahana atıkları ile karıştırarak nikotin içeriğini 12180 mg kg^{-1} ’ dan 4872 mg kg^{-1} ’ a, kompost haline getirerek ise 160 mg kg^{-1} ’ ın altına düşürmüşlerdir.

Bu araştırma sonuçlarına göre tütün atıklarının ham olarak tek başına veya mineral gübrelerle karıştırılarak topraklara verilmesi toprakta bitki gelişimi için uygun olmayan koşullar yaratabilecektir. Buna karşın bu atıkların kompostlaştırılması, atıktaki nikotinin ayrışmasını hızlandırmakta ve sonuçta daha az toksik buna karşın daha faydalı bir toprak düzenleyicisi ortaya çıkabilecektir.

2.4 Agro-Endüstriyel Atıkların Tarımsal Amaçlı Kullanımı

Gelişen endüstri ve artan insan nüfusu, dünyada antropojenik kaynaklı atıkların her geçen yıl artmasına neden olmaktadır. Bu atıklar arasında kentsel atık sular, artıma çamuru, hayvan gübreleri, gıda endüstrisi atıkları ve kağıt endüstrisi atıkları sayılabilir (Summer, 2000). Bu atıklar uygun bir şekilde uzaklaştırılmadıkça, ciddi çevre kirliliğine neden olabilirler. Bununla beraber, yüksek organik madde ve düşük toksik element miktarlarına sahip bazı atıkların ya doğrudan ya da kompost haline getirildikten sonra tarım alanlarında organik gübre olarak kullanımları söz konusu olabilmektedir.

Yüksek bitki besin maddesi içeriği nedeniyle potansiyel gübre olarak nitelendirilen agro-endüstriyel atıkların endüstriyel atıklar olarak sunulmaması, agronomik ve çevresel etkilerinin araştırılması gerekmektedir (Elmacı vd., 2005).

Günümüzde tarım alanlarında kullanımı son derece az olan bu atıklar genellikle ya depolanmakta ya da yakılmaktadır. Biyo-ayrışabilir agro-endüstriyel atıkların, tekrar doğal döngüye sokulması, gittikçe artan miktarlarının çevre ve canlılar üzerinde oluşturduğu problemleri azaltabilecektir. Organik atıkların sürdürülebilir bir şekilde tekrar doğal döngüye sokulmasında en başarılı yöntemlerden birisi kompostlamadır (Castaldi et al., 2004).

Agro-endüstriyel atıkların kompostlaştırılarak toprak katkı maddesi olarak kullanımı, kompostun kalitesine (N, P, K, Cl vb içeriğine), tarımı

yapılacak bitkilerle etkileşimine, maliyetine ve yasal kısıtlamaya bağlıdır (Elmacı vd., 2005).

Baldoni et al. (1996); değişik materyallerden oluşturulan komposttaki azotun bitkiler tarafından kullanılabilirliği ile ilgili olarak yaptıkları araştırmada; kentsel atıklardan oluşan atık çamuru ve tarımsal artıklardan oluşturulan kompostu kullanmışlardır. Araştırma sonucunda kentsel atık kökenli komposttaki azotun % 17 – 26, tarımsal atık kökenli komposttaki azotun ise % 22 – 30' nun bitkiler tarafından kullanıldığını belirlemişlerdir.

Mantar kompostu atıklarının ahır gübresine alternatif olarak çilek yetiştiriciliğinde kullanabilme olanağı Özgüven (1998) tarafından araştırılmıştır. İki yıl sürdürülen denemelerde dekara 1, 2 ve 4 ton hesabıyla mantar kompost atığı ile ahır gübresi uygulanarak Douglas çilek çeşidiyle yaz dikim sisteminde frigo bitkiler (soğuklandırılmış) yetiştirilmiştir. Deneme sonuçları; çilek yetiştiriciliğinde mantar kompost atığının, olgunlaştırılmış ahır gübresine alternatif olarak kullanılıp değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Çim alanlarının oluşturulmasında üst kapak materyali olarak çay atığı kompostu, ahır gübresi ve peatin etkilerini araştıran Aşık (2001), çay atığı kompostunun kuru ot verimini, fide kuru ağırlığını, dm^2 deki kardeş sayısını, dip kaplamayı, yenilenme kabiliyetini, toplam N ve K kapsamlarını ahır gübresi ve peate göre daha fazla arttırdığını belirlemiştir.

Tıbbi-aromatik bitki işletmesinden alınmış üç atık (yağlı kimyon, yağlı kekik, yağsız kekik) ayrı ayrı kompostlaştırılarak pamuk vejetasyon denemesinde toprak düzenleyici ve organik gübre olarak kullanılmış (4 t

da⁻¹) ve mineral gübre uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Toprakların pH, tuz ve kireç içerikleri atık uygulamalarından etkilenmemiş, organik madde, K, Ca ve Mg miktarları ise artmıştır. Yağlı kimyon ve yağlı kekik uygulamalarının yapıldığı parsellerde bitki boyları daha uzun olarak ölçülmüştür. Bunun yanında istatistiki açıdan en yüksek koza kütlü ağırlığı, kütlü verimi, birinci el kütlü oranı ve çırcır randımanı yağlı kimyon uygulanan parsellerde saptanmıştır (Elmacı vd., 2005).

Zeytinyağı üretim sürecinden elde edilen katı atıkların (prina), kümes hayvanları gübresi ile birlikte kompostlaştırılıp karasu ile nemlendirildiği bir çalışmada; fenolik kirletici bileşikler barındıran buna karşın yüksek organik madde içeriğine sahip karasuyun (zeytinyağı ekstraksiyon atık suyu) değerlendirilme olanağı araştırılmıştır. Nitrat miktarının arttığı (% 0.16 – 0.42) ve fenol içeriğinin % 49’ un altına düştüğü kompost, patates bitkisinde fizyolojik olarak olumsuz bir etki göstermemiş ve verimi % 10 – 23 düzeyinde arttırmıştır (Hachicha et al., 2008).

Polat vd. (2008) yaptıkları bir çalışmada, Harran Ovası’ nda bulunan bir arazide, tarımsal artık kökenli kompost, yeşil gübreleme (fiğ) ve ticari gübre uygulamalarının şekerpancarı bitkisinin verimi ile polar şeker miktarı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kompost dozlarının artışına paralel olarak şeker pancarı bitkisinin veriminde ve polar şeker miktarında artışlar gözlenmiştir. En yüksek şeker pancarı verimi 1 t da⁻¹ kompost dozunda belirlenmiştir.

Garcia-Gomez et al. (2002), agro-endüstriyel atıklardan hazırlanmış iki kompostu (C₁: maya fabrikası atıkları + limon ağacı budama atıkları ve C₂: zeytinyağı fabrikası atığı karasu + zeytin yaprakları) Sphagnum peati veya ticari bir substrat ile çeşitli oranlarda

karıştırarak süs bitkileri yetiştirmişlerdir. Kompostlar; N ve K' u yavaş bir şekilde ortama vererek özellikle aynisefa (*calendula*) süs bitkisinin gelişimini etkilemiş, ayrıca ortamın fiziko-kimyasal özelliklerini değiştirmişlerdir. Araştırmacılar en az % 25 oranında peat veya ticari substrat içeren agro-endüstriyel kompost karışımlarının süs bitkileri yetiştiriciliğinde alternatif bir ortam olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Parades et al. (2001); iki agro-endüstriyel atığa (pamuk ve turunçgil atıkları) zeytinyağı fabrikalarından çıkan karasuyu ilave ederek kompostlaştırmışlar ve karasu ilave edilmemiş aynı içeriğe sahip kompostlarla kıyaslamışlardır. Araştırmada, bütün kompostların toprağın kation değişim kapasitesini, humik asit benzeri karbon yüzdesini, bu humik maddelerin polimerizasyon oranını ve çimlenme indeksini arttırdığı saptanmıştır.

Üç farklı organik atık (at dışkısı ve yataklığı – ADK; vizon çiftliği atıkları – VÇK; kentsel atıklar – KAK) kompostunu, kağıt fabrikası katı atıkları (KFA) ile kıyaslayan Levy ve Taylor (2003); ADK ve VÇK' nın domates fidelerinin kök ve gövde büyümesini arttırdığını fakat KAK ve KFA' nın büyümeyi engellediğini saptamışlardır. Araştırmacılar bu kompostların hem toksik madde içeriklerinin hem de besin maddesi dengesizliklerinin bu engelleme etkisini yarattığını ileri sürmüşlerdir.

Tütün atıklarının diğer organik materyallerle kompostlaştırma sürecini inceleyen Adediran et al. (2004); tütün atığı ve talaşı sırasıyla sığır gübresi, domuz gübresi, tavuk gübresi ve lahana atıkları ile karıştırarak 4 ayrı kompost elde etmişlerdir. Yüksek bir elektriksel geçirgenlik ($6.0 - 9.3 \text{ dS m}^{-1}$) değerine sahip olan bu kompostları tuza duyarlı bitkiler için tavsiye etmeyen araştırmacılar; 20 t ha^{-1} sığır

gübresi+tütün atığı kompostu veya 10 t ha⁻¹ kompost ile 50 kg N ha⁻¹ sağlayacak şekilde NPK uygulamasının ıspanak yetiştiriciliğinde tatminkar bir şekilde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

İçinde tütün atıklarının da bulunduğu çeşitli organik atıkların (buğday, soya fasulyesi, mısır anızları, pirinç kabuğu ve tütün atıkları) kullanıldığı bir buğday denemesinde; mineralize olabilir azot miktarının 5 – 21 kg da⁻¹ arasında olduğu ve özellikle tütün atığı uygulamalarının buğday verimini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür. Ayrıca buğday hasatından sonra ekimi yapılan mısır bitkisinin verimlerinde bile tütün atığının etkisi belirgin olarak gözlenmiştir (Ottow et al., 1999).

Brohi et al. (1996); sıvı haldeki tavuk gübresi, tütün tozu ve çiftlik gübresinin mısır bitkisinde kuru madde miktarı ile N, P, K kapsamına etkilerini araştırmak amacıyla saksı denemesi yapmışlardır. Ön bitki olarak Cumhuriyet buğday çeşidi ekilerek yaklaşık 9 haftalık bir gelişmeden sonra hasat edilip yerine mısır bitkisi dikilmiştir. Sonuçta; artan dozlarda (1.5, 3.0, 4.5, 7.5 t da⁻¹) sıvı tavuk gübresi, tütün tozu ve çiftlik gübresi uygulamalarının kontrole oranla kuru madde miktarı ile N, P ve K alınımını arttırdığı belirlenmiştir.

Brohi ve Karaman (1996), tütün tozu ile hazırladıkları kompostu patates bitkisi yetiştirmek üzere kullanmışlardır. Deneme sonucunda tütün tozu kompost düzeyi arttıkça patates bitkisinin üst kısmının gelişimi artmış ve 2, 5, 10 ve 20 ton da⁻¹ düzeyleri için artış sırasıyla % 36, 80, 119 ve 208 oranlarında gerçekleşmiştir. Ancak yumru veriminin sadece 5 ton da⁻¹ düzeyine kadar arttığı, daha yüksek dozlarda ise azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu, yüksek dozlardaki kompost uygulamalarında azotun toksik etkisine bağlamışlardır.

Saltalı vd. (2000); tütün atığının alkali bir toprağın bazı karakteristik özelliklerine ve toplam N, alınabilir P, K, Fe, Cu, Zn, Mn konsantrasyonlarına etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Denemede 0, 5, 10, 15, 20 t da⁻¹ oranlarında tütün atığı topraklara uygulanmış ve 8 ay sonra yapılan analizler sonucu; toprak stürüktür stabilitesi, hidrolik geçirgenlik ve elektriksel geçirgenlik değerlerinin arttığı, toprak pH' sı ve değişebilir sodyum miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Artan dozlarda tütün atığı uygulaması ile topraktaki organik madde miktarı, toplam N ve alınabilir P, K, Fe, Cu, Zn, Mn içeriği artmıştır. Elde edilen bilgiler, alkali topraklara tütün atığı uygulamasının toprak koşullarını düzelttiğini ve yeterli ürün sağlanması için topraktaki besin maddeleri konsantrasyonunu arttırdığını göstermiştir.

Özgüven vd. (1999), sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesini amaçlayan çalışmalarında; test bitkileri olarak kışlık dönemde buğday ve kolza; yazlık dönemde ise susam ve mısırı seçmişlerdir. 0, 750, 1500, 2250 ve 3000 kg da⁻¹ dozlarındaki atık, ekimden 2 ay önce 5 – 10 cm derinliğe uygulanarak kısmen ayrıştırılması sağlanmıştır. Tütün atığı uygulamaları sonucu test bitkilerinde yüksek tohum verimi ve protein oranları sağlanmış ve toprak verimliliği artmıştır. Atıkların TMV (tütün mozaik virüsü) ile bulaşık olmasına karşın, yetiştirilen bitkilere bu virüsün taşınmadığı saptanmıştır.

Erdal vd. (2000), mısır bitkisinin gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla; çay atığı, tütün tozu, fındık zuru ve ahır gübresini dekara 2 ton olacak şekilde uygulamışlardır. Deneme sonunda toprağa ilave edilen organik maddeye bağlı olarak bitki kuru ağırlığı ile bitkinin N, P, K, Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları değişik düzeylerde önemli artışlar göstermiştir.

Candemir (2005); fındık zurufu, çay ve tütün atıkları ile ahır gübresinin toprak düzenleyici olarak, ince ve kaba bünyeli topraklarda toprak kalite indeksleri ve $\text{NO}_3\text{-N}$ ' u üzerine etkilerini araştırmıştır. Organik atıkların toprak özellikleri üzerine tınlı kum bünyeli toprakta, kil bünyeli toprağa göre daha kısa süreli fakat daha etkili olduğunu belirlemiştir. Zuruf ve tütün atıklarının kaba bünyeli toprakların fiziksel özelliklerini uzun süreli iyileştirmek için, çay atığının ise ince bünyeli toprakların organik karbon ve elektriksel geçirgenlik gibi kimyasal özelliklerini artırması için kullanılması önerilmiştir.

Farklı düzeylerde aşınmaya uğramış bir toprakta erozif özellikler ile domates bitkisinin yarayışlı azot ve fosfor kapsamaları üzerine polyacrylamide (PAM) ve tütün atığının etkilerini araştıran Coşkun vd. (2006); PAM ve tütün atığını toprağa uyguladıktan 4 hafta sonra domates yetiştirmişlerdir. Topraklara ilave edilen düzenleyiciler çeşit, uygulama düzeyleri ve toprakların erozyona uğrama seviyelerine bağlı olarak erozyon oranı değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Tütün atığı uygulamasının yapıldığı topraklarda erozyon oranı değerinde meydana gelen azalma PAM uygulamasına oranla daha yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Bunun yanında toprağın toplam N ve alınabilir P içeriğindeki artış yine tütün atığı uygulamasında daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Sonuç olarak tütün atığı erozyona karşı duyarlılık ile domates bitkisinin azot ve fosfor içerikleri üzerinde daha etkili olmuştur.

Alkali bir toprağa değişik dozlarda tütün atığı uygulandıktan sonra toprağın fiziksel özellikleri incelenmiştir. Alkali toprağın hidrolitik geçirgenlik ve stürüktür stabilitesi artan tütün tozuna bağlı olarak önemli düzeyde artmıştır. Tütün tozu uygulaması pH ve değişebilir sodyumu azaltmış, elektriki geçirgenlik, CaCO_3 , değişebilir kalsiyum ve magnezyum ile organik maddeyi ise arttırmıştır. Sonuç olarak

araştırmacılar, tütün tozunun alkali toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiğini ve tarımsal potansiyellerini arttırdığını belirtmişlerdir (Kılıç vd., 2002).

Bender vd. (1998), toprağa karıştırılan farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri ve bitki gelişimi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sera koşullarında yürütülmüş ve toprağa 2 t da⁻¹ olacak şekilde çay atığı, tütün tozu, fındık zurufu, ahır gübresi ve gyttja (göl çamuru) karıştırılarak mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Toprağın kolay alınabilir su yüzdesi değerine en büyük etkiyi fındık zurufu yapmış, bunu tütün tozu izlemiştir. Suyu dayanıklı agregat yüzdesi üzerine yapılan etki bakımından yine tütün tozu ikinci en büyük etkiyi göstermiştir. Havalanma porozitesi ve mısır bitkisinin tepe/kök oranı üzerine en fazla etki ise tütün tozu uygulamasıyla ortaya çıkmıştır.

Jakubus and Czekala (2002), tütün atıklarının bitkilerde azot kaynağı ve toprakta humus oluşumunda karbon kaynağı olarak kullanımı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Tarla ve saksı denemesi olarak yürütülen çalışmada mısır ve hardal bitkisi yetiştirilmiştir. Atıklardaki azot, kullanım derecesi ve ürün verimi açısından yüksek gübre değeri göstermiştir. Ayrıca topraktaki humus bileşenlerinin içeriği üzerine önemli bir etkiye sahip olan atığın artan dozlarda uygulanması ile humus miktarı artmıştır.

Tütün atığının kil, tın ve kum bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, her bir saksıya ağırlık esasına göre % 5 (w/w) organik madde sağlayacak şekilde tütün atığı uygulanmış ve saksılar 8 ay süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçta yapılan uygulamalar, farklı bünyedeki toprakların pH ve hacim ağırlığı değerlerinde önemli düzeyde azalmalara, elektriksel

iletkenlik, organik karbon, agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerlerinde ise önemli düzeyde artışlara neden olmuştur (İç ve Gülser, 2008).

2.5 Agro-Endüstriyel Atık Uygulamalarının Topraktaki Mikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri

Agro-endüstriyel atıkların bir organik gübre kaynağı olarak tarımsal alanlarda kullanılabilirliği her şeyden önce bu materyallerin mikrobiyolojik ayrışabilme düzeyine bağlıdır. Toprağa ilave edilen organik atıkların ayrışabilirlikleri bunların C/N oranına, selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriklerine, iklim koşullarına ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Organik atıkların bileşiminde bulunan basit bileşenler birkaç gün içinde yeni hücre yapılarına ve CO₂' e dönüştürülerek tamamen ayrışırlar. Ayrışmanın ileriki aşamalarında ise daha dirençli bileşenler birikmeye ve aromatik bileşikler oluşmaya başlar. Bu bileşikler kompleks karbonlu materyaller olup, toprak organik maddesine katılırlar. Atıkların humifikasyonu olan bu süreç, atıkların mikrobiyal ayrışması ile eş zamanlı olarak gerçekleşir. Bu yolla toprak organik madde havuzuna giren karbon miktarı, orijinal atıkta bulunan karbonun % 10 ila 20' sini oluşturur (Wagner and Wolf, 1998).

Çeşitli işletme atıklarının topraklara yararlılık derecesinin incelendiği bir araştırmada, en yüksek toprak solunumu ve enzim aktivitesine cibrenin (üzüm işletmesi atığı) neden olduğu belirlenmiştir

(Okur ve Çengel 1995). Kabak sebzesi atıkları, yonca, buğday samanı ve hayvan gübresindeki C-mineralizasyonunu bir inkübasyon çalışması ile inceleyen Maslova and Sharkov (1993); inkübasyonun ilk 5 – 10. gününde organik materyaller arasında mineralizasyon hızı açısından büyük farklar olduğunu, 90. günden sonra bu farklılığın hemen hemen ortadan kalktığını saptamışlardır. Levi-Minzi et al. (1990)' da; farklı organik materyallerdeki C mineralizasyon hızının, organik maddenin kimyasal yapısına ve sıcaklığa bağlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Göksal vd. (2002), toprağa uyguladıkları farklı organik atıkların (buğday sapları, tütün atığı ve yeşil gübre) toprakta N mineralizasyonunu (NH_4 ve NO_3) ve biyolojik aktiviteyi (CO_2 -oluşumu ve dehidrogenaz aktivitesi) önemli düzeyde etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar % 1' lik tütün atığı uygulamasının, incelenen parametreler üzerinde en etkili atık olduğunu belirlemişlerdir.

Tıbbi-aromatik bitki işletmelerinden alınan üç atık (yağlı karışık kekik çöpü, yağlı karışık kimyon çöpü ve yağsız karışık kekik çöpü) ayrı ayrı kompostlaştırılarak, pamuk vejetasyon denemesinde toprak düzenleyici ve organik gübre olarak kullanılmış ve toprağın mikrobiyal aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; tıbbi aromatik bitkiler olan kimyon ve kekiğe ait işletme atığı uygulamalarının, incelenen tüm mikrobiyal kriterleri istatistiki önemde etkilediği ve kontrole oranla mikrobiyal aktivitede yüksek düzeyde artışlar sağladığı saptanmıştır. Mikrobiyolojik aktiviteyi en fazla uyaran atık olan yağlı kimyon kompostu, kontrole oranla mikrobiyal biyomas, proteaz ve üreaz aktivitesinde 2 kat, N-mineralizasyonu ve fosfataz aktivitesinde 3 kat, toprak solunumunda 5 kat, dehidrogenaz aktivitesinde ise 20 kata varan artışlar sağlamıştır (Okur vd., 2008b).

Süt endüstrisinde peynir eldesinden sonra geriye kalan atık olan peynir altı suyu ile saman ve bitkisel yağın organik substrat olarak kullanıldığı bir çalışmada; bu materyallerin çernozyem tipi toprakların fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. En önemli mikrobiyolojik parametrelerden birisi olan mikrobiyal biyomas-C içeriği peynir altı suyu uygulamasında yükselmiştir ($754 - 1931 \mu\text{g g}^{-1}$). Bu uygulama ile biyomas-C' una fungusların katkısı inkübasyondan 3 gün sonra % 40.5' e, 126 gün sonra ise % 76.5' a çıkmıştır. Samanın veya bitkisel yağın ilavesi biyoması peynir altı suyuna oranla daha az uyarmıştır (Sonnleitner et al., 2003).

Chang et al. (2007); çeşitli bitkisel ve hayvansal atıklardan elde ettikleri kompostları 270, 540, 810 ve 1080 kg N ha⁻¹ y⁻¹ dozlarında sera koşullarında 3 yıl arka arkaya uygulamışlardır. Sonuçları ticari gübre uygulanmış topraklar ile karşılaştıran araştırmacılar; mikrobiyal biyomas, bakteri, fungus ve aktinomiset popülasyonu ve enzim aktivitesinin (dehidrogenaz, selüloz, β -glukozidaz, proteaz, üreaz, aril sülfataz, asit ve alkalın fosfataz) kompost uygulanmış topraklarda önemli oranlarda arttığını saptamışlardır. Araştırmada 810 ve 1080 kg kompost uygulamaları toprak enzim aktiviteleri üzerinde önemli bir yükselişe neden olmamıştır. Bununla beraber incelenen tüm enzim aktiviteleri, toprakların organik madde içeriği ile istatistiki açıdan önemli düzeyde doğrusal bir korelasyon göstermişlerdir.

Tütün fabrikası atığı, çeltik anızı+mineral azot, çeltik kavuzu ve çeltik kavuzu+mineral azot uygulamalarının toprağın azot mineralizasyonu ve biyolojik aktivitesi üzerine olan etkileri yapılan bir çalışmada incelenmiştir. Tütün atığı, çeltik anızı ve çeltik anızı+mineral azot uygulamaları, toprakta CO₂-oluşumu kontrol ve diğer uygulamalara (çeltik kavuzu ve çeltik kavuzu+mineral azot) oranla önemli şekilde

artmıştır. En yüksek DHG enzim aktivitesi tütün fabrikasyon atıklarının uygulandığı topraklarda ortaya çıkarken diğer atıklar bu değere ulaşamamışlardır. Çeltik kavuzu + mineral azot uygulaması ise toprağa en fazla $\text{NH}_4\text{--NO}_3$ azotu kazandıran uygulama olmuştur. Araştırmacılar, ayrışmayı etkileyen en önemli faktörün, atıkların C/N oranı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Kara, 2000).

Yapılan bir başka çalışmada, kumlu-tın bünyeli toprağa ilave edilen farklı organik atıkların (tütün fabrikasyon atığı, buğday sapı, çay atığı ve fındık zuru) toprakların ve mısır bitkisinin rizosferindeki biyolojik özellikler (mikrobiyal biyomas, CO_2 üretimi, dehidrogenaz aktivitesi, üreaz aktivitesi ve aril sülfataz aktivitesi) üzerindeki etkisi sera denemesi ile araştırılmıştır. Kuru ağırlık üzerinden % 5 (50 g kg^{-1}) düzeyinde toprağa ilave edilen organik atıklar, toprakların biyolojik özelliklerinde kontrole göre önemli artışlar sağlamışlardır. Toprağın biyolojik aktivitesini en fazla artıran organik atıkların ise, C/N oranları diğerlerine göre daha dar olan çay atığı ile tütün fabrikasyon atığı olduğu belirlenmiştir (Kablan, 2005).

Tipik Xerofluvent bir toprağa çeşitli kombinasyon oranlarında ve 50 t ha^{-1} düzeyinde tütün atığı kompostu (TK) ve hayvan gübresinin (HG) uygulandığı ve Iceberg tipi marulun (*Lactuca sativa* L. var. Capitata L.) yetiştirildiği bir çalışmada, bu atıkların organik C ve toplam N içeriği, toprak mikrobiyal biyoması, toprak solunumu ve dört enzim aktivitesi (dehidrogenaz, üreaz, alkalın fosfataz ve β -glukozidaz) ile marul verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Kontrolle kıyaslandığında % 25 HG + % 75 TK ve % 100 TK uygulamalarında; C_{org} , toplam N, toprak solunumu ve dehidrogenaz, üreaz ve alkalın fosfataz değerlerinde önemli yükselmeler saptanmış, topraktaki mikrobiyal C düzeyleri ise tüm kompost uygulamalarında artmıştır. Tütün atığı kompostu ve hayvan

gübresli uygulamaları kontrolle kıyaslandığında marul veriminde de önemli artışa neden olmuştur. Araştırmacılar, tütün atığı kompostunun organik maddece fakir olan kurak Akdeniz koşullarındaki topraklarda toprağın kimyasal, biyolojik parametreleri ile ürün verimi üzerine etkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Okur vd., 2008a).

Yedi farklı bitki atığının uygulandığı kili tın bünyeli topraklarda birçok enzim aktivitesinin (amilaz, dehidrogenaz, aril sülfataz ve fosfatazlar) atık kullanılmayan topraklara göre arttığı Perucci et al. (1984) tarafından saptanmıştır. Bitki atıklarının toprak enzim aktivitesi üzerine farklı etkiler yaptığını belirten araştırmacılar; tütün ve ayçiçeği atıklarının tüm enzim aktivitesini arttırdığını buna karşılık domates atıklarının ise sadece amilaz ve fosfodiesteraz enzim aktivitesini arttırdığını saptamışlardır.

Kızılkaya vd. (1997), topraklara % 5 düzeyinde uygulanan tütün atığı ve buğday samanının üreaz aktivitesi ve kinetiği üzerine etkisini bir inkübasyon denemesi ile saptamışlardır. Bu amaçla, killi tın bünyeli deneme toprağına organik atıklar, kuru ağırlık üzerinden % 5 oranında karıştırılmış ve 30 gün süre ile 25 °C' de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda alınan örneklerin, farklı substrat konsantrasyonları, inkübasyon periyotları ve sıcaklıklarındaki üreaz aktivitesi ve kinetik parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, topraklara tütün atığı ve buğday samanı uygulamasının üreaz aktivitesini arttırdığı ve % 10 substrat konsantrasyonundan sonra bu aktivite düzeyinde değişme olmadığı belirlenmiştir.

Bazı organik atıkların (hasat artıkları, tütün atığı ve hayvan gübresi) toprağın azot mineralizasyonu, immobilizasyonu ve bazı biyolojik özellikleri üzerine etkilerini saptamak amacıyla bir tarla

denemesi tesis edilmiş ve buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde, toprağın nitrat içeriği, CO₂-üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi ve buğday dane verimi özellikle tütün atığının uygulandığı parsellerde, diğer organik atıklarla karşılaştırıldığında anlamlı bir şekilde artış göstermiştir (Gök vd., 1998).

Nayak et al. (2007)'nin yürüttükleri bir araştırmada; uzun dönem kompost uygulamaların pirinç yetiştirilen topraklardaki mikrobiyal biyomas ve bazı enzim aktivitelerine etkisi incelenmiştir. Mikrobiyal biyomas karbonu; kimyasal gübre, kompost ve kimyasal gübre + kompost uygulamalarında kontrole göre sırasıyla % 42, % 39 ve % 89 oranında arttırmıştır. Toprağın organik karbon içeriği; dehidrogenaz, üreaz, selüloz, β -glukozidaz ve floresans diasetat enzim aktiviteleri ile pozitif önemli bir korelasyon göstermiş, bunun yanında pozitif ama önemli olmayan bir ilişki de invertaz ve amilaz aktiviteleri ile saptanmıştır.

Toptaş (2005) tütün atığı (TT) ve mantar kompostu (MK) uyguladığı toprakta, fosfataz enzim aktivitesi ile yarayışlı fosfor miktarlarını bir inkübasyon çalışmasında incelemiştir. Araştırmacı, MK ve TT'nin % 4 ile % 8 oranında yapılan uygulamalarda asit ve alkalın fosfataz aktivitelerinin en yüksek değerlere ulaştığını ayrıca her iki materyalin artan dozlarına bağlı olarak yarayışlı fosfor kapsamlarının da arttığını saptamışlardır.

Tejada et al. (2008); ezilmiş pamuk çırçırı kompostunu (EPÇK) ve tavuk gübresini (TG) uyguladıkları topraklarda biyolojik özellikleri incelemiştir. Araştırmada, EPÇK uygulanmış topraklarda TG uygulanmış topraklara oranla üreaz, proteaz, β -glukozidaz ve alkalın

fosfataz aktiviteleri sırasıyla, % 51, % 20, % 11.2 ve % 11.3 daha fazla tespit edilmiştir.

Yüksek besin maddesi içeriğine karşın, deli dana hastalığının ortaya çıkmasından sonra Avrupa Birliği tarafından 2000 yılından itibaren hayvan yemlerinde kullanılması yasaklanan et ve kemik ununun (EKU), tarımsal alanlarda değerlendirilmesini amaçlayan Mondini et al. (2008); topraklara uyguladığı bu atığın toprağın mineralizasyon dinamiği ve bazı mikrobiyal özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. 200 ve 400 kg N ha⁻¹ olacak şekilde topraklara karıştırılan bu atığın, CO₂-oluşumu, mikrobiyal biyomas, aerobik ve anaerobik bakteri ve fungus sayımları, enzimatik aktivite ve ekstrakte edilebilir NH₄⁺ ve NO₃⁻ miktarı üzerinde arttırıcı yönde bir etkisi bulunmuştur. Araştırmacılar; toprak mikroorganizmalarının miktarı ve aktivitesi ile yarayışlı N miktarını arttırması nedeni ile EKU' nun etkili bir organik gübre potansiyeli olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Demir vd. (2008); tütün atığı, fındık kabuğu ve çay fabrikası atıklarını uyguladıkları killi tın bir toprakta bazı biyokimyasal özellikleri araştırmışlar ve toprak solunumunun organik atıkların uygulandığı topraklarda kontrole göre önemli bir şekilde arttığını belirlemişlerdir. Araştırmada en yüksek NO₃-N' u miktarı tütün atığı verilmiş topraklarda saptanmıştır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma; kompost yapımı, saksı denemesi ve tarla denemesi olmak üzere üç aşamadan meydana gelmiştir. Her aşamaya ait materyal ve yöntem bilgileri aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.1 Materyal

3.1.1 Kompost yapım aşamasında kullanılan materyaller

Çalışmanın ilk aşaması olan kompost yapımında araştırma materyali olarak tütün atıkları başta olmak üzere, bu atıkla karıştırılmak üzere pirina, cibre ve ahır gübresi kullanılmıştır.

Tütün işleme sanayisinde iki farklı atık meydana gelmektedir. Bunlardan birincisi tarladaki tütünü alıp, işleyen ve bunu sigara fabrikalarına veren “Tütün İşleme Fabrikaları”na ait tütün atığı; ikincisi ise “Sigara Fabrikası” atığıdır. Öncelikle hangi atık ile çalışılacağına karar verebilmek için, bu konuda faaliyet gösteren iki fabrikaya ait atık örnekleri alınmış ve ön analizler yapılmıştır. Bu ön analizlere ait sonuçlar Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Tütün işleme fabrikası ve sigara fabrikasından alınan tütün atıklarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları

No	Atık Alınan Yer	pH (1:10 su)	EC (dS m ⁻¹)	Org. Mad. (%)	C (%)	N (%)	C/N
1	Tütün işleme fabrikası atığı	5.62	26.57	29.22	16.95	0.924	18.34
2	Sigara fabrikası atığı	5.66	60.00	70.34	40.80	2.128	19.17

Gerek çıkan atık miktarının çok daha fazla olması ve gerekse de organik madde ve toplam azot miktarının yüksek olması nedeniyle araştırma materyali olarak “2” numaralı atık olan sigara fabrikası atığının kullanılmasına karar verilmiştir. Bu atığın alındığı fabrika, Torbalı’ da faaliyet gösteren çok uluslu bir sigara fabrikası olup, burada tütünün işlenmesinden paketlenmesine kadar olan çeşitli aşamalarda farklı içerik ve miktarlarda tütün atığı veya tozu ortaya çıkmaktadır. Bunlar, tütün işleme sırasında ortaya çıkan atıklar, paketlenme sırasında ortaya çıkan atıklar ve yer tozlarıdır. Bu üç farklı sürece ait toplam 9 değişik alandan tütün atığı örneği alınmış ve bu örneklerde daha detaylı analizler yapılmıştır (Çizelge 3.2).

Analiz edilen 9 adet tütün atığı içerisinde gerek içerik açısından kompost olabilecek niteliklere sahip olması ve gerekse çıkan atık miktarının diğerlerine oranla daha fazla olması nedeniyle, çalışma materyali tütün atığı olarak 9 numaralı örnek olan sigara paketlenme kısmından çıkan atığın kullanılmasına karar verilmiştir. Bu seçimde yine söz konusu atığın diğerlerine oranla daha az elektriki geçirgenliğe (60 dS m⁻¹) sahip olması da önemli rol oynamıştır.

Çalışmada tütün atığı ile birlikte karıştırılarak kompostlaştırılan diğer organik materyaller pirina, cibre ve ahır gübresi olarak belirlenmiştir.

Pirina, zeytinlerin mekanik olarak yağa işlenmesinden sonra ortaya çıkan ve zeytin çekirdeği ile posasından meydana gelen bir alt üründür. Genellikle yakıt olarak kullanılan bu atık Rast Gıda San. ve Tic. A.Ş.’ den (Ayvalık) elde edilmiştir.

Cibre, şarap yapılırken üzümün ya olduğu gibi çöp ve sapları ile birlikte ya da çöplerinden ayrıldıktan sonra ezilip sıkılması sonucu elde edilir. Yüksek su içeriğine sahip olması nedeniyle bozulmadan kullanılmaları için genellikle silolanarak hayvanlara yem olarak sunulan bu işletme atığı Tariş Sirke Pekmez İşletmesi Müdürlüğü’ nden (Alaşehir) elde edilmiştir.

Ahır gübresi (büyükbaş), bir yıl olgunlaştırılmış olarak E.Ü. Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği’ nden elde edilmiştir.

Pirina, cibre ve ahır gübresine ait bazı özellikler Çizelge 3.2’ de verilmiştir. Çalışmada kullanılan tütün atığına ait özelliklerin de verildiği bu çizelgeye göre; ahır gübresi alkalın, diğer atıklar ise asit bir reaksiyon göstermişlerdir. Toplam azot ve kalsiyum hariç diğer makro ve mikro elementler bakımından ahır gübresi, en yüksek içeriğe sahip organik materyal olmuştur. En düşük elektriksel geçirgenlik değeri pirinaya (8 dS m^{-1}) ait olup, bunu cibre, tütün atığı ve ahır gübresi izlemektedir. Pirina aynı zamanda en yüksek organik madde (% 93.10) ve azot (% 2.744) içeriğine de sahiptir.

Çizelge 3.2 Tütün atıkları ve diğer organik atıklarda yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Örnek	pH	EC (dS m ⁻¹)	O.M. (%)	C/N	Toplam N (%)	Toplam									
						P (%)	K (%)	Na (mg kg ⁻¹)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (%)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	
Tütün Atıkları	1	5.72	53	72.41	19.74	2.128	0.21	3.00	311	2.21	0.68	0.26	24.10	41.65	217.30
	2	5.68	61	70.34	17.77	2.296	0.22	3.10	259	2.21	0.66	0.21	31.90	73.57	244.70
	3	6.46	51	59.48	16.88	2.044	0.20	2.30	207	2.26	0.47	0.08	43.60	59.50	124.00
	4	5.12	129	60.00	16.14	2.156	0.40	7.10	466	1.91	0.65	0.09	24.70	41.54	113.80
	5	5.20	125	63.10	17.66	2.072	0.32	6.50	673	1.86	0.70	0.01	13.30	38.24	113.30
	6	5.07	130	74.48	21.73	1.988	0.29	7.20	466	1.76	0.62	0.06	18.90	35.75	114.90
	7	4.88	119	66.72	20.03	1.932	0.28	6.90	518	1.66	0.58	0.02	18.80	36.88	102.50
	8	5.78	70	68.79	18.04	2.212	0.23	3.20	362	2.21	0.69	0.10	20.30	48.80	241.40
	9	5.66	60	70.34	19.17	2.128	0.21	3.20	259	2.26	0.65	0.15	22.00	50.02	229.80
Cibre	4.15	35.5	84.30	35.64	1.372	1.372	3.10	26	0.50	0.20	0.20	32.70	20.25	34.00	
A.Gübresi	8.69	89	38.79	11.82	1.904	1.904	4.80	4865	1.66	1.01	0.26	37.30	200.74	255.00	
Pirina	5.69	8	93.10	19.68	2.744	2.744	0.42	104	0.30	0.07	0.13	15.90	18.50	27.20	

3.1.2 Saksı denemesinde kullanılan materyaller

Çalışmanın ikinci aşaması olan saksı denemesinde araştırma materyali olarak; E.Ü. Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği'nden alınan toprak örnekleri, test bitkisi olarak mısır, çalışmanın birinci aşamasında elde edilen kompostlar (tütün atığı, tütün atığı+cibre, tütün atığı+ahır gübresi ve tütün atığı+pirina), ham tütün atığı (kompostlaştırılmamış) ve kimyasal gübreler kullanılmıştır. Denemede azotlu gübre $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ve NH_4NO_3 ; fosfor ve potasyum ise KH_2PO_4 formunda uygulanmıştır.

Saksı denemesinde kullanılan toprak örneğine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Saksı denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH	7.60		Toplam azot (%)	0.057
Suda Çöz.Top.Tuz (%)	0.050		Fosfor	4.74
CaCO_3 (%)	4.84		Potasyum	293
Kum (%)	79.84		Kalsiyum	2448
Mil (%)	14.00		Magnezyum	380
Kil (%)	6.16		Mangan	8.43
Bünye	Tınlı kum		Demir	8.80
Tarla Kapasitesi (%)	11.73		Bakır	0.72
Hacim Ağ. (g cm^{-3})	1.47		Çinko	1.02
Organik Madde (%)	0.73		Eks. Ed. Sodyum (mg kg^{-1})	97

“Hafif alkalın” reaksiyon gösteren deneme toprağı (Kellog, 1952), suda çözünebilir toplam tuz (SÇTT) açısından “tuzsuz” olarak nitelendirilmektedir (Anonim, 1951). Tınlı kum bünyeye sahip olan toprak, organik maddece (OM) “fakir” (Black, 1965) ve kireç açısından “orta kireçli” olarak değerlendirilmektedir (Schlichting und Blume, 1966).

Bitki besin maddeleri açısından ele alındığına ise; azot açısından “çok fakir” olarak değerlendirilen saksı toprağı (Loue, 1968), fosfor açısından “fazla” (Bingham, 1949) ve potasyum açısından ise “yeterli” durumdadır (Fawzi and El-Fouly, 1980). Kalsiyum besin elementi yönüyle “orta” düzeyde, magnezyum açısından ise “iyi” durumdadır (Loue, 1968). Mikro elementler açısından değerlendirildiğinde ise tüm elementler “yeterli” düzeydedir (Lindsay and Norvell, 1978).

Denemede yetiştirilen mısır bitkisinin (*Zea mays L.*) tohumları Syngenta firmasının ürün gamında yer alan “Dracma” F1 melez çeşididir. Tek melez özelliğinde olan bitkinin vejetasyon süresi 120 gündür. FAO 650 (orta geçici) sınıfına girmektedir. Sıcaklık stresine ve yaprak hastalıklarına karşı toleranslı olup, güçlü ve sağlam yapısı sayesinde yatmaya karşı dayanıklıdır. Adaptasyon yeteneğı çok iyidir (Ulus NK, 2008).

3.1.3 Tarla denemesinde kullanılan materyaller

Çalışmanın son aşamasını oluşturan tarla denemesinde kullanılan araştırma materyalleri, tarla toprağı, ham tütün atığı, tütün atığı kompostu, kimyasal gübreler ve test bitkisi olarak da konik şekilli kapyaya tipi kırmızı biber kullanılmıştır.

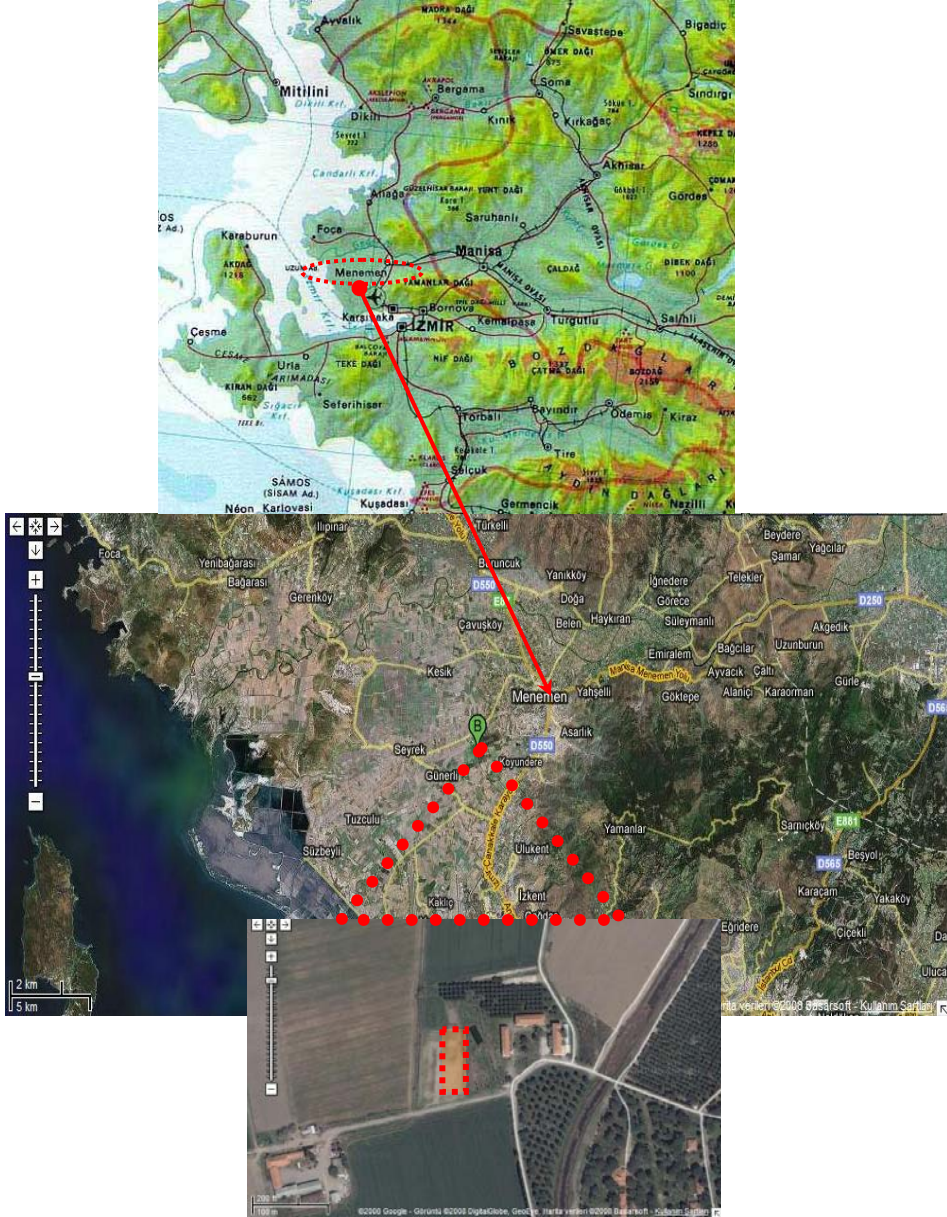
3.1.3.1 Deneme yeri, deneme toprağı ve sulama suyunun özellikleri

Emiralem boğazından denize doğru bir yelpaze şeklinde uzanan ve Gediz nehri, yan dereler ve yüzey akışlarla taşınıp biriken kuvaterner yaşlı pekişmemiş alluvium ana özdeklerinin oluşturduğu Menemen ovasında yer alan (Anonim, 1971) ve E.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği' nde kurulmuş olan tarla denemesi; 38°58'00.60" – 38°57'94.06" kuzey enlemi; 27°02'35.24" – 27°02'38.35" doğu boylamı arasında yer almıştır. Deneme toprağının genetiksel özelliklerine bakılarak oluşturulmuş sınıflandırma şekli Çizelge 3.4' de verilmektedir (Altınbaş vd., 1990).

Çizelge 3.4 Deneme toprağının genetiksel özellikleri

Arazinin Eğimi	:% 0 – 1
Ana Özdek	:Alluvium
Sıra	:Entisol
Alt Sıra	:Fluvent
Büyük Grup	:Xerofluvent
Alt Grup	:Typic Xerofluvent
Familya	:Typic Xerofluvent, tınlı, karışık (kireçli), Thermic
Arazi Kullanım Yetenek Sınıfı	:I. Sınıf

Deneme alanının haritadaki yeri Şekil 3.1’ de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Tarla deneme alanının Google yardımıyla elde edilen görüntüsü

Yaklaşık 2 da büyüklüğündeki alanın, bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla denemeye başlanmadan önce toprak örnekleme yapılmıştır. Bu örneklere ait sonuçlar Çizelge 3.5’ te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Tarla deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH	7.76	Toplam azot (%)		0.074
Suda Çöz.Top.Tuz (%)	0.033	Alınabilir (mg kg ⁻¹)	Fosfor	1.83
CaCO ₃ (%)	4.69		Potasyum	238
Kum (%)	67.20		Kalsiyum	3080
Mil (%)	22.48		Magnezyum	401
Kil (%)	10.32		Mangan	3.68
Bünye	Kumlu tın		Demir	5.85
Tarla Kapasitesi (%)	17.67		Bakır	1.08
Hacim Ağ. (g cm ⁻³)	1.37		Çinko	1.99
Organik Madde (%)	2.29		Eks. Ed. Sodyum (mg kg ⁻¹)	

“Hafif alkalın” reaksiyon gösteren deneme toprağı (Kellog, 1952), suda eriyebilir toplam tuz açısından “tuzsuz” olarak nitelendirilmektedir (Anonim, 1951). Kumlu tın bünyeye sahip olan toprak, organik maddece “az humuslu” (Black, 1965) ve kireç açısından “orta kireçli” olarak değerlendirilmektedir (Schlichting und Blume, 1966).

Bitki besin maddeleri açısından ele alındığına ise; azot açısından “orta” olarak değerlendirilen deneme toprağı (Loue, 1968), fosfor açısından “orta” (Bingham, 1949) ve potasyum açısından ise “yeterli” durumdadır (Fawzi and El-Fouly, 1980). Kalsiyum besin elementi yönüyle “fazla” düzeyde, magnezyum açısından ise “çok yüksek”

durumdadır (Loue, 1968). Mikro elementler açısından değerlendirildiğinde ise tüm elementler “yeterli” düzeydedir (Lindsay and Norvell, 1978).

Tarla denemesinde sulama suyu olarak yaklaşık 20 m den çıkan artezyen suyu kullanılmıştır. Bu suya ait bazı özellikler Çizelge 3.6’ da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Denemede kullanılan sulama suyunun bazı özellikleri

pH	7.13	Elektriksel iletkenlik (dS m ⁻¹)	2.10
Na ⁺ (me l ⁻¹)	1.34	Cl ⁻ (me l ⁻¹)	1.38
K ⁺ (me l ⁻¹)	0.06	CO ₃ ⁼ (me l ⁻¹)	-
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (me l ⁻¹)	19.25	HCO ₃ ⁻ (me l ⁻¹)	12.15
Toplam Katyon (me l ⁻¹)	20.65	SO ₄ ⁼ (me l ⁻¹)	7.13
SAR	0.43	Toplam Anyon (me l ⁻¹)	20.66
Sulama Suyu Sınıfı	C ₃ S ₁	B (mg l ⁻¹)	-

Sulama suyu nötr tepkimeli ve C₃S₁ sulama suyu sınıfında yer almaktadır. Alkalilik yönünden bir tehlikesi bulunmaması karşın, az geçirgen topraklarda tuzluluk tehlikesi yaratabilir. Özel iyon toksisitesi yönünden SO₄⁼, Cl⁻ ve B sorunu bulunmamaktadır (Tuncay, 1994).

3.1.3.2 Tarla denemesinde kullanılan organik materyallerin özellikleri

Tarla denemesinde kullanılan organik materyallerden ham tütün atığı ve tütün atığı kompostuna ait bazı özellikler Çizelge 3.7’ de verilmiştir. Projenin ilk aşamasında kullanılan tütün atığının elde edildiği firmadan 3 ton olarak getirtilen atıkların 1 tonu ayrılarak (ham tütün atığı), geri kalan 2 tonu kompost yapımında kullanılmıştır. Asit reaksiyonlu ham tütün atığına oranla alkalın bir reaksiyon gösteren kompost materyali daha düşük bir elektriki geçirgenlik değerine sahip olmuştur. Çalışmanın ilk aşamasında elde edilen kompostlarda olduğu gibi, bu kompost materyalinde de nikotin kompostlama sürecinde ayrılarak kaybolmuştur. Yine ham tütün atığına oranla daha düşük organik madde, toplam N, P ve K içeren tütün kompostu buna karşın daha yüksek mikro element düzeylerine sahip olmuştur.

Çizelge 3.7 Tarla denemesinde kullanılan tütün atığı ve kompostunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler		Ham Tütün Atığı	Tütün Atığı Kompostu
pH		5.9	9.4
EC (dS m ⁻¹)		133	39
Toplam Alkoloid (Nikotin mg kg ⁻¹)		5650	-
Organik Madde (%)		60.7	46.4
Organik C (mg g ⁻¹)		352	269
C/N		16/1	13/1
Toplam	N (%)	2.150	2.130
	P (%)	0.35	0.26
	K (%)	6.25	2.72
	Ca (%)	3.65	5.87
	Mg (%)	0.90	0.87
	Na (mg kg ⁻¹)	827	766
	Fe (%)	0.16	1.02
	Cu (mg kg ⁻¹)	14	84
	Zn (mg kg ⁻¹)	55	150
	Mn (mg kg ⁻¹)	186	333

3.1.3.3 Tarla denemesinde kullanılan test bitkisinin özellikleri

Tarla denemesinde Bacardi çeşidi konik şekilli kapyra tipi kırmızı biber bitkisi (*Capsicum annuum* L.) yetiştirilmiştir. Bu bitkiye ait tohumlar (melez F1) Syngenta firmasından elde edilmiştir. Fide haline getirilmesi amacıyla bir firmaya verilen tohumlar, Nisan sonu itibariyle

hazır hale gelmiş ve 02 Mayıs 2008 tarihinde tarlaya şaşırtılmıştır. Bu çeşit (PC-9553), Syngenta firmasının T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na 13.07.2005 tarihinde kayıt ettirdiği bir üründür. Orta erken yetiştirme özelliği olan bu biber, örtü altı baharlık veya tarla koşullarında, ülkemizin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesi dışında yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir. Hava stresi koşullarına diğer kopya çeşitlerinden daha dayanıklıdır ve kolay adapte olur. Meyve iriliği, et kalınlığı ve meyve boyu diğer çeşitlerden daha fazladır. Genellikle çift ve üç loplu meyveleri görülmektedir. Örtü altı yetiştiriciliği yeşil olarak satışa çok uygun olmaktadır. Yeşil halde iken meyve yüzeylerinde herhangi bir çatlama görülmediğinden uzun nakliyeler sırasında diğer çeşitlerinden belirgin bir avantaj taşımaktadır. Homojen kızarma özelliğine sahiptir (Sönmez, 2008 – sözlü görüşme; Tarımziraat, 2008).

3.1.3.4 Tarla denemesinde kullanılan kimyasal gübreler

Denemede uygulanacak olan azot dozu amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübresinden uygulanmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak fosfor ve potasyum tüm parsellere; triple süper fosfat gübresi ve granül potasyum sülfat gübresi kullanılarak uygulanmıştır. Bunun yanında biber meyvelerinde görülen kalsiyum noksanlığı için 50 kg ha⁻¹ topraktan (bir kez) ve % 0.5' lik olmak üzere yapraktan (2 kez) Ca(NO₃)₂ uygulaması yapılmıştır.

3.1.4 Deneme alanının iklim özellikleri

Araştırma alanının da içinde yer aldığı Menemen Ovası'nda Akdeniz iklimi görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Çok yıllık (55 yıl) iklim verilerine göre; ortalama toplam yıllık yağış 525.3 mm'dir ve bu yağışın yaklaşık % 50'si kış, % 25'i ilkbahar, % 23'ü sonbahar ve % 2'si yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklık 16.9 °C; ortalama nispi nem % 57.5; ortalama yıllık buharlaşma 1532.1 mm'dir. Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü rasat istasyonunun 1954-2008 yılları ortalaması ile tarla denemesinin yürütüldüğü yıla ilişkin iklim verileri Çizelge 3.8 ve 3.9'da verilmiştir (TSKAE, 2009).

Çizelge 3.8 Menemen’e ilişkin çok yıllık (1954-2008) iklim verileri

Yıllar	Aylar	I	II	III	IV	V	VI
İklim verileri							
Çok Yıllık (1954 - 2008)	Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı, °C	7.8	8.7	11.0	15.0	20.0	24.7
	Uç Maksimum Hava Sıcaklığı, °C	22.8	26.5	31.9	33.8	40.2	43.0
	Uç Minimum Hava Sıcaklığı, °C	-7.6	-5.6	-4.4	-1.4	2.8	6.7
	Toplam Yağış, mm	87.6	68.8	62.1	41.9	25.4	5.5
	Toplam Buharlaşma, mm	44.5	49.5	77.9	110.5	169.5	221.1
	Ortalama Nispi Nem, %	65.2	62.5	61.1	58.2	54.8	48.0
	Ortalama Rüzgar hızı, m/s	3.8	3.7	3.2	2.7	2.5	2.5

Yıllar	Aylar	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
İklim verileri								
Çok Yıllık (1954 - 2008)	Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı, °C	27.0	26.3	22.2	17.3	12.9	9.6	16.9
	Uç Maksimum Hava Sıcaklığı, °C	42.3	44.3	41.4	39.4	31.3	25.4	44.3
	Uç Minimum Hava Sıcaklığı, °C	10.7	10.8	6.0	1.2	-2.0	-4.5	-7.6
	Toplam Yağış, mm	2.6	3.0	11.9	32.7	77.2	106.6	525.3
	Toplam Buharlaşma, mm	263.1	230.2	162.1	101.0	57.5	44.2	1532.1
	Ortalama Nispi Nem, %	46.3	48.4	54.2	59.9	63.9	66.9	57.5
	Ortalama Rüzgar hızı, m/s	2.8	2.6	2.3	2.3	2.6	3.5	2.9

Çizelge 3.9 Menemen'e ilişkin 2008 yılı iklim verileri

İklim verileri \ Aylar	I	II	III	IV	V	VI
Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı, °C	5.8	8.0	14.1	16.6	20.0	26.1
Uç Maksimum Hava Sıcaklığı, °C	15.0	21.9	23.5	31.5	34.0	39.9
Uç Minimum Hava Sıcaklığı, °C	-2.3	-4.9	4.1	5.7	8.0	13.1
Toplam Yağış, mm	17.2	4.0	55.8	49.0	7.0	-
Toplam Buharlaşma, mm	44.7	58.9	86.6	108.2	160	210.4
Ortalama Nispi Nem, %	66.9	63.1	68.4	65.4	54.0	47.0
Ortalama Rüzgar hızı, m/s	4.5	4.3	4.0	3.0	2.6	3.0

İklim verileri \ Aylar	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı, °C	27.3	28.4	22.8	18.5	14.4	9.8	17.7
Uç Maksimum Hava Sıcaklığı, °C	38.9	39.7	36.4	28.8	29.5	21.9	39.9
Uç Minimum Hava Sıcaklığı, °C	15.3	17.5	9.2	7.8	4.8	-0.7	-4.9
Toplam Yağış, mm	-	-	29.9	13.4	75.2	58.6	310.1
Toplam Buharlaşma, mm	221.3	203.8	123.6	85.4	47.4	40.4	1327.4
Ortalama Nispi Nem, %	46.7	49.1	58.7	63.9	73.5	72.9	60.8
Ortalama Rüzgar hızı, m/s	2.9	3.1	2.6	2.9	3.2	4.0	3.3

3.2 Yöntem

3.2.1 Kompost yapımı

Çalışmanın saksı denemesi aşamasında kullanılacak kompostları oluşturmak amacıyla tütün atığı temel alınarak, cibre, ahır gübresi ve pirina ile çeşitli karışımlar hazırlanmıştır.

Kompost yapımında kullanılacak materyaller ve karışım oranları (kuru madde bazında) aşağıda gösterildiği şekilde hazırlanmıştır.

1. Kompost	Tütün atığı (TT)	: (% 100)
2. Kompost	Tütün atığı + Cibre (TT+C)	: (% 50 + % 50)
3. Kompost	Tütün atığı + Ahır Gübresi (TT+AG)	: (% 50 + % 50)
4. Kompost	Tütün atığı + Pirina (TT+P)	: (% 50 + % 50)

Bu oranlardaki organik atıklar temiz bir naylon örtü üzerinde gerekli su ilavesiyle (su tutma kapasitesinin % 60' ı) karıştırılarak plastik kovalara (hacmi 50 l) yerleştirilmiştir (Şekil 3.2 ve 3.3). Dış ortam sıcaklığının düşük olması nedeniyle sera koşullarında yürütülen kompostlama sırasında karışımların nemi su tutma kapasitesinin % 60' ı düzeyinde sabit tutulmuştur. Kompost materyallerinin karıştırılması ilk ay haftada iki, daha sonraları ise haftada bir kez el ile yapılmıştır.



Şekil 3.2 Kompost karışımlarının hazırlanması



Şekil 3.3 Hazırlıkları bitmiş ve plastik kovalara yerleştirilmiş tütün atığı ve diğer karışımlar

Tütün atıkları ile diğer organik atıkların kompostlama işlemine 14 Şubat 2006 tarihinde başlanılmış ve 5 aylık bir süre sonunda 14 Temmuz 2006 tarihinde kompostlama işlemine son verilmiştir. Kompostlama sürecinin başında, 3 gün sonrasında ve daha sonra da her hafta, karışım örneklerinde pH ve elektriki geçirgenlik saptanmıştır. Ayrıca yine aynı sürelerde yüzeyden 15 cm derinlikte toprak termometresi ile sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Kompostun olgunlaşma sürecini saptamada, karışımların fiziko-kimyasal özellikleri yanında enzimatik aktivitesi de incelenmiştir. Kompost sürecinin başlamasından 1 hafta sonra ve daha sonra da 15' er günlük aralarla alınan örneklerde çeşitli enzimlerin (asit ve alkalın fosfataz, üreaz, proteaz ve β -glukozidaz) aktivite düzeyleri saptanmıştır.

Kompostlama sürecinin sona ermesinin ardından tüm kompostlardan alınan örnekler hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm' lik elekten geçirilmiştir. Bu örneklerde sırasıyla nikotin, organik karbon, toplam N, P ve K, Ca, Mg ve Zn miktarları ile C/N oranı saptanmıştır. Ayrıca $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ u miktarları ile humifikasyon indeksi de belirlenmiştir. Elde edilen kompostlar saksı denemesinde kullanılmak üzere karanlık bir ortamda naylon poşetler içerisinde muhafaza edilmişlerdir.

3.2.2 Saksı denemesi

Saksı denemesine 26.04.2007 tarihinde başlanmıştır. Denemede ahr saksıları (24x25x20 cm) kullanılmıştır. Ahr saksılarının içerisine sulamanın yapılacağı bir boru sistemi yerleştirilmiştir. Daha sonra tüm saksıların ağırlıkları çakıl taşları yardımıyla eşitlenmiştir. Her saksıya 10 kg hava kurusu toprak gelecek şekilde deneme planlanmıştır.

Her kompostun nemli ağırlık üzerinden saksı toprağına verilecek miktarları 30 t ha⁻¹ olacak şekilde hesaplanmış ve tartılmıştır. Saksılara koyulacak toprak öncelikle tarla kapasitesinin % 80' i oranında saf su kullanılarak nemlendirilmiş ve daha sonra uygulama konuları doğrultusunda kompost materyalleri eklenmiştir. (Çizelge 3.10). Bu şekilde 26.04.2007 tarihinde tüm saksılar hazırlanmış olarak, ortamdaki iç dinamiklerin stabil bir hale gelebilmesi amacıyla 24 saat bekletilmiştir.

Çizelge 3.10 Saksı denemesi uygulama konuları

TK	Tütün atığı kompostu	1
TCK	Tütün atığı+cibre kompostu	2
TAK	Tütün atığı+ahır gübresi kompostu	3
TPK	Tütün atığı+pirina kompostu	4
T	Kompostlaştırılmamış (ham) tütün atığı	5
NPK	Mineral gübreleme	6
K	Kontrol	7

Saksı denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre (Çizelge 3.11) ve 4 tekrarlı olacak şekilde tasarlanmıştır. Serada 24 saatlik beklemenin ardından 27.04.2007 tarihinde mısır ekimine geçilmiştir. Her saksıya 10 adet tohum gelecek şekilde, nemli saksılara 1.5 – 2 cm derine dikilen tohumlara, saksı yüzeyinden 200 + 200 ml olmak üzere toplam 400 ml can suyu verilmiştir. İlk başta saksı yüzeyinden yapılan sulamalar, çimlenmenin ve kök gelişiminin başlamasının ardından borulardan yapılmaya başlanmıştır.

Çizelge 3.11 Saksı denemesi deseni

1.1	3.2	3.3	5.4
3.1	4.2	7.3	4.4
6.1	5.2	5.3	6.4
7.1	1.2	2.3	7.4
5.1	2.2	6.3	3.4
2.1	6.2	4.3	1.4
4.1	7.2	1.3	2.4
I	II	III	IV

Denemede mineral gübre uygulaması saksı topraklarına 300 mg kg⁻¹ N, 80 mg kg⁻¹ P ve 100 mg kg⁻¹ K verilecek şekilde yapılmıştır. Azotlu gübrenin yarısı (150 mg kg⁻¹) ekimle birlikte (NH₄)₂SO₄ olarak, fosfor ve potasyumun ise tamamı KH₂PO₄ olarak verilmiştir. Azotlu gübrenin geriye kalan yarısı ise ekimden yaklaşık bir ay sonra NH₄NO₃ olarak uygulanmıştır.

10 günlük bir süreçten sonra 07.05.2007 tarihinde tüm saksılarda çimlenme görülmüş ve her saksıda 2 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır (Şekil 3.4). Seyreltme işleminde her saksıda bırakılacak bitkilerin o saksıda çimlenen bitkileri temsil edebilecek homojenlikte olmasına özen gösterilmiştir. Daha sonra hazırlanan çubuklar yardımıyla dışarıya alınan bitkilerin rüzgâr vs. gibi etkenlerle kırılmaması için sabitleme işlemi yapılmıştır. Seyreltme işleminin ardından saksılar aynı gün seradan dışarıya (teras kat) alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4 Seyreltme işlemi (07.05.2007)



Şekil 3.5 Açık havaya alınan saksı denemesi (07.05.2007)

Havaların yağışlı olması nedeniyle deneme geçici bir süre yağmurdan ve şiddetli rüzgârdan etkilenmemesi amacıyla seraya alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Saksı denemesinden bir görüntü (21.05.2007)

Deneme süresince saksılar, toprağın tarla kapasitesinin % 80' i oranında, saf su ile nemli olarak tutulmuşlardır. Deneme başlangıcında her saksının ağırlığı eşitlenmiş ve her hafta dijital hassas terazide yapılan düzenli tartımlar ile eksilen su miktarı yerine koyulmuştur. Saksı denemesi, ekimi takip eden 73. günde (09.07.2007), tüm bitkilerde tepe püskülünün görülmesinin ardından sonlandırılmıştır. Deneme boyunca 3 kez alınan toprak örneklerinde (26.04.2007, 06.06.2007 ve 09.07.2007

tarihlerinde) mikrobiyolojik analizlerden kümülatif CO₂-oluşumu (sadece ilk örneklerde), alkalın fosfataz, arıl sülfataz, dehidrogenaz, proteaz, β-glukozidaz ve üreaz enzim aktiviteleri yanında pH, tuz, organik madde, toplam N, alınabilir P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn miktarları da belirlenmiştir. Toprak analizlerinin yanında organik atık uygulamalarının bitkinin aldığı besin maddeleri üzerine etkilerini görebilmek amacıyla toplam bitki besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn) analizi de gerçekleştirilmiş, ayrıca hasat edilen bitkilerde verimi ortaya koyabilmek amacıyla bitki biyoması belirlenmiştir.

3.2.3 Tarla denemesi

3.2.3.1 Tarla denemesinde kullanılan tütün atığı kompostunun yapımı

Tarla denemesinde kullanılmak üzere gerekli olan tütün atığı miktarı 3 ton olarak belirlenmiştir. Bu miktarın 1 tonu, denemenin ham tütün atığı konusunu oluşturmak üzere saklanmış; geriye kalan miktarı ise (2 ton) TARİŞ AR-GE binasının arka bahçesinde yığın yapılarak 26 Ocak 2008 tarihinde kompostlaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Bu süreç boyunca atık, iki haftada bir nemlendirilmiş ve yine iki haftada bir havalandırılması amacıyla karıştırılmıştır. Yağmurlu havalarda kompost yığınının üstü plastik bir örtü ile kapatılıp yağmurdan korunmuştur. Kompostlaştırma işlemine üç ay sonra 26 Nisan 2008 tarihinde son verilmiş ve bu tarihte kompost, tarlaya uygulanacağı miktarlarda porsiyonlara ayrılmıştır.

3.2.3.2 Tarla denemesinin kurulması ve yürütülmesi

Tarla denemesi tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak tesis edilmiştir. Denemede kontrol dahil 3 doz ham tütün atığı, aynı dozlarda tütün atığı kompostu ve kontrol dahil 3 doz kimyasal azotlu gübrenin $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ve $\text{NH}_4\text{NO}_3]$ test bitkisinin verimine, toprağın mikrobiyal biyomas ve enzim aktivitesine ve bazı toprak özelliklerine etkileri faktöriyel olarak araştırılmıştır. Çizelge 3.12’ de tarla denemesi uygulama konuları ve dozlar verilmiştir.

Çizelge 3.12 Tarla denemesi uygulama konuları ve dozları

1	Ham tütün atığı (T)	: 0 – 20 – 40 t ha ⁻¹	(T ₀ – T ₁ – T ₂)
2	Tütün atığı kompostu (TK)	: 0 – 20 – 40 t ha ⁻¹	(TK ₀ – TK ₁ – TK ₂)
3	Azotlu gübre (N)	: 0 – 150 – 300 kg ha ⁻¹	(N ₀ – N ₁ – N ₂)

Parseller 3x4 m ebatlarında 12 m² alanında dizayn edilmiş olup, buna göre uygulama alanı 720 m², deneme alanı ise toplam 1584 m² büyüklüğünde olmuştur. Deneme kurulmadan önce alanın tesviye işlemi gerçekleştirilmiş ve tüm alan düz bir hale getirilmiştir. Daha önceden dijital hassas terazide tartımı yapılmış (± 5 g) atıklar, yukarıda belirtilen miktarlarda ve % 10 nem içeriği temel alınarak yaş olarak parsellere uygulanmıştır. Deneme deseni Çizelge 3.13’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.13 Tarla deneme deseni

N_2TK_1	1	N_2TK_2	16	N_2T_0	31	N_0TK_2	46
N_0TK_1	2	N_2T_2	17	N_2TK_1	32	N_1T_1	47
N_0T_1	3	N_1T_1	18	N_0T_1	33	N_2TK_2	48
N_1TK_2	4	N_1T_0	19	N_1T_0	34	N_1TK_1	49
N_2T_0	5	N_2T_1	20	N_2T_1	35	N_2T_1	50
N_1T_1	6	N_0TK_1	21	N_0TK_2	36	N_0T_2	51
N_2T_1	7	N_2TK_1	22	N_1T_2	37	N_1TK_2	52
N_1TK_1	8	N_0T_0	23	N_0T_2	38	N_2TK_1	53
N_0T_2	9	N_1T_2	24	N_0TK_1	39	N_0T_0	54
N_0TK_2	10	N_1TK_1	25	N_2T_2	40	N_2T_0	55
N_1T_2	11	N_2T_0	26	N_0T_0	41	N_0T_1	56
N_2T_2	12	N_0TK_2	27	N_1T_1	42	N_1T_0	57
N_1T_0	13	N_0T_2	28	N_1TK_1	43	N_2T_2	58
N_0T_0	14	N_0T_1	29	N_1TK_2	44	N_0TK_1	59
N_2TK_2	15	N_1TK_2	30	N_2TK_2	45	N_1T_2	60

Deneme planına göre yapılan parselizasyon çalışması sonunda organik (ham tütün atığı ve kompostu) ve kimyasal tüm gübreler homojen bir şekilde el ile parsel üzerine yayılmışlar ve ardından 10 - 12 cm toprak derinliğine bir rotatiller yardımıyla karıştırılmıştır. Uygulama konusu olan inorganik azot dozunun 2/3' ü ekimle birlikte amonyum sülfat (% 20.5 N) gübresinden, geriye kalan 1/3 lük kısmı ise çiçeklenme döneminde amonyum nitrat (% 33 N) gübresinden karşılanmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak fosfor ($150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$) ve potasyum ($300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) tüm parsellere verilmiştir. Fosfor kaynağı olarak triple süper fosfat gübresi (% 43 P_2O_5), potasyum için ise granül potasyum sülfat gübresi (% 50 K_2O) kullanılmıştır. Daha sonra fide dikimi için parsel içi sıralar oluşturulmuş ve her parselde oluşturulan 4 sıraya toplam 40 bitki (kırmızı biber) dikimi (02 Mayıs 2008) gerçekleşmiştir. Fideler sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 35 cm olacak şekilde parsel içindeki sıralara dikilmiştir. Dikimlerin ardından her parsele eşit miktarlarda can suyu verilmiştir.

Bitkilerin ekimden başlayarak hasat olgunluğuna kadar gelişimleri incelenmiştir. Bu gelişimleri boyunca pestisit kullanılmamış ve hasat olgunluğuna gelen bitkilerde 1. hasat (11 Ağustos 2008), 2. hasat (21 Ağustos 2008) ve son hasat (14 Ekim 2008) el ile yapılmıştır.

İlk çıkan biberlerde kalsiyum noksanlık belirtisi olarak karşımıza çıkan uç çürüklüğünü azaltabilmek ve diğer ürünlerin etkilenmelerini en aza indirebilmek amacıyla topraktan bir kere ($50 \text{ kg Ca(NO}_3)_2 \text{ ha}^{-1}$) ve yapraktan da 15 gün arayla olmak üzere iki kere % 0.5' lik $\text{Ca(NO}_3)_2$ uygulaması yapılmıştır.

3.2.3.3 Toprak örneklerinin alınması

Denemenin kurulmasından 10 gün sonra, 12 Mayıs 2008 tarihinde mikrobiyolojik amaçlı ilk toprak örnekleme yapılmıştır. İkinci örnekleme 63 gün sonra 04 Temmuz 2008 tarihinde çiçekleme döneminde ve son örnekleme de üçüncü hasadı takiben 16 Ekim 2008 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Örneklemede her parselden 10 farklı noktadan alınan ve karıştırılarak tek örneğe indirgenen topraklar, buz kutuları içerisinde aynı gün laboratuvara getirilerek +4 °C’ de muhafaza edilmişlerdir. Arazi nemindeki topraklar 2 mm’ lik elekten geçirilerek mikrobiyolojik analizler için hazır hale getirilmişlerdir. Tüm toprak örneklerinde standart olarak alkalın fosfataz, üreaz, proteaz, dehidrogenaz, aril sülfataz ve β -glukozidaz enzim aktiviteleri ile CO₂ oluşumu ve mikrobiyal biyomas C, N ve P’ u analizleri gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak, vejetasyon döneminin ortasına denk gelen II. dönem toprak örneklerinde bazı mikroorganizma (Genel Bakteri, Azotobakter, Fungus, Nitrifikasyon Bakterileri) sayımları yapılmıştır.

Deneme süresince yapılan kültürel işlemler Çizelge 3.14’ de sunulmuştur.

Çizelge 3.14 Tarla denemesinde gerçekleştirilen kültürel işlemler

Tarih	Yapılan İşlem
02 Mayıs 2008	Organik ve inorganik gübrelerin uygulanması, biber fidelerinin şaşırtılması ve sulama
12 Mayıs 2008	Mikrobiyolojik amaçlı toprak örneklerinin alınması (I)
13 Mayıs 2008	Sulama
18 Mayıs 2008	Çapalama ve kök boğazı doldurma
23 Mayıs 2008	Sulama
30 Mayıs 2008	Traktör ile çapalama
10 Haziran 2008	Sulama
18 Haziran 2008	Çapalama
23 Haziran 2008	Sulama
28 Haziran 2008	Çapalama
04 Temmuz 2008	Mikrobiyolojik amaçlı toprak örneklerinin alınması (II) Azotlu gübrenin kalan 1/3' ünün uygulanması Sulama
08 Temmuz 2008	Çapalama
23 Temmuz 2008	Topraktan ve yapraktan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanması
24 Temmuz 2008	Sulama
06 Ağustos 2008	Yapraktan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ uygulanması Sulama
11 Ağustos 2008	1. Hasat Parsel aralarının ve sulama kanallarının traktörle işlenmesi
21 Ağustos 2008	2. Hasat
22 Ağustos 2008	Parsel aralarının ve sulama kanallarının traktör ile işlenmesi
23 Ağustos 2008	Sulama
11 Eylül 2008	Sulama
14 Ekim 2008	3. Hasat – Deneme Sonu
16 Ekim 2008	Mikrobiyolojik amaçlı toprak örneklerinin alınması (III)

3.2.3.4 Toprak ve kompost örneklerinin analizinde kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemler

Laboratuvarıda hava kurusu hale getirilen toprak örnekleri önce 2 mm' lik elekten geçirildikten sonra bazı fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir.

Bünye: Toprakların dane büyüklüğü dağılımı hidrometre yöntemi uygulanarak belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962). Her fraksiyon için bulunan veriler bünye üçgenine uygulanarak toprak örneklerinin bünyeleri saptanmıştır (Black, 1965).

Toprak reaksiyonu (pH): Saf su ile sature hale getirilmiş toprak macununda, cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Jackson, 1967).

Toprakta Nem Tayini: Belirli bir miktardaki toprak örneği 105°C'de etüvde sabit ağırlığa gelene kadar uçurulan nemin hesabına göre yapılmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Suda çözünebilir toplam tuz: Saf su ile doygun hale getirilen örnekler, elektriki direnç, doygun örnek ısısı (°F) ve doygunluk %' sine göre hazırlanmış çizelge kullanılarak saptanmıştır (US Soil Survey Staff, 1951).

Elektriksel Geçirgenlik (EC): 1/10 örnek-saf su süspansiyonunda YSI Model 33 S-C-T-meter ile ölçülmüştür (DIN 11542, 1978).

Kireç (CaCO₃): Scheibler kalsimetresi ile 1/3 HCl çözeltisi kullanılarak belirlenmiştir (Schlichting und Blume, 1966).

Organik madde: Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ile yaş yakılarak organik karbon değeri bulunmuş (Rauterberg und Kremkus, 1951) ve bu değer Van Benmelen Faktörü olan 1,724 ile çarpılarak hesaplanmıştır (Black, 1965).

Toplam Azot: Modifiye makrokjeldahl yöntemine göre Salisilik-Sülfirik asit karışımıyla yaş yakılan ve destilasyon işlemiyle Borik asit indikatör karışımına alınan örnekler H_2SO_4 ile titre edilmiştir (Bremmer, 1965).

Alınabilir Katyonlar: Toprakların alınabilir Na, K, Ca, Mg değerleri 1 N NH_4OAc (pH 7) ile çalkalanarak elde edilen süzüklerde Na, K, Ca değerleri alev fotometrede, Mg değerleri ise atomik absorbsiyon spektrofotometresinde tayin edilmiştir (Pratt, 1965).

Alınabilir Fosfor: Bingham (1949), tarafından bildirildiği gibi ekstrakt eriyiği olarak saf su kullanılarak ve 5 dakika çalkalandıktan sonra ekstraktta geçen fosfor miktarı, mavi renk yöntemine göre kolorimetrik olarak saptanmıştır.

Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn: DTPA+ $CaCl_2$ +TEA ile ekstrakte edilen topraklarda atomik absorbsiyon spektrofotometre kullanılarak saptanmıştır (Lindsay and Norvell, 1978).

Nikotin: Analiz edilecek örnek kuvvetli alkalın şartlarda buhar destilasyonuna tabi tutulduktan sonra, destilatın absorbsiyonunun spektrometrik ölçümü yapılmış ve nikotin olarak ifade edilen alkoloid içeriği yüzde olarak hesaplanmıştır (TS ISO 2881, 1997).

Humifikasyon: Örneklerin 0.5 M NaOH ile ekstraksiyonu sonucu ortaya çıkan ekstraktın 280, 472 ve 664 nm dalga boylarında ölçülmesiyle belirlenmiş (Sapek and Sapek, 1999) ve humifikasyon indeksi olarak değerlendirilmiştir (Gieguzyńska et al., 1998).

NH₄-N: Örneklerin CaCl₂ + NaCl çözeltisi ile ekstrakte edilmesi ile ortaya çıkan NH₄-N' u 660 nm' de kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Kandeler and Gerber, 1988).

NO₃-N: Örneklerin CaCl₂ + NaCl çözeltisi ile ekstrakte edilmesi ile ortaya çıkan NO₃-N' u UV-absorbsiyon ile 210 nm' de kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Scharpf und Wehrmann, 1976).

Toplam Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum ve Çinko: Organik materyallere yaş yakma (HNO₃:HClO₄) uygulanarak ekstraktları elde edilmiş (Kacar, 1995 ve bunlarda; fosfor, Vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak (Lott et al., 1956); potasyum ve kalsiyum, alev fotometre ile magnezyum ve çinko ise atomik absorpsiyon spektrofotometre ile ölçülerek saptanmıştır (Kacar, 1995).

3.2.3.5 Toprak ve kompost örneklerinin analizinde kullanılan mikrobiyolojik analiz yöntemleri

CO₂-oluşumu: 0.1 N NaOH çözeltisi kullanılarak ve 25 °C' de 24 saatlik bir inkübasyon süresi sonunda saptanmıştır (Isermeyer, 1952; Jäggy, 1976).

Toprak Mikrobiyal Biyomas-C' u: Nem miktarları belirlenen toprak örnekleri Jenkinson (1976)' a göre fumige edildikten sonra 0.5 M K₂SO₄ ile çalkalanmıştır (Vance et al., 1987). Elde edilen süzükteki C, kuvvetli asit (H₂SO₄ ve H₃PO₄ karışımı) ve 0.4 N K₂Cr₂O₇ varlığında yaş yakmaya bırakıldıktan sonra dikromat fazlası 25 mM 1.10-fenantrolin demir sülfat kompleks indikatör çözeltisi ile titre edilerek saptanmıştır (Kalembasa and Jenkinson, 1973; Vance et al., 1987). Hesaplamalarda k_{EC} faktörü olarak 0.45 kullanılmıştır (Jenkinson and Ladd, 1981).

Toprak Mikrobiyal Biyomas-N' u: Nem miktarları belirlenen toprak örnekleri Jenkinson (1976)' a göre fumige edildikten sonra 0.5 M K₂SO₄ ile çalkalanmıştır (Vance et al., 1987). Elde edilen süzükteki toplam N miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Pruden et al., 1985). Hesaplamalarda k_{EN} faktörü olarak 0.45 kullanılmıştır (Jenkinson, 1988).

Toprak Mikrobiyal Biyomas-P' u: Nem miktarları belirlenen toprak örnekleri Jenkinson (1976)' a göre fumige edildikten sonra 0.5 M NaHCO₃ ile çalkalanmıştır (Brookes et al., 1982). Elde edilen süzükteki P miktarı modifiye edilmiş amonyum molibdat-askorbik asit yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen and Sommers, 1982). Hesaplamalarda k_{EP} faktörü olarak 0.40 kullanılmıştır (Brookes et al., 1982).

Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (EC 1.1): Toprak bünyesi ve organik madde miktarına göre farklı konsantrasyonlarda TTC (Trifenil tetrazolium klorür) çözeltisi verilen toprak örneklerinin 16 saat 25 °C’ de inkübasyonundan sonra oluşan TPF (trifenil formazan)’ ın 546 nm dalga boyunda fotometrik ölçümü ile belirlenmiştir (Thalmann, 1968).

Üreaz Enzim Aktivitesi (EC 3.5.1.5): Substrat olarak ürenin kullanıldığı topraklar 37 °C’ de 90 dakika inkübe edildikten sonra ortaya çıkan amonyum 2 M KCl ile ekstrakte edildikten sonra modifiye edilmiş Bertholet reaksiyonu ile tespit edilmiştir (Kandeler and Gerber, 1988).

Asit (EC 3.1.3.2) ve Alkalın (EC 3.1.3.1) fosfataz Enzim Aktivitesi: Tamponlanmış p-nitrophenyl fosfat çözeltisinin ilavesinden sonra toprak örnekleri 37 °C’ de 1 h inkübe edilmiş ve fosfomonoesteraz aktivitesi ile ortaya çıkan p-nitrophenol, sodyum hidroksit ile renklendirilmiş ve 400 nm’ de fotometrik olarak ölçülmüştür (Tabatabai and Bremner, 1969; Eivazi and Tabatabai, 1977).

Proteaz Enzim Aktivitesi (EC 3.4): Substrat olarak kazeinin kullanıldığı topraklar 50 °C’ de 2 saat inkübe edildikten sonra ortaya çıkan aromatik aminoasitlerin folin-ciocalteu ile alkalın ortamda renklendirilmesi ile 700 nm’ de kolorimetrik olarak tespit edilmiştir (Ladd and Butler, 1972).

β -Glukozidaz Enzim Aktivitesi (EC 3.2.1.21): Toprak örneğinin Salicin ile 37 °C’ de 3 saat inkübe edilmesinden sonra açığa çıkan Saligen’ in spektrofotometrik tayini ile 578 nm’ de saptanmıştır (Hoffman and Dedekan, 1966).

Aril Sülfataz Enzim Aktivitesi (EC 3.1.6.1): Substrat olarak p-nitrophenylsulphate çözeltisinin ilavesinden sonra ortaya çıkan nitrofenol, 430 nm dalga boyunda fotometrik olarak saptanmıştır (Tabatabai and Bremner, 1970).

Mikroorganizma Sayımları: Mikroorganizma sayımları kültürel metoda göre katı besin ortamları kullanılarak yapılmıştır. Doğal neme sahip olan toprak örneklerinin seyreltilmesinde % 0.18' lik Na-pirofosfat ile steril saf sudan yararlanılmış ve her organizma grubu için belirlenmiş olan seyreltme derecelerinden 3 paralelli olarak petri kaplarına 1' er ml toprak süspansiyonu aşılanmıştır (Fiedler, 1973). Daha sonra her organizma grubuna özel besin ortamları petri kaplarına dökülerek 27°C' deki inkübatöre kaldırılmışlardır. Genel bakteriler 7 gün, azotobakterler ve funguslar ise 5 gün inkübasyonda bırakıldıktan sonra sayılmışlardır. Sayımlar g kuru toprak bazında değerlendirilmiştir.

Mikroorganizma sayımlarında aşağıdaki besin ortamları kullanılmıştır:

Genel Bakteri : Dextroz-Agar (Johnson et al., 1959)

Azotobakter : Mannit-Agar (Ahrens, 1966)

Fungus : Malt Extrakt-Agar (Johnson et al., 1959)

Nitrifikasyon Bakterileri: Bu bakteriler sıvı besin ortamında MPN Yöntemine göre sayılmışlardır. 4 haftalık bir inkübasyon süresi sonunda amonyum oksitleyiciler ve nitrit oksitleyicilerin en muhtemel sayıları belirlenmiştir (Trolldenier, 1996).

3.2.4 İstatistiksel yöntemler

Projenin birinci aşaması olan kompost yapımı sırasında, belirli zaman aralıklarıyla 4 kompost kovaşından alınan örnek sonuçlarının istatistiki analizi SPSS 15 programında “Repeated Measures” (tekrarlamalı ölçümler) deneme desenine göre analizlenmiştir. Ortalama değerlerin karşılaştırılması ise “Duncan” çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Projenin II. ve III. aşamasında ise tesis edilen denemenin deneme desenlerine uygun olarak varyans analiz tabloları çıkarılmış, Pearson korelasyon matrisleri ve Duncan çoklu karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

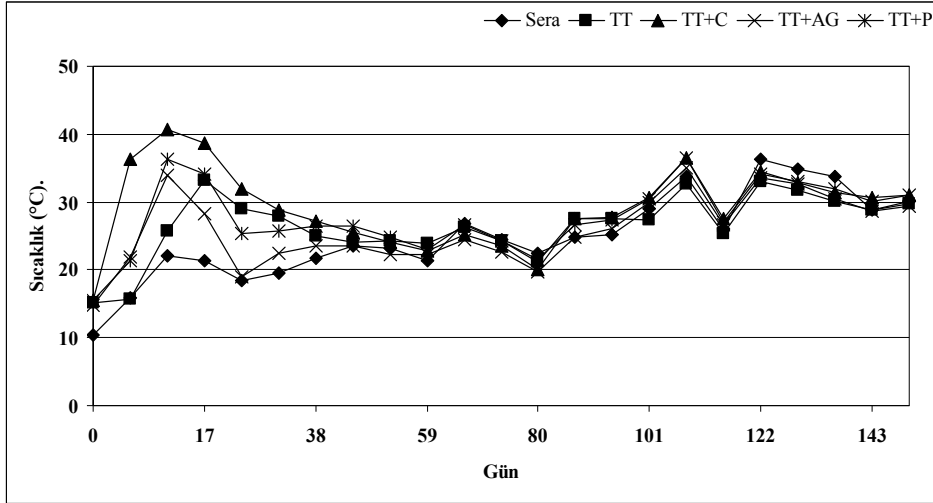
4.1 Kompost Yapımı

Tütün atıklarının tek başına ve diğer organik materyallerle (pirina, cibre ve ahır gübresi) karıştırılarak kompost haline getirilme sürecinde yapılan ölçüm ve analizlere ait sonuçlar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

4.1.1 Kompost oluşum sürecinde yapılan ölçüm ve analizlere ait sonuçlar

4.1.1.1 Sıcaklık değişimleri

Kompost oluşum sürecinde meydana gelen sıcaklık değişimleri Şekil 4.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Tütün atığı (TT), Tütün atığı + Cibre (TT+C), Tütün atığı + Ahır gübresi (TT+AG) ve Tütün atığı + Pirina (TT+P) materyallerinin kompost oluşum sürecindeki sıcaklık değişimleri

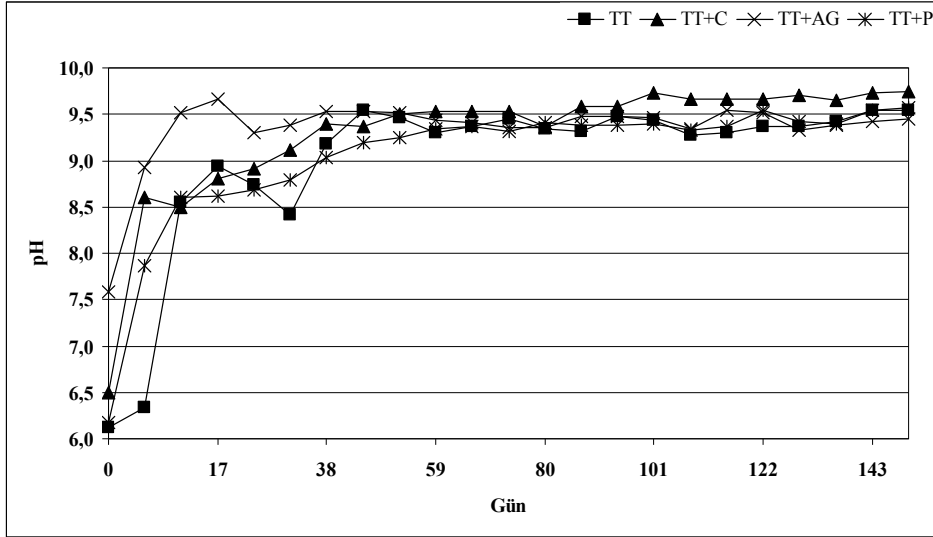
En yüksek kompost sıcaklık değerlerine 10 gün içinde ulaşılırken, sadece tütün atığı kompostunda bu süre 17 gün olarak belirlenmiştir. Bu durum ham tütün atığının mezofilik aşamaya diğer karışım materyallerine oranla daha geç girdiğini göstermektedir. En yüksek kompost sıcaklıkları TT, TT+C, TT+AG ve TT+P için sırasıyla 33.2, 40.7, 33.9 ve 36.4 °C olmuştur. Bu sıcaklık değerleri kompostların mezofilik aşamasında olduğunu göstermektedir. 40 °C' nin üstündeki sıcaklıkların saptanamaması; kompostların ya termofilik aşamaya geçemediklerini (miktar ve hacmin büyük olmaması sebebiyle) ya da birkaç gün de sürebilen bu aşamanın yapılan birer haftalık ölçümler nedeniyle saptanamadığını düşündürmektedir. Yaklaşık 66 gün sonra kompost sıcaklıkları ortam sıcaklığı ile aynı değerlere sahip olmuş ve bu durum süreç sonuna kadar değişmemiştir. TT+C karışım kompostu, diğer kompostlara oranla süreç boyunca genellikle daha yüksek sıcaklık

değerlerine sahip olmuştur. Bu durum tütün atığı + cibrenin daha yoğun bir mikrobiyal aktiviteye sahip olduğunun bir göstergesidir.

Sıcaklık değerleri incelendiğinde, tüm kompostların yaklaşık 60 – 66 gün içerisinde stabil hale geldiği anlaşılmaktadır. Kompost stabilitesi, organik maddenin mikrobiyal ayrışması sırasında ortaya çıkan enerjinin, dış ortam enerjisine eşitlendiğini gösterir (Iannotti et al., 1993). Çeşitli hayvan gübreleri ve lahana bitkisi atıkları ile karıştırılan tütün atığı kompostlarında stabilizasyon süresi 45 – 59 gün arasında saptanmıştır (Adediran et al., 2004).

4.1.1.2 pH

Kompost oluşum sürecinde belirli aralıklarla belirlenen pH değerleri Şekil 4.2' de gösterilmiştir.



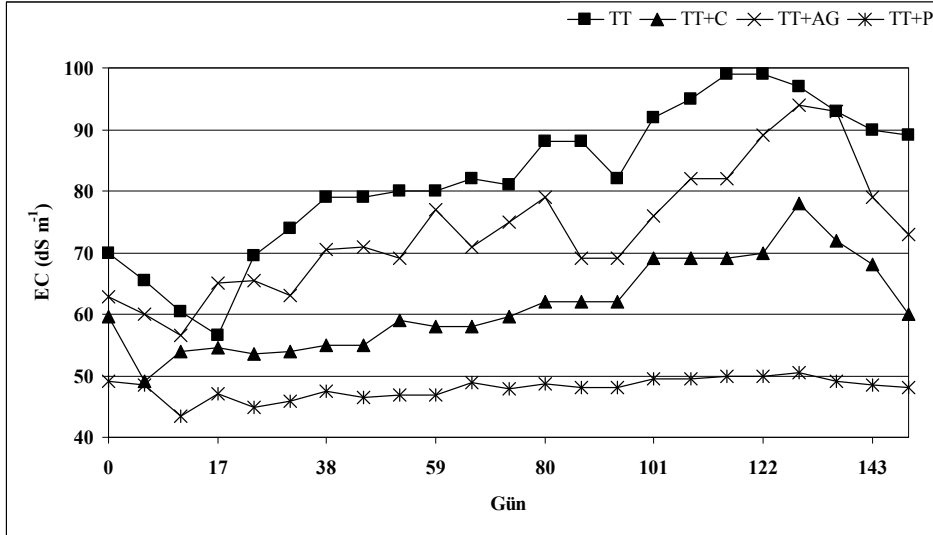
Şekil 4.2 Tütün atığı (TT), Tütün atığı + Cibre (TT+C), Tütün atığı + Ahır gübresi (TT+AG) ve Tütün atığı + Pirina (TT+P) materyallerinin kompost oluşum sürecindeki pH değişimleri

Kompostların pH' ları 3 gün sonra belirgin bir yükseliş göstermiş ve ilerleyen zaman ile birlikte pH yükselmesi devam etmiştir. TT+C kompostunun 10. günde, TT ve TT+AG kompostlarının ise 24. günde pH' larında hafif bir düşme saptanırken, TT+P kompostunun pH' sında devamlı bir artış gözlenmiştir. 6.12 pH değerine sahip olan TT kompostu 40 gün sonra 9.18 pH' ya ulaşmış ve kompost sürecinin sona erdiği 14.07.2006 tarihine kadar pH değeri 9.18 – 9.55 arasında değişiklik göstermiştir. TT+C kompostunun pH' sı yaklaşık 1 ay içerisinde 6.49' dan 9.11' e çıkmış ve daha sonraki örneklemelerde 9.11 – 9.75 arasında değişmiştir. Kompost karışımları arasında başlangıç pH' sı en yüksek (7.58) olan TT+AG kompostu 10 gün içerisinde 9.52 pH değerine çıktıktan sonra 9.30 – 9.67 arasında değişen pH değerleri vermiştir. 6.17 pH ile başlayan TT+P kompostu 40 gün sonra 9.03' e ulaşmış ve süreç sonuna kadar en fazla 9.57 pH' ya kadar çıkmıştır. Kompostlama

sürecinde pH' nın yükselmesi; organik asitlerin mikrobiyolojik yolla ayrıştırılması ve organik bağlı alkali ve toprak alkali elementlerin serbest hale geçmesi yanında özellikle ortamda organik bağlı azotun ayrışması sırasında oluşan amonyağın birikimi ile açıklanmaktadır (Smith and Hughes, 2002).

4.1.1.3 Elektriki geçirgenlik (EC)

Bütün kompost örneklerinin EC değerleri önce düşmüş, daha sonra ilerleyen zaman ile birlikte artmaya başlamıştır (Şekil 4.3). Sürecin son ayında ise EC değerlerinde yine düşmeler ortaya çıkmıştır. Kompostların EC değerlerindeki yükselişler, kompostlama sırasında organik materyallerin mineralizasyonu sonucu serbest kalan tuzlardan kaynaklanmaktadır (Alsam et al., 2008). Benzer EC artışları Adediran et al. (2004), Hachicha et al. (2008) ve Wang et al. (2004) tarafından da farklı kökenli atıkların kompostlanması sırasında saptanmıştır. TT ve TT+AG kompostlarının ilk ve son EC değerleri sırasıyla 70.0 – 89.0 dS m⁻¹ ve 62.8 – 73.0 dS m⁻¹ olmuştur. Diğer iki atığın (TT+C ve TT+P) ilk ve son EC değerleri arasında ise önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. (TT+C’ de 59.5 – 60.0 dS m⁻¹; TT+P’ de 49.0 – 48.0 dS m⁻¹).



Şekil 4.3. Tütün atığı (TT), Tütün atığı + Cibre (TT+C), Tütün atığı + Ahır gübresi (TT+AG) ve Tütün atığı + Pirina (TT+P) materyallerinin kompost oluşum sürecindeki EC değişimleri

Yüksek elektriksel geçirgenliğe sahip olan tütün atıklarının diğer organik atıklarla karıştırılıp, kompostlaştırıldıktan sonra EC değerlerinin TT+AG, TT+C ve TT+P' de sırasıyla % 10, % 15 ve % 30 oranında düştüğü belirlenmiştir.

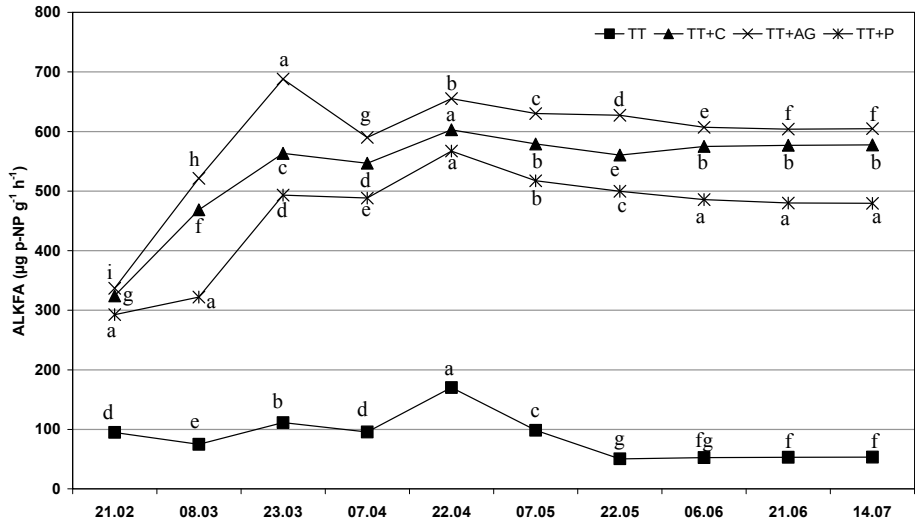
4.1.1.4 Enzimatik aktivite

Kompost oluşumu sırasında mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzimler, kompleks yapıya sahip organik bileşiklerin daha basit suda eriyebilir bileşikler haline gelmesini sağlarlar (Benitez et al., 1999). Kompost oluşum sürecinde enzimatik aktivite miktarlarında da bazı değişiklikler gerçekleşmektedir. Bu değişiklikler ile kompostun

olgunluğu arasındaki ilişkiyi saptayabilmek amacıyla, kompost oluşum sürecinin başlamasından 1 hafta sonra ve daha sonra 15' er günlük aralarla alınan kompost örneklerinde asit ve alkalın fosfataz, üreaz, proteaz ve β -glukozidaz enzim aktiviteleri saptanmıştır. Enzim aktiviteleri hava kurusu hale getirilen kompost örneklerinde belirlenmiştir.

4.1.1.4.1 Alkalın fosfataz enzim aktivitesi

Kompost örneklerinde belirlenen alkalın fosfataz (ALKFA) aktivitesinin süreç boyunca değişimi Şekil 4.4' de verilmiştir.



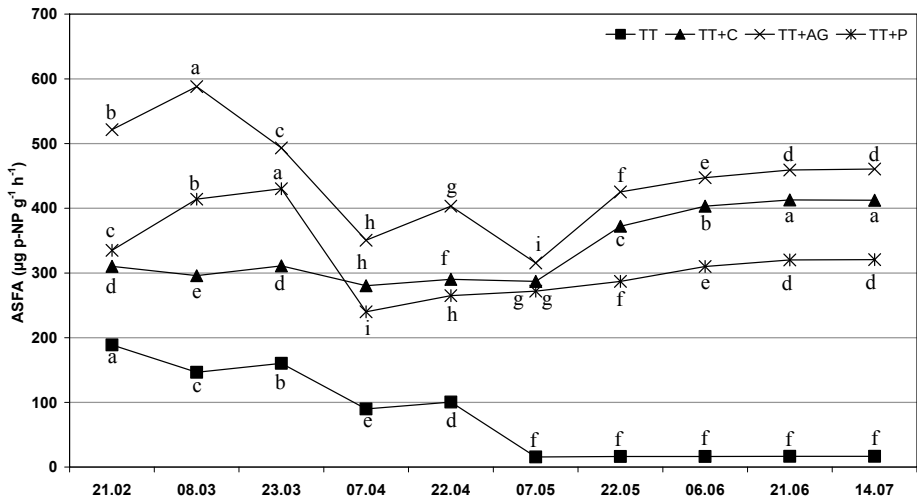
Şekil 4.4 Kompost örneklerinde alkalın fosfataz enzim aktivitesinin değişimi
(Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Tüm kompost örneklerinde belirlenen ALKFA değerleri 50.4 – 688.1 $\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ arasında değişmiştir. En yüksek alkalın fosfataz aktivitesi TT+AG kompostunda belirlenirken bunu TT+C ve TT+P kompostları izlemiştir. En düşük ALKFA ise TT kompostunda ortaya çıkmıştır. Aktivite tüm kompostlarda yaklaşık 2 ay boyunca arttıktan sonra çok hafif bir şekilde azalmıştır. Enzim aktivitesinin stabilitesi yaklaşık 4 ay sonra gerçekleşmiştir.

Fosfataz enzimleri, organik fosfor bileşiklerini orto-fosfata hidrolize ederek bitkilerin yararlanabileceği forma dönüştürürler (Speir and Ross, 1978). Fosfatazların toprakta iki tipi bulunmaktadır: Optimum pH' sı 9 – 11 olan alkalın fosfatazlar ve 4 – 6 pH arasında optimum aktivite gösteren asit fosfatazlar (Stevenson and Cole, 1999). Sadece mikroorganizmalar tarafından oluşturulması nedeniyle alkalın fosfatazlar kompost oluşumu ile daha fazla ilişkisi olan enzimlerdir (Cayuela et al., 2008). Farklı kompost materyallerinde bu enzimin saptanan miktarları ve değişimleri de farklı olmuştur. Tiquia (2002) hayvan gübresinin kompostlanması sırasında bu enzimin miktarlarının kademeli bir şekilde arttığını ve sürecin sonunda ise stabil bir hale geldiğini saptamışlardır. Diğer yandan Ros et al. (2006); farklı domuz gübresi yığınlarında 3 haftaya kadar en yüksek değere ulaşan bu enzim miktarının daha sonra azalarak süreci tamamladığını belirtmişlerdir. Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde, Mondini et al. (2004) ise; çim ve pamuk artıkları ile yürüttükleri çalışmalarında ALKFA' ın kompostlama başlangıcından 50 – 90 gün sonra önemli bir artış göstermesini takiben hafif bir şekilde düşüp stabil hale geldiğini saptamışlardır. Bu araştırmacılar, inceledikleri enzimler arasında ALKFA ve ArSA (aril sülfataz) enzimlerinin en güvenilir enzimler olduğunu ileri sürmüşlerdir.

4.1.1.4.2 Asit fosfataz enzim aktivitesi

Kompost örneklerinde belirlenen asit fosfataz (ASFA) aktivitesinin süreç boyunca değişimi Şekil 4.5’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Kompost örneklerinde asit fosfataz enzim aktivitesinin değişimi
(Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

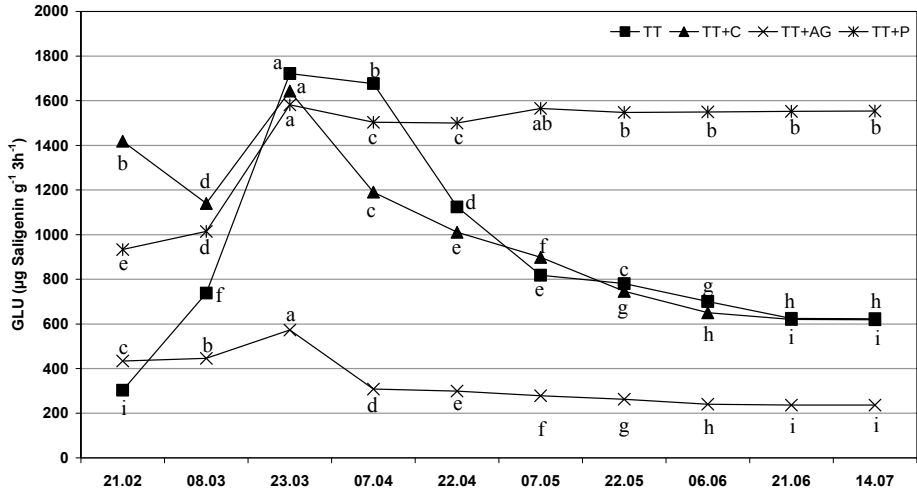
Tüm kompost örneklerinde belirlenen ASFA değerleri $15.6 - 588.1 \mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ arasında değişmiştir. Diğer fosfataz (ALKFA) aktivitesinde de olduğu gibi bu enzimde de en yüksek değerler TT+AG kompostunda, en düşük değerler ise TT kompostunda elde edilmiştir. TT kompostunda bu aktivite tüm kompost süreci boyunca azalırken tam tersi bir durum gösteren TT+C kompostunda süreç boyunca artmıştır. TT+AG ve TT+P kompostlarında ise ASFA önce bir maksimum değere ulaştıktan sonra azalmaya başlamıştır. Karışım kompostlarının enzim aktiviteleri 6

Haziran' dan itibaren (yaklaşık 4 ay), TT kompostunun enzim aktivitesi ise 7 Mayıs' tan itibaren (yaklaşık 3 ay) stabil hale gelmişlerdir.

Cayulea et al. (2008) iki fazlı zeytinyağı üretim sisteminden çıkan atıkları (karasu + pirina) kompostladıkları çalışmalarında; kompost oluşum süresi boyunca asit fosfataz aktivitesinin artan pH' dan dolayı azaldığını saptamışlardır. Bu çalışmada da tüm kompost pH' larının yaklaşık 9.5 düzeylerine kadar çıkması, alkalın fosfataz aktivitesine oranla asit fosfataz aktivitesinde daha düşük değerlerin elde edilmesine ve belirli bir süreden sonra da ani düşüslere neden olduğu düşünülmektedir.

4.1.1.4.3 β -Glukozidaz enzim aktivitesi

Kompost örneklerinde saptanan β -Glukozidaz (GLU) aktivitesinin süreç boyunca değişimi Şekil 4.6' da verilmiştir.



Şekil 4.6 Kompost örneklerinde β -glukozidaz enzim aktivitesinin değişimi
(Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

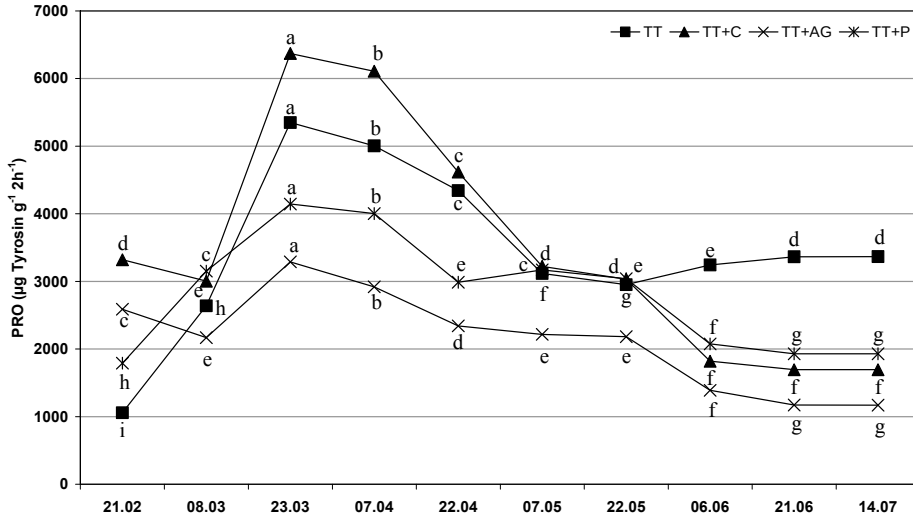
Tüm kompost örneklerinde belirlenen GLU aktivite değerleri 236.0 – 1722.0 $\mu\text{g Saligenin g}^{-1} 3\text{h}^{-1}$ arasında değişmiştir. TT, TT+C ve TT+P kompostları, TT+AG kompostuna oranla daha yüksek GLU aktivitesine sahip olmuşlardır. Tüm kompostlar yaklaşık 40 güne kadar yükselen bir enzim aktivitesi göstermişler ve daha sonra azalmışlardır. TT ve TT+C’ de bu azalma daha belirgin olurken, TT+P ve TT+AG kompostlarında daha hafif bir azalma meydana gelmiştir. Bu kompostlardaki GLU aktivitesi yaklaşık 80 günde, diğer kompostlardaki (TT ve TT+C) aktivite ise daha uzun bir sürede (yaklaşık 4 ay) stabil hale gelmiştir.

β -Glukozidaz enzimi, sellobiozun hidrolizini katalize eder ve bu nedenle organik C bileşiklerinin ayrışmasında önemli rol üstlenir. Bazı araştırmacılar farklı materyallerin kompostlanması sırasında bu enzim aktivitesinin azaldığını (Benitez et al., 1999; Garcia et al., 1993), bazı araştırmacılar ise arttığını (Mondini et al., 2004) saptamışlardır. Diğer bir çalışmada ise bizim sonuçlarımıza benzer bir şekilde kompostlama süreci

boyunca önce bir artış, daha sonra ise azalma kaydedilmiştir (Ros et al., 2006).

4.1.1.4.4 Proteaz enzim aktivitesi

Kompost örneklerinde kompostlama boyunca saptanan proteaz (PRO) aktivitesine ait değişim değerleri Şekil 4.7’ da verilmiştir. Tüm kompost örneklerinde bu enzim aktivite değerleri 1057.6 – 6371.1 μg Tyrosin $\text{g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$ arasında yer almıştır.



Şekil 4.7 Kompost örneklerinde proteaz enzim aktivitesinin değişimi

(Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

β -Glukozidaz aktivitesine benzer şekilde kompostlar, kompostlamanın yaklaşık 40. gününde en yüksek aktiviteye sahip olduktan sonra ilerleyen zaman ile birlikte düşüşe geçmişlerdir. Yine TT,

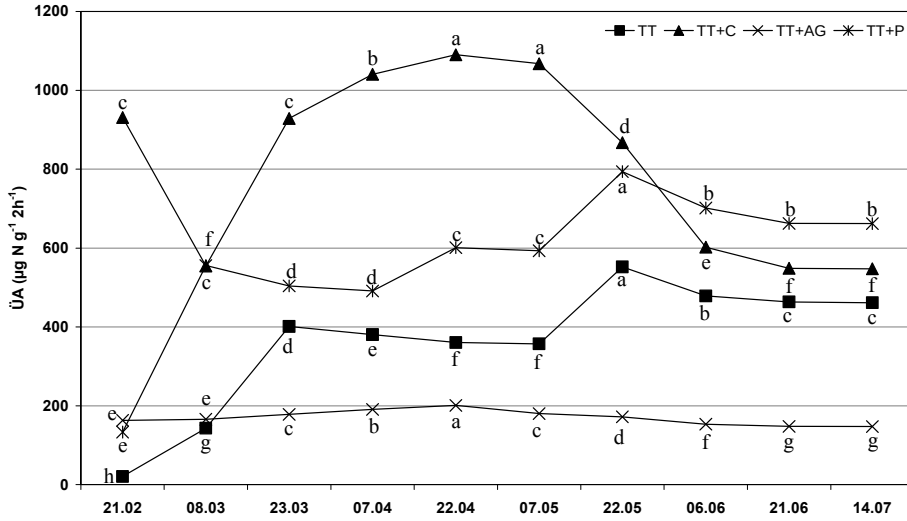
TT+C ve TT+P kompostları, TT+AG kompostuna oranla daha yüksek PRO aktivitesine sahip olmuşlardır. Tüm kompostlar yaklaşık 4 ay sonra stabil bir değere ulaşmışlardır.

Organik maddedeki proteinin hidrolizini gerçekleştiren proteaz enzimi, bir çok bakteri ve fungus hücrelerinde bulunan bir enzimdir. Hücre dışına salgılanan bir enzim olan (eksoenzim) proteaz, toprak kolloidleri üzerine adsorbe olabilmekte veya toprak organik maddesine kovalent bağlarla bağlanabilmektedir (Schinner et al., 1995).

Çeşitli organik maddeleri kompostlaştıran Goyal et al. (2005)' nın proteaz aktivitesinin 60. güne kadar yükseldikten sonra düştüğünü tespit ettikleri araştırmanın sonuçları, bu çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.1.1.4.5 Üreaz enzim aktivitesi

Kompost örneklerinde saptanan üreaz (ÜA) enzim aktivitesinin kompost oluşum süreci boyunca değişimi Şekil 4.8' de gösterilmiştir.



Şekil 4.8 Kompost örneklerinde üreaz enzim aktivitesinin değişimi

(Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Kompost örneklerinde saptanan ÜA değerleri $20.9 - 1090.2 \mu\text{g N g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$ arasında değişmiştir. TT+C kompostuna ait ÜA aktivitesi diğerlerinden farklı olarak önce ani bir düşüşten sonra yükselmeye başlamış ve yaklaşık 80 gün boyunca yüksek bir aktivite göstermiştir. 7 Mayıs' tan sonra ise düşmeye başlamıştır.

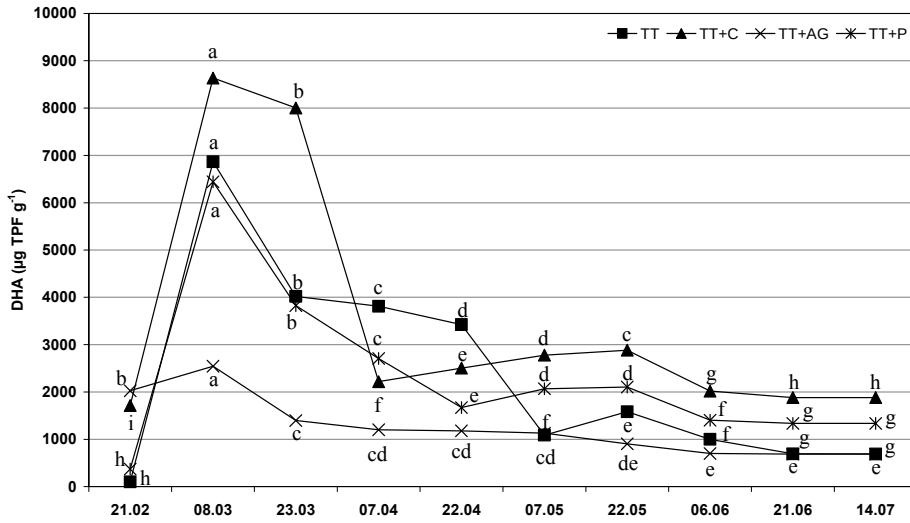
TT ve TT+P kompostları ise 22 Mayıs' a kadar kademeli bir şekilde yükselen bir ÜA aktivitesine sahip olmuş ve bu tarihten sonra da çok fazla değişmeyerek stabil hale gelmiştir. TT+C, TT+P ve TT kompostları yaklaşık 4 ay içerisinde bu enzim aktivitesi açısından stabil hale gelmişlerdir. TT+AG kompostu tüm kompostlama süreci boyunca düşük ve stabil bir ÜA aktivitesine sahip olmuştur.

Ürenin CO_2 ve NH_3 ' a hidrolinizi katalize eden üreaz enzimi N döngüsü ile ilgili olan bir enzimdir. Çalışmamızda TT+C kompostunun

diğer kompostlara oranla daha yüksek ÜA aktivitesine sahip olması bu kompostun yüksek toplam N içeriğinden kaynaklanmış olabilir (Bkz. Çizelge 4.1). Kompostu oluşturan materyallerin düşük azot ve yarayışlı substrat içeriği ÜA aktivitesinde önemli düşüşlere neden olmuştur (Cayuela et al., 2008; Benitez et al., 2005).

4.1.1.4.6 Dehidrogenaz enzim aktivitesi

Kompost örneklerinde saptanan son enzim olan dehidrogenaz (DHA) aktivitesinin süreç boyunca değişimi Şekil 4.9’ da verilmiştir. Tüm kompost örneklerinde belirlenen DHA aktivite değerleri 101.0 – 8636.0 µg TPF g⁻¹ arasında değişmiştir. β-glukozidaz, proteaz ve üreaz aktivitelerine benzer şekilde bu enzim aktivitesi de TT, TT+C ve TT+P kompostlarında daha yüksek değerlere sahip olurken, en düşük DHA aktivitesi TT+AG kompostunda belirlenmiştir. Tüm kompostlar en yüksek DHA aktivitesine kompostlamanın 22. gününe karşılık gelen 8 Mart’ ta ulaşmış ve ilerleyen zaman ile birlikte aktivite de azalmaya başlamıştır. 4 aydan sonra ise tüm kompostlar stabil bir DHA aktivitesi göstermişlerdir.



Şekil 4.9 Kompost örneklerinde dehidrogenaz enzim aktivitesinin değişimi
(Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

DHA aktivitesi, organik maddenin oksidasyonu sırasında ATP formundaki enerjiyi üreten metabolik reaksiyonları gerçekleştiren bir grup enzim ile ilişkili bir enzimdir. Bu işlevi nedeni ile özellikle kompost oluşum sürecinde önemli bir enzimdir (Barrena et al., 2008). Tiquia (2005) domuz gübresinin, Barrena et al. (2008) ise kentsel katı atıkların kompostlanması sırasında ölçtükleri DHA aktivitesini, bu sonuçlara benzer şekilde sürecin ilk günlerinde yüksek daha sonra ise düşük düzeylerde saptamışlardır.

4.1.2. Kompostlamanın başında ve sonunda yapılan analizlere ait sonuçlar

Kompostlaştırmaya başlanıldığı tarih olan 14.02.2006 ile bitirildiği tarih olan 14.07.2006' da alınan kompost örneklerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Kompostlama sürecinin ilk gününde alınan kompost örneklerinde saptanan toplam alkaloid (nikotin) değeri TT, TT+C, TT+AG ve TT+P karışımları için sırayla 5600, 3000, 1800 ve 3200 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Süreç tamamlandıktan sonra yapılan analizler sonucu ise, hiçbir kompostta nikotin saptanamamıştır.

Kompostların organik madde ve C miktarları, ayrışmaya bağlı olarak değişen oranlarda azalmıştır. En fazla (% 32) ve en az (% 11) organik madde kaybı sırasıyla TT ve TT+P kompostlarında gerçekleşmiştir. Kompostlaştırma sonucunda en yüksek organik madde miktarına TT+C ve TT+P kompostları sahip olmuştur.

Geleneksel stabilite parametrelerinden biri olan C/N oranı tüm kompostlarda zaman içerisinde önemli oranlarda azalmıştır. Mathur (1991) olgun bir kompostun ideal C/N oranının 10 olması gerektiğini, fakat 20' ye kadar olan C/N oranlarının da kabul edileceğini bildirmiştir. Kompostlama sonunda TT, TT+C, TT+AG ve TT+P kompostlarının C/N oranları sırasıyla 11.1, 12.6, 11.7 ve 16.7 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Kompostlamanın başlangıcında ve sonunda alınan örneklerde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	İlk Değerler				Son Değerler			
	TT	TT+C	TT+AG	TT+P	TT	TT+C	TT+AG	TT+P
Top. Alkoloid (Nikotin mg kg ⁻¹)	5600	3000	1800	3200	-	-	-	-
Organik Madde (%)	84.33	86.65	59.27	83.36	57.03	74.51	46.62	74.08
Organik C (mg g ⁻¹)	489.18	502.59	343.82	483.51	330.77	432.22	270.40	429.72
C/N	21.43	18.21	16.11	24.97	11.15	12.66	11.57	16.71
Humifikasyon İndeksi	2.23	3.39	2.42	2.64	1.99	1.79	1.56	1.69
Toplam N (%)	2.283	2.759	2.134	1.936	2.966	3.413	2.337	2.572
NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)	29.58	44.76	10.84	32.93	5.28	2.14	1.26	2.03
NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	35.48	20.05	24.23	19.27	8.21	13.10	30.70	4.15
Toplam P (%)	0.24	0.32	0.48	0.17	0.42	0.58	0.76	0.32
Toplam K (%)	3.55	3.50	3.67	2.18	6.26	6.20	4.89	3.50
Toplam Ca (%)	2.68	2.02	2.25	2.17	5.19	3.98	3.50	4.10
Toplam Mg (%)	0.85	0.61	1.04	0.60	1.60	1.13	1.54	1.05
Toplam Na (mg kg ⁻¹)	565.94	446.93	3309.74	611.17	882.41	678.53	4598.64	892.61
Toplam Fe (%)	0.30	0.40	0.49	0.32	0.49	0.67	0.51	0.56
Toplam Cu (mg kg ⁻¹)	16.20	24.11	22.78	67.83	81.31	94.58	49.88	66.92
Toplam Zn (mg kg ⁻¹)	38.27	29.41	135.09	28.96	131.84	111.25	230.98	92.84
Toplam Mn (mg kg ⁻¹)	266.77	175.22	281.08	194.83	450.85	305.34	354.03	319.83

Humifiye olmamış karbonun, NaOH ekstraktındaki humus karbonuna oranı olan humifikasyon indeksi, kompost olgunlaştıkça azalmaktadır (Saviozzi et al., 1988). Olgun kompostlarda humifikasyon indeksi beklenildiği gibi düşme göstermiştir. Gieguzyńska et al. (1998)' e göre, humuslaşmış materyallerin humifikasyon indeksi değerleri genellikle 5 değerinden küçük olmaktadır.

Kompostların toplam makro ve mikro element içerikleri kompostlaştırma süreci sonunda artmıştır. Toplam element miktarının artmasının iki nedeni olabileceği düşünülmektedir: 1) Kompostlaştırma sürecinde organik C, H ve O' nin CO₂ ve H₂O olarak uzaklaşması sonucu toplam elementlerin nisbi konsantrasyonlarının artması (Tiquia and Tam, 2002); 2) Kompostlaştırma sürecinde ayrışmaya bağlı olarak organik bağların bozulması ile toplam element miktarlarının daha kolay ekstrakte edilip saptanabilmesidir.

Amonyum ve nitrat azotu sonuçları irdelendiğinde ise; amonyum azotunun kompostlama süreci içerisinde nitrifikasyona uğrayarak miktarının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Buna karşın bu süreç içerisinde nitrat miktarında bir artış sadece tütün atığı+ahır gübresi kompostunda belirlenmiştir. Diğer kompostlarda nitrat miktarının azalması; yıkanma, immobilizasyon veya denitrifikasyon olasılıklarını akla getirmektedir. Kompost oluşum sürecinde pH' nın yüksek düzeylerde seyretmesi (9.45–9.75 arası) nitratin denitrifikasyon yoluyla azalma olasılığını kuvvetlendirmektedir

Elde edilen kompostların topraklarda düzenleyici olarak kullanımları açısından, organik madde ve besin madde miktarlarının yeterli düzeyde olduğu fakat yüksek bir pH ve tuz içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Tütün yapraklarının fizyolojik yapısından kaynaklanan

yüksek tuz içeriğinin kompostlaştırma sürecinde çok fazla değişmediği ve olgun kompostlarda bu problemin devam ettiği belirlenmiştir.

4.1.2. Kompost oluşum sürecine ait sonuçlarla ilgili tartışma

Bir kompostun olgun hale gelip gelmediği, kompost üreticileri ve kullanıcıları için önemli bir konudur. Stabil hale gelmemiş ve olgunlaşmamış kompostlarda mikrobiyal aktivite hala yüksek düzeyde devam edebilmektedir. Böyle bir kompost toprağa uygulandığında, topraktaki oksijen miktarını azaltabilir ve azotu immobilize edebilir. Bu durumda bitkilerde ciddi N eksiklikleri ortaya çıkabilir (Zucconi et al., 1985). Kompost stabilitesi genellikle mikrobiyal aktivite ile ilişkilidir (Hue and Lie, 1995). Kompostun barındırdığı mikroorganizmalar organik maddeyi ayrıştırmaya başlayarak azotlu bileşikler oksidasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon yolları ile değişime uğratırlar (Atkinson et al., 1996). Bu aşamalarda kompostun sıcaklığı yükselir ve belirli bir süre sonra kompost sıcaklığı kademeli bir şekilde ortam sıcaklığına kadar düşer. Çalışmamızda kompost sıcaklığının ortam sıcaklığına eşitlendiği tarih 21.04.2006 olarak (Bkz. Şekil 4.1) ortaya çıkmış ve bu da kompostlamanın 66. gününe karşılık gelmiştir. İncelenen diğer parametreler açısından bakıldığında, bazı enzim aktivitelerinde bu tarihten itibaren azalmaların başladığı, bazılarında ise bu tarihten önce aktivite düşüşlerinin meydana geldiği görülmektedir. Kompostların pH'ı 21.04.2006 tarihinden itibaren fazla değişmezken, EC artmasına devam etmiştir. Bu sonuçlara göre; bazı aktiviteler açısından kompost stabilitesinin yaklaşık 66 günde tamamlandığı fakat tüm mikrobiyal aktivitenin stabil hale gelmesinin ise yaklaşık 4 ay sürdüğü

görülmektedir. Sıcaklık, kompostlama işleminde en önemli parametrelerden biri olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mckinley and Vestal, 1985; Strom, 1985). Tiquia (2005), kompost sıcaklığının ortam sıcaklığına eşitlendiği noktada O₂ tüketim hızı, ATP içeriği, DHA aktivitesi ve mikrobiyal biyomas-N' nun da düşük seviyelere düştüğünü saptamıştır. Tiquia and Tam (2002) ise kompost sıcaklığının sadece mikrobiyal aktivite ile ilgili değil aynı zamanda C/N oranı, NH₄-N, NO_x-N, kül miktarı ve KDK ile de ilişkili olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada enzim aktiviteleri ile sıcaklık ölçümü yapılan tarihlerin farklılık göstermesi nedeniyle bu parametreler arasında bir ilişki aranmamıştır. Bununla birlikte aynı tarihlerde belirlenen sıcaklık, pH ve EC miktarları arasında korelasyonlar belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Kompostların sıcaklık, pH ve EC değerleri arasındaki Pearson korelasyon matrisi

	Sıcaklık	pH
pH	0.509*	
EC	0.311	0.522*

Çizelgeden de görüldüğü gibi kompostların sıcaklık ile pH ları arasında % 5 düzeyinde önemli bir ilişki saptanmıştır.

Kompostlarda saptanan enzimlerden dehidrogenaz dışındakilerin hepsi ekstraselüler olarak adlandırılan ve hücre dışına salgılanan enzimlerdir. Bu enzimlerin bir kısmı toprak çözeltisinde, bir kısmı ise toprak kolloidlerine bağlı halde bulunurlar. Nemli örneklerde saptanan ekstraselüler enzimler toprak kolloidlerine bağlı olmayan, sadece toprak

çözeltisinde bulunan enzimlerdir. Bu enzimlerin topraklarda kalıcılıkları sınırlı olup denatürasyon, inaktivasyon veya protoliz olaylarına maruz kalabilmektedirler. Toprakları hava kurusu hale getirmek de ekstraselüler enzimlerin inaktivasyonuna neden olan uygulamalardan birisidir. Toprak kolloidlerinden olan humik maddeleri ile kompleks oluşturma ise toprak enzimlerini stabilize etmekte ve dış çevre koşullarına daha dayanıklı hale getirmektedir (Burns, 1982; Nannipieri et al., 1996); Morra, 1997). Bu bağlamda, hava kurusu hale getirilen örneklerde saptanan enzimin önemli miktarı, toprak kolloidlerine bağlı ve korunmuş halde olan ekstraselüler enzimlerdir (Dick, 1994). Mondini et al. (2004), hava kurusu kompost örneklerinde stabil bir enzim aktivitesinin, kompost stabilitesini gösteren güvenilir bir gösterge olduğunu ileri sürmüşlerdir. Diğer yandan kompostun olgunlaşmasıyla humik madde içeriği arttığından dolayı hava kurusu örneklerde kompostlaştırma süreci boyunca saptanan enzim miktarının da artması beklenmektedir. Mondini et al. (2004) asit ve alkalın fosfataz ile aril sülfataz enziminde, Cayuela et al. (2008) ise alkalın fosfataz ile aril sülfataz enziminde bu artışı saptayabilmişlerdir. Bu çalışmada, özellikle karışım kompostlarında (TT+AG, TT+P ve TT+C) iki ay boyunca arttıktan sonra aktivite düzeyi çok fazla değişmeyen enzim, alkalın fosfataz enzimi olmuştur. Üreaz aktivitesi ise TT kompostunda böyle bir değişim göstermiştir. Diğer enzim aktiviteleri genellikle bir artıştan sonra tekrar azalma göstermişlerdir.

Projenin ilk aşaması olan kompost yapımında; her hafta ölçümleri yapılan sıcaklık, pH ve EC parametreleri yanında 15' er günlük aralarla yapılan enzim aktiviteleri birlikte ele alındığında; sadece fiziksel parametrelerin kompost olgunluğunu belirlemede yeterli olmadığı, enzim aktivite düzeylerinde değişimin de kompost olgunluğu ile yakından ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır. Enzimatik aktiviteler arasında ise tütün atıkları ile yapılan karışım kompostlarında alkalın fosfataz aktivitesinin,

sadece tütün atıkları ile yapılan kompostlamada ise üreaz aktivitesinin, kompost olgunluğu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.2 Saksı Denemesi

Kompost yapımı aşamasında elde edilen kompostlar ve ham tütün atığı 30 t ha⁻¹ düzeyinde toprağa karıştırıldıktan sonra mısır bitkisinin yetiştirildiği bir saksı denemesi kurulmuştur. Denemede ayrıca inorganik gübrelerin verildiği bir NPK uygulaması ile hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol (toprak) grubu da yer almıştır.

26.04.2007 tarihinde topraklar ile organik materyallerinin karışımı ve 27.04.2007 tarihinde mısır tohumu ekimi ile başlayan saksı denemesi, ekimi takip eden 73. günde yani 09.07.2007 tarihinde, tüm saksılardaki bitkilerde tepe püskülünün görülmesinin ardından sonlandırılmıştır. Deneme boyunca 3 kez alınan toprak örneklerinde, (26.04.2007, 06.06.2007 ve 09.07.2007) mikrobiyolojik analizlerin yanı sıra fiziksel ve kimyasal analizler de yapılmış, hasat edilen bitkilerde bitki besin maddeleri belirlenmiştir.

4.2.1 Saksı denemesi topraklarında gerçekleştirilen mikrobiyolojik analiz sonuçları

Saksı denemesi boyunca alınan toprak örneklerinde saptanan enzim aktivitelerine ait sonuçlar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

4.2.1.1 Alkalın fosfataz (ALKFA) enzim aktivitesi

Saksı denemesi topraklarında saptanan ALKFA aktivitesi üzerine uygulamaların ve toprak örneği alma zamanının etkisi % 1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Saksı denemesi topraklarında alkalın fosfataz aktivitesi değişimi

Uygulamalar		Alkalın Fosfataz Aktivitesi ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)								
		26 Nisan 2007			06 Haziran 2007			09 Temmuz 2007		
Kompost	TK	259.49	bcd	B	344.80	b	A	272.32	b	B
	TCK	281.05	b	B	319.77	c	A	281.83	b	B
	TAK	276.61	bc	B	318.82	c	A	250.00	c	B
	TPK	257.14	bcd	C	324.98	c	A	286.69	b	B
T		667.49	a	A	494.49	a	B	339.29	a	C
NPK		242.69	d	B	316.74	c	A	229.30	d	B
K		247.48	cd	C	322.10	c	A	274.17	b	B

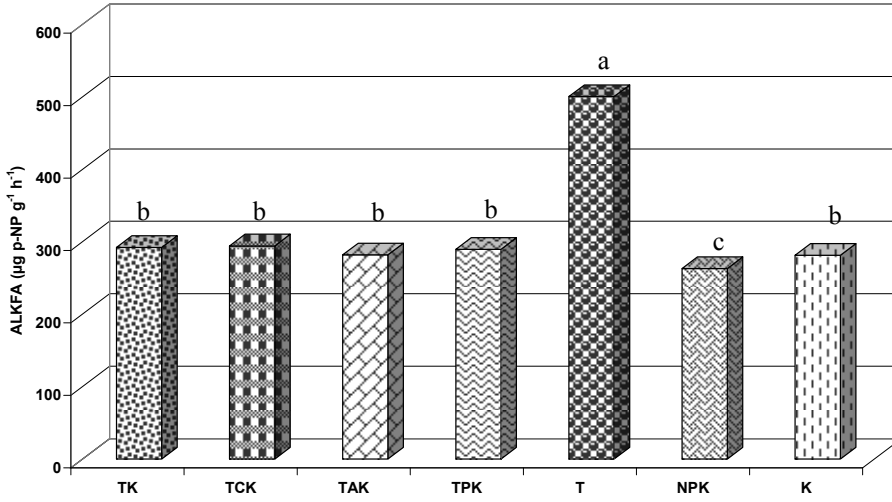
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Her üç dönemde de en yüksek enzim aktivitesi ham tütün atığı (T) uygulamasında saptanmıştır. Buna karşılık mineral gübre uygulaması (NPK) en düşük aktiviteyi göstermiştir. Kompostlar arasında ise ilk dönem topraklarında en yüksek ALKFA aktivitesi TCK' da saptanırken, daha sonraki dönemlerde kompostlar arasındaki farklılık azalmıştır.

Uygulamaların zaman içerisindeki değişimi incelendiğinde; T uygulaması (ham tütün atığı) dışındakilerin denemenin ortasına doğru arttığı daha sonra ise ilk değerlere düştüğü görülmektedir. T uygulamasının ALKFA üzerindeki etkisi ise zamana bağlı olarak gittikçe azalmıştır.

Üç dönemin ortalama değerleri dikkate alındığında da T uygulamasının diğer uygulamalara oranla % 1 önem düzeyinde istatistikî bir farklılık gösterdiği Şekil 4.10' da görülmektedir. Kompostlar ve kontrol aynı istatistikî grup içerisinde yer alırken NPK en düşük ALKFA aktivitesine sahip olmuştur.



Şekil 4.10 Alkalın fosfataz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

4.2.1.2 β -glukozidaz (GLU) enzim aktivitesi

Saksı denemesi topraklarında belirlenen GLU aktivitesi, uygulamalardan ve toprak örneği alma zamanından istatistiksel olarak %1 düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Saksı denemesi topraklarında β -glukozidaz aktivitesi değişimi

Uygulamalar		β -Glukozidaz Aktivitesi ($\mu\text{g Saligenin g}^{-1} 3\text{h}^{-1}$)								
		26 Nisan 2007			06 Haziran 2007			09 Temmuz 2007		
Kompost	TK	92.83	bc	A	64.00	b	B	56.30	b	C
	TCK	92.79	bc	A	60.61	bc	B	58.56	b	B
	TAK	87.88	c	A	55.39	c	B	47.46	c	B
	TPK	100.59	b	A	75.65	a	B	68.45	a	B
T		154.44	a	A	66.12	b	B	54.91	b	C
NPK		83.87	c	A	54.79	c	B	41.31	d	C
K		85.32	c	A	61.07	bc	B	56.08	b	B

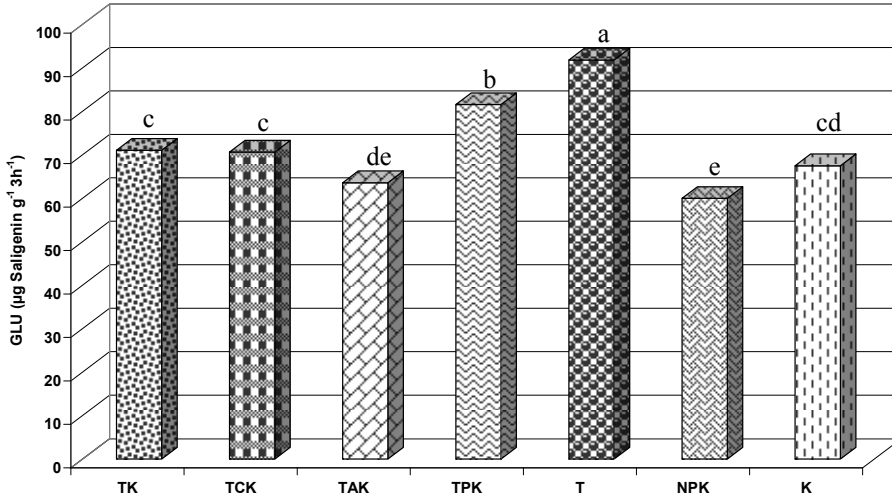
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Denemenin alınan ilk toprak örneklerinde T uygulaması diğer uygulamalardan daha yüksek bir β -glukozidaz aktivitesi gösterirken, ikinci ve üçüncü dönem topraklarında tütün atığı+pirina kompostu (TPK) en yüksek aktiviteye sahip uygulama konusu olmuştur.

Uygulamaların zaman içerisindeki değişimi incelendiğinde; en yüksek GLU aktivitesinin ilk örneklerde ortaya çıktığı, daha sonra zamanla azaldığı görülmektedir.

Üç dönemin ortalama değerleri dikkate alındığında ise T uygulamasının en yüksek aktiviteye sahip olduğu, bunu TPK uygulamasının izlediği görülmektedir (Şekil 4.11). En düşük β -glukozidaz aktivitesine ise NPK uygulamasının sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.11 β -glukozidaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

4.2.1.3 Aril sülfataz enzim aktivitesi (ArSA)

ArSA aktivitesi üzerine uygulamaların ve toprak örneği alma zamanının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.5). En yüksek ArSA aktivitesi her üç dönemde de kompostlaştırılmamış tütün atığında (T) saptanmıştır. En düşük aktivite ise NPK uygulamasına ait olmuştur. Kompostlar arasında ise aril sülfataz aktivitesi açısından çok önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

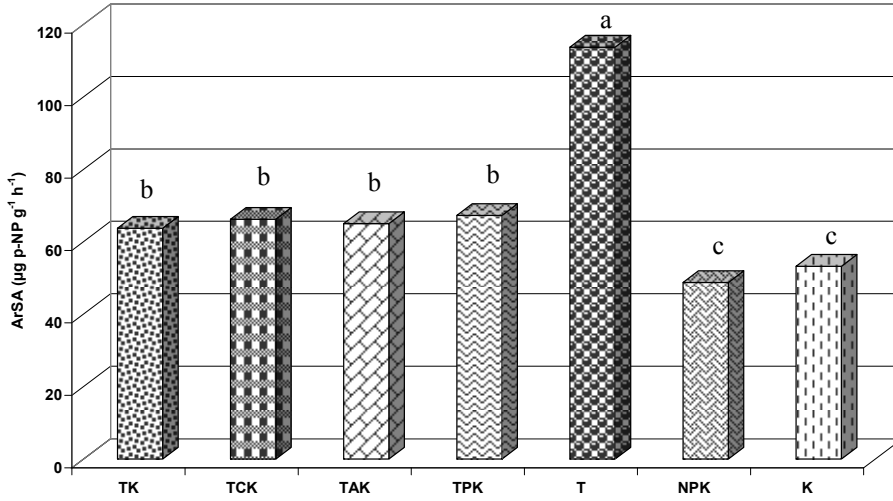
Çizelge 4.5 Saksı denemesi topraklarında aril sülfataz aktivitesi değişimi

Uygulamalar		Aril Sülfataz Aktivitesi ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)								
		26 Nisan 2007			06 Haziran 2007			09 Temmuz 2007		
Kompost	TK	131.43	<i>b</i>	<i>A</i>	39.43	<i>b</i>	<i>B</i>	20.42	<i>bc</i>	<i>C</i>
	TCK	147.58	<i>b</i>	<i>A</i>	31.40	<i>c</i>	<i>B</i>	19.64	<i>bc</i>	<i>C</i>
	TAK	146.26	<i>b</i>	<i>A</i>	30.97	<i>c</i>	<i>B</i>	17.83	<i>c</i>	<i>C</i>
	TPK	146.92	<i>b</i>	<i>A</i>	33.25	<i>c</i>	<i>B</i>	21.70	<i>b</i>	<i>C</i>
T		248.36	<i>a</i>	<i>A</i>	56.28	<i>a</i>	<i>B</i>	36.60	<i>a</i>	<i>C</i>
NPK		128.48	<i>b</i>	<i>A</i>	12.60	<i>e</i>	<i>B</i>	5.25	<i>e</i>	<i>C</i>
K		144.65	<i>b</i>	<i>A</i>	17.98	<i>d</i>	<i>B</i>	7.15	<i>d</i>	<i>C</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Saksı denemesi boyunca tüm uygulamalar zaman içerisinde azalan bir aktiviteye sahip olmuşlardır.



Şekil 4.12 Aril sülfataz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Şekil 4.12’ de ortalama değerler incelendiğinde (T) uygulamasının istatistikî anlamda da diğer uygulamalardan önemli düzeyde farklılık gösterdiği, kompost uygulamalarının ise aralarında ArSA açısından bir farklılık olmadığı görülmektedir. NPK ve K saksıları en düşük ArSA değerine sahip olarak aynı istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır.

4.2.1.4 Proteaz (PRO) enzim aktivitesi

Saksı denemesi topraklarında saptanan PRO aktivitesi üzerine uygulamaların ve toprak örneği alma zamanının etkisi % 1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Saksı denemesi topraklarında proteaz aktivitesi değişimi

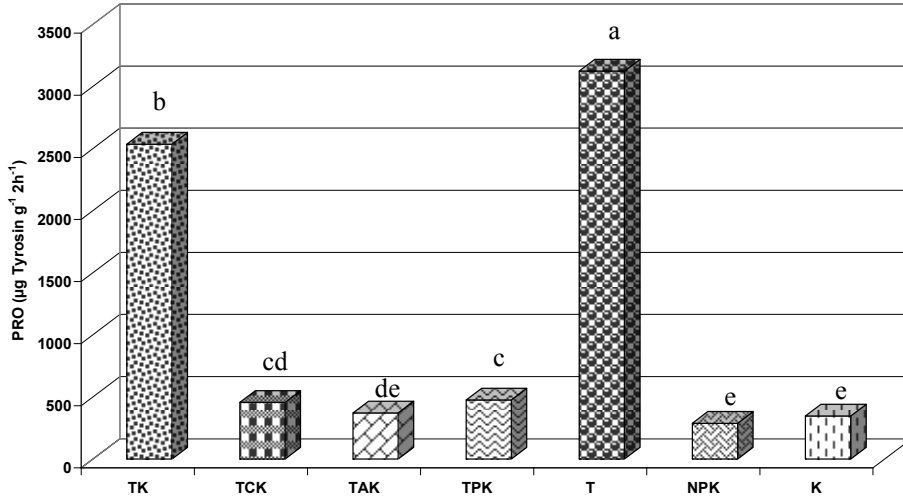
Uygulamalar		Proteaz Aktivitesi ($\mu\text{g Tyrosin g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)								
		26 Nisan 2007			06 Haziran 2007			09 Temmuz 2007		
Kompost	TK	4341.17	<i>b</i>	<i>A</i>	2813.70	<i>b</i>	<i>B</i>	454.58	<i>b</i>	<i>C</i>
	TCK	563.22	<i>c</i>	<i>A</i>	441.79	<i>c</i>	<i>B</i>	362.23	<i>c</i>	<i>C</i>
	TAK	459.60	<i>c</i>	<i>A</i>	360.10	<i>d</i>	<i>B</i>	293.90	<i>cd</i>	<i>C</i>
	TPK	485.54	<i>c</i>	<i>A</i>	473.68	<i>c</i>	<i>A</i>	468.50	<i>b</i>	<i>A</i>
T		5612.69	<i>a</i>	<i>A</i>	3097.91	<i>a</i>	<i>B</i>	663.17	<i>a</i>	<i>C</i>
NPK		368.64	<i>d</i>	<i>A</i>	278.15	<i>e</i>	<i>B</i>	217.82	<i>d</i>	<i>C</i>
K		430.34	<i>c</i>	<i>A</i>	290.63	<i>e</i>	<i>B</i>	320.36	<i>c</i>	<i>C</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Bu enzim aktivitesinde de en yüksek değeri her üç dönemde ham tütün atığı (T) vermiştir. Kompostlar arasında ise birinci ve ikinci dönemde kompostlaştırılmış tütün atığı (TK), üçüncü dönemde ise TK ile TPK kompostları diğer kompostlara oranla daha yüksek PRO aktivitesine sahip olmuşlardır. En düşük PRO aktivitesi her üç dönemde de NPK uygulanan topraklarda belirlenmiştir.

PRO aktivitesinin deneme süresince değişimi incelendiğinde ise; TPK uygulamasının tüm deneme boyunca fazla değişmediği, diğer uygulamaların ise gittikçe azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.13 Proteaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Her üç dönemin ortalamalarının alındığı Şekil 4.13 incelendiğinde; en yüksek PRO aktivitesine T uygulamasının sahip olduğu, bunu TK uygulamasının izlediği görülmektedir. En düşük PRO aktivitesini ise NPK ve K uygulamaları vermiştir.

4.2.1.5 Üreaz (ÜA) enzim aktivitesi

ÜA aktivitesi üzerine uygulamaların ve toprak örneği alma zamanının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Saksı denemesi topraklarında üreaz aktivitesi değişimi

Uygulamalar		Üreaz Aktivitesi ($\mu\text{g N g}^{-1} \text{2h}^{-1}$)								
		26 Nisan 2007			06 Haziran 2007			09 Temmuz 2007		
Kompost	TK	57.88	<i>b</i>	<i>A</i>	34.40	<i>b</i>	<i>B</i>	24.32	<i>b</i>	<i>C</i>
	TCK	40.98	<i>c</i>	<i>A</i>	30.10	<i>c</i>	<i>B</i>	25.10	<i>b</i>	<i>C</i>
	TAK	31.73	<i>d</i>	<i>A</i>	28.21	<i>d</i>	<i>B</i>	22.28	<i>b</i>	<i>C</i>
	TPK	45.40	<i>c</i>	<i>A</i>	31.20	<i>c</i>	<i>B</i>	24.47	<i>b</i>	<i>C</i>
T		114.22	<i>a</i>	<i>A</i>	67.12	<i>a</i>	<i>B</i>	33.37	<i>a</i>	<i>C</i>
NPK		26.31	<i>d</i>	<i>A</i>	19.38	<i>f</i>	<i>B</i>	11.70	<i>d</i>	<i>C</i>
K		30.99	<i>d</i>	<i>A</i>	22.43	<i>e</i>	<i>B</i>	16.20	<i>c</i>	<i>C</i>

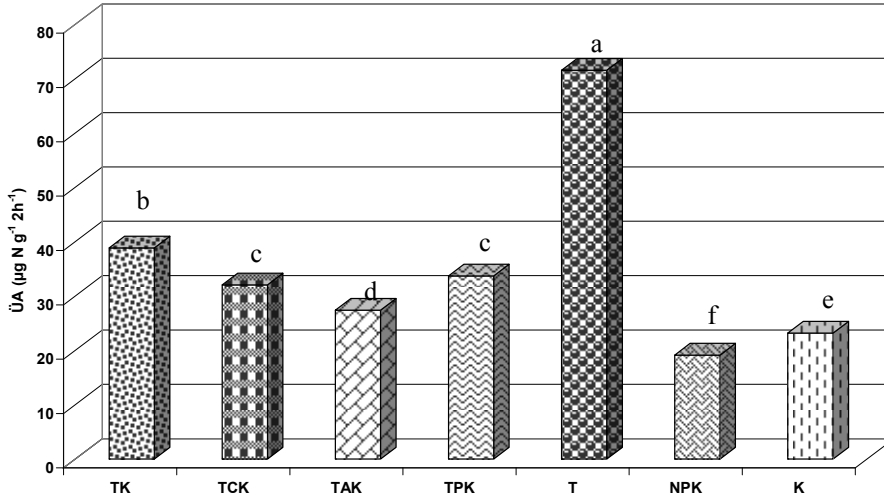
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Her üç dönem itibariyle diğer enzim analizlerinde olduğu gibi en yüksek ÜA aktivitesi ham tütün atığında (T) saptanmıştır. En düşük aktivite ise NPK uygulamasına ait olmuştur. Kompostlar arasında ise en yüksek ÜA aktivitesi 1. ve 2. dönem topraklarında TK uygulamasında belirlenirken, son dönem topraklarında ÜA aktivitesi açısından kompostlar arasında bir farklılık meydana gelmemiştir.

Deneme süresince tüm uygulamalara ait ÜA aktivitesi deneme sonuna doğru gittikçe azalan bir değişim göstermiştir.

Deneme süresince elde edilen değerlerin ortalamalarıyla oluşturulan Şekil 4.14 incelendiğinde; T uygulamasının diğer uygulamalardan % 1 önem düzeyinde farklılık gösterdiği, ikinci sırayı ise TK uygulamasının aldığı görülmektedir. Tüm uygulamalar arasında en düşük ÜA aktivitesine NPK uygulaması sahip olmuştur.



Şekil 4.14 Üreaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

4.2.1.6 Dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi

DHA aktivitesi üzerine uygulamaların ve toprak örneği alma zamanının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Saksı denemesi topraklarında dehidrogenaz aktivitesi değişimi

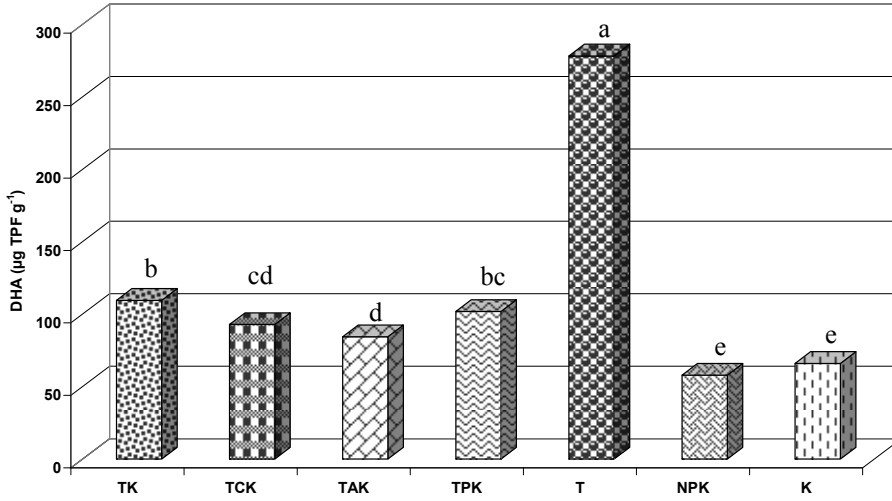
Uygulamalar		Dehidrogenaz Aktivitesi ($\mu\text{g TPF g}^{-1}$)								
		26 Nisan 2007			06 Haziran 2007			09 Temmuz 2007		
Kompost	TK	130.59	<i>b</i>	<i>A</i>	125.61	<i>b</i>	<i>A</i>	72.42	<i>bc</i>	<i>B</i>
	TCK	110.54	<i>bc</i>	<i>A</i>	102.82	<i>c</i>	<i>A</i>	65.34	<i>cd</i>	<i>B</i>
	TAK	103.04	<i>c</i>	<i>A</i>	95.18	<i>c</i>	<i>A</i>	55.20	<i>de</i>	<i>B</i>
	TPK	106.11	<i>c</i>	<i>A</i>	118.56	<i>b</i>	<i>A</i>	81.09	<i>b</i>	<i>B</i>
T		434.25	<i>a</i>	<i>A</i>	266.03	<i>a</i>	<i>B</i>	134.48	<i>a</i>	<i>C</i>
NPK		68.68	<i>d</i>	<i>A</i>	67.33	<i>d</i>	<i>A</i>	37.88	<i>f</i>	<i>B</i>
K		75.69	<i>d</i>	<i>A</i>	76.15	<i>d</i>	<i>A</i>	46.25	<i>ef</i>	<i>B</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Her üç dönemde alınan toprak örneklerinde de en yüksek DHA aktivitesi ham tütün atığında (T) ortaya çıkmıştır. Bu atığı, ilk iki dönemde kompostlaştırmış tütün atığı (TK), üçüncü dönemde ise tütün atığı + pirina kompostu (TPK) izlemiştir. En düşük DHA aktivitesi her üç dönemde de NPK ve K saksı topraklarında tespit edilmiştir.

T uygulaması dışındaki tüm uygulamalara ait DHA aktivitesi 1. ve 2. dönemde aynı düzeyde kalırken, 3. dönemde azalmıştır. Çok yüksek bir DHA aktivitesi gösteren T uygulamasına ait topraklar ise deneme süresince azalan bir değişim göstermişlerdir.

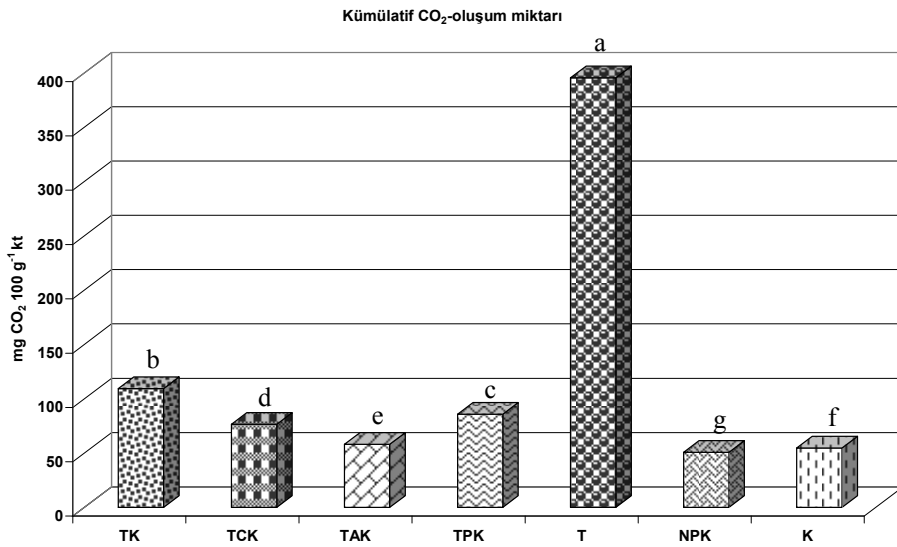


Şekil 4.15 Dehidrogenaz enzim aktivitesine ait ortalama sonuçlar
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Ortalama değerlerde de T uygulaması diğer tüm uygulamalardan % 1 düzeyinde önemli bir farklılık göstermiştir (Şekil 4.15). DHA enzimi açısından kompostlar arasında TK kompostu biraz daha yüksek bir aktivite gösterirken, en düşük DHA miktarları NPK ve K saksı topraklarında saptanmıştır.

4.2.1.7 Kümülatif CO₂-oluşum miktarları

Saksı denemesi başlangıcında alınan ilk toprak örneklerinde kümülatif-CO₂ oluşum miktarlarını belirlemek amacı ile 7 günlük aralarla toplam 4 kez ölçüm yapılmış ve sonuçlar Şekil 4.16’ da verilmiştir.



Şekil 4.16 Saksı denemesi topraklarında saptanan kümülatif CO₂-oluşum miktarları (Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Uygulamaların kümülatif CO₂- oluşum miktarları üzerine etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasında ham tütün atığı (T) en yüksek kümülatif-CO₂ oluşum değerlerini verirken, NPK uygulaması en düşük CO₂ miktarına sahip olmuştur. Kompost uygulamaları arasında ise tütün kompostu (TK) diğerlerine oranla daha yüksek kümülâtif-CO₂ değerlerine sahip olmuştur.

Toprağa uygulanan organik materyallerin C-mineralizasyon durumunu değerlendirmek için bu uygulamaların ek-kümülatif CO₂-oluşumları hesaplanmış (organik materyal uygulanmış topraklardaki kümülatif CO₂-oluşumu – kontrol toprağın kümülatif CO₂-oluşumu) ve sonuçlar 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Toprağa uygulanan organik materyallere ait ek kümülatif CO₂-oluşum miktarları

Uygulamalar	Ek kümülatif CO ₂ -C (mg 100g ⁻¹ km)	Eklenen C' un % ' si
TK	75.8	24.7
TCK	35.7	9.7
TAK	7.3	2.9
TPK	50.4	13.1
T	433.8	95.1

En fazla ek kümülatif CO₂ oluşumuna neden olan T uygulaması ile toprağa giren C miktarının 1 ay içerisinde % 95' inin mineralize olduğu saptanmıştır. Kompostlar arasında ise TK ile toprağa giren karbonun

yaklaşık % 25' i 1 ay içerisinde CO₂' e dönüşürken, TAK uygulamasında toprağa giren karbonun sadece % 2.9' u mineralize olmuştur.

4.2.2 Saksı denemesi topraklarında gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Saksı denemesinin amacı; kompostun toprağın mikrobiyolojik aktivitesi üzerindeki etkilerini incelemek yanında test bitkisi olarak yetiştirilen mısırın gelişimi için gerekli besin maddelerini sağlama düzeyini de araştırmak olduğundan, yapılan mikrobiyolojik analizlerin yanında son toprak örneklerinde bazı makro ve mikro besin elementleri de saptanmıştır. Yine aynı örneklerde organik madde, pH ve suda çözünebilir toplam tuz analizleri de gerçekleştirilmiş ve tüm sonuçlar Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Saksı denemesinden alınan son toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Uygulama	pH**	SÇTT** (%)	OM* (%)	Top. N** (%)	NH ₄ -N** (mg 100 g ⁻¹)	NO ₃ -N** (mg 100 g ⁻¹)	Alınabilir (mg kg ⁻¹)		
							P**	K**	Ca**
TK	7.48 <i>bc</i>	0.105 <i>b</i>	1.10 <i>b</i>	0.067 <i>bc</i>	1.03 <i>abc</i>	0.41 <i>b</i>	5.36 <i>cd</i>	563 <i>a</i>	1738 <i>ab</i>
TCK	7.38 <i>c</i>	0.065 <i>cd</i>	1.04 <i>b</i>	0.064 <i>c</i>	0.87 <i>bc</i>	0.19 <i>c</i>	8.23 <i>a</i>	536 <i>a</i>	1781 <i>a</i>
TAK	7.45 <i>bc</i>	0.085 <i>bc</i>	1.06 <i>b</i>	0.064 <i>c</i>	0.97 <i>abc</i>	0.19 <i>c</i>	7.04 <i>b</i>	445 <i>b</i>	1769 <i>a</i>
TPK	7.60 <i>ab</i>	0.069 <i>cd</i>	1.02 <i>b</i>	0.061 <i>c</i>	1.04 <i>abc</i>	0.13 <i>c</i>	6.03 <i>bc</i>	375 <i>c</i>	1707 <i>b</i>
T	7.52 <i>abc</i>	0.057 <i>d</i>	1.26 <i>a</i>	0.075 <i>a</i>	1.23 <i>a</i>	0.12 <i>c</i>	6.72 <i>b</i>	336 <i>d</i>	1651 <i>c</i>
NPK	7.13 <i>d</i>	0.239 <i>a</i>	0.85 <i>c</i>	0.072 <i>ab</i>	1.20 <i>ab</i>	0.62 <i>a</i>	4.31 <i>d</i>	222 <i>e</i>	1478 <i>d</i>
K	7.64 <i>a</i>	0.047 <i>d</i>	0.85 <i>c</i>	0.060 <i>c</i>	0.79 <i>c</i>	0.05 <i>d</i>	5.29 <i>cd</i>	200 <i>e</i>	1694 <i>bc</i>

Uygulama	Alınabilir (mg kg ⁻¹)					
	Mg**	Na**	Fe**	Cu*	Zn**	Mn **
TK	497 <i>b</i>	95 <i>b</i>	4.28 <i>a</i>	0.68 <i>b</i>	1.25 <i>a</i>	8.22 <i>b</i>
TCK	463 <i>cd</i>	91 <i>bc</i>	3.59 <i>b</i>	0.71 <i>ab</i>	1.16 <i>ab</i>	7.31 <i>cd</i>
TAK	461 <i>cd</i>	107 <i>a</i>	3.42 <i>b</i>	0.66 <i>b</i>	1.25 <i>a</i>	6.43 <i>de</i>
TPK	480 <i>bc</i>	94 <i>b</i>	3.41 <i>b</i>	0.68 <i>b</i>	1.04 <i>bc</i>	7.22 <i>cd</i>
T	489 <i>bc</i>	82 <i>cd</i>	4.47 <i>a</i>	0.75 <i>a</i>	1.33 <i>a</i>	9.76 <i>a</i>
NPK	537 <i>a</i>	85 <i>bcd</i>	3.00 <i>b</i>	0.68 <i>b</i>	0.99 <i>bc</i>	7.91 <i>bc</i>
K	439 <i>d</i>	78 <i>d</i>	3.39 <i>b</i>	0.68 <i>b</i>	0.96 <i>c</i>	6.06 <i>e</i>

Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

* $\alpha=0.05$

** $\alpha=0.01$

Çizelge 4.10 incelendiğinde; NPK uygulaması dışındaki toprakların hafif alkalin reaksiyonda olduğu görülmektedir. Kontrolle kıyaslandığında toprağa yapılan organik materyal ilavelerinin toprak reaksiyonunda istatistikî farklılığa (pH düşüşüne) neden olduğu belirlense de, bu farklılık toprakların girdiği pH aralığını değiştirmemiştir. NPK uygulaması ise pH' yı daha fazla düşürerek ortam reaksiyonunu nötr yapmıştır.

En yüksek suda çözünabilir % toplam tuz içeriği NPK uygulamasında saptanırken, en düşük değer kontrol toprakta ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte NPK uygulaması dışında kalan tüm topraklar suda çözünabilir toplam tuz yönüyle sınıflandırıldıklarında “tuzsuz” olarak değerlendirilmektedirler. NPK uygulamasıyla ise topraklar “az tuzlu” sınıfa girmişlerdir.

En yüksek organik madde miktarı % 1.26 değeri ile T uygulamasına ait olurken, tüm kompost örneklerinin organik madde içerikleri aynı istatistikî grup içerisinde yer almıştır. K ve NPK uygulamaları ise en düşük organik madde miktarlarına sahip olmuşlardır (% 0.85).

Deneme topraklarında en yüksek toplam azot miktarı T uygulamasında saptanırken, bunu NPK uygulaması izlemiştir. TCK, TAK ve TPK uygulamaları kontrolle aynı istatistikî grup içerisinde yer almıştır. Bununla birlikte tüm topraklar toplam azot yönüyle sınıflandırıldıklarında “azotça orta” olarak değerlendirilmektedirler.

Bitkilerin azot alımın formları olan NH_4 ve NO_3 ' ın topraktaki miktarları açısından uygulamalar kıyaslandığında; en yüksek $\text{NH}_4\text{-N}$ ' unun T ve NPK uygulamalarında, en yüksek $\text{NO}_3\text{-N}$ ' unun ise sadece

NPK uygulanan topraklarda olduğu ortaya çıkmıştır. En düşük NH_4 ve $\text{NO}_3\text{-N}$ u miktarları ise kontrol topraklarında saptanmıştır.

TCK uygulaması en yüksek alınabilir fosfor miktarına sahip olurken, alınabilir potasyum miktarları yine TCK ve TK uygulamalarında diğerlerine oranla daha yüksek ortaya çıkmıştır. Topraklar alınabilir fosfor yönüyle “fosforca iyi” olarak değerlendirilirken alınabilir potasyum yönüyle NPK ve K uygulamaları “potasyumca düşük”, T ve TPK uygulamaları “potasyumca yüksek”, TK, TCK ve TAK uygulamaları ise “potasyumca çok yüksek” olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Alınabilir Mg ve Na miktarları uygulamalara bağılı olarak farklılık gösterirken, mikro element miktarlarının T uygulanmış topraklarda diğerlerine oranla daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Alınabilir demir açısından tüm topraklar “noksanlık gösterebilir” şeklinde sınıflandırılırken, alınabilir Cu ve Mn açısından ise “yeterli” olarak değerlendirilmektedirler. Alınabilir çinko açısından bakıldığında ise organik atık uygulanmış toprakların hepsi “yeterli” düzeyde bulunurken, NPK ve K uygulanmış topraklar “noksanlık gösterebilir” şeklinde sınıflandırılmaktadırlar.

4.2.3 Deneme bitkisine (mısır) ait analiz sonuçları

4.2.3.1 Mısır bitkisinin makro ve mikro besin element içeriğine ait sonuçlar

Saksı denemesinde toprak analizlerinin yanında organik atık uygulamalarının bitkinin aldığı besin maddeleri üzerine etkilerini görebilmek amacıyla toplam bitki besin elementlerinin analizi de gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.11’ de verilmiştir.

Hasat edilen bitkilerde yapılan besin elementi analizlerinde uygulama konularından özellikle NPK uygulamasının bitki besin maddesi içeriği üzerine (toplam Na miktarı hariç) önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Bitkiler en fazla N, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn’ ı NPK uygulanmış parsellerden almışlardır. En fazla P alınımı TCK ve TPK uygulamalarında gerçekleşirken, Zn TPK verilmiş topraklarda yetişen bitkilerde daha fazla belirlenmiştir. Potasyum alınımında ise özellikle ortaya çıkan bir uygulama olmamıştır.

Çizelge 4.11 Hasat edilen bitkilerde belirlenen makro ve mikro element içerikleri

Uygulama	Toplam (%)				
	N*	P*	K*	Ca*	Mg*
TK	0.77 <i>c</i>	0.22 <i>ab</i>	3.57 <i>a</i>	0.83 <i>b</i>	0.54 <i>bc</i>
TCK	0.73 <i>c</i>	0.25 <i>a</i>	3.63 <i>a</i>	0.84 <i>b</i>	0.60 <i>abc</i>
TAK	0.62 <i>d</i>	0.23 <i>ab</i>	3.43 <i>a</i>	0.88 <i>b</i>	0.52 <i>c</i>
TPK	0.65 <i>d</i>	0.25 <i>a</i>	2.91 <i>b</i>	0.83 <i>b</i>	0.64 <i>a</i>
T	0.88 <i>b</i>	0.16 <i>d</i>	3.67 <i>a</i>	1.01 <i>b</i>	0.61 <i>ab</i>
NPK	1.37 <i>a</i>	0.18 <i>cd</i>	3.71 <i>a</i>	2.20 <i>a</i>	0.67 <i>a</i>
K	0.55 <i>e</i>	0.21 <i>bc</i>	2.73 <i>b</i>	0.91 <i>b</i>	0.54 <i>bc</i>

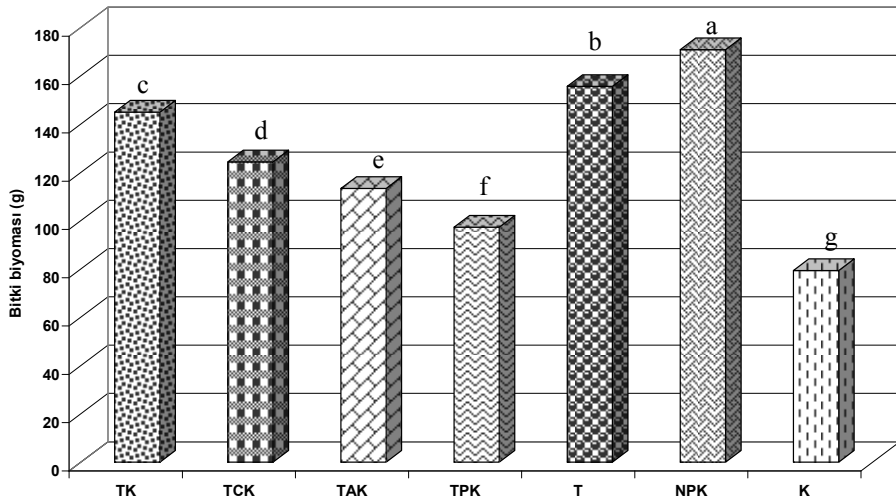
Uygulama	Toplam (mg kg ⁻¹)				
	Na	Fe*	Cu*	Zn*	Mn*
TK	42.33	119.47 <i>ab</i>	4.34 <i>cd</i>	54.98 <i>bc</i>	45.80 <i>c</i>
TCK	38.07	89.88 <i>b</i>	4.23 <i>d</i>	58.19 <i>ab</i>	45.39 <i>c</i>
TAK	39.05	111.51 <i>ab</i>	4.88 <i>c</i>	61.50 <i>ab</i>	41.44 <i>c</i>
TPK	34.82	109.87 <i>ab</i>	4.79 <i>cd</i>	65.97 <i>a</i>	43.31 <i>c</i>
T	39.88	125.69 <i>ab</i>	6.22 <i>b</i>	47.44 <i>c</i>	52.22 <i>b</i>
NPK	35.67	146.03 <i>a</i>	7.35 <i>a</i>	27.82 <i>d</i>	61.99 <i>a</i>
K	36.48	97.14 <i>b</i>	6.22 <i>b</i>	58.27 <i>ab</i>	34.77 <i>d</i>

Aynı harfle gösterilen değerler Duncan testine göre birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Na değerleri istatistiki açıdan önemsizdir.

* $\alpha=0.05$

4.2.3.2 Mısır bitkisinin biyomas miktarlarına ait sonuçlar

Saksı denemesinde yetiştirilen mısır bitkisinde tepe püskülünün görüldüğü anda hasatın yapıp tartılması ile saptanan bitki biyomas miktarları Şekil 4.17’ de verilmiştir.



Şekil 4.17 Uygulama konularına göre bitki biyomas miktarları

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.01$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Denemede kullanılan tüm uygulamalar kontrole oranla istatistikî anlamda önemli yaş ağırlık artışı sağlamışlardır. Bu artışın en fazla olduğu uygulama konusu mineral gübreleme (NPK) olup, kontrole göre % 115’ lik bir artış meydana gelmiştir. Mineral gübreleme uygulamasından sonra en fazla artış ise ham tütün atığı uygulamasında (T) meydana gelmiş (% 96) ve bunu kompostlaşmış tütün atığı (TK) uygulaması izlemiştir (% 83). Kontrole göre en düşük artış ise tütün atığı+pirina kompostu (TPK) uygulamasında görülmüştür (% 23).

4.2.4 Saksı denemesine ait sonuçlarla ilgili tartışma

4.2.4.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları ile ilgili tartışma

Tütün atıklarının ve oluşturulan kompostların agronomik değeri sadece içerdiği bitki besin elementlerinin yararlılığı ve toprağa katkıları açısından değil, topraktaki mikrobiyal ve enzim aktivitesini etkileme derecesi açısından da değerlendirilmiştir. Saksı topraklarında incelenen mikrobiyal parametreler, kompost ve atık uygulamalarından önemli şekilde etkilenmişlerdir. Bu topraklardaki enzim aktivitesi ve kümülatif CO₂-oluşumunu en fazla uyaran uygulama ham tütün atığı (T) olmuştur. Kolay ayrışabilir C-bileşiklerinin azaldığı, buna karşın mikrobiyal ayrışmaya dirençli humik maddelerin arttığı kompostların uygulandığı topraklar doğal olarak T' nin uygulandığı topraklara oranla daha düşük bir mikrobiyal aktiviteye sahip olmuşlardır. Bununla beraber çalışmamızın ana materyalini tütün atıkları ile yapılan kompostlar oluşturduğu için tartışma, bu kompostların topraklardaki etkileri üzerine yapılmıştır.

Toprak enzimleri, topraktaki bütün biyokimyasal reaksiyonları katalize ederler ve topraktaki besin maddesi döngüsünün ayrılmaz bir parçasını oluştururlar. Toprak enzimlerinin birincil olarak mikrobiyal kökenli olduğu kabul edilmektedir (Ladd, 1978), fakat bitkisel ve hayvansal kökenli enzimler de toprakta bulunabilmektedir (Tabatabai, 1994). Bu çalışmada ele alınan enzimlerden proteaz ve üreaz toprakta N,

β -glukozidaz C, fosfataz P ve aril sülfataz da S döngüsünde yer alan enzimlerdir. Dehidrogenaz aktivitesi, diğerlerinden farklı olarak hücre içinde görev yapan ve mikrobiyal biyomasın total oksidatif kapasitesini gösteren bir enzimdir (Nannipieri et al., 1990).

Kompostlar arasında TK (tütün atığı kompostu) uygulaması, toprakta daha yüksek proteaz, üreaz ve dehidrogenaz aktivitesine neden olmuştur. Yine kompostlar arasında en yüksek β -glukozidaz aktivitesi TPK uygulanan topraklarda saptanırken, aril sülfataz enzimi kompost uygulanan tüm topraklarda yaklaşık aynı düzeyde aktiviteye sahip olmuştur. Tüm kompostların alkalın fosfataz aktivitesi ise kontrol toprağına yakın bir seviyede kalmıştır.

Tütün atığı kompostu (TK) hidrolaz grubu enzimler içerisinde (ALKFA, GLU, ArSA, PRO ve ÜA) toprakta N-döngüsü ile ilgili olan enzimler olan proteaz ve üreaz enzim aktivitelerini daha fazla arttırmıştır. Proteaz, proteinleri polipeptitlere, oligopeptitlere ve amino asitlere hidrolize eder. Mineral topraklarda N bileşiklerinin büyük bir kısmının organik bağlı formda olması nedeniyle, bitkinin N alımının gerçekleşmesi için organik azotun inorganik forma dönüşmesi gerekmektedir. Toprağına uygulanan organik atıklar proteazı uyarmakta (Rezende ve ark., 2004) fakat bu atıkların ayrışma ürünleri bu enzimi engelleyebilmektedir (Dilly and Nannipieri, 2001). Bu çalışmada her üç örnekleme zamanında da TK uygulanmış topraklarda yüksek bir proteaz aktivitesinin belirlenmesi, bu enzimin tütün atıklarının ayrışma ürünleri tarafından engellenmediğini, tam tersi enzimatik reaksiyon için gerekli yararılı substrat miktarının arttığını göstermektedir.

Topraktaki üreaz ve dehidrogenaz aktivitesini de en fazla uyaran kompost uygulaması TK olmuştur. Üreaz, ürenin toprak pH'ına bağlı

olarak amonyağa veya amonyum iyonuna hidrolizini katalize eden bir enzimdir (Tripathi et al., 2007). Kızılkaya vd. (1997) topraklara % 5 düzeyinde uygulanan tütün atığının üreaz aktivitesini artırdığını fakat % 10' luk uygulamadan sonra aktivitede bir değişme olmadığını belirlemişlerdir. Okur vd. (2008a)' da tütün atığı kompostu (TK) ve hayvan gübresinin (HG) çeşitli oranlarda karıştırıldığı araştırmalarında; % 25 HG + % 75 TK ile % 100 TK uygulamalarının, üreaz aktivitesini önemli oranda yükselttiğini saptamışlardır. Topraktaki N-döngüsü ile ilişkili enzim aktivite (proteaz ve üreaz) sonuçları; tütün atığı kompostunun (TK) toprakta hızlı bir şekilde mineralize olarak önemli bir yararlı N kaynağı oluşturduğunu göstermektedir.

TK' nın en fazla uyardığı enzimlerden biri olan dehidrogenaz, canlı hücre içinde fonksiyon gören intraselüler bir enzimdir. Hem hücre içinde hem hücre dışında fonksiyon gören incelenen diğer enzimlerden farklı olarak DHA, canlı mikrobiyal populasyonun büyüklüğü ve aktivitesi hakkında daha sağlıklı bilgiler vermektedir (Bergstrom et al., 1998). Kompost uygulamaları özellikle de tütün atığı kompostları bu enzim aktivitesini arttırmıştır. (Kara, 2000; Kablan, 2005; Okur vd., 2008a).

Topraktaki organik madde miktarı ile proteaz, üreaz ve dehidrogenaz aktiviteleri arasında önemli ilişkiler saptanmıştır (Bkz. Ek 17). Benzer ilişkiler Chen et al. (2004) ile Hu ve Cao (2007) tarafından da belirlenmiştir.

Glukozidazların hidroliz ürünleri olan düşük moleküler ağırlıklı şekerler, toprak mikroorganizmalarının önemli enerji kaynağıdır. Toprakların en önemli glukozidazlarından birisi olan β -glukozidaz, doğada başlıca organik karbon bileşiği olan selülozun mineralizasyonuna katkıda bulunur (Landgraf, 2003). Topraklara uygulanan kompostlardan

TPK (tütün atığı+pirina); β -glukozidaz aktivitesini en fazla uyaran kompost olmuştur. Pirinanın muhtemelen diğer atıklara oranla daha yüksek olan selüloz içeriğinin bu etkiye neden olduğu düşünülmektedir. Hattori (1988) ve Dick et al. (1988)' da selüloz içeren kompost uygulamalarında daha yüksek β -glukozidaz aktiviteleri saptamışlardır.

Aril sülfataz, oksijen-kükürt bağlarının füzyonu ile aril sülfat esterlerinin hidrolizinden sorumlu bir enzimdir (Spencer, 1958). Bu enzimin topraklarda ester sülfatın mineralizasyonu ile ilgili olduğu tahmin edilmektedir (Tabatabai, 1994). Aril sülfatazın substratı olan ester sülfat sadece funguslarda bulunduğu için aynı zamanda bu enzim topraklardaki fungusların da dolaylı bir göstergesi olabilmektedir (Bandick and Dick, 1999). Tüm kompostlarda yaklaşık aynı düzeyde aril sülfataz aktivitesinin saptanması; enzimin yaygın substratının tüm kompostlarda yaklaşık aynı miktarlarda olduğunu göstermektedir.

Aril sülfataz aktivitesi ile toprağın organik madde miktarı arasında yüksek bir korelasyon ($r= 0.970^{**}$) saptanmıştır (Bkz. Ek 17). Benzer bulgular Chang et al. (2007) tarafından da belirlenmiştir. Çalışmada incelenen enzim aktiviteleri ile organik madde arasında saptanan önemli korelasyonlar; organik maddenin toprak enzimlerinin korunmasında önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Fosfatazlar, organik fosfor bileşiklerini hidrolize ettikleri ve bitkiler tarafından alınabilen inorganik formlara dönüştürdükleri için agronomik bir öneme sahip enzimlerdir (Amador et al., 1997). Saksı denemesi topraklarının pH' ı nötr ve hafif alkaline reaksiyonda olduğu için baskın fosfatazların alkaline fosfatazlar olduğu düşünülmektedir bu enzim aktivitesi ölçülmüştür. Diğer enzimlerin aksine, kompost uygulanmış toprakların alkaline fosfataz aktivitesi kontrol toprağına benzer bir düzeye sahip

olmuşlardır. Bu sonucun ortaya çıkmasında saksı topraklarının alınabilir fosforca iyi düzeyde olmasının etkili olduğu tahmin edilmektedir. Yüksek yarayışlı fosfor miktarları bu enzim aktivitesini engelleyebilmektedir (Mondini et al., 2008). Juma and Tabatabai (1977), $25 \mu\text{mol g}^{-1}$ toprak fosfat uygulamasında alkalın fosfatazın iki farklı toprakta % 28 ve % 40 oranında engellendiğini saptamışlardır. Mondini et al. (2008) ise, önemli miktarda mineral P içeren kan ve kemik unu uygulamasının beklenenin aksine fosfataz aktivitesini artırdığını belirlemişlerdir.

Toprak enzimlerine ilave olarak incelenen ek-kümülatif CO_2 -oluşum miktarları, toprağa uygulanan atık ve kompostların mikrobiyolojik ayrışabilir durumunu göstermektedir. Kompostlar arasında diğerlerine oranla daha yüksek ek-kümülatif CO_2 -oluşumu sağlayan uygulama TK' nın uygulandığı topraklar olmuştur (Çizelge 4.9). Tüm uygulamalar içerisinde ise ham tütün atığının (T) en fazla ek kümülâtif- CO_2 oluşumu sağlaması, bu atığın diğer atıklara oranla daha yüksek yarayışlı organik C içermesinden kaynaklanmıştır. Diğer atıkların mikrobiyal yarayışlı C bileşikleri ise olgunlaşmaları esnasında azalmış, bunların yerini ayrışmaya dirençli organik bileşikler almıştır.

CO_2 -oluşumu ile toprağın organik C içeriği arasında yakın bir ilişki vardır (Lomander et al., 1998). Bu ilişki saksı denemesi topraklarında da ortaya çıkmıştır ($r= 0.796^*$) (Bkz. Ek 17). Kümülatif CO_2 -oluşumu tüm enzim aktiviteleri ile de önemli korelasyon katsayıları vermiştir (Bkz. Ek 17). Bu sonuç, deneme topraklarında incelenen enzim aktivitelerinin mikrobiyal kökenli olduğunu göstermektedir. Ayrıca toprakta incelenen tüm mikrobiyal kriterler ile önemli korelasyonlar veren tek kimyasal parametre organik madde olmuştur (Bkz. Ek 17). Bu sonuç da organik

maddenin topraktaki mikrobiyal yaşam için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Saksı denemesinde elde edilen bir başka önemli sonuç; NPK uygulamasının topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine hiçbir uyarıcı etkisinin olmadığını ortaya çıkmasıdır. NPK uygulaması kontrol toprağa yakın veya daha düşük bir mikrobiyal aktiviteye sahip olmuştur. Tıbbi-aromatik bitki atığı kompostlarının uygulandığı topraklarda da en düşük mikrobiyal aktivite mineral gübre uygulanmış topraklarda saptanmışlardır (Okur vd., 2008b).

Sonuç olarak tütün atıklarından oluşturulan kompostların saksı denemesindeki toprakların mikrobiyal ve enzim aktivitesini kontrole oranla arttırdığını fakat bu artışın çok yüksek düzeyde olmadığı saptanmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, çalışmanın 1. aşamasında elde edilen kompostların stabil ve olgun halde olmaları etkili olmuştur. Pascual et al. (1997), kompostların ham atıklara oranla daha stabil bir atık olduğu ve daha dirençli bileşikler içerdiği için, enzimler tarafından daha yavaş bir şekilde hidrolize edildiğini belirtmişlerdir. Kompostlar arasında ise topraktaki mikrobiyal ve enzim aktivitesini en fazla uyaran kompostun TK olması; bu kompostun toprakta mikrobiyal aktivite için daha iyi fiziksel ve kimyasal koşulları sağladığını, ayrıca topraklar için iyi bir N ve C kaynağı olduğunu göstermektedir.

4.2.4.2 Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile mısır bitkisinin besin maddesi içerikleri ile ilgili tartışma

Toprağa yapılan kompost uygulamaları pH' yı kontrole oranla biraz düşürmüş, suda çözünebilir toplam tuz miktarını ise arttırmıştır. Oldukça düşük organik madde içeriğine sahip (% 0.85) deneme topraklarına kompost uygulamaları ile organik madde miktarı ortalama % 24 oranında yükselmiştir. Ham tütün atığı (T) ise toprakların organik madde miktarını % 48 oranında arttırmıştır. Özgüven vd. (1999) da, farklı oranlarda tütün atıkları karıştırdıkları topraklarda organik maddede önemli artışlar saptamışlardır. Araştırmacılara göre artış, tütün atıklarındaki humik maddelerden kaynaklanmıştır. Czekala et al. (1998), tütün tozunun ayrışması sırasında açığa çıkan humik bileşiklerin yapısının toprakta bulunan humik asitlerin yapısına benzediğini tespit etmişlerdir. Okur vd. (2008a) da 50 t ha⁻¹ tütün atığı kompostu uyguladıkları tın bünyeli bir toprağın organik madde miktarında % 28 oranında artış sağlamışlardır.

Kompost uygulamaları, kontrole oranla topraktaki toplam azot miktarını ortalama % 6.7; alınabilir fosfor, potasyum ve kalsiyum miktarlarını ise sırasıyla % 26, % 140 ve % 3.2 oranında arttırmıştır. Ham tütün atığı (T) topraklara NPK uygulamasından daha fazla N kazandırırken, kompostların toprağa N katkıları bu uygulamadan daha az olmuştur. Buna karşın kompost uygulamaları ile toprağa giren alınabilir P ve K miktarları, hem NPK hem de T uygulamalarından daha fazla olmuştur. Alınabilir Mg ve Fe miktarları kompost uygulamaları ile kontrole oranla % 8 oranında artarken, alınabilir Na, Zn ve Mn miktarları yaklaşık % 22 oranında yükselmiştir. Alınabilir Cu miktarları ise

kompost uygulamalarından etkilenmemiştir. Tütün atıkları ve kompostlarının uygulandığı topraklarla çalışan çeşitli araştırmacılar da; toprakların makro ve mikro element miktarlarının bu uygulamalar sonucu kontrol toprağa oranla arttığını saptamışlardır (Saltalı vd., 2000; Kılıç vd., 2002; Coşkun vd., 2006).

Topraktaki bitki besin maddelerinin artışı, mısır bitkisinin bu elementleri alınımını da arttırmıştır. Mısır bitkisi en fazla azotu ve potasyumu NPK uygulanmış topraklardan kaldırırken, bunu T uygulaması izlemiştir. Bitkiler kompost uygulanmış topraklardan bu iki uygulamaya oranla daha az N ve K kaldırmışlardır. Buna karşın bitkiler kompost uygulanmış topraklardan NPK uygulanmış topraklara oranla daha fazla P kaldırmışlardır. Kompost uygulamaları kontrol gruba oranla mısır bitkisinin toplam azot miktarını % 26; toplam P ve K miktarlarını ise sırasıyla % 13 ve % 24 oranında arttırmıştır. Toplam Mg ve Na miktarları kompost uygulamaları ile kontrole oranla yaklaşık % 6 oranında artarken, toplam Fe, Zn ve Mn miktarları sırasıyla % 11, % 15 ve % 26 oranında yükselmişlerdir. Bitkinin toplam Ca ve Cu miktarları ise kompost uygulamaları ile kontrol grubuna oranla azalmıştır. Kompost uygulamaları ile artan bitki besin maddelerinin sonuçları bitki biyomasına da yansımış ve kontrole oranla mısır biyoması % 51 oranında artmıştır. Sadece TK' da bu artış % 83, T uygulamasında ise % 96 olmuştur.

Brohi vd. (1996) ile Erdal vd. (2000) tütün tozu uygulamalarına bağlı olarak mısır bitkisinin kuru madde miktarı ile N, P, K, Fe, Cu ve Zn alınımının arttığını saptamışlardır. Ottow et al. (1999)' da kullandıkları çeşitli organik atıklar içerisinde özellikle tütün atığının buğday verimini önemli ölçüde arttırdığını, buğday hasatından sonra ekimi yapılan mısır bitkisinin veriminde bile tütün atığının etkilerini belirlemişlerdir.

Tüm sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde; tütün atığından yapılan kompostların toprağın mikrobiyal ve enzim aktivitesini etkilediği, toprağın makro ve mikro element içeriğini ve buna bağlı olarak da mısır bitkisinin bu elementleri alınımını ve bitki biyomasını arttırdığı görülmektedir. Fakat söz konusu etkilerin çoğu ham tütün atığı uygulanmış topraklarda daha önemli olmuştur.

4.3 Tarla Denemesi

Tarla denemesinde; 3 doz ham tütün atığı ($T_0 - T_1 - T_2$), 3 doz tütün atığı kompostu ($TK_0 - TK_1 - TK_2$) ve 3 doz azotlu gübrenin ($N_0 - N_1 - N_2$) uygulandığı topraklarda kırmızı biber yetiştirilmiştir. T ve TK uygulamalarında dozlar $0 - 20 - 40 \text{ t ha}^{-1}$, azotlu gübre uygulamasında ise $0 - 150 - 300 \text{ kg ha}^{-1}$ şeklinde olmuştur. 2 Mayıs 2008’ de başlayan tarla denemesi 16 Ekim 2008 tarihinde sona ermiştir. Uygulamanın faktöriyel olarak etkilerinin araştırıldığı denemeden 3 kez toprak örneği alınarak (12.05.2008 – 04.07.2008 ve 16.10.2008) bu örneklerde mikrobiyolojik analizlerin yanı sıra fiziksel ve kimyasal analizler de yapılmış, bibere ait verim parametresi de saptanmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizine göre; toprak örneklerinin alınma dönemi, azotlu gübre, ham tütün atığı ve tütün atığı kompostu uygulamalarının toprakların mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişmelere neden olduğu saptanmıştır. Bu değişimlerin istatistiksel açıdan değerlendirilmeleri Çizelge 4.12’ de verilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde araştırılan tüm parametrelerin toprakların alınma dönemlerine bağlı olarak farklılıklar gösterdikleri, azot uygulamalarının ise mikrobiyal parametrelerden sadece biyomas-C ve N' u üzerine etkili olduğu görülmektedir. Ham tütün atığı uygulaması toprağın alınabilir K (K_{al}) miktarları haricindeki, tütün atığı kompostu ise alınabilir K, toplam N (N_t) ve üreaz aktivitesi dışındaki tüm parametreleri etkilemiştir. Araştırmada ele alınan faktörlerin ikili ve üçlü interaksiyonları da bir çok toprak özelliği açısından önemli olmuştur.

Tarla denemesi topraklarında yapılan analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıda sırasıyla verilmektedir.

Çizelge 4.12 Ham tütün atığı (T), tütün atığı kompostu (TK) ve azotlu gübre uygulamalarının (N), toprak özellikleri üzerine etkileri

Özellikler	Dönem (D)	N	T	TK	DxN	DxT	DxTK	NxT	NxTK	DxNxT	DxNxTK
C _{mik}	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
N _{mik}	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
P _{mik}	**	öd	**	**	**	**	**	**	**	**	**
ALKFA	**	öd	**	öd	öd	**	öd	öd	öd	**	öd
GLU	**	öd	**	*	öd	**	öd	öd	**	öd	öd
ArSA	**	öd	**	**	öd	**	*	öd	*	**	öd
PRO	**	öd	**	**	öd	**	öd	**	öd	*	öd
ÜA	**	öd	**	öd	öd	**	öd	**	öd	**	öd
DHG	**	öd	**	**	öd	**	öd	öd	öd	öd	öd
pH	**	**	**	*	öd	**	öd	*	öd	öd	öd
SÇTT	**	**	**	*	**	**	öd	öd	**	öd	öd
OM	**	**	**	**	öd	**	öd	**	*	öd	öd
N _t	**	öd	**	öd	*	**	**	**	**	öd	öd
P _{al}	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
K _{al}	**	**	öd	öd	*	öd	öd	öd	*	öd	öd

* $\alpha=0.05$ ** $\alpha=0.01$

öd= önemli değil

4.3.1 Ham tütün atığı, tütün atığı kompostu ve azotlu gübre uygulamalarının toprağın mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkileri

Bu başlık altında uygulamaların topraktaki mikrobiyal biyomas-C, N ve P' u ile enzim aktiviteleri (alkalin fosfataz, aril sülfataz, β -glukozidaz, proteaz, üreaz, dehidrogenaz) ve bazı mikroorganizma sayıları üzerine etkileri sırasıyla incelenecektir.

4.3.1.1 Mikrobiyal biyomas-C' u (C_{mik})

Mikrobiyal biyomas-C' u ile ilgili olarak varyans analiz çizelgesine göre (Bkz. Ek 19); toprak örneği alma dönemine bağlı olarak azot, atık ve kompost uygulamalarının ve bu faktörlerin interaksiyonlarının topraktaki C_{mik} miktarlarını $p < 0.01$ düzeyinde etkilediği görülmektedir.

Toprakların C_{mik} değerleri, I. dönemden III. döneme doğru bir azalış göstermiştir. I. dönem topraklarında en yüksek C_{mik} değerleri T_2 uygulamalarında ortaya çıkarken, II. ve III. dönem topraklarında T_1 uygulamalarında da yüksek C_{mik} değerleri saptanmıştır. Azotun uygulandığı topraklarda en düşük C_{mik} değerleri kontrol toprakta belirlenmiştir. Araştırma topraklarının bu parametre açısından değerleri $38.06 - 707.91 \mu g g^{-1}$ arasında değişmiştir (Çizelge 4.13).

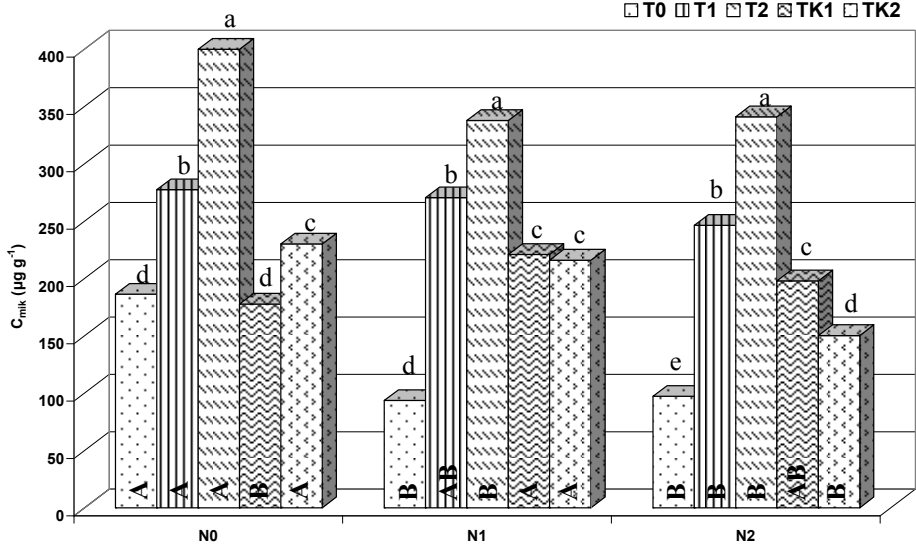
Çizelge 4.13 Tarla denemesi topraklarında C_{mik} miktarı değişimi.

Uygulamalar		Mikrobiyal biyomas-C ($\mu\text{g g}^{-1}$)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem X	T_0	223.90	cd	A	156.73	d	B	38.06	d	C
	T_1	251.89	c	B	355.44	b	A	325.78	b	A
	T_2	675.06	a	A	707.91	a	A	539.10	a	B
	TK_1	203.75	d	B	281.00	c	A	286.09	b	A
	TK_2	335.29	b	A	300.59	c	B	175.20	c	C
II. Dönem Y	T_0	183.52	b	A	65.37	c	B	80.93	e	B
	T_1	314.25	a	A	272.60	a	AB	233.83	b	B
	T_2	296.39	a	AB	243.33	a	B	352.77	a	A
	TK_1	198.68	b	A	155.37	b	A	169.58	c	A
	TK_2	118.91	c	B	213.89	a	A	130.44	d	B
III. Dönem Z	T_0	151.33	b	A	58.61	c	B	72.72	d	C
	T_1	265.97	a	A	183.26	ab	B	179.56	a	B
	T_2	228.37	a	A	62.21	c	C	131.30	c	B
	TK_1	130.58	b	B	226.28	a	A	138.17	c	B
	TK_2	236.11	a	A	133.59	b	B	145.05	bc	B

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Ham tütün atığının (T) artışına bağlı olarak C_{mik} miktarları da artmıştır. Aynı durum TK uygulanmış topraklarda sadece azotun verilmediği parsellerde ortaya çıkmıştır. Gerek kontrol toprakta ve gerekse atık ve kompostların verildiği parsellerde, azot uygulama dozlarına bağlı olarak C_{mik} miktarlarında azalmalar (TK_1 uygulaması hariç) meydana gelmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Uygulama konularının azot dozlarına göre mikrobiyal biyomas-C miktarları değişimi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.1.2 Mikrobiyal biyomas-N' u (N_{mik})

Toprak örneği alım dönemlerine bağlı olarak azot, atık ve kompost uygulamaları ve bu faktörlerin interaksiyonları topraktaki N_{mik} miktarlarını $p < 0.01$ düzeyinde etkilemiştir (Bkz. Ek 20). En yüksek N_{mik} miktarları Temmuz ayında alınan II. dönem topraklarında, en düşük N_{mik} miktarları ise son dönem topraklarında saptanmıştır. Dönem bazında en düşük ve en yüksek N_{mik} miktarları değişiklik göstermiştir. Araştırma topraklarının N_{mik} değerleri $17.50 - 213.50 \mu g g^{-1}$ arasında değişmiştir (Çizelge 4.14).

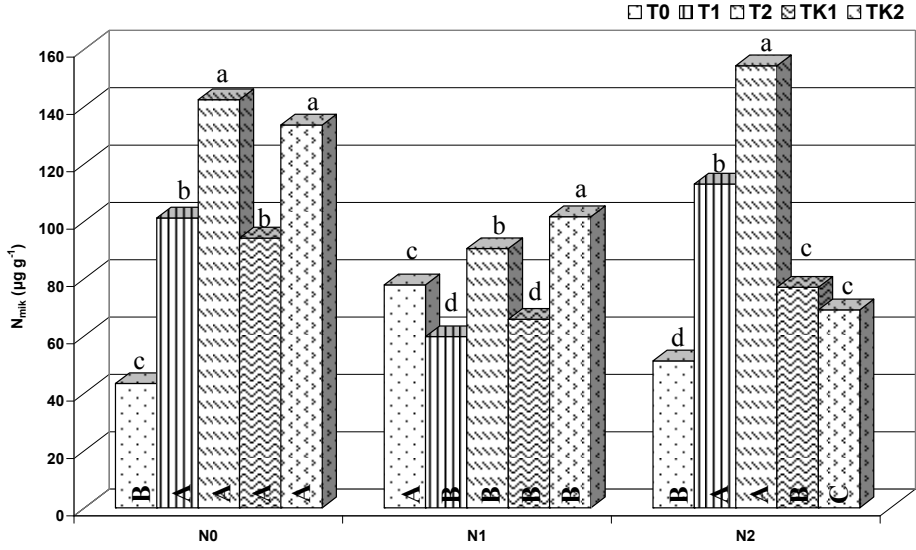
Çizelge 4.14 Tarla denemesi topraklarında N_{mik} miktarı değişimi.

Uygulamalar		Mikrobiyal biyomas-N ($\mu\text{g g}^{-1}$)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem Y	T_0	44.89	c	A	62.93	bc	A	49.09	c	A
	T_1	95.32	b	B	55.00	c	C	134.88	b	A
	T_2	98.63	b	B	104.35	a	B	213.46	a	A
	TK_1	79.75	b	A	29.27	c	B	52.55	c	AB
	TK_2	165.86	a	A	80.89	b	B	151.33	b	A
II. Dönem X	T_0	33.98	d	B	86.70	c	A	17.45	c	C
	T_1	91.26	c	B	76.84	c	B	124.30	b	A
	T_2	175.33	a	A	116.49	b	B	187.16	a	A
	TK_1	131.07	b	A	76.54	c	B	111.89	b	A
	TK_2	147.85	b	A	168.54	a	A	24.37	c	B
III. Dönem Z	T_0	51.20	d	A	83.65	a	A	87.16	a	A
	T_1	116.79	b	A	47.26	b	C	79.68	a	B
	T_2	153.15	a	A	50.45	b	B	62.03	ab	B
	TK_1	71.46	c	B	91.45	a	A	66.37	ab	B
	TK_2	86.95	c	A	55.16	b	AB	44.31	b	B

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Gerek T ve gerekse TK uygulanmış topraklarda doza bağlı olarak genellikle bir artış ortaya çıkmıştır. T uygulaması yapılan topraklarda N_2 azot dozu N_{mik} miktarını artırırken, TK verilen topraklarda azot dozlarının artışına bağlı olarak N_{mik} değerleri azalmıştır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Uygulama konularının azot dozlarına göre mikrobiyal biyomas-N miktarları değişimi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.1.3 Mikrobiyal biyomas-P' u (P_{mik})

Tarla denemesi topraklarında saptanan P_{mik} değişimi; toprak örneği alma dönemi, atık ve kompost uygulamaları ve bu faktörlerin interaksiyonundan $p < 0.01$ düzeyinde etkilenmiştir (Bkz. Ek 21). P_{mik} miktarları II. dönem topraklarında daha yüksek belirlenirken III. dönem toprakları en düşük P_{mik} değerlerine sahip olmuşlardır. Yine bu dönem topraklarında uygulamalar arasındaki fark azalmıştır (Çizelge 4.15). Araştırma topraklarının P_{mik} değerleri $102.2 - 195.5 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmiştir.

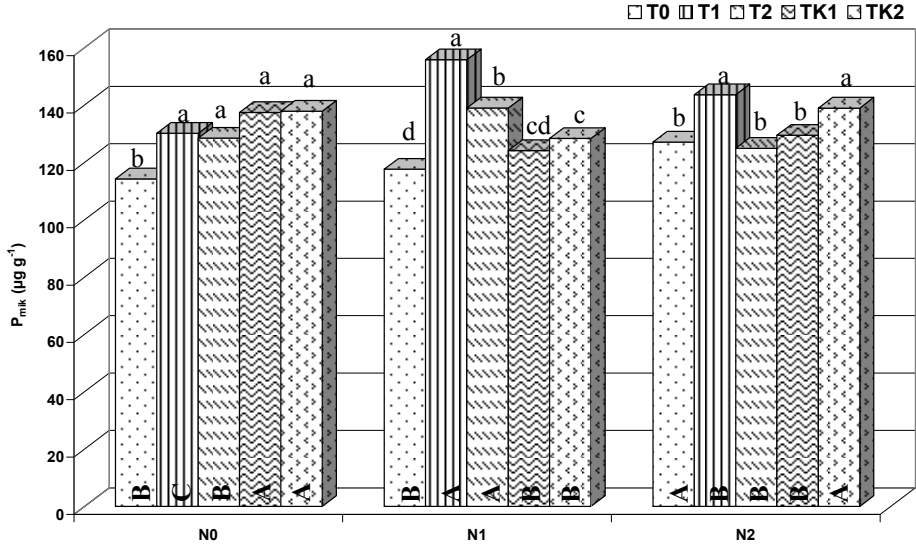
Çizelge 4.15 Tarla denemesi topraklarında P_{mik} miktarı değişimi.

Uygulamalar		Mikrobiyal biyomas-P ($\mu\text{g g}^{-1}$)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem Y	T_0	126.28	<i>b</i>	<i>A</i>	130.00	<i>b</i>	<i>A</i>	133.00	<i>a</i>	<i>A</i>
	T_1	129.23	<i>b</i>	<i>B</i>	158.07	<i>a</i>	<i>A</i>	141.89	<i>a</i>	<i>AB</i>
	T_2	165.25	<i>a</i>	<i>A</i>	152.56	<i>a</i>	<i>B</i>	109.79	<i>b</i>	<i>C</i>
	TK_1	140.05	<i>b</i>	<i>A</i>	117.12	<i>b</i>	<i>B</i>	128.09	<i>a</i>	<i>AB</i>
	TK_2	136.64	<i>b</i>	<i>A</i>	121.82	<i>b</i>	<i>A</i>	137.93	<i>a</i>	<i>A</i>
II. Dönem X	T_0	104.57	<i>d</i>	<i>B</i>	116.08	<i>c</i>	<i>AB</i>	124.42	<i>c</i>	<i>A</i>
	T_1	150.82	<i>b</i>	<i>B</i>	195.48	<i>a</i>	<i>A</i>	155.12	<i>a</i>	<i>B</i>
	T_2	117.92	<i>c</i>	<i>B</i>	136.38	<i>b</i>	<i>A</i>	144.36	<i>b</i>	<i>A</i>
	TK_1	147.33	<i>b</i>	<i>A</i>	126.62	<i>bc</i>	<i>B</i>	140.01	<i>b</i>	<i>A</i>
	TK_2	165.03	<i>a</i>	<i>A</i>	133.39	<i>bc</i>	<i>B</i>	156.16	<i>a</i>	<i>A</i>
III. Dönem Z	T_0	111.91	<i>ab</i>	<i>AB</i>	106.82	<i>b</i>	<i>B</i>	123.82	<i>a</i>	<i>A</i>
	T_1	110.49	<i>ab</i>	<i>B</i>	113.92	<i>b</i>	<i>B</i>	133.84	<i>a</i>	<i>A</i>
	T_2	102.17	<i>b</i>	<i>B</i>	128.07	<i>a</i>	<i>A</i>	120.62	<i>a</i>	<i>AB</i>
	TK_1	124.90	<i>a</i>	<i>A</i>	128.71	<i>a</i>	<i>A</i>	120.30	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_2	111.97	<i>ab</i>	<i>B</i>	129.84	<i>a</i>	<i>A</i>	122.80	<i>a</i>	<i>A</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamalar, büyük harfler ise dönemler arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Gerek N_0 ve gerekse N_1 uygulamalarında T ve TK uygulamaları P_{mik} miktarlarını kontrole oranla bir miktar arttırırken, N_2 azot dozunda sadece T_1 ve TK_2 uygulanmış topraklarda kontrole oranla daha yüksek P_{mik} miktarları saptanmıştır. Artan azot dozlarının P_{mik} miktarları üzerindeki etkisi farklılık göstermiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Uygulama konularının azot dozlarına göre mikrobiyal biyomas-P miktarları değişimi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.1.4 Enzim aktiviteleri

Tarla denemesi topraklarında incelenen 6 enzim (ALKFA, GLU, ArSA, PRO, ÜA, DHA) üzerine azot dozlarının tek başına etkisi önemli olmazken, ham tütün atığı (T) tüm enzim aktiviteleri üzerine; tütün kompostu (TK) ise üreaz dışındaki tüm enzimler üzerine etkili faktörler olmuştur. İkili interaksiyonlardan ise DxT tüm enzim aktiviteleri üzerine $p < 0.01$ düzeyinde önemli olurken, DxNxT üçlü interaksiyonu ALKFA, ArSA, PRO ve ÜA aktiviteleri için önemli çıkmıştır (Çizelge 4.12).

Tarla topraklarının alkalın fosfataz aktivitesi (ALKFA) 309.09 – 1547.65 $\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ değerleri arasında değişmiş ve I. dönemden III. döneme doğru bir azalış göstermiştir. I. dönemde en yüksek ALKFA miktarları tüm azot dozları için T_1 ve T_2 uygulanan topraklarda, II. ve III. dönemde ise yine tüm azot dozları için T_2 verilen topraklarda saptanmıştır (Çizelge 4.16).

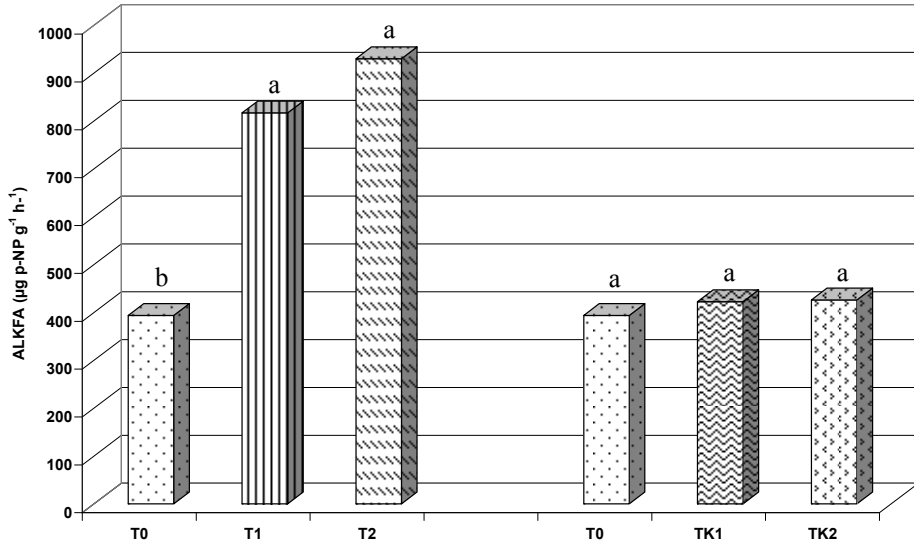
Çizelge 4.16 Tarla denemesi topraklarında alkalın fosfataz enzim aktivitesi

Uygulamalar		ALKFA ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem X	T_0	460.65	c	A	483.75	b	A	493.23	b	A
	T_1	1488.46	a	C	1519.30	a	B	1547.65	a	A
	T_2	1514.53	a	A	1515.12	a	A	1537.88	a	A
	TK_1	553.16	b	A	546.21	b	A	443.26	c	B
	TK_2	526.26	b	A	480.48	b	B	469.32	bc	B
II. Dönem Y	T_0	348.36	c	A	359.63	c	A	392.30	cd	A
	T_1	503.74	b	A	521.69	b	A	472.36	b	A
	T_2	645.36	a	B	649.37	a	B	831.54	a	A
	TK_1	342.88	c	B	430.39	c	A	361.35	d	B
	TK_2	360.87	c	B	359.52	c	B	413.29	c	A
III. Dönem Z	T_0	352.20	c	A	309.09	c	A	344.50	b	A
	T_1	383.06	bc	A	459.13	b	A	458.02	ab	A
	T_2	572.18	a	A	568.06	a	A	535.98	a	A
	TK_1	371.74	bc	A	361.83	bc	A	391.58	ab	A
	TK_2	423.62	b	A	403.40	bc	A	398.38	ab	A

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Ham tütün atığının artan dozları ALKFA aktivitesini arttırırken, TK uygulamaları kontrol ile aynı istatistiki grup içinde kalmıştır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 T ve TK uygulamalarının ALKFA aktivitesi üzerine olan etkisi
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

β -glukozidaz aktivitesinin (GLU) topraklarda dağılımı 35.19 – 247.11 μg Saligenin $\text{g}^{-1} 3\text{h}^{-1}$ arasında olmuş ve I. dönemden III. döneme doğru enzim miktarlarında azalmalar kaydedilmiştir. I. ve II. dönemde tüm azot dozları için en yüksek değerler T₂ uygulanmış topraklarda saptanırken, III. dönemde uygulamalar arasındaki fark ortadan kalkmıştır (Çizelge 4.17).

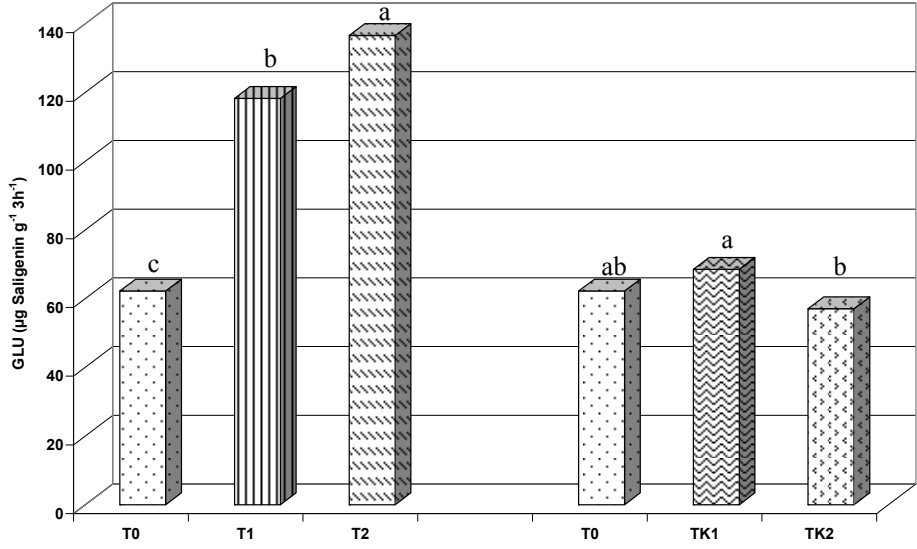
Çizelge 4.17 Tarla denemesi topraklarında β -glukozidaz enzim aktivitesi

Uygulamalar		GLU ($\mu\text{g Saligenin g}^{-1} 3\text{h}^{-1}$)								
		N ₀			N ₁			N ₂		
I. Dönem X	T ₀	76.87	c	A	80.83	cd	A	85.52	b	A
	T ₁	202.33	b	A	206.48	b	A	203.69	a	A
	T ₂	234.23	a	A	247.11	a	A	237.59	a	A
	TK ₁	71.19	c	A	102.98	c	A	74.40	b	A
	TK ₂	84.76	c	A	60.57	d	A	67.74	b	A
II. Dönem Y	T ₀	63.18	b	A	51.72	b	A	73.51	c	A
	T ₁	104.27	a	A	101.27	a	A	89.89	b	A
	T ₂	121.75	a	A	106.73	a	A	118.47	a	A
	TK ₁	72.32	b	A	93.13	ab	A	62.68	c	A
	TK ₂	60.29	b	A	58.03	b	A	60.73	c	A
III. Dönem Z	T ₀	35.19	b	A	45.59	a	A	47.31	a	A
	T ₁	57.07	a	A	54.19	a	A	45.50	a	A
	T ₂	60.84	a	A	45.06	a	B	57.44	a	AB
	TK ₁	46.79	ab	A	52.71	a	A	40.14	a	A
	TK ₂	36.25	b	A	37.36	a	A	47.92	a	A

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Ham tütün atığının (T) artan dozları GLU aktivitesini arttırırken, tütün kompostunun (TK) ilk dozunda enzim aktivitesi kontrole oranla biraz yükselmiş fakat ikinci dozla GLU miktarı azalmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 T ve TK uygulamalarının GLU aktivitesi üzerine olan etkisi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Tarla deneme topraklarında saptanan aril sülfataz enzim (ArSA) miktarları $29.07 - 178.46 \mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ arasında yer almıştır. Diğer iki enzimin aksine en yüksek ArSA miktarları son dönemde en düşük miktarlar ise II. dönemde belirlenmiştir. Tüm dönemlerde ve azot dozlarında en yüksek ArSA aktivitesi genellikle T_2 uygulanan topraklarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.18).

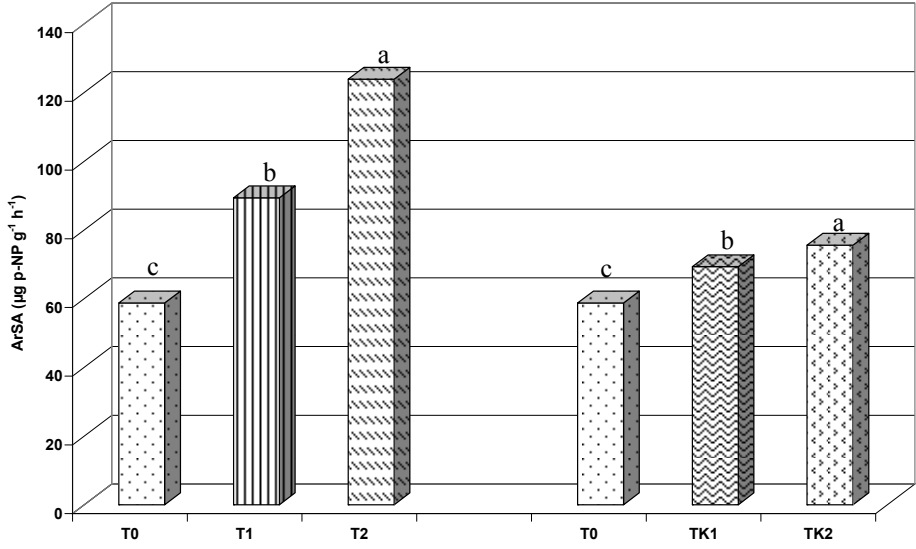
Çizelge 4.18 Tarla denemesi topraklarında aril sülfataz enzim aktivitesi

Uygulamalar		ArSA ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem Y	T_0	58.73	<i>b</i>	<i>A</i>	43.53	<i>b</i>	<i>A</i>	46.63	<i>c</i>	<i>A</i>
	T_1	119.86	<i>a</i>	<i>A</i>	57.04	<i>b</i>	<i>B</i>	121.72	<i>a</i>	<i>A</i>
	T_2	129.26	<i>a</i>	<i>B</i>	136.18	<i>a</i>	<i>A</i>	87.14	<i>b</i>	<i>C</i>
	TK_1	54.13	<i>b</i>	<i>A</i>	59.65	<i>b</i>	<i>A</i>	49.38	<i>c</i>	<i>A</i>
	TK_2	49.18	<i>b</i>	<i>A</i>	53.33	<i>b</i>	<i>A</i>	66.36	<i>c</i>	<i>A</i>
II. Dönem Z	T_0	35.20	<i>c</i>	<i>AB</i>	29.07	<i>b</i>	<i>B</i>	43.56	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_1	53.39	<i>b</i>	<i>A</i>	48.91	<i>ab</i>	<i>A</i>	41.77	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_2	83.59	<i>a</i>	<i>B</i>	63.96	<i>a</i>	<i>B</i>	108.77	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	37.49	<i>c</i>	<i>B</i>	56.79	<i>a</i>	<i>A</i>	45.07	<i>b</i>	<i>AB</i>
	TK_2	43.34	<i>bc</i>	<i>A</i>	46.37	<i>ab</i>	<i>A</i>	41.82	<i>b</i>	<i>A</i>
III. Dönem X	T_0	98.56	<i>c</i>	<i>A</i>	81.42	<i>c</i>	<i>B</i>	91.75	<i>b</i>	<i>AB</i>
	T_1	119.56	<i>c</i>	<i>A</i>	138.70	<i>ab</i>	<i>A</i>	112.98	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_2	178.46	<i>a</i>	<i>A</i>	160.21	<i>a</i>	<i>A</i>	166.90	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	100.91	<i>c</i>	<i>B</i>	124.76	<i>ab</i>	<i>A</i>	95.34	<i>b</i>	<i>B</i>
	TK_2	147.53	<i>b</i>	<i>A</i>	113.30	<i>bc</i>	<i>B</i>	118.53	<i>b</i>	<i>B</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Gerek T, gerekse TK uygulamaları ArSA aktivitesini istatistiki önemde arttırmıştır. Fakat T uygulamalarının yaptığı artışlar TK' a göre daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 T ve TK uygulamalarının ArSA aktivitesi üzerine olan etkisi
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

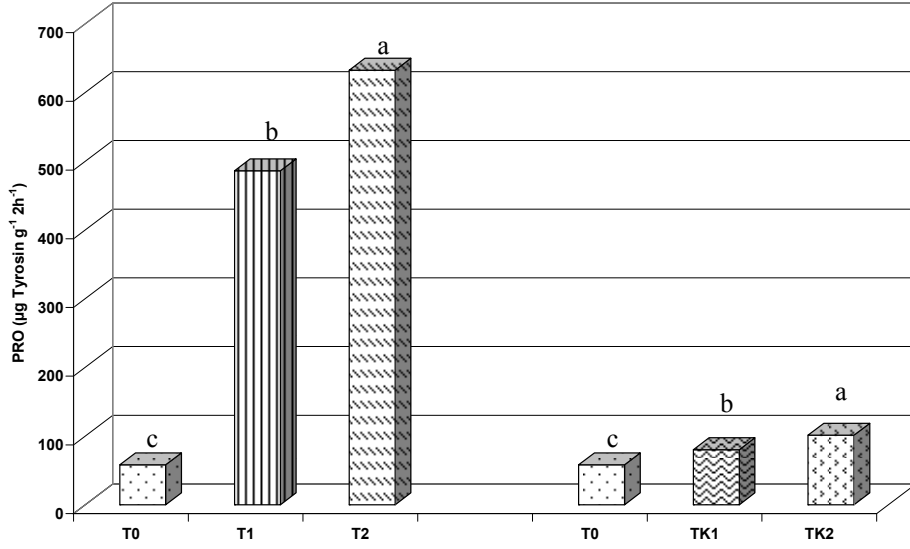
Tarla toprağının proteaz (PRO) aktivitesi $30.60 - 1679.69 \mu\text{g Tyrosin g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$ değerleri arasında değişmiş ve I. dönemden III. döneme doğru bir azalış göstermiştir. Tüm dönemlerde ve azot dozlarında en yüksek PRO miktarları T_2 uygulanan topraklarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.19). Bu uygulama PRO aktivitesini kontrole oranla yaklaşık 12 kat daha fazla arttırırken, T_1 uygulaması ile de yüksek artış oranları (yaklaşık 10 kat) sağlanmıştır. Buna karşın tütün kompostu uygulamaları PRO miktarını çok küçük oranlarda arttırmıştır (Şekil 4.24).

Çizelge 4.19 Tarla denemesi topraklarında proteaz enzim aktivitesi

Uygulamalar		PRO ($\mu\text{g Tyrosin g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)								
		N ₀			N ₁			N ₂		
I. Dönem X	T ₀	58.07	c	AB	49.30	c	B	61.50	c	A
	T ₁	1173.17	b	A	1287.83	b	A	1243.13	b	A
	T ₂	1561.40	a	A	1469.59	a	A	1676.69	a	A
	TK ₁	105.97	c	A	101.94	c	A	65.80	c	B
	TK ₂	136.88	c	A	136.76	c	A	117.17	c	A
II. Dönem Y	T ₀	69.83	c	A	75.83	b	A	87.78	c	A
	T ₁	148.13	b	A	148.74	b	A	146.34	b	A
	T ₂	193.76	a	B	203.73	a	B	277.36	a	A
	TK ₁	83.09	c	A	98.43	c	A	82.38	c	A
	TK ₂	74.34	c	B	88.61	c	B	112.46	c	A
III. Dönem Z	T ₀	41.67	d	A	33.01	c	A	45.60	b	A
	T ₁	62.85	c	B	90.03	a	A	74.62	a	AB
	T ₂	124.60	a	A	99.93	a	AB	88.00	a	B
	TK ₁	91.82	b	A	61.64	b	B	30.61	b	C
	TK ₂	98.07	b	A	58.39	b	B	84.94	a	A

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.



Şekil 4.24 T ve TK uygulamalarının PRO aktivitesi üzerine olan etkisi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

Üreaz aktivitesinin (ÜA) topraklarda dağılımı $15.00 - 192.33 \mu\text{g N g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$ arasında olmuş ve I. dönemden III. döneme doğru enzim miktarlarında azalmalar kaydedilmiştir. Tüm dönemlerde ve azot dozlarında en yüksek ÜA miktarları T_2 verilmiş topraklarda saptanmıştır (Çizelge 4.20).

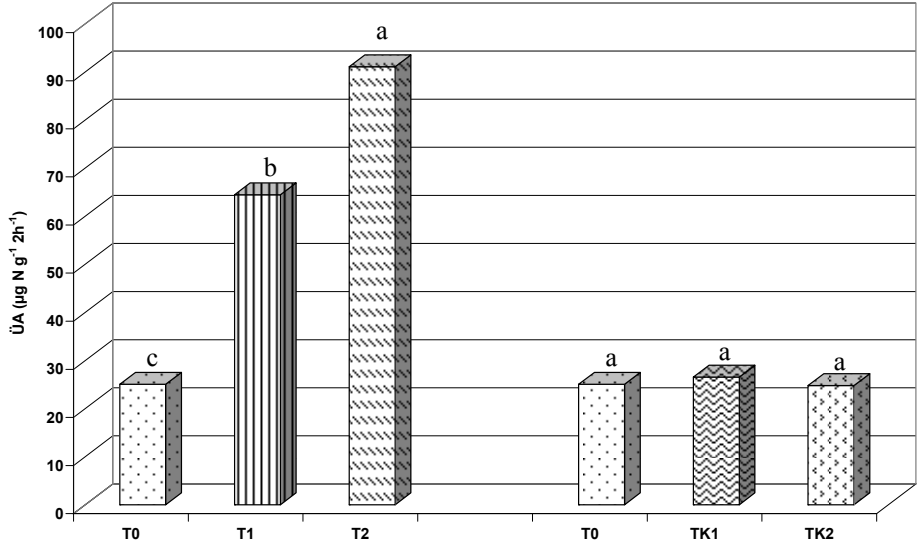
Çizelge 4.20 Tarla denemesi topraklarında üreaz enzim aktivitesi

Uygulamalar		ÜA ($\mu\text{g N g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)								
		N ₀			N ₁			N ₂		
I. Dönem X	T ₀	22.11	c	A	22.93	c	A	16.17	c	B
	T ₁	124.98	b	A	113.15	b	A	115.65	b	A
	T ₂	156.17	a	B	163.67	a	B	192.33	a	A
	TK ₁	24.86	c	A	23.34	c	A	15.00	c	B
	TK ₂	23.29	c	A	15.48	c	B	18.56	c	B
II. Dönem Y	T ₀	27.50	c	A	28.02	b	A	32.70	bc	A
	T ₁	37.54	b	A	48.30	ab	A	42.84	b	A
	T ₂	65.17	a	AB	51.06	a	B	68.10	a	A
	TK ₁	25.80	c	B	34.41	ab	A	27.30	c	B
	TK ₂	24.28	c	A	29.02	ab	A	28.85	c	A
III. Dönem Z	T ₀	26.23	b	A	24.02	c	A	25.77	b	A
	T ₁	29.79	b	A	33.58	ab	A	34.28	ab	A
	T ₂	42.72	a	A	40.53	a	A	39.87	a	A
	TK ₁	32.92	b	A	30.19	bc	A	25.14	b	A
	TK ₂	31.88	b	A	25.13	bc	B	26.65	b	B

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Hidrolaz grubu diğer enzimlerde olduğu gibi ÜA aktivitesinde de T uygulama dozundaki artışa bağlı olarak yükselmeler saptanmıştır. TK uygulanan topraklar ise kontrol toprak ile yaklaşık aynı ÜA miktarlarına sahip olmuştur (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 T ve TK uygulamalarının ÜA aktivitesi üzerine olan etkisi
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

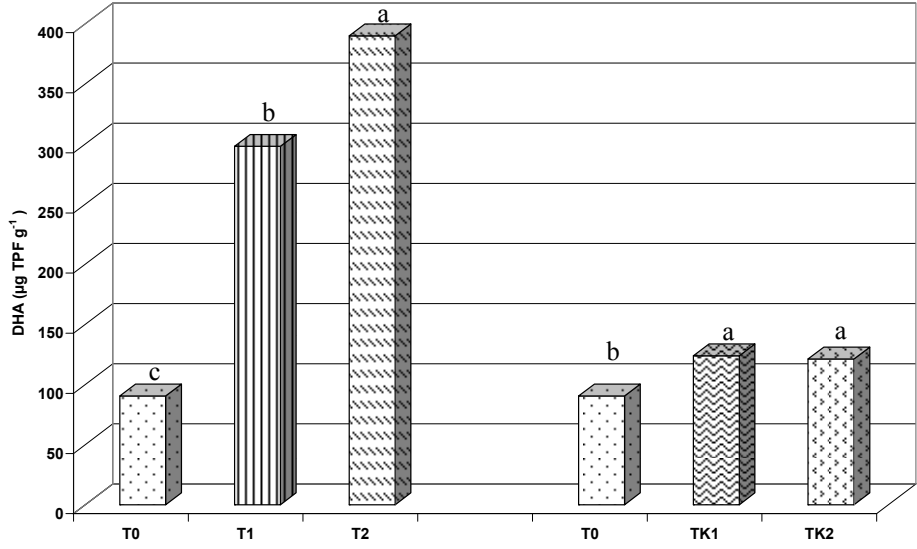
Tarla denemesi topraklarında saptanan son enzim olan dehidrogenaz (DHA) enzim miktarları $60.09 - 635.22 \mu\text{g TPF g}^{-1}$ arasında yer almıştır. Bu enzim aktivitesi de ilk dönemden son döneme doğru bir azalma göstermiş ve en yüksek değerler tüm dönemler ve azot dozları için T_2 uygulanan topraklarda saptanmıştır (Çizelge 4.21). T_1 uygulamasının da önemli artışlara neden olduğu çalışma topraklarında TK uygulamalarının kontrole oranla sağladığı artışlar çok düşük oranlarda olmuştur (Şekil 4.26).

Çizelge 4.21 Tarla denemesi topraklarında dehidrogenaz enzim aktivitesi

Uygulamalar		DHA ($\mu\text{g TPF g}^{-1}$)								
		N ₀			N ₁			N ₂		
I. Dönem X	T ₀	80.34	<i>b</i>	<i>A</i>	80.62	<i>c</i>	<i>A</i>	84.80	<i>c</i>	<i>A</i>
	T ₁	554.30	<i>a</i>	<i>A</i>	520.71	<i>b</i>	<i>A</i>	463.35	<i>b</i>	<i>A</i>
	T ₂	581.57	<i>a</i>	<i>A</i>	635.22	<i>a</i>	<i>A</i>	592.56	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK ₁	145.01	<i>b</i>	<i>A</i>	144.74	<i>c</i>	<i>A</i>	77.37	<i>c</i>	<i>B</i>
	TK ₂	131.75	<i>b</i>	<i>A</i>	99.93	<i>c</i>	<i>A</i>	98.63	<i>c</i>	<i>A</i>
II. Dönem Y	T ₀	110.45	<i>c</i>	<i>A</i>	93.08	<i>d</i>	<i>A</i>	133.13	<i>c</i>	<i>A</i>
	T ₁	252.53	<i>b</i>	<i>A</i>	231.12	<i>b</i>	<i>A</i>	240.70	<i>b</i>	<i>A</i>
	T ₂	370.69	<i>a</i>	<i>A</i>	357.25	<i>a</i>	<i>A</i>	406.87	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK ₁	141.85	<i>c</i>	<i>A</i>	174.84	<i>b</i>	<i>A</i>	129.90	<i>c</i>	<i>A</i>
	TK ₂	123.40	<i>c</i>	<i>A</i>	155.52	<i>cd</i>	<i>A</i>	123.45	<i>c</i>	<i>A</i>
III. Dönem Z	T ₀	88.05	<i>c</i>	<i>A</i>	60.09	<i>d</i>	<i>B</i>	82.82	<i>c</i>	<i>A</i>
	T ₁	129.16	<i>b</i>	<i>B</i>	146.05	<i>b</i>	<i>A</i>	119.24	<i>b</i>	<i>B</i>
	T ₂	200.28	<i>a</i>	<i>A</i>	170.77	<i>a</i>	<i>B</i>	219.48	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK ₁	94.73	<i>c</i>	<i>A</i>	133.01	<i>c</i>	<i>A</i>	93.38	<i>bc</i>	<i>A</i>
	TK ₂	120.31	<i>b</i>	<i>A</i>	110.57	<i>c</i>	<i>A</i>	109.73	<i>bc</i>	<i>A</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.



Şekil 4.26 T ve TK uygulamalarının DHA aktivitesi üzerine olan etkisi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.)

4.3.1.5 Mikroorganizma sayımları

Tarla denemesinin sadece II. döneminde alınan toprak örneklerinde nitrifikasyon bakterileri, genel bakteri, azotobakter ve fungus sayımları da yapılmış ve bu mikroorganizma sayımlarına ait sonuçlar Çizelge 4.22’de toplu olarak verilmiştir. Mikroorganizma sayımları üzerine azot (N), ham tütün (T) ve tütün kompostu (TK) uygulamaları ile bu faktörlerin interaksiyonlarının etkisi önemli olmuştur (Bkz. Ek 28 – 32).

Azotobakter dışındaki diğer tüm mikroorganizma gruplarının sayılarını en fazla arttıran uygulama ham tütün atığı (T) olurken, azotobakterleri tütün kompostu (TK) uygulamaları daha fazla uyarmıştır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak tüm uygulamalarda genel bakteri sayısı artarken, azotobakter ve fungus sayıları azalmıştır. Nitrifikasyon bakterilerinde ise T uygulanmış topraklarda artan N dozları farklı etkilere neden olurken, TK verilmiş topraklarda artan azot dozları amonyum oksitleyicileri arttırmış fakat nitrit oksitleyiciler üzerine herhangi bir etkisi ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Tarla denemesi II. dönem (04.07.2008) topraklarında saptanan mikroorganizma sayıları

Uygulamalar	Amonyum oksitleyici bakteriler (adet g ⁻¹ kt)								
	N ₀			N ₁			N ₂		
T ₀	205	<i>e</i>	<i>B</i>	183	<i>c</i>	<i>B</i>	245	<i>c</i>	<i>A</i>
T ₁	1540	<i>a</i>	<i>A</i>	1318	<i>a</i>	<i>C</i>	1453	<i>b</i>	<i>B</i>
T ₂	1451	<i>b</i>	<i>B</i>	1314	<i>a</i>	<i>C</i>	1515	<i>a</i>	<i>A</i>
TK ₁	267	<i>d</i>	<i>C</i>	1139	<i>b</i>	<i>B</i>	1443	<i>b</i>	<i>A</i>
TK ₂	327	<i>c</i>	<i>C</i>	1150	<i>b</i>	<i>B</i>	1454	<i>b</i>	<i>A</i>

Uygulamalar	Nitrit oksitleyici bakteriler (adet g ⁻¹ kt)								
	N ₀			N ₁			N ₂		
T ₀	1439	<i>c</i>	<i>A</i>	1462	<i>a</i>	<i>A</i>	1450	<i>b</i>	<i>A</i>
T ₁	1487	<i>a</i>	<i>A</i>	1446	<i>a</i>	<i>B</i>	1453	<i>b</i>	<i>B</i>
T ₂	1468	<i>ab</i>	<i>B</i>	1472	<i>a</i>	<i>B</i>	1514	<i>a</i>	<i>A</i>
TK ₁	1474	<i>a</i>	<i>A</i>	1450	<i>a</i>	<i>A</i>	1445	<i>b</i>	<i>A</i>
TK ₂	1444	<i>bc</i>	<i>A</i>	1444	<i>a</i>	<i>A</i>	1437	<i>b</i>	<i>A</i>

Uygulamalar	Genel bakteri (adetx10 ⁴ g ⁻¹ kt)								
	N ₀			N ₁			N ₂		
T ₀	1741	<i>e</i>	<i>A</i>	1443	<i>e</i>	<i>C</i>	1498	<i>d</i>	<i>B</i>
T ₁	3939	<i>b</i>	<i>A</i>	4117	<i>b</i>	<i>A</i>	4593	<i>b</i>	<i>A</i>
T ₂	5146	<i>a</i>	<i>C</i>	5794	<i>a</i>	<i>B</i>	5903	<i>a</i>	<i>A</i>
TK ₁	1913	<i>d</i>	<i>C</i>	2448	<i>d</i>	<i>B</i>	2517	<i>c</i>	<i>A</i>
TK ₂	1942	<i>c</i>	<i>C</i>	2628	<i>c</i>	<i>B</i>	2978	<i>c</i>	<i>A</i>

Çizelge 4.22 devam

Uygulamalar	Azotobakter (adet g ⁻¹ kt)								
	N ₀			N ₁			N ₂		
T ₀	1183	<i>c</i>	<i>A</i>	449	<i>c</i>	<i>B</i>	403	<i>d</i>	<i>C</i>
T ₁	1537	<i>b</i>	<i>A</i>	1256	<i>b</i>	<i>B</i>	769	<i>b</i>	<i>C</i>
T ₂	1540	<i>b</i>	<i>A</i>	1259	<i>b</i>	<i>B</i>	556	<i>c</i>	<i>C</i>
TK ₁	1536	<i>b</i>	<i>A</i>	1431	<i>a</i>	<i>B</i>	1136	<i>a</i>	<i>C</i>
TK ₂	1948	<i>a</i>	<i>A</i>	1415	<i>a</i>	<i>B</i>	1110	<i>a</i>	<i>C</i>

Uygulamalar	Fungus (adetx10 ³ g ⁻¹ kt)								
	N ₀			N ₁			N ₂		
T ₀	134	<i>e</i>	<i>A</i>	104	<i>e</i>	<i>B</i>	70	<i>c</i>	<i>C</i>
T ₁	910	<i>b</i>	<i>A</i>	506	<i>b</i>	<i>B</i>	430	<i>b</i>	<i>C</i>
T ₂	1626	<i>a</i>	<i>A</i>	1504	<i>a</i>	<i>B</i>	1122	<i>a</i>	<i>C</i>
TK ₁	245	<i>c</i>	<i>A</i>	210	<i>c</i>	<i>B</i>	138	<i>c</i>	<i>C</i>
TK ₂	197	<i>d</i>	<i>A</i>	139	<i>d</i>	<i>B</i>	101	<i>c</i>	<i>C</i>

4.3.2 Ham tütün atığı, tütün atığı kompostu ve azotlu gübre uygulamalarının toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri

4.3.2.1 pH

Araştırma topraklarının pH' sı; toprak örneği alım dönemi (D), azot (N), ham tütün (T), tütün kompostu (TK) uygulamaları ile DxT ve NxT interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.12).

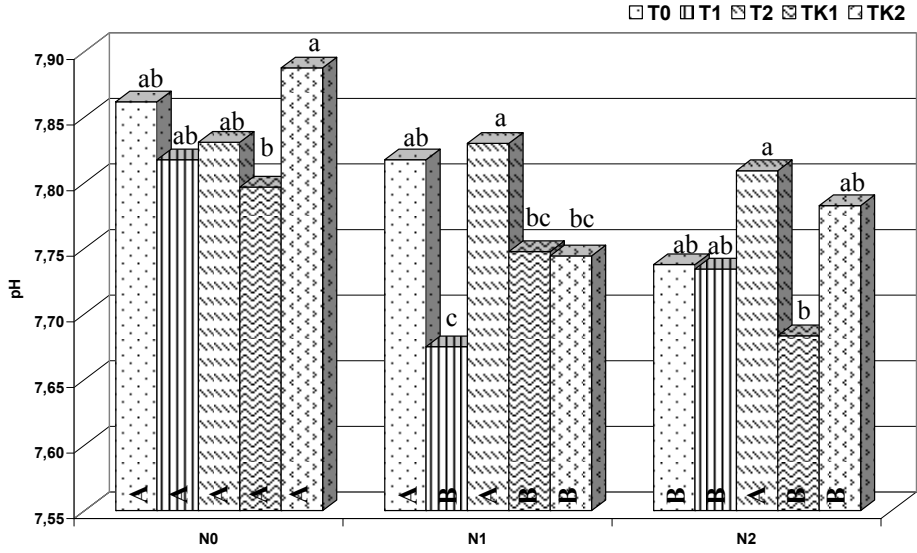
Toprakların pH değerleri 7.44 – 8.03 arasında değişmiştir. Araştırma topraklarının pH değerleri I. dönemden III. döneme doğru bir artış göstermiştir. En yüksek pH değerlerinin görüldüğü son dönem topraklarında, kontrol toprak ile atık ve kompost uygulanan topraklar arasında pH açısından istatistiki bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.23). Azot dozundaki artışa bağlı olarak genelde pH da bir düşme meydana gelmiştir (Şekil 4.27).

Çizelge 4.23 Tarla denemesi topraklarında pH değişimi

Uygulamalar		pH								
		N ₀			N ₁			N ₂		
I. Dönem Z	T ₀	7.81	a	A	7.57	ab	B	7.46	a	B
	T ₁	7.61	c	A	7.46	ab	B	7.44	a	B
	T ₂	7.73	ab	A	7.69	a	A	7.69	a	A
	TK ₁	7.70	bc	A	7.56	ab	AB	7.47	a	B
	TK ₂	7.73	ab	A	7.53	ab	B	7.52	a	B
II. Dönem Y	T ₀	7.76	bc	B	7.86	a	A	7.81	ab	A
	T ₁	7.86	ab	A	7.65	c	B	7.86	a	A
	T ₂	7.79	bc	A	7.83	ab	A	7.86	a	A
	TK ₁	7.73	c	A	7.76	b	A	7.70	b	A
	TK ₂	7.91	a	A	7.74	bc	C	7.84	a	B
III. Dönem X	T ₀	8.02	a	A	8.02	a	A	7.95	a	A
	T ₁	7.98	a	A	7.92	a	A	7.91	a	A
	T ₂	7.97	a	A	7.98	a	A	7.88	a	A
	TK ₁	7.96	a	A	7.93	a	A	7.89	a	A
	TK ₂	8.03	a	A	7.97	a	A	7.99	a	A

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.



Şekil 4.27 Uygulama konularının azot dozlarına göre pH değerleri değişimi
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.2.2 Suda çözünebilir toplam tuz (SÇTT)

Suda çözünebilir toplam tuz miktarları; toprak örneği alım dönemi (D), azot (N), ham tütün (T), tütün kompostu (TK) uygulamaları ile D $\times$ N, D $\times$ T ve N $\times$ TK interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.12). Toprakların SÇTT miktarları % 0.068 – 0.361 arasında dağılım göstermiştir. I. dönemde yüksek olan SÇTT miktarları, ikinci dönem topraklarında azalmış, fakat son dönemde tekrar yükselme gösterse de bu yükselme ilk dönem kadar fazla olmamıştır. İlk dönem ham tütün (T) uygulaması yapılan topraklarda SÇTT miktarları kontrol ve TK uygulanmış topraklara oranla daha fazla iken, sonraki dönem

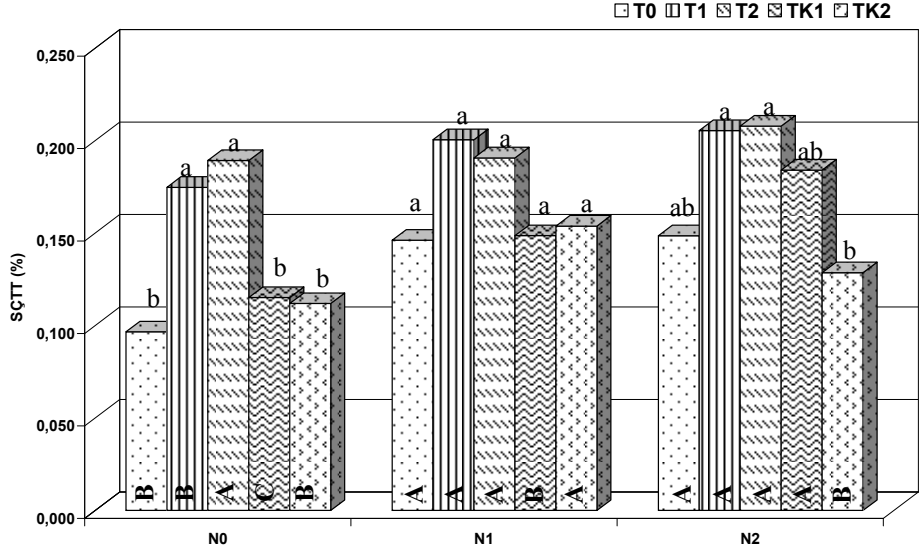
topraklarında bu farklılık ortadan kalkmıştır (Çizelge 4.24). Gerek kontrol toprakta (T_0) gerekse atık ve kompost uygulanmış topraklarda, azot dozlarındaki artışa bağlı olarak genellikle toprakların SÇTT içerikleri de artmıştır (Şekil 4.28).

Çizelge 4.24 Tarla denemesi topraklarında suda çözünebilir toplam tuz miktarı değişimi

Uygulamalar		SÇTT (%)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem X	T_0	0.100	<i>b</i>	<i>C</i>	0.171	<i>b</i>	<i>B</i>	0.215	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_1	0.270	<i>a</i>	<i>B</i>	0.326	<i>a</i>	<i>A</i>	0.323	<i>a</i>	<i>A</i>
	T_2	0.302	<i>a</i>	<i>A</i>	0.353	<i>a</i>	<i>A</i>	0.361	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	0.118	<i>b</i>	<i>B</i>	0.215	<i>b</i>	<i>A</i>	0.214	<i>b</i>	<i>A</i>
	TK_2	0.097	<i>b</i>	<i>B</i>	0.185	<i>b</i>	<i>A</i>	0.196	<i>b</i>	<i>A</i>
II. Dönem Z	T_0	0.072	<i>b</i>	<i>B</i>	0.116	<i>a</i>	<i>A</i>	0.098	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_1	0.118	<i>ab</i>	<i>A</i>	0.121	<i>a</i>	<i>A</i>	0.114	<i>ab</i>	<i>A</i>
	T_2	0.130	<i>a</i>	<i>A</i>	0.104	<i>a</i>	<i>A</i>	0.101	<i>ab</i>	<i>A</i>
	TK_1	0.089	<i>ab</i>	<i>A</i>	0.091	<i>a</i>	<i>A</i>	0.125	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_2	0.095	<i>ab</i>	<i>AB</i>	0.119	<i>a</i>	<i>A</i>	0.068	<i>c</i>	<i>B</i>
III. Dönem Y	T_0	0.119	<i>a</i>	<i>A</i>	0.152	<i>a</i>	<i>A</i>	0.133	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_1	0.137	<i>a</i>	<i>A</i>	0.155	<i>a</i>	<i>A</i>	0.180	<i>ab</i>	<i>A</i>
	T_2	0.136	<i>a</i>	<i>A</i>	0.115	<i>a</i>	<i>A</i>	0.162	<i>ab</i>	<i>A</i>
	TK_1	0.139	<i>a</i>	<i>A</i>	0.141	<i>a</i>	<i>A</i>	0.213	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_2	0.143	<i>a</i>	<i>AB</i>	0.158	<i>a</i>	<i>A</i>	0.123	<i>b</i>	<i>B</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.



Şekil 4.28 Uygulama konularının azot dozlarına göre suda çözünebilir toplam tuz miktarı değişimi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.2.3 Organik madde (OM)

Toprakların OM miktarları; toprak örneği alım dönemi (D), azot (N), ham tütün, tütün kompostu (TK) uygulamaları ile DxT, NxT ve NxTK interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.12). Tarla topraklarındaki organik madde miktarının dağılımı % 0.70 – 2.35 değerleri arasında olmuştur. En yüksek OM miktarları I. dönem topraklarında saptanırken, II. ve III. dönemde toprakların OM içeriği azalmıştır. Kontrole oranla en fazla OM artışına neden olan uygulamalar T₂ ve T₁ olmuştur. İlk dönemde bu uygulamaların yarattığı farklılıklar

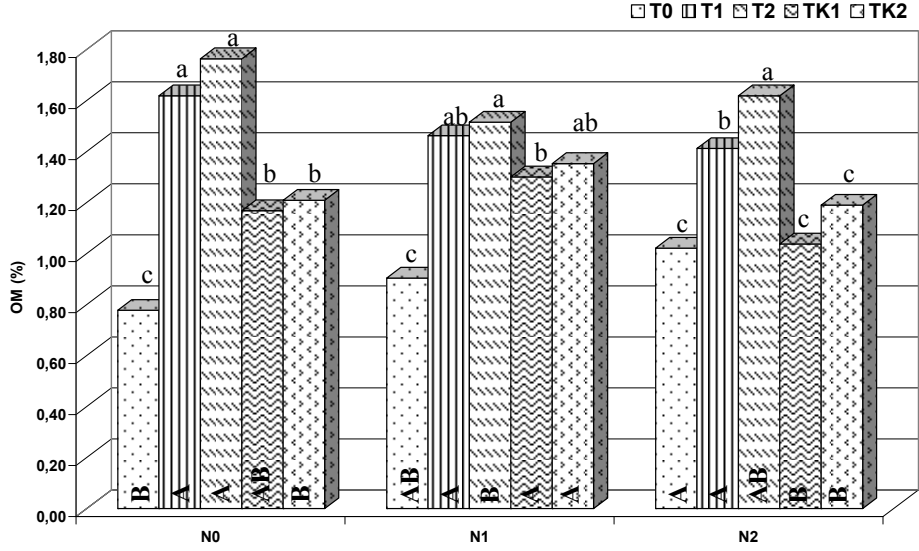
daha fazla iken, son döneme doğru TK ile T arasındaki fark kapanmıştır (Çizelge 4.25). Hiç uygulama yapılmamış topraklarda (T_0) azot dozundaki artışa bağlı olarak OM içeriğinde de hafif bir yükselme ortaya çıkmasına rağmen, T ve TK uygulanmış topraklarda artan azot dozları toprakların OM miktarını genellikle biraz azaltmıştır (Şekil 4.29).

Çizelge 4.25 Tarla denemesi topraklarında organik madde miktarı değişimi

Uygulamalar		OM (%)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem X	T_0	0.85	d	A	0.84	c	A	1.02	c	A
	T_1	1.94	b	A	1.65	ab	A	1.64	b	A
	T_2	2.35	a	A	1.72	a	C	2.01	a	B
	TK_1	1.24	c	A	1.48	b	A	1.10	c	A
	TK_2	1.40	c	A	1.55	ab	A	1.33	bc	A
II. Dönem Y	T_0	0.78	c	A	0.76	b	A	0.96	bc	A
	T_1	1.35	ab	A	1.41	a	A	1.34	ab	A
	T_2	1.49	a	AB	1.24	a	B	1.69	a	A
	TK_1	1.19	b	A	1.17	a	A	0.93	c	B
	TK_2	1.12	b	A	1.10	a	A	1.09	c	A
III. Dönem Y	T_0	0.70	b	A	1.11	a	A	1.09	a	A
	T_1	1.57	a	A	1.33	a	A	1.25	a	A
	T_2	1.45	a	A	1.58	a	A	1.15	a	A
	TK_1	1.07	ab	A	1.25	a	A	1.09	a	A
	TK_2	1.10	ab	B	1.41	a	A	1.15	a	B

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha=0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.



Şekil 4.29 Uygulama konularının azot dozlarına göre organik madde miktarı değişimi (Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.2.4 Toplam azot (N_t)

Araştırma topraklarının N_t miktarları; dönem (D) ve ham tütün (T) uygulamaları ile $D \times N$, $D \times T$, $D \times TK$, $N \times T$ ve $N \times TK$ interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.12). Toprakların N_t miktarları % 0.056 – 0.140 arasında yer almıştır. I. dönemde en yüksek N_t miktarları saptanırken, II. ve III. dönemde gittikçe azalan N_t içerikleri belirlenmiştir. Kontrole oranla toprağın N_t içeriğini en fazla arttıran uygulama T_2 olmuştur. TK uygulamalarının toprakların N_t kapsamına katkıları olmamıştır (Çizelge 4.26). Azot uygulamalarına bağlı olarak T

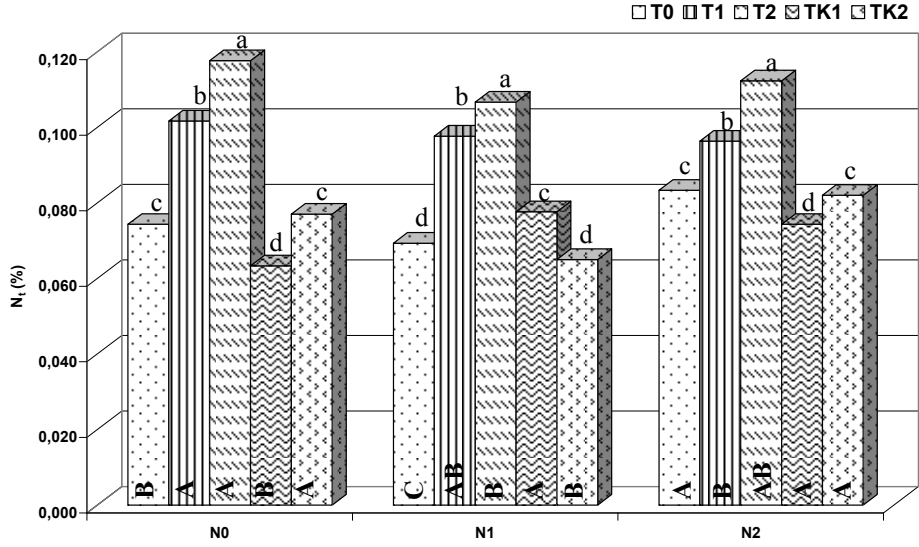
uygulanmış toprakların N_t içerikleri bir miktar azalırken, TK verilen topraklarda N_2 dozunda hafif bir artış meydana gelmiştir (Şekil 4.30).

Çizelge 4.26 Tarla denemesi topraklarında toplam azot miktarı değişimi

Uygulamalar		N_t (%)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem X	T_0	0.076	<i>c</i>	<i>B</i>	0.076	<i>c</i>	<i>B</i>	0.089	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_1	0.120	<i>b</i>	<i>AB</i>	0.123	<i>a</i>	<i>A</i>	0.115	<i>a</i>	<i>B</i>
	T_2	0.140	<i>a</i>	<i>A</i>	0.129	<i>a</i>	<i>B</i>	0.122	<i>a</i>	<i>B</i>
	TK_1	0.064	<i>d</i>	<i>B</i>	0.084	<i>b</i>	<i>A</i>	0.078	<i>c</i>	<i>A</i>
	TK_2	0.073	<i>c</i>	<i>AB</i>	0.067	<i>c</i>	<i>B</i>	0.081	<i>c</i>	<i>A</i>
II. Dönem Y	T_0	0.074	<i>c</i>	<i>AB</i>	0.070	<i>c</i>	<i>B</i>	0.084	<i>c</i>	<i>A</i>
	T_1	0.101	<i>b</i>	<i>A</i>	0.090	<i>ab</i>	<i>A</i>	0.098	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_2	0.118	<i>a</i>	<i>A</i>	0.104	<i>a</i>	<i>A</i>	0.118	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	0.070	<i>c</i>	<i>A</i>	0.076	<i>bc</i>	<i>A</i>	0.081	<i>c</i>	<i>A</i>
	TK_2	0.074	<i>c</i>	<i>AB</i>	0.064	<i>c</i>	<i>B</i>	0.081	<i>c</i>	<i>A</i>
III. Dönem Z	T_0	0.073	<i>c</i>	<i>A</i>	0.062	<i>b</i>	<i>B</i>	0.075	<i>b</i>	<i>A</i>
	T_1	0.084	<i>b</i>	<i>A</i>	0.080	<i>a</i>	<i>B</i>	0.076	<i>b</i>	<i>C</i>
	T_2	0.095	<i>a</i>	<i>A</i>	0.087	<i>a</i>	<i>A</i>	0.099	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	0.056	<i>d</i>	<i>B</i>	0.073	<i>ab</i>	<i>A</i>	0.064	<i>c</i>	<i>AB</i>
	TK_2	0.084	<i>b</i>	<i>A</i>	0.064	<i>b</i>	<i>B</i>	0.084	<i>b</i>	<i>A</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.



Şekil 4.30 Uygulama konularının azot dozlarına göre toplam azot içeriği değişimi (Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.)

4.3.2.4 Alınabilir fosfor (P_{al})

Toprakların P_{al} miktarları; dönem (D), azot (N), ham tütün (T), tütün kompostu (TK) uygulamaları ile $D \times N$, $D \times T$, $D \times TK$, $N \times T$, $N \times TK$, $D \times N \times T$ ve $D \times N \times TK$ interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.12). Araştırma topraklarında saptanan en düşük ve en yüksek P_{al} miktarları 1.26 mg kg^{-1} ve 15.94 mg kg^{-1} olmuştur. İkinci dönem topraklarında daha yüksek P_{al} miktarları saptanırken, son dönem toprakların P_{al} içerikleri azalmıştır. T_2 uygulanan tüm parseller en yüksek P_{al} içeriklerine sahip olmuşlardır. T_1 ve TK uygulamalarının da toprağın P_{al} kapsamına olumlu etkileri ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27 Tarla denemesi topraklarında alınabilir fosfor miktarı değişimi

Uygulamalar		P_{al} (mg kg ⁻¹)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem Y	T_0	1.26	<i>e</i>	<i>A</i>	1.26	<i>d</i>	<i>A</i>	1.50	<i>d</i>	<i>A</i>
	T_1	7.42	<i>b</i>	<i>A</i>	6.34	<i>b</i>	<i>B</i>	5.12	<i>b</i>	<i>C</i>
	T_2	13.50	<i>a</i>	<i>B</i>	8.24	<i>a</i>	<i>C</i>	15.94	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	4.10	<i>d</i>	<i>A</i>	2.94	<i>c</i>	<i>B</i>	1.26	<i>d</i>	<i>C</i>
	TK_2	5.08	<i>c</i>	<i>A</i>	2.60	<i>c</i>	<i>B</i>	2.56	<i>c</i>	<i>B</i>
II. Dönem X	T_0	2.02	<i>b</i>	<i>A</i>	2.24	<i>d</i>	<i>A</i>	2.12	<i>c</i>	<i>A</i>
	T_1	7.60	<i>d</i>	<i>A</i>	7.68	<i>b</i>	<i>A</i>	6.10	<i>b</i>	<i>B</i>
	T_2	14.30	<i>a</i>	<i>A</i>	9.46	<i>a</i>	<i>B</i>	14.42	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	4.18	<i>c</i>	<i>B</i>	6.42	<i>b</i>	<i>A</i>	2.32	<i>c</i>	<i>C</i>
	TK_2	4.90	<i>c</i>	<i>A</i>	4.56	<i>c</i>	<i>A</i>	6.44	<i>b</i>	<i>A</i>
III. Dönem Z	T_0	1.40	<i>c</i>	<i>B</i>	1.52	<i>d</i>	<i>B</i>	1.95	<i>d</i>	<i>A</i>
	T_1	4.56	<i>b</i>	<i>A</i>	3.10	<i>c</i>	<i>B</i>	2.54	<i>c</i>	<i>B</i>
	T_2	6.30	<i>a</i>	<i>A</i>	6.36	<i>a</i>	<i>A</i>	5.36	<i>a</i>	<i>A</i>
	TK_1	2.14	<i>c</i>	<i>B</i>	3.72	<i>b</i>	<i>A</i>	1.60	<i>d</i>	<i>C</i>
	TK_2	3.92	<i>b</i>	<i>A</i>	3.58	<i>bc</i>	<i>A</i>	3.92	<i>b</i>	<i>A</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

4.3.2.5 Alınabilir potasyum (K_{al})

Toprakların K_{al} miktarları; dönem (D) ve azot (N) uygulamaları ile $D \times N$ ve $N \times T$ interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.12). Çalışma topraklarının K_{al} dağılımı 249.32 mg kg⁻¹ ile 1563.65 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. En yüksek K_{al} miktarları I.

dönemde saptanırken, II: ve III. dönemde miktarlarda azalmalar ortaya çıkmıştır. İstatistiki açıdan önemli bulunmasa da gerek T ve gerekse TK uygulamaları toprakların K_{al} miktarlarını arttırmıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28 Tarla denemesi topraklarında alınabilir potasyum miktarı değişimi

Uygulamalar		K_{al} (mg kg ⁻¹)								
		N_0			N_1			N_2		
I. Dönem X	T_0	716.77	a	AB	583.83	a	B	1304.89	a	A
	T_1	491.52	a	A	1222.69	a	A	731.04	ab	A
	T_2	1050.40	a	A	978.04	a	A	956.08	ab	A
	TK_1	539.60	a	A	1563.65	a	A	678.00	ab	A
	TK_2	820.86	a	A	788.42	a	A	436.63	ab	A
II. Dönem Y	T_0	326.30	b	B	377.45	a	AB	490.93	a	A
	T_1	419.39	ab	A	496.00	a	A	421.86	a	A
	T_2	511.87	a	A	479.12	a	A	508.20	a	A
	TK_1	318.70	b	A	629.09	a	A	351.99	a	A
	TK_2	418.08	ab	A	389.79	a	A	372.52	a	A
III. Dönem Y	T_0	276.47	a	B	253.65	a	B	436.92	a	A
	T_1	297.55	a	A	375.21	a	A	319.57	ab	A
	T_2	322.17	a	A	353.69	a	A	365.34	ab	A
	TK_1	249.32	a	B	436.92	a	A	315.94	ab	B
	TK_2	338.18	a	A	301.16	a	A	256.72	b	A

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının, X, Y, Z ise dönemlerin arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

4.3.3 Ham tütün atığı, tütün atığı kompostu ve azotlu gübre uygulamalarının kırmızı biber verimi üzerine etkileri

167 günlük biber vejetasyonu sırasında 11.08.2008, 21.08.2008 ve 14.10.2008 tarihlerinde olmak üzere toplam 3 kez hasat gerçekleştirilmiştir. Bu hasatlarda elde edilen biberlerin pazarlanabilme özellikleri dikkate alınarak sofralık olanlar I. Kalite ve salçalık olanlar ise II. Kalite olarak nitelendirilmiştir. Toplam verim bu iki kalite kriterinin toplamı olarak belirtilmiştir. Deneme başlangıcında her konu için toplam 160 adet fide (40×4 tekerrür = 160) tarlaya şaşırtılmıştır. Çizelge 4.29’ da yer alan toplam bitki sayısı, konular bazında ürün alınan bitki sayısını, fide tutma oranı ise olması gereken 160 bitki ile ürün alınan bitki sayısı arasındaki oranı göstermektedir. Çizelge 4.29’ un son sütununda ifade edilen verim ise konulara göre elde edilen mevcut verimlerin, her tekerrürde 100 bitki olacak şekilde hesaplanması ve ortalamasının alınmasıyla elde edilmiş birim verimi göstermektedir.

Yapılan varyasyon analizi sonucuna göre sadece ham tütün atığı uygulamasının birim verim üzerine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Bkz. Ek 33).

Kırmızı biberin toplam verimi 126.85 – 256.65 kg arasında; I. kalite verimi 84.86 – 200.67 kg ve II. kalite verimi de 26.34 – 55.98 kg arasında değişmiştir. En yüksek fide tutma oranı % 88 ile N_1T_0 konusunda, en düşük fide tutma oranı ise % 38 ile N_2T_2 konusunda belirlenmiştir. Artan T dozlarına bağlı olarak fide tutma oranlarında azalmalar meydana gelmiştir. Bu durumun söz konusu parsellere ait

toprakların toplam suda eriyebilir tuz miktarlarının daha fazla olmasından veya ham tütün atığında bulunan nikotinin toksik etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Fide tutma oranının az olmasına karşın ham tütün atığı uygulanmış topraklarda biber ağırlığı ve büyüklüğü daha fazla olmuş ve bu durum birim verim miktarını etkileyerek en yüksek birim verim N_0T_2 ve N_2T_2 uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Bu sonuç 40 t ha^{-1} ham tütün atığı uygulaması ile 300 kg ha^{-1} N verilmiş topraklarda sağlanan verim artışının elde edilebileceğini göstermektedir. En düşük birim verim ise N_0T_0 ve N_1T_0 uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.29). Azotun verilmediği parsellerde sadece T_1 uygulaması ile birim verimde % 15, T_2 uygulaması ile de % 81 oranında artış sağlanmıştır. Aynı parsellerde (N_0) TK_1 ve TK_2 uygulamaları ile birim verimdeki artış oranları sırasıyla % 37 ve % 44 şeklinde gerçekleşmiştir. Azotun verildiği parsellerde ise birim verim miktarları şu şekilde değişmiştir:

1. Ham tütün atığının 1. dozunun (T_1) verildiği parsellerde artan azot dozu verimi N_0T_1 ' e oranla % 30 oranında artırmıştır. Ham tütün atığının 2. dozunun (T_2) verildiği parsellerde ise artan azot dozlarının verim üzerine etkisi olmamıştır.
2. Tütün kompostunun gerek 1. dozu (TK_1) ve gerekse 2. dozunun (TK_2) verildiği parsellerde de artan azot dozlarının verim üzerinde herhangi bir etkisi ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 4.29 Kırmızı biberde toplam (3 el hasat) verim parametreleri

Konular	Toplam Verim (kg)	I. Kalite (kg)	II. Kalite (kg)	Toplam Bitki Sayısı (adet)	Fide Tutma Oranı (%)	Verim (kg 100 bitki ⁻¹)
N ₀ T ₀	170.86	129.69	41.17	135	84	127.57 <i>c</i>
N ₀ T ₁	126.85	84.86	41.99	124	78	149.19 <i>bc</i>
N ₀ T ₂	167.15	130.01	37.14	104	65	230.76 <i>a</i>
N ₀ TK ₁	220.88	170.83	50.05	85	53	175.30 <i>abc</i>
N ₀ TK ₂	256.65	200.67	55.98	124	78	183.91 <i>abc</i>
N ₁ T ₀	170.46	127.07	43.39	140	88	132.64 <i>c</i>
N ₁ T ₁	158.19	122.71	35.48	123	77	196.27 <i>abc</i>
N ₁ T ₂	220.50	181.44	39.06	73	46	212.68 <i>ab</i>
N ₁ TK ₁	225.91	173.59	52.32	88	55	182.10 <i>abc</i>
N ₁ TK ₂	228.67	177.43	51.24	129	81	176.15 <i>abc</i>
N ₂ T ₀	196.09	154.49	41.60	112	70	172.92 <i>abc</i>
N ₂ T ₁	139.58	113.24	26.34	83	52	189.46 <i>abc</i>
N ₂ T ₂	157.06	121.44	35.62	61	38	231.15 <i>a</i>
N ₂ TK ₁	204.40	165.83	38.57	113	71	178.58 <i>abc</i>
N ₂ TK ₂	143.12	115.89	27.23	88	55	163.33 <i>abc</i>

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($\alpha = 0.05$) birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir.

4.3.4 Tarla denemesi topraklarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri arasındaki ilişkiler

Toprakların farklı özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 4.30' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30 Toprakların enzim aktiviteleri, mikrobiyal biyomas, organik karbon ve bazı bitki besin maddesi miktarları arasındaki korelasyon katsayıları

Parametreler	ALKFA	ArSA	GLU	PRO	ÜA	DHA	C _{mik}	N _{mik}
ArSA	0.886**							
GLU	0.981**	0.888**						
PRO	0.998**	0.897**	0.975**					
ÜA	0.984**	0.917**	0.973**	0.989**				
DHA	0.990**	0.927**	0.982**	0.991**	0.989**			
C _{mik}	0.857**	0.939**	0.848**	0.867**	0.870**	0.900**		
N _{mik}	0.544*	0.673**	öd	0.568*	0.588*	0.572*	0.653**	
P _{mik}	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
C _{org}	0.856**	0.880**	0.849**	0.859**	0.832**	0.887**	0.867**	0.671**
N _t	0.934**	0.909**	0.949**	0.937**	0.941**	0.936**	0.816**	öd
P _{al}	0.863**	0.957**	0.860**	0.882**	0.910**	0.909**	0.896**	0.740**
K _{al}	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

* $\alpha=0.05$

** $\alpha=0.01$

öd = önemli değil

Toprakların C_{org} , N_t ve P_{al} miktarları ile P_{mik} dışındaki tüm mikrobiyal parametrelerin miktarları arasında $p < 0.01$ düzeyinde önemli ilişkiler saptanmıştır. C_{mik} tüm enzim aktiviteleri ile N_{mik} ise β -glukozidaz dışındaki tüm enzim aktiviteleri ile önemli ilişkiler göstermişlerdir. Benzer ilişkiler Melero et al. (2006) tarafından da bulunmuştur.

4.3.5 Kırmızı biber verimi ile toprakların mikrobiyolojik ve kimyasal parametreleri arasındaki ilişkiler

Tarla denemesinde yetiştirilen kırmızı biber verimi ile enzim aktiviteleri, biyomas-C, N ve P ile toprağın bazı kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 4.31' de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Kırmızı biber verimi ile toprağın biyolojik ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

Parametre	Verim
ALKFA	0.648**
ArSA	0.655**
GLU	0.620*
PRO	0.642**
ÜA	0.609*
DHA	0.634*
C _{mik}	0.655**
N _{mik}	0.516*
P _{mik}	0.568*
C _{org}	0.686**
N _t	0.579*
P _{al}	0.588*

Biber verimi ile alkalın fosfataz, aril sülfataz, proteaz, C_{mik} ve C_{org} arasında $p < 0.01$ düzeyinde, β -glukozidaz, üreaz, dehidrogenaz, N_{mik}, P_{mik}, N_t ve P_{al} arasında ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli ilişkiler bulunmuştur.

4.3.6 Tarla denemesine ait sonuçlarla ilgili tartışma

4.3.6.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları ile ilgili tartışma

Mikrobiyal biyomas, topraktaki C, N, S ve P gibi besin maddelerinin yarayışlı bir deposu ve toprak organik maddesindeki dönüşümlerin bir göstergesidir (Jenkinson and Ladd, 1981). Toplam N, C ve P' un çok küçük bir miktarını temsil etmesine rağmen yapısındaki N ve diğer bitki besin maddelerinin hızlı bir şekilde mineralizasyonu nedeniyle bitkilerin beslenmesinde önemli katkısı olmaktadır. Araştırma topraklarında ham tütün atığı uygulaması C_{mik} miktarını arttırmasına karşılık gerek kontrol ve gerekse atık uygulanmış topraklarda artan azot dozlarına bağlı olarak C_{mik} miktarları azalmıştır. Fakat T ve TK uygulanmış topraklarda azalma oranı daha düşük olmuştur. Bu durum N' lu gübrelerin C_{mik} miktarlarını azalttığını fakat organik materyal uygulamasının bu negatif etkiyi biraz hafiflettiğini göstermektedir. Mineral gübrelemenin C_{mik} üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda hem pozitif (Majumder et al., 2007) hem de negatif etkiler (Bittman et al., 2005) bulunmuştur. Malý et al. (2009); 0, 80 ve 160 kg ha⁻¹ yıl⁻¹ N' lu gübre uyguladıkları topraklarda C_{mik} ve toprak solunumunda artan N dozlarına bağlı olarak azalmalar saptamışlardır. Gu et al. (2009) da N ve hayvan gübresinin birlikte uygulandığı topraklarda sadece N uygulanan topraklara oranla daha yüksek C_{mik} miktarları belirlemişlerdir. Azotun C_{mik} üzerindeki olumsuz etkisini Kautz et al. (2004); azotun verildiği topraklarda bitki gelişiminin daha fazla olmasına bağlı olarak topraktaki

mikrobiyal yarayırlı substratların ve besin maddelerinin azalmasına bağlamışlardır. Mineral gübrelerin negatif etkileri, mikroorganizmalar üzerinde toksik etkiler yaratmaları veya pH değişikliğine neden olmalarından da kaynaklanabilmektedir (Hatch et al., 2000).

Atık ve kompost uygulamaları; N_{mik} ve P_{mik} miktarlarını arttırmıştır. Bu uygulamaların azot dozları ile interaksiyonunda ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. Azotun P_{mik} üzerinde etkisi çok önemli olmazken, azotun 2. dozu (N_2) T uygulaması yapılan topraklarda N_{mik} miktarlarını önemli oranda arttırmıştır. Fakat TK verilen topraklarda azot dozuna bağlı olarak N_{mik} miktarları azalmıştır.

Toprağın mikrobiyal N havuzu çok küçük bir miktarı oluşturmaya karşın, hızlı döngüsü ile N-mineralizasyonuna önemli bir katkı yapmaktadır (Anderson and Domsch, 1980). Zaman et al. (2002); sıvı hayvan gübresi (şerbet) ve kimyasal bir gübre (NH_4Cl) uyguladıkları topraklarda, her iki uygulamanın da topraktaki N_{mik} miktarını arttırdığını, fakat şerbet uygulanmış topraklardaki artışın daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Hao et al. (2008) ise; inorganik gübrelerin tek başına uygulamalarının topraktaki N_{mik} miktarını etkilemediğini, fakat organik atık ve gübreler ile birlikte inorganik gübre uygulamasının toprağın N_{mik} içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Bu araştırma sonuçları, bizim çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir.

Bitkilerin beslenmesinde 2. önemli element olan fosforun toprak çözeltisindeki ana kaynağı mikrobiyal fosfordur. Bu fosforun % 60' ından fazlası nükleik asit formunda, % 20' si asitte çözünebilir P-esterleri ve % 5' i de fosfolipidler halindedir (Magid et al., 1996). Toprağa ilave edilen çeşitli organik atıklar P_{mik} miktarlarını arttırmaktadır (Nziguheba et al., 1998; Reddy et al., 2005). Çalışmamızda da atık ve kompost

uygulamalarına bağılı olarak P_{mik} miktarlarındaki artış, toprağın hemen mineralize olabilir P havuzunun genişlediğini göstermektedir. Bu havuz, inorganik P' u immobilize etmek suretiyle toprakların P dinamiğinde anahtar bir rol oynamaktadır. Çünkü P_{mik} daha sonra yavaş bir şekilde salınmakta ve bitki tarafından daha etkili bir şekilde alınmaktadır (Brookes ve ark., 1984).

Mikrobiyal biyomas miktarlarından farklı olarak, tarla topraklarındaki enzim aktiviteleri azot gübresi uygulamalarından etkilenmemişler ve toprakların enzim düzeylerini yükselten uygulama sadece ham tütün atığı (T) olmuştur. Tütün atığının topraklardaki enzim aktivitesini arttırdığına ilişkin sonuçlar Kara (2000), Kablan (2005), Perucci et al. (1984) ve Kızılkaya vd. (1997) tarafından da saptanmıştır. Bu sonuçlar, tütün atığının enzim reaksiyonları için gerekli substratları sağladığını ve nikotinin toksik etkisini engelleyen mikrobiyal hücreleri ve enzimleri içerdiğini göstermektedir. Tütün atığı kompostu toprağın gerek hidrolaz grubu ve gerekse oksidoredüktaz grubu enzimlerin miktarını arttıramamış ve kontrol toprağına yakın bir aktivite göstermelerine neden olmuştur. Saksı denemesinde de olduğu gibi, tütün kompostunun stabil bir atık olması ve enzimler tarafından daha yavaş bir şekilde hidrolize edilmesi (Pascual et al., 1997); toprakların enzim aktivitesi üzerindeki etkisini azaltmıştır.

Toprakların tüm mikrobiyal parametreleri ile C_{org} arasında $p < 0.01$ düzeyinde önemli ilişkiler çıkması; organik maddenin mikroorganizma aktivitesi üzerinde çok önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Benzer ilişkiler Garcia-Gil et al. (2000); Ros et al. (2003) ve Melero et al. (2006) tarafından da bulunmuştur. Organik atıklarla ve kompostla toprağı giren C-substratları bir yandan toprağın yerli populasyonunu uyarırken, bir yandan da bu materyallerin içerdiği populasyon toprağı

eklenerek toplam mikrobiyal biyomas miktarını yükseltmektedir. Benzer şekilde toprağa organik madde ile giren enzim substratları; toprağın enzim kapasitesini arttırmaktadır. Ayrıca enzimler toprak kolloidlerine adsorbe olarak topraklarda termal denatürasyon, dehidrasyon ve protoliz olaylarına karşı büyük bir direnç sağlamaktadırlar (Perez-Mateos and Rad, 1989). Garcia et al. (1993) üreaz ve fosfataz enzimlerinin, Wittman et al. (2004) ise β -glukozidaz aktivitesinin organik madde içeriğindeki artışla beraber yükseldiğini saptamışlardır.

Toprak verimliliği ile yakından ilişkili mikroorganizmalardan nitrifikasyon bakterileri, azotobakterler, genel bakteriler ve funguslar da ham tütün atığı (T), tütün kompostu (TK) ve azotlu gübre (N) uygulamalarından etkilenmişlerdir. Ham tütün atığı (T), amonyum oksitleyici bakterileri ortalama % 585 oranında, tütün kompostu (TK) ise ortalama % 354 oranında arttırmıştır. Nitrit oksitleyici bakterilerin sayıları ise bu uygulamalardan etkilenmemiştir. Amonyum oksidasyonu, nitrifikasyon hızını belirleyen başlıca kademe olup global azot döngüsünün merkezini oluşturur. Amonyum oksidasyonu ototrofik amonyum oksitleyici bakteriler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu mikroorganizmalar mineral gübre ve organik gübre uygulamalarından etkilenmektedirler (Chu et al., 2007). Çalışmamızda TK verilmiş topraklarda artan azot dozları amonyum oksitleyici bakteri sayısını arttırmıştır. Topraklara azotlu gübrenin $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ve NH_4NO_3 şeklinde verilmesi ile toprağa önemli miktarda NH_4^+ un girmesi, büyük olasılıkla bu organizmaları uyarmıştır. Ham tütün atığı verilmiş topraklarda böyle bir etkinin ortaya çıkmaması, bu uygulamanın uyarıcı etkisinin çok fazla olması nedeniyle azotun etkisinin baskılanmasından kaynaklanmış olabilir.

Topraktaki inorganik besin maddesi döngüsünde önemli rol oynayan bakteriler, toprakta sayıca en fazla bulunan mikroorganizmalardır (Çengel, 2004). Ham tütün uygulamaları genel bakteri sayılarını ortalama % 217 oranında arttırırken, TK uygulamalarında artış oranı daha az (% 56) olmuştur. Tütün kompostunun, T' ye oranla çabuk ayrışabilir C bileşiklerini daha az buna karşın ayrışmaya dirençli C bileşiklerini daha fazla içermesi böyle bir sonucu ortaya çıkarmıştır. Bakterilerin bir çoğu kemoheterototrof olduğu için enerjilerini organik maddeyi okside ederek elde ederler ve gelişimleri için gerekli karbonu enerji metabolizması ürünlerinden veya diğer organik bileşiklerden sağlarlar (Alexander, 1998). Bu nedenle toprağa giren organik madde miktarı arttıkça bu mikroorganizmaların sayıları da artar. Tüm uygulamalarda artan N dozlarına bağlı olarak genel bakteri sayılarının artması; bakterilerin karbondan sonra en fazla gereksinim duydukları azotun topraktaki konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmış olabilir. Bedi et al. (2009)' da inorganik azot + kompost uygulamalarının topraktaki bakteri sayısını kontrol toprağa oranla önemli bir şekilde arttırdığını saptamışlardır.

Serbest yaşamalı diazot fiske edici bakterilerden Azotobakterler, T uygulamaları ile sayılarını % 91, TK uygulamaları ile de % 147 oranında arttırmışlardır. Topraklarda az sayıda bulunan ve çevre koşullarına çok hassas olan bu mikroorganizmalar büyük olasılıkla ham tütün atığının toksik etkisinden dolayı daha az oranda sayılarını arttırabilmişlerdir. Artan azot dozları azotobakterlerin sayısını azaltmıştır. N₂ fiksasyonunu gerçekleştiren enzim olan nitrogenaz, topraktaki artan amonyum, nitrat ve organik azot miktarlarından olumsuz etkilenmektedir (Zuberer, 1998). Alexander and Zuberer (1989), besin maddesi çözeltisindeki 4.2 µg ml⁻¹ gibi düşük bir konsantrasyonun bile nitrogenaz enzimini engellediğini saptamışlardır.

Topraktaki mikrobiyal biyomasın en büyük oranını oluşturan funguslar yaklaşık 500 – 5000 g ha⁻¹ arasında değişen bir biyomasa sahiptirler (Morton, 1998). Bu organizmaların sayıları T uygulamaları ile ortalama % 906, TK uygulamaları ile de ortalama % 67 oranında artmıştır. Heterotrof yapıya sahip olan bu mikroorganizmalar, gerekli karbon ve diğer besin maddelerini organik maddeden sağlamak zorundadırlar. Ham tütün atığının (T) organik C miktarının fazla olması bu organizmaların sayılarını daha fazla arttırmıştır. Azotobakterlerde olduğu gibi artan azot dozları tüm uygulamalarda fungus sayılarını azaltmıştır. Belay et al. (2002) sadece azotlu gübrenin verildiği topraklarda fungus sayısının kontrole oranla azaldığını fakat dengeli bir gübrelemenin yapıldığı (NPK) topraklarda fungus sayısının önemli bir şekilde arttığını saptamışlardır. Gong et al. (2009); organik gübre ve NPK' nın birlikte verildiği topraklarda, sadece mineral gübre uygulamasına oranla daha yüksek fungus sayıları saptamışlardır. Çalışmamızda II. dönem topraklarında artan azot dozlarına karşılık P ve K miktarlarında bir değişiklik olmaması, buna karşın suda çözünebilir tuz miktarında bir artış olması bu organizmaların sayısını azaltmış olabilir.

4.3.6.2 Kimyasal analiz sonuçları ile ilgili tartışma

Tarla topraklarının pH' sı sulamaya bağlı olarak deneme sonuna doğru hafif bir artış göstermiş fakat kontrol toprakları ile uygulama yapılan topraklar arasında çok önemli bir pH farkı ortaya çıkmamıştır. Topraklar hafif alkalın ve alkalın bir reaksiyona sahip olmuşlardır.

Suda çözünebilir toplam tuz içeriği yüksek olan ham tütün atığı, tarla topraklarında tuz kapsamını yükseltmiştir. Fakat deneme sonuna doğru toprak bünyesinin de etkisiyle bu tuzlar yıkanarak herhangi bir tehlike oluşturacak düzeye gelememişlerdir. Artan azot dozlarına karşın SÇTT kapsamının da artması inorganik gübrelerin de toprağın tuz içeriğini arttırdığını göstermektedir.

Tarla denemesi topraklarının organik madde, toplam N ve yarayışlı P miktarları özellikle ham tütün uygulaması ile artmıştır. Benzer sonuçlar Okur vd., (2008a); Kılıç vd., (2002) ve Coşkun vd., (2006) tarafından da bulunmuştur. Artan azot dozlarına bağlı olarak organik madde miktarındaki düşüş, azot miktarının artmasıyla organik maddenin mikroorganizmalar tarafından daha kısa sürede ayrışmasından kaynaklanmış olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üç aşamadan oluşan bu çalışmada ilk olarak tütün atıkları pirina, cibre ve ahır gübresi ile karıştırılarak kompostlaştırılmış ve kompost oluşum süreci geleneksel olgunluk parametreleri yanında enzimsel aktivite açısından da incelenmiştir. Elde edilen kompostlar çalışmanın ikinci aşaması olan saksı denemesinde kullanılmış ve kompostların mısırın gelişimi için gerekli besin maddelerini sağlama düzeyi ile toprağın mikrobiyal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise ham tütün atığı, tütün kompostu ve azotlu gübrenin uygulandığı tarla denemesinde kırmızı biber yetiştirilmiş ve deneme toprağının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile biber verimi saptanmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir.

Kompostlaştırma aşaması;

1. Tüm kompostların sıcaklığı yaklaşık 60 – 66 gün içerisinde ortam sıcaklığına eşitlenmiştir. Kompostların pH' ları önce hızlı daha sonra yavaş bir şekilde artarken, elektriki geçirgenlik (EC) değerleri önce düşmüş daha sonra süreç içerisinde artmıştır. Yüksek EC değerine sahip tütün atıklarının diğer organik atıklar ile karıştırılıp kompostlaştırılması EC değerini % 10 – 30 arasında düşürmüştür.

2. Başlangıçta 1800 – 5600 mg kg⁻¹ nikotin değerine sahip kompostlar olgun hale geldiklerinde hiç nikotin içermemişlerdir.

3. Olgun kompostların organik madde içeriği % 46 – 74; C/N oranları 11 – 17; humifikasyon indeksi 1.56 – 1.99 ve toplam N içeriği % 2.337 - 3.413 arasında değişmiştir. Kompostların toplam makro ve mikro element içerikleri kompostlaştırma süreci sonunda artmıştır.

4. Kompost sıcaklığının dış ortam sıcaklığına eşitlendiği tarihten itibaren genellikle enzim aktivitesi de azalmaya başlamıştır. Fakat tüm enzim aktivitesinin stabil hale gelmesi yaklaşık 4 ay sürmüştür.

5. Çalışmanın ilk aşamasının sonuçlarına göre; sadece fiziksel parametrelerin kompost olgunluğunu belirlemede yeterli olmadığı, enzim aktivite düzeylerindeki değişimin de kompost olgunluğu ile yakından ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

6. Çalışmada elde edilen kompostların toprak düzenleyicisi olarak kullanımları bakımından, organik madde ve bitki besin maddesi miktarları yeterli düzeydedir. Ancak pH ve tuz içeriklerinin yüksek oldukları belirlenmiştir. Tütün yapraklarının fizyolojik yapısından kaynaklanan yüksek tuz içeriğinin kompostlama sürecinde çok fazla değişmediği saptanmıştır.

Saksı denemesi;

1. Saksı denemesi topraklarında mikrobiyal enzim aktivitesini ve kümülatif-CO₂ oluşumunu en fazla arttıran uygulama ham tütün atığı olmuştur. Kolay ayrışabilir C-bileşiklerinin azaldığı, buna karşın mikrobiyal ayrışmaya dirençli humik maddelerin arttığı ve kompostların uygulandığı toprakların ham tütünün uygulandığı topraklara oranla daha düşük bir mikrobiyal aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır.

2. Tütün atığı kompostunun toprakta N-döngüsü ile ilgili enzimler olan proteaz ve üreaz aktiviteleri ile dehidrogenaz enzimini önemli bir şekilde arttırdığı bulunmuştur.

3. Toprağa uygulanan ham tütün atığının içeriğindeki karbonun % 95' i 1 ay içerisinde ayrılmıştır.

4. Mineral gübre uygulanan topraklar (NPK), kontrol toprağına yakın veya daha düşük bir mikrobiyal aktiviteye sahip olmuştur.

5. Kompost uygulamaları toprak pH' sını kontrole oranla biraz düşürmüş, suda çözünebilir tuz miktarını ise arttırmıştır.

6. Ham tütün atığı uygulamaları ile toprakların organik madde miktarı ortalama % 48, tütün kompostu uygulamaları ile de % 24 oranında artmıştır.

7. Toprağa en fazla N ve $\text{NH}_4\text{-N}$ u kazandıran uygulama ham tütün, alınabilir P ve K miktarını arttıran uygulama ise TCK (tütün + cibre kompostu) olmuştur.

8. Mısır bitkisi topraktan en fazla N u ve K u NPK uygulanan parsellerden, fosforu ise TCK ve TPK kompostlarının verildiğı topraklardan kaldırmıştır.

9. Kompost uygulanmış topraklarda bitki biyoması kontrole oranla ortalama % 51, ham tütün uygulamasında ise % 96 oranında artmıştır. En fazla bitki biyoması artışı ise NPK uygulanmış topraklarda (% 115) gerçekleşmiştir.

10. Saksı denemesi sonuçlarına göre, tütün atığından yapılan kompostların toprağın mikrobiyal ve enzim aktivitesini etkilediği, toprağın makro ve mikro element içeriğini ve buna bağlı olarak da mısır bitkisinin bu elementlerin alınımını ve bitki biyomasını arttırdığı görülmektedir. Fakat söz konusu etkilerin çoğu ham tütün atığı uygulanmış topraklarda daha önemli olmuştur.

Tarla denemesi;

1. Tarla denemesi topraklarının mikrobiyal C, N ve P içerikleri ham tütün ve tütün kompostu uygulamaları ile artmıştır.

2. Artan N dozları mikrobiyal-C miktarını azaltırken, mikrobiyal-P miktarları N dozlarından etkilenmemiştir. Artan N dozlarının mikrobiyal-N miktarları üzerindeki etkisi ise T (ham tütün) ve TK (tütün kompostu) uygulamalarına bağlı olarak değişmiştir.

3. Toprağın mikrobiyal enzim aktivitesi T uygulaması ile önemli bir şekilde artmıştır. Azotlu gübre uygulamaları toprağın enzim aktivitesini etkilememiştir.

4. Ham tütün atığı uygulaması amonyum ve nitrit oksitleyici bakteriler, genel bakteriler ve fungus sayılarını, tütün kompostu ise azotobakter sayılarını kontrole oranla daha fazla arttıran uygulamalar olmuştur.

5. Artan N dozları genel bakteri sayısını arttırırken, azotobakter ve fungus sayısını azaltmıştır.

6. T ve TK uygulamaları tarla toprağının SÇTT içeriğini bir miktar yükseltse de bir tuzluluk problemi oluşturacak düzeye getirmemiştir.

7. Tarla denemesi topraklarının organik madde, toplam N ve yarayışlı P miktarları özellikle ham tütün uygulaması ile artmıştır.

8. En yüksek fide tutma oranı N_1T_0 , en düşük fide tutma oranı ise N_2T_2 parselinde saptanmıştır. Artan ham tütün dozlarına bağlı olarak fide tutma oranları azalmıştır. Bu azalmada etkili olan faktörlerin nikotin ve SÇTT içeriği olduğu düşünülmektedir.

9. En yüksek verim N_0T_2 ve N_2T_2 , en düşük verim ise N_0T_0 ve N_1T_0 uygulamalarından elde edilmiştir.

10. Artan azot dozlarının verim üzerine etkisi sadece T_1 ' in verildiği parsellerde ortaya çıkmıştır. Azotun verilmediği parsellerde sadece T_2 (40 t ha^{-1}) uygulaması ile verimde % 81, TK_2 (40 t ha^{-1}) uygulaması ile de % 44 oranında bir artış gerçekleşmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara bağlı olarak şu öneriler sıralanabilir:

1. Tütün atıkları ile yapılan karışım kompostlarında alkalın fosfataz aktivitesi, sadece tütün atıkları ile yapılan kompostlarda ise üreaz aktivitesi; kompost olgunluğunu belirlemede enzimatik aktivite göstergesi olarak kullanılabileceği önerilebilir.

2. Ham tütün atığı uygulamaları, tütün atığı kompostu uygulamalarına oranla toprak özellikleri ve verim açısından daha önemli etkilere sahip olmasına rağmen, yüksek nikotin içeriğinden dolayı

topraklara kompostlaştırılarak verilmesi toprak sağlığı açısından daha güvenli bir uygulama olacaktır.

3. Ham tütün atığının topraklara doğrudan uygulanabilmesinde karşılaştığımız olumsuz özelliklerden başta nikotinin ve bunun yanında tuzluluğun etkisinin en aza indirilebilmesi ancak ekim veya dikim yapılmadan belirli bir süre önce bu atığın topraklara uygulanması ile mümkün olabilir. Bu sürenin bölgesel bazda yapılacak uygulama ve araştırma çalışmaları ile belirlenebileceği düşünölmektedir.

4. Partiköl boyutunun çok küçük olması nedeniyle tütün atıklarının uygulanabileceği toprakların hafif bünyeli olmasına ve yetiştirilecek ürünlerin de tuza hassas olmamasına özen gösterilmelidir.

5. Mineral gübrelemenin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerindeki olumsuz etkisi ortadan kaldırmak için organik gübrelemeye ağırlık verilmesi, eğer bu mümkün değil ise toprak ekolojisine zarar vermeyen tütün atığı gibi atıklardan azami düzeyde yararlanılmasına çalışılmalıdır.

6. Araştırmanın yapıldığı Menemen koşullarında sulanabilir ürünlerde ham tütün atığı 40 t ha⁻¹ seviyelerinde uygulanabileceği gibi, tuzluluğa daha hassas olan bitki yetiştiriciliğinde ise 40 t ha⁻¹ dozunda tütün kompostunun daha iyi bir tercih olacağı görölmektedir. Bu uygulamalar, toprak özelliklerini iyileştireceği gibi bitki verimini de olumlu yönde teşvik edecektir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adani, F., Gigliotti, G., Valentini, F. and Laraia, R., 2003.** Respiration index determination: A comparative study of different methods. *Compost Science & Utilization*. 11 (2): 144 – 151.
- Adediran, J.A., Mnkeni, P.N.S., Mafu, N.C. ve Muyima, N.Y.O., 2004.** Changes in chemical properties and temperature during the composting of tobacco waste with other organic materials and effects of resulting compost on lettuce (*lactuca sativa* L.) and spinach (*Spinacea oleracea* L.). *Biological Agriculture and Horticulture*. 22: 101 – 119.
- Ahrens, E., 1966.** Zur Frage der C-Quelle für den Quantitativen Nachweis von *Azotobacter*. *Bodenbiologie, Inst. Mitteilungsblatt Inst. Pasteur, Paris*, 5, 22.
- Alexander, D.B., 1998.** Bacteria and Archaea. In D.M. Sylvia et al. (ed.) *Principles and Application of Soil Microbiology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. pp. 44 – 71.
- Alexander, D.B. and Zuberer, D.A., 1989.** Impact of Soil Environmental Factors on Rates of N₂ Fixation Associated with Intact Maize and Sorghum Plants. In F.A. Skinner, R.M. Boodey and I. Fendrick (eds.). *Nitrogen Fixation with Non-legumes*. Kluwer Academic Pres, Dordrecht, The Netherlands. pp. 273 – 285.
- Alsam, D.N., Horwath, W., Vander Gheynst, J.S., 2008.** Comparison of several maturity indicators for estimating phytotoxicity in compost-amended soil. *Waste Management*. 28: 2070 – 2076.

- Altınbaş, Ü., Hakerlerler, H., Yokaş, İ. ve Uysal, H., 1990.** Menemen uygulamalı ziraat fakültesi çiftliği topraklarının toprak verimliliği ve arazi kullanım yetenek sınıfları üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu, 88-ZRF-05 No' lu Proje Araştırma Raporu, Bornova.
- Amador, J.A., Glucksman A.M., Lyons J.B. and GörresJ.H., 1997.** Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest. Soil Science. 162: 808 – 825.
- Anderson, J.P.E. and Domsch, K.H., 1980.** Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils. Soil Science. 130: 211 – 216.
- Anonim, 1951.** Soil Survey Manuel. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture Handbook, No:18.
- Anonim, 1971,** Gediz Ovası Toprakları. Topraksu Genel Müd. Yayınları No: 222. Ankara.
- Aşık, B.B., 2001.** Çay atığı kompostunun çim alanlarının oluşturulmasında kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Atkinson, C.F., Jones, D.D. and Gauthier, J.J., 1996.** Biodegradability and microbial activities during composting of poultry litter. Poultry Science. 75: 608 - 617.
- Ayed, L.B., Hassen, A., Jedidi, N., Saidi, N., Bouzaiane, O. and Murano, F., 2007.** Microbial C and N dynamics during composting process of urban solid waste. Waste Management & Research. 25: 24 – 29.

- Baldoni, G., Cortellini, L., Dal Re L. and Toderi G. 1996.** The influence of compost and sewage sludge on agricultural crops. In: M.de Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes and T. Papi (eds.) *The Science of Composting*. Blackie Academic & Professional, Glasgow, London, pp. 431–438.
- Baldwin I.T. and Callahan, P., 1993.** Autotoxicity and chemical defence: nicotine accumulation and carbon gain in solanaceous plants. *Oecologia*. 94: 534 – 541.
- Bandick A.K. and Dick R.P., 1999.** Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology Biochemistry*. 31: 1471 – 1479.
- Barrena, R., Vázquez, F. and Sánchez, A., 2008.** Dehydrogenase activity as a method for monitoring the composting process. *Bioresource Technology*. 99 (4): 905 – 908.
- Beaudin, H., Caron, R.F., Legos, R., Ransay, J., Lawlor, L. and Ramsay, B., 1996.** Co-composting of weathered hydrocarbon-contaminated soil. *Compost Science & Utilization*. 4: 37 – 45.
- Bedi, M.K., Jaitly, A.K. and Kanwar, K., 2009.** Microbial count in soil as influenced by the addition of organic and inorganic fertilizers under different moisture regimes. *Research on Crops*. 10 (1): 72 – 76.
- Belay, A., Claassens, A. and Wehner, F., 2002.** Effect of direct nitrogen and potassium and residual phosphorus fertilizers on soil chemical properties, microbial components and maize yield under long-term crop rotation. *Biology and Fertility of Soils*. 35: 420 – 427.

- Bender, D., Erdal İ., Dengiz, O. ve Gürbüz, M., 1998.** Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkisi. (Turkish). M.Ş. Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. pp. 387 – 394.
- Benitez, E., Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G. and Ceccanti, B., 1999.** Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting with *Eisenia foetida*. Bioresource Technology. 67: 297–303.
- Benitez, E., Sainz, H. and Nogales, R., 2005.** Hydrolytic enzyme activities of extracted humic substances during the vermicomposting of a lignocellulosic olive waste. Bioresource Technology. 96: 785 – 790.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., Palma, R.M. and Effron, D., 2005.** Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on carbon and nitrogen mineralization in soil. Soil Science. 170 (5): 360 – 370.
- Bergstrom, D.W., Monreal, C.M. and King, D.J., 1998.** Sensitivity of soil enzyme activity to conservation practices. Soil Science Society of America Journal. 62: 1286 – 1295.
- Bernal, M.P., F'aredes, C., Sánchez-Monedero, M.A. and Cegarra, J., 1998.** Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. Bioresource Technology. 63: 91 – 99.
- Bingham, F.T., 1949.** Soil test for phosphate. California Agriculture. 3 (7): 11 – 14.

- Bittman, S., Forge, T.A. and Kowalenko, C.G., 2005.** Responses of the bacterial and fungal biomass in a grassland soil to multi-year applications of dairy manure slurry and fertilizer. *Soil Biology and Biochemistry*. 37 (4): 613 – 623.
- Black, C.A. 1965.** Methods of Soil Analysis. Part I. Amer. Soc. of Aagro., inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Bouyoucos, G.J., 1962.** Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agronomy Journal*. Vol. 54, No. 5.
- Bremner, J.M., 1965.** ‘Total Nitrojen’, in C.A. Black (Ed.) *Methods of Soil Analysis*, Part 2, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin-USA. pp. 1149 – 1178.
- Brikši, F., Horgas, N., Vuković, M. and Gomzi, Z., 2003.** Aerobic composting of tobacco industry solid waste—simulation of the process. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 5 (3-4): 295 – 301.
- Brinton, W.F., Evans, E., Drofher, M. and Brinton, R.B., 1995.** Standardized test for evaluation of compost self-heating. *Biocycle*. 36 (11): 64 – 69.
- Brohi, A.R. ve Karaman, M.R., 1996.** Bitkilerin gelişimi üzerine tütün tozu ve kompostun etkisi. M.Ü.M.F. Çevre Mühendisliği Bölümü. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, Salihli – Manisa.
- Brohi, A.R., Karaman, M.R. ve İnal, A., 1996.** Sıvı tavuk gübresinin mısır bitkisinin gelişimi ve N, P, K kapsamı üzerinde kalıcı etkisi. A.Ü.Z.F. Tarım Bilimleri Dergisi. 2 (1): 23 – 25.

- Brookes P.C., Powlson D.S. and Jenkinson D.S., 1982.** Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 14: 319 – 329
- Brookes P.C., Powlson D.S. and Jenkinson D.S., 1984.** Phosphorus in the soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*. 16 (2): 169 – 175.
- Burns, R.G., 1982.** Enzyme activity in soil: location and a possible role in microbial ecology. *Soil Biology and Biochemistry*. 14: 423 – 427.
- Camcı Çetin, S., Ekinci, K. ve Haktanır, K., 2004.** Kompost yapım tekniği. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Ed. Karaman, M.R. ve Brohi, A.R., 11-13 Ekim 2004, Tokat. pp 1313 – 1348.
- Candemir, F., 2005.** Organik Atıkların Toprak Kalite İndeksleri ve Nitrat Azotu Üzerine Etkileri. T.C. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Samsun.
- Castaldi, P., Garau, G. and Melis, P., 2004.** Influence of compost from sea weeds on heavy metal dynamics in the soil-plant system. *Fresenius Environmental Bulletin*. 13 (11b): 1322 – 1328.
- Castaldi, P., Garau, G. and Melis, P., 2008.** Maturity assessment of compost from municipal solid waste through the study of enzyme activities and water-soluble fractions. *Waste Management*. 28: 534–540.

- Cayuela, M.L., Mondini, C., Sánchez-Monedero, M.A. and Roig, A., 2008.** Chemical properties and hydrolytic enzyme activities for the characterisation of two-phase olive mill wastes composting. *Bioresource Technology*. 99: 4255 – 4262.
- Chang, Y. and Hudson, H.J., 1967.** The fungi of wheat straw compost. 1. Ecological studies. *Transactions of the British Mycological Society*. 50: 649 - 666.
- Chang, E.H., Chung, R.S. and Tsai, Y.H., 2007.** Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. *Soil Science & Plant Nutrition*. Volume 53 (2): 132 – 140.
- Chen, G.S., Yang, Y.S., Xie, Y.S., Li, L. and Gao, R., 2004.** Soil biological changes for a natural forest and two plantations in subtropical China. *Pedosphere*. 14: 294 – 304.
- Chu, H., Fujii, T., Moritomo, S., Lin, X., Yagi, K., Hu, J. and Zhang, J., 2007.** Community structure of ammonia-oxidizing bacteria under long-term application of mineral fertilizer and organic manure in a sandy loam soil. *Applied and Environmental Microbiology*. 73 (2): 485 – 491.
- Civilini, M., Domenis, C., Sebastianutto, N. and de Berfoldi, M., 1997.** Nicotine decontamination of tobacco agro-industrial waste and its degradation by micro-organisms. *Waste Management & Research*. 15: 349 – 358.

- Coşkun, Z; Özdemir, N ve Öztürk, E., 2006.** Aşınmış Toprakta Tütün Atığı ve Pam Uygulamasının Erozyona Karşı Duyarlılık ile Azot ve Fosfor Yarayışlılığına Etkileri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21 (2): 218 – 224.
- Crawford, S., L., Johnson, G.E. and Goetz, F.E., 1993.** the potential for bioremediation of soils containing PAHs by composting. Compost Science & Utilization. 1: 41 – 47.
- Czekala, J., Jakubus, M., Mocek, A. and Owczarzak, W., 1998.** Humusforming value and properties of humic compounds formed during incubation of tobacco dust with lime and sewage sludge. In: Conference on Humic Substances in Ecosystems, Rackova Dolina (Slovak Republic), Bratislava, Nitra, pp: 71 – 75.
- Çengel, M., 2004.** Toprak Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:558. İzmir.
- Demir, Z. ve Gülser, C., 2008.** Changes in organic carbon, NO₃-N, electrical conductivity values and soil respiration along a soil depth due to surface application of organic wastes. Asian Journal of Chemistry. 20 (3): 2011 – 2021.
- DIN 11542, 1978.** Torf für Gartenbau und Landwirtschaft
- Dick, R.P., Rasmussen, P.E. and Kerle, E.A., 1988.** Influence of long-term residue management on soil enzyme activity in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. Biology and Fertility of Soils. 6: 159 – 164.

- Dick, R.P., 1994.** Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In Doran et al. (eds.) *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Sci. Soc. Am. Special Publication No:35, Madison, WI. pp. 107 – 124.
- Dilly, O. and Nannipieri, P., 2001.** Response of ATP content, respiration rate and enzyme activities in an arable and a forest soil to nutrient addition. *Biology and Fertility of Soils*. 34: 64 – 72.
- Domeizel, M., Khalil, A. and Prudent, P., 2004.** UV spectroscopy: A tool for monitoring humification and for proposing an index of the maturity of compost. *Bioresource Technology*. 94: 177 – 184.
- EBSO, 2008.** Ege Bölgesi Sanayi Odası İnternet Sitesi; http://www.ebso.org.tr/kurumsal/grup_uyeler2.php?pageNum_uyeler=0&totalRows_uyeler=36&grup=009&altgrup=4 Erişim, Kasım, 2008.
- Eivazi, F. and Tabatabai, M.A., 1977.** Phosphatases in soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 9: 167 – 172.
- Ekonomist, 2007.** Sayı: 2007/5, 4-10 Şubat 2007.
- Elmacı, Ö.L., Seçer, M., Okur, N., Ceylan, S., Akdemir, H., ve Kayıkçıoğlu, H.H., 2005.** Tıbbi-aromatik bitki işletmeleri atıklarının toprağın mikrobiyolojik aktivitesine, pamuk bitkisi gelişimine, verim ve kalitesine etkileri. E.Ü. Bilimsel Arastırma Proje Raporu, Proje No: 03-ZRF-54. Bornova-İzmir.
- Epstein, E., 1997.** *The Science of Composting*. Thecnomic Publishing Company, Inc. Lancaster, Basel.

- Erdal, T. ve Tarakçioğlu, C., 2000.** Değişik organik materyallerin mısır bitkisinin (*Zea mays L.*) gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisi. OM. Zir. Fak. Dergisi. 15 (2): 80 – 85.
- ETAEM, 2009.** T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 27.03.3009 tarih, TTN/GNL.12-E.34 sayı ve “Tütün atıkları” konulu yazısı.
- Fawzi, A. F.A., El-Fouly, M.M., 1980.** Soil and Leaf Analysis of Potassium in Different Areas in Egypt. Editor, A. Sourat and M.M. El-Fouly, Role of Potassium in Crop Producton, IPI, Bern, 73 – 80.
- Fiedler, H.J., 1973.** Methoden Der Boden Analyse Band. II., Mikrobiologische. Methoden Verl. Theodor Stainkopff, Dresden, pp. 12 – 15.
- Finstein, M.S. and Morris, M.L., 1975.** Microbiology of solid waste composting. In D. Perlman (Ed.), Advances in applied microbiology. Academic Pres, New York. Vol. 19, pp. 113 – 151.
- García, C., Hernández, T., Costa, F., Ceccanti, B. and Gani, A., 1993.** Hydrolases in the organic matter fractions of sewage sludge: Changes with composting. Bioresource Technology. Volume 45 (1): 47 – 52.
- García-Gil, J.C., Plaza, C., Soler-Rovira, P. and Polo, A., 2000.** Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. Soil Biology and Biochemistry 32 (13): 1907 – 1913.

- Garcia-Gomez, A., Bernal, M.P. and Roig, A., 2002.** Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology*. 83 (2): 81 – 87.
- Giegużyńska, E., Koćmit, A, Gołęzbiewska, D., 1998.** Studies on humic acids in eroded soils of Western Pomerania. In: Zaujec, A., Bielek, P., Gonet, S.S. (Eds.), *Humic Substances in Ecosystems*. Slovak Agricultural University, Nitra, pp. 35 – 41.
- Gong, W., Yan, X., Wang, J., Hu, T. and Gong, Y., 2009.** Long-term manure and fertilizer effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat–maize cropping system in northern China. *Geoderma*. 149 (3-4): 181 – 426.
- Goyal, S., Dhull, S.K. and Kapoor, K.K., 2005.** Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. *Bioresource Technology*. 96: 1584 – 1591.
- Gök, M., Onaç, I., Karıp, B., Sağlamtimur, T., Coşkan, A., Tansı, V. ve Kızılşimşek, M., 1998.** Hasat artıkları, tütün atığı ve hayvan gübresi uygulamalarının toprakta azot mineralizasyonu, immobilizasyonu ve toprağın bazı biyolojik özelliklerine etkisi. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. 21-24 Eylül 1998, Menemen – İzmir. pp: 551 – 557.
- Göksal, C., Gök, M and Coşkan, A., 2002.** The effects of different organic substrates on nitrogen mineralization and some microbiological properties in the Soil. Int. Conference on Sustainable Land Use and Management. 10-13 June, Çanakkale.

- Gu, Y., Zhang, X., Tu, S. and Lindström, K., 2009.** Soil microbial biomass, crop yields, and bacterial community structure as affected by long-term fertilizer treatments under wheat-rice cropping. *European Journal of Soil Biology*. 45 (3): 239 – 246.
- Hachicha, S., Sallemi, F., Medhioub, K., Hachicha, R. and Ammar, E., 2008.** Quality assessment of composts prepared with olive mill wastewater and agricultural wastes. *Waste Management*. 28: 2593 – 2603.
- Hatch, D.J., Lovell, R.D., Antil, R.S., Jarvis, S.C. and Owen, P.M., 2000.** Nitrogen mineralization and microbial activity in permanent pastures amended with nitrogen fertilizer or dung. *Biology and Fertility of Soils*. 30: 288 – 293.
- Hao, X.H., Liu, S.L., Wu, J.S., Hu, R.G., Tong, C.L. and Su, Y.Y., 2008.** Effect of long-term application of inorganic fertilizer and organic amendments on soil organic matter and microbial biomass in three subtropical paddy soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 81 (1): 17 – 24.
- Hattori, H. 1988.** Microbial activities in soil amended with sewage sludge. *Soil Sci. Plant Nutrition*. 34 (2): 221 – 232.
- Haug, R.T., 1980.** Compost engineering: Principles and practice. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich.
- Haug, R.T., 1993.** The practical handbook of compost engineering. Lewis Publishers, Boca Raton, Fla.

- Hoffman, G. and Dedekan, M., 1966.** Eine methode zur kolorimetrischen bestimmung der β - Glucosidaseaktivitat in böden. Zpflanzenernaehr Bodenkd, 108: 195 – 201.
- Hu, C. and Cao, Z.P., 2007.** Size and activity of the soil microbial biomass and soil enzyme activity in long-term field experiments. World Journal of Agricultural Sciences. 3 (1): 63 – 70.
- Hue, N.V. and Liu, J., 1995.** Predicting compost stability. Compost Science & Utilization. 3 (2): 8 – 15.
- Iannotti, D.A., Pang, T., Toth, B.L., Elwell, D.L., Keener, H.M. and Hoitink, H.A.J., 1993.** A quantitative respirometric method for monitoring compost stability. Compost Science & Utilization. 1: 52 – 65.
- Isermeyer, H., 1952.** Eine Einfache Methode zur Bestimmung der Karbonate im Boden, Z. Pflanzenern. Düng., Bodenkd.
- İç, S. ve Gülser, C., 2008.** Tütün Atığının Farklı Bünyeli Toprakların Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi. 23 (2): 104 – 109.
- İÇO, 2009.** T.C. İzmir Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 24.03.3009 tarih, B.18.4.İÇO.4.35.00.02/150-2777 sayı ve “Tütün Atıkları” konulu yazısı.
- İTM, 2009.** T.C. İzmir Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, 19.03.3009 tarih, B.12.4.İLM.0.35.00.04/769-8547 sayı ve “Dilekçeniz” konulu yazısı.

- Jackson, M.L., 1967.** Soil Chemical Analysis, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jakubus, M. and Czekala, J., 2002.** The utilization of tobacco dust as a source of nitrogen for plants and of carbon for the formation of humus compounds in the soil. Proceedings of the 10th Int. Conference of the RAMIRAN Network. Eds. Ján Venglovský and Gertruda Gréserová. Štrbské Pleso, High Tatras, Slovak Republic. May 14 – 18, 2002. pp. 195 – 199.
- Jenkinson, D.S., 1976.** The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. IV. The decomposition of fumigated organisms in soil. Soil Biology and Biochemistry 8: 203 – 208.
- Jenkinson, D.S., 1988.** Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems (Ed J.R. Wilson). CAB International, Wallingford pp. 368 – 386.
- Jenkinson, D.S. and Ladd, J.N., 1981.** Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In Soil Biochemistry, Vol. 5. E.A. Paul and J.N. Ladd (eds.). Marcel Dekker, New York, pp. 415 – 471.
- Johnson, L.F., Curl, E.A., Bond, J.H. and Fribourg, H.A., 1959.** In: Methods for studying soil microflora - Plant disease relationships. Burgess Pub Co Minn. USA. pp. 87 – 89.
- Jäggi, W., 1976.** Die Bestimmung der CO₂-Bildung als Maß der bodenbiologischen Aktivität. Schweiz Landwirtschaft Forschung. 15: 371 – 380.

- Juma, N.G. and Tabatabai, M.A., 1977.** Effects of trace elements on phosphatase activity in soils. Soil Science Society of America Journal. 41: 343 – 346.
- Kablan, N., 2005.** Farklı organik atıkların toprak ve mısır (zea mays indendata) bitkisinin rizosfer bölgesindeki biyolojik özellikler üzerine etkisi. T.C. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Kacar, B. 1995.** Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III-Toprak Analizleri., A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Yayın No: 3, Ankara.
- Kalembasa , S.J. and Jenkinson, D.S., 1973.** A comparative study of titrimetric and gravimetric methods for the determination of organic carbon in soil. Journal of the Science of Food and Agriculture. 24: 1085 – 1090.
- Kandeler, E. and Gerber, H., 1988.** Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. Biology and Fertility of Soils. 6: 68 – 72.
- Kara, E.E., 2000.** Effects of some plant residues on nitrogen mineralization and biological activity in soils. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 24: 457 – 460.
- Kautz, T., Wirth, S. and Ellmer, F., 2004.** Microbial activity in a sandy arable soil is governed by the fertilization regime. European Journal of Soil Biology. 40 (2): 87 – 94.
- Kellog, C.E., 1952.** Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York, 1952.

- Kılıç, K., Saltalı, K. ve Sürücü, A.K., 2002.** Tütün tozu uygulamasının alkali toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 26: 87 – 91.
- Kızılkaya, R., Ekberli, İ. ve Kars, N., 1997.** Tütün atığı ve buğday samanı uygulanmış toprakta üreaz aktivitesi ve kinetiği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 13 (3): 186 – 194.
- Körner, I. and Stegmann, R., 2002.** N-dynamics during composting – overview and experimental results. Microbiology of Composting. Eds. H. Insam, N. Riddech, S. Klammer. Springer. Pp 143 – 154.
- Ladd, J.N. and Butler, J.H.A., 1972.** Short-term assay of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipeptide derivatives as substrates. Soil Biology and Biochemistry, 4: 19 – 39.
- Ladd, J.N., 1978.** Origin and range of enzymes in soil. In. Soil Enzymes, Ed. RG Burns, Acad. Press, New York, pp 51 – 96.
- Landgraf, D., Böhm, Ch. and Makeschin, F., 2003.** Dynamic of different C- and N-fractions in a Cambisol under five year succession fallow in Saxony. The Journal of Plant Nutrition and Soil Science.166: 319 – 325.
- Levi-Minzi, R., Riffaldi, R. and Saviozzi, A., 1990.** Carbon mineralization in soil amended with different organic materials. Agriculture Ecosystems Environment 31: 325 – 335.
- Liang, C., Das, K.C. and McClendon, R., 2003.** The influence of temperature and moisture content regimes on microbial activity during biosolids composting. Bioresource Technology. 86: 131 – 137.

- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978.** Development of a DTPA Soil Test For Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Science Society of America Journal. 42 (3): 421 – 428.
- Levy, J.S. and Taylor, B.R., 2003.** Effects of pulp mill solids and three composts on early growth of tomatoes. Bioresource Technology. 89 (3): 297 – 305.
- Lomander, A., Kättererb, T. and Andrén, O., 1998.** Carbon dioxide evolution from top- and subsoil as affected by moisture and constant and fluctuating temperature. Soil Biology and Biochemistry. 30 (14): 2017 – 2022.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Galld, J.R. and Mercalf, J.C., 1956.** Leaf Analyses Technique in Coffee Research. New York, IBEC. Research Ins. Bulletin, No. 9.
- Loue, A., 1968.** Diagnostis Petiolaire De Prospection. Etudes Sur La Nutrition Fertilisation Potassiques De La Vigne. Societecommerciale des Potasses d’alsace services agronomiques, 31 – 41.
- Magid, J., Tiessen, H. and Condron, L.M., 1996.** Dynamics of organic phosphorus in soils under natural and agricultural ecosystems. In: Piccolo A (ed) Humic substances in terrestrial ecosystems. Elsevier, Amsterdam, pp 429 – 466.
- Majumder, B., Mandal, B., Bandyopadhyay, P.K. and Chaudhuri, J., 2007.** Soil organic carbon pools and productivity relationships for a 34 year old rice–wheat–jute agroecosystem under different fertilizer treatments. Plant and Soil. 297: 53 – 67.

- Malý, S., Královec, J. and Hampel, D., 2009.** Effects of long-term mineral fertilization on microbial biomass, microbial activity, and the presence of r- and K-strategists in soil. *Biology and Fertility of Soils*. 45: 753 – 760.
- Maslova, I.Y.A. and Sharkov, I.N., 1993.** Mineralization of C, N, and S from plant residues and manure during in soil incubation. *Soils and Fertilizers*, CAB Abstracts 56 (8): 994.
- Mathur, S.P., 1991.** Composting processes. In: *Bioconversion of Waste Materials to Industrial Products*. In: A.M Martin, Editor, Elsevier, New York (1991), pp. 147 – 186.
- Mckinley, V.L. and Vestal, J.R., 1985.** Effects of different temperature regimes on microbial activity and biomass in composting municipal sewage sludge. *Canadian Journal of Microbiology*. 31: 919 – 925.
- Melero, S., Ruiz Porras, J.C., Herencia, J.F. and Madejon, E., 2006.** Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil and Tillage Research*. 90 (1-2): 162 – 170.
- Michel, F.C., Reddy, C.A. and Forney, L.J., 1995.** Microbial degradation and humification of the lawn care pesticide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid during the composting of the yard trimmings. *Applied and Environmental Microbiology*. 61: 2566 – 2571.

- Mondini, C., Insam, H. and Leita, L., 2002.** Microbial parameters as a tool to evaluate compost stability. Proceedings of the 10th Int. Conference of the RAMIRAN Network. Eds. Ján Venglovský and Gertruda Gréserová. Štrbské Pleso, High Tatras, Slovak Republic. May 14 – 18, 2002. pp. 375 – 378.
- Mondini, C., Fornasier, F. and Sinicco, T., 2004.** Enzymatic activity as a parameter for the characterization of the composting process. *Soil Biology & Biochemistry* 36: 1587 – 1594.
- Mondini, C., Sánchez-Monedero, M.A, Sinicco, T. and Leita, L., 2006.** Evaluation of extracted organic carbon and microbial biomass as stability parameters in ligno-cellulosic waste composts. *Journal Environmental Quality*. 35: 2313 – 2320.
- Mondini, C., Cayuela, M.L., Sinicco, T., Sánchez-Monedero, M.A., Bertolone, E. and Bardi, L., 2008.** Soil application of meat and bone meal. Short-term effects on mineralization dynamics and soil biochemical and microbiological properties. *Soil Biology and Biochemistry*. 40 (2): 462 – 474.
- Morra, M.J., 1997.** Assessment of Extracellular Enzymatic Activity in Soil. In C.J. Hurst, G.R. Knudsen, M.J. McInerney, L.D. Stetzenbach, and M.V. Walter (ed.) *Manual of Environmental Microbiology*. American Society for Microbiology, Washington, DC. pp. 459 – 465.
- Morton, J.B., 1998.** Fungi. In D.M. Sylvia et al. (ed.) *Principles and Application of Soil Microbiology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. pp. 72 – 93.

- Nannipieri, P., Grego, S., Ceccanti, 1990.** Ecological significance of the biological activity in soil. In. J.M.Bollag, G.Stotzky (eds.) Soil Biochemistry. Volume 6, Marcel Dekker Inc. New York. pp. 293 – 355.
- Nannipieri, P., Sequi, P. and Fusi, P., 1996.** Humus and enzyme activity. In A Piccolo (ed) Humic Substances in Terrestrial Ecosystems, Amsterdam Netherlands: Elsevier.pp 293 – 328.
- Nayak, D.R., Jagadeesh Babub, Y. and Adhya, T.K., 2007.** Long-term application of compost influences microbial biomass and enzyme activities in a tropical Aeris Endoaquept planted to rice under flooded condition. Soil Biology & Biochemistry. 39: 1897 – 1906.
- Neklyudov, A.D., Fedotov, G.N. and Ivankin, A.N., 2006.** Aerobic processing of organic waste into compost. Applied Biochemistry and Microbiology. 42 (4): 341 – 353.
- Nziguheba, G., Palm, C.A., Buresh, R.J. and Smithson, P.C., 1998.** Soil phosphorus fractions and adsorption as affected by organic and inorganic sources. Plant and Soil. 198: 159 – 168.
- Okur, N. ve Çengel, M., 1995.** Tarımsal kökenli organik atıkların (prina, cibre ve karasu) ile çöp gübresinin toprak solunumu ve bazı toprak enzimleri üzerine etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Semp. Bildiriler Kitabı, C-17, Ankara.
- Okur, B., Mordoğan, N., Sekin, S. ve Erkan, S., 1999.** Ege bölgesindeki bazı tütün işletmelerinin tütün atık ve tütün tozunun kimyasal içerikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt No:36 Sayı:1-2-3.

- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, B. and Delibacak, S., 2008a.** Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: influence on soil biological properties and butter-head lettuce yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 32: 91 – 99.
- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Ceylan, Ş. ve Elmacı, Ö.L., 2008b.** Tıbbi-aromatik bitki işletme atık kompostlarının topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 8 – 10 Ekim 2008, Konya, pp. 400 – 408.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E., 1982.** Phosphorous. In *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney (eds). 2nd Edt. Agronomy No.9/2. Am. Soc. Agron. Soil Science Soc. America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 403 – 430.
- Ottow, J.C.G., Gök, M., Benkiser, G., Sağlamtimur, T., Tansı, V., Onaç, I., Coşkan, B., Karip, B., Kızılsimşek, M., İnal, İ. and Sağlamtimur, F., 1999.** The Effect of Different Plant Residues on Nitrogen Mineralization, Immobilization and Denitrification in Soils. Final Report of Project GIARA 94-4 (D-202).
- Özgüven, M., 1981.** Adana, Adıyaman ve Hatay koşullarında yetiştirilen tütün çeşitlerinin önemli tarımsal özellikleri ve farklı kurutma şekillerinin başlıca kalite öğelerine etkisi üzerinde araştırmalar. Doçentlik Tezi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.
- Özgüven, A.I., 1998.** The opporcturuties of using mushroom compost waste in strawberry growing. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 22: 601 – 607.

- Özgüven, M., Kaya, Z., Yılmaz, M.A., Kırıcı S. ve Tansı, S., 1999.** Sigara fabrikası tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 23 (1): 43 – 51.
- Parades, C., Bernal, M.P., Roig, A. and Cegarra, J., 2001.** Effects of olive mill wastewater addition in composting of agroindustrial and urban wastes. Biodegradation. 12: 225 – 234.
- Pascual, J.A., Garcia, C., Hernández, T. and Ayuso, M., 1997.** Changes in the microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. Biology and Fertility of Soils. 24: 429 – 434.
- Perez-Mateos, M and Rad J.C., 1989.** Immobilization of alkaline phosphatase by soil structural units. Biotechnology and Applied Biochemistry. 11: 371 – 378.
- Perucci, P., Scarponi, L. and Businelli, M., 1984.** Enzyme activities in clay-loam soil amended with various crop residues. Plant and Soil. 84: 345.
- Poincelot, R.P., 1982.** The biochemistry of composting. In Composting of municipal residues and sludges. Proc. National Conference on Composting of Municipal and Industrial Sludges, Rockville, Md. Hazardous Materials Control Research Institute, Silver Springs, Md. pp 33 – 39.
- Polat, H., Yalçın, G., ve Yavuz, R., 2008.** Kompostlaştırılan tarımsal artıkların şekerpancarı verimi ve polar şeker oranı üzerine etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 8 – 10 Ekim 2008, Konya, pp. 903 – 909.

- Pratt, P.F., 1965.** Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. In Ed. C.A. Black, American Society of Agronomy, Inc. Pub. Agron. Series, No. 9., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Pruden, G., Kalembsa, S.J. and Jenkinson D.S., 1985.** Reduction of nitrate prior to Kjeldahl digestion. Journal of The Science of Food and Agriculture. 36: 71 – 73.
- Rauterberg, E. und Kremkus, F., 1951.** Bestimmung von Gesamt Humus und Alkalischen Humusstoffen in Boden. Z. für Pflanzenernaehrung, Düngung und Bodenkunde, Verlag Chemie, GmbH, Weinheim.
- Reddy, D.D., Rao, S.A. and Singh, M., 2005.** Changes in P fractions and sorption in an Alfisol following crop residues application. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 168 (2): 241 – 247.
- Rezende, L.A., Assis, L.C. and Nahas, E., 2004.** Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization in two soils amended with distillery yeast. Bioresource Technology. 94: 159 – 167.
- Robin, D., 1997.** Intérêt de la caractérisation biochimique pour l'évaluation de la proportion de matière organique stable après décomposition dans le sol et la classification des produits organominéraux. Agronomie 17: 157 – 171.
- Ros, M., Hernandez, M.T. and García, C., 2003.** Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biology and Biochemistry. 35 (3): 463 – 469.

- Ros, M., Pascual, J.A., Garcia, C., Hernandez, M.T. and Insam, H., 2006.** Hydrolase activity, microbial biomass and community structure in a long-term compost amended field experiment. *Soil Biology and Biochemistry*. 38: 3443 – 3452.
- Rynk, R., 1992.** On Farm Composting Handbook. NRAES-54, Cooperative Extension Service, Northeast Regional Agricultural Engineering Services, Ithaca, NY, USA.
- Saltalı, K., Brohi, A.R. ve Bilgili, A.V., 2000.** The effect of tobacco waste on the soil characteristics and plant nutrient contents of alkaline soils. *Proceedings of International Symposium on Desertification, Konya, Turkey*. Symposium Book pp: 531 – 534.
- Sapek, B. and Sapek, A., 1999.** Determination of optical properties in weakly humified samples. In: Dziadowiec, H., Gonet, S.S. (Eds.), *R. Zbytniewski, B. Buszewski / Bioresource Technology* 96 (2005) 471–478< *The Study of Soil Organic Matter—the Methodical Guide*. Warszawa, Poland (in polish).
- Saviozzi, A., Levi-Minzi, R. and Riffaldi, R., 1988.** Maturity evaluation of organic wastes, *Biocycle*. 29 (3): 54 – 56.
- Scharpf, H.C. und Wehrmann, J., 1976.** Die Bedeutung des Mineralstickstoffvorrats des Bodens zu Vegetationsbeginn für die Bemessung des N-Düngung zu Winterweizen. *Landw. Forsch.* 32: 100 – 114.
- Schlichting, E. und Blume, H.P., 1966.** *Bodenkundliches Praktikum*, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.

- Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler, E. and Margesin, R., 1995.** Methods in Soil Biology. Berlin: Springer- Verlag, p. 189 – 191.
- Sela, R., Goldrat, T. and Avnimelech, Y., 1998.** Determining optimal maturity of compost used for land application. Compost Science and Utilization. 6: 83 – 88.
- Sellami, F., Hachicha, S., Chtourou, M., Medhioub, K. and Ammar, E., 2008.** Maturity assessment of composted olive mill wastes using UV spectra and humification parameters. Bioresource Technology. 99: 6900 – 6907.
- Smith, D.C. and Hughes J.C., 2002.** Changes in chemical properties and temperature during the degradation of organic wastes subjected to simple composting protocols suitable for small-scale farming, and quality of the mature compost. The South African Journal of Plant and Soil. 19: 53 – 60.
- Senesi, N., 1989.** Composted materials as organic fertilizers. Sci Total Environ. 81: 521 – 542.
- Sonnleitner, R., Lorbeer, E. and Schinner, F., 2003.** Monitoring of changes in physical and microbiological properties of a chernozem amended with different organic substrates. Plant and Soil. 253: 391 – 402.
- Sönmez, E., 2008.** Ertan Sönmez – sözlü görüşme, Ürün Müdürü, Syngenta Tarım San. ve Tic. A.Ş. Kasım, 2008.
- Speir, T.W. and Ross, D.J., 1978.** Soil phosphatase and sulphatase. In: Burns, R.G. (Ed.), Soil Enzymes. Academic Pres, New York. pp. 197 – 250.

- Spencer, B., 1958.** Studies on sulphatases. 20. Enzymic cleavage of aryl hydrogen sulphates in the presence of H_2^{18}O . *Biochemical Journal* . 69 (1): 155 – 159.
- Stevenson, F.J. and Cole, M.A., 1999.** *Cycles of Soil*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 0-471-32071-4. pp. 318.
- Strom, P.F., 1985.** Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. *Applied and Environmental Microbiology*. 50: 899 – 905.
- Summer, M.E., 2000.** Beneficial use of effluents, wastes, and biosolids. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 31, 1701–1715.
- Swift, R.S., Thornton, B.K. and Posner, A.M., 1970.** Spectral characteristics of a humic acid fractionated with respect to molecular weight using an agar gel. *Soil Science*. 110 (2): 93 – 99.
- Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M., 1969.** Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biology & Biochemistry*, 1: 301–307.
- Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M., 1970.** Arylsulfatase activity of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 34: 225 – 229.
- Tabatabai, M.A. 1994.** Enzymes. In *Methods of Soil Analysis, Part 2*. (eds. R.W. Weaver, S. Augle, P.J. Bottomly, D. Bezdicsek, S. Smith, A. Tabatabai and A. Wollum), Soil Science Society of America, Madison, U.S.A. pp. 775 – 833.

- Tarımziraat, 2008.** http://www.tarimziraat.com/sebze_cesitleri_katalogu/b141-bacardi/sertificali_bacardi_biber_cesidi.html Erişim; Kasım, 2008.
- Tejada, M., Moreno, J.L., Hernández, M.T. and Garcíá, C., 2008.** Soil amendments with organic wastes reduce the toxicity of nickel to soil enzyme activities. *European Journal of Soil Biology*. 44: 129 – 140.
- Tiquia, S.M., 2002.** Evolution of enzyme activities during manure composting. *Journal of Applied Microbiology*. 92: 764 – 775.
- Tiquia, S.M. ve Tam, N.F.Y., 2002.** Characterization and composting of poultry litter in forced-aeration piles. *Process Biochemistry*. 37 (8): 869 – 880.
- Tiquia, S.M., Wan, J.H.C. and Tam, N.F.Y., 2002a.** Microbial population dynamics and enzyme activities during composting. *Compost Science and Utilization*. 10 (2): 150 – 161.
- Tiquia S.M., Richard, T.L. and Honeyman, M.S., 2002b.** Carbon, nitrogen, and mass loss during composting. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 62 (1): 15 – 24.
- Tiquia, S.M., 2005.** Microbiological parameters as indicators of compost maturity. *Journal of Applied Microbiology*. 99: 816 – 828.
- Toptaş, D., 2005.** İki farklı organik substratın toprak fosfataz enzim aktivitesine ve fosfor mineralizasyonuna etkileri. Ankara Üniv. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Danışman: Prof. Dr. Koray Haktanır.

- Thalmann, A., 1968.** Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivitat im Boden mittels Trinenyltetrazoliumchlorid (TTC). Landwirtschaftliche Forschung Z & 249 – 258.
- Tripathi, S., Chakraborty, A., Chakrabarti, K. and Bandyopadhyay, B.K., 2007.** Enzyme activities and microbial biomass in coastal soils of India. Soil Biology and Biochemistry. 39 (11): 2840 – 2848.
- Trolldenier, G., 1996.** Nitrifiers by MPN Method. Methods in Soil Biology. Eds: Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E. and Margesin, R., Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. pp 32 – 36.
- TS ISO, 1997.** Tütün ve Tütün Mamülleri-Alkoloit Tayini-Spektrometrik Metot. TS No: 2881.
- TSKAE, 2009.** Menemen 2008 Hidrometerolojik rasat verileri yılı. Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 237, Teknik Yayın No: 47 Menemen- İzmir.
- Tuncay, H., 1994.** Sulama Suyu Kalitesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 512. Bornova, İzmir.
- Ulus NK, 2008.** <http://www.nk.com/tr/misir/dracma> Erişim; Kasım, 2008.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954.** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agri. Handbook No: 60, USDA.

- U.S. Soil Survey Staff, 1951.** Soil Survey Manuel. U.S. Dept. Agr. Handbook 18. U.S. Govt. Printing Office. Washington D.C. USA.
- Vance, E.D., Brookes, P.C. and Jenkinson, D.S. 1987.** An extraction method for. measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry. 19: 703 – 707.
- Vardar Sukan, F., 1997.** Ege Bölgesi Agroendüstriyel Atıkları İçin Veri Tabanı Oluşturulması ve Bu Atıkların Biyoteknolojik Proseslerle Değerlendirilme Olanaklarının İncelenmesi. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Stratejik Odak Nokta Projesi, 182/5, İzmir.
- Wagner, G.H. and Wolf, D.C., 1998.** Carbon Transformations and Soil Organic Matter Formation. In D.M. Sylvia et al. (ed.) Principles and Application of Soil Microbiology. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. pp. 218 – 258.
- Wang, P., Changa, C.M., Watson, M.E., Dick, W.A., Chen, Y. and Hoitink, H.A.J., 2004.** Maturity indices for composted dairy and pig manures. Soil Biology & Biochemistry. 36: 767 – 776.
- Wittmann, C., Kähkönen, M.A., Ilvesniemi, H., Kurola, J. and Salkinoja-Salonen, M.S., 2004.** Areal activities and stratification of hydrolytic enzymes involved in the biochemical cycles of carbon, nitrogen, sulphur and phosphorus in podsolized boreal forest soils. Soil Biology & Biochemistry. 36: 425 – 433.
- Yaprak Tütün İşletmesi, 2008.**
<http://www.yapraktutun.gov.tr/Faaliyet/2004/15-tutunekimiveuretimi.htm>
 Erişim; Eylül 2008.

- Zaman, M., Cameron, K.C., Di, H.J. and Inubushi, K., 2002.** Changes in mineral N, microbial biomass and enzyme activities in different soil depths after surface applications of dairy shed effluent and chemical fertilizer. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 63 (2-3): 275 – 290.
- Zibilske, L.M., 1998.** Composting of organic wastes. Principles and Application of Soil Microbiology. Eds. Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G. and Zuberer, D.A., Prentice-Hall, Inc. Chapter 22, pp. 482 – 498.
- Zmora-Nahuma, S., Markovitcha, O., Tarchitzkyb, J. and Chen, Y., 2005.** Dissolved organic carbon (DOC) as a parameter of compost maturity. *Soil Biology & Biochemistry*. 37: 2109 – 2116.
- Zuberer, D.A., 1998.** Biological Dinitrogen Fixation: Introduction and Nonsymbiotic. In D.M. Sylvia et al. (ed.) Principles and Application of Soil Microbiology. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. pp. 295 – 321.
- Zucconi, F., Forte, M., Monaco, A. and De Bertoldi, M., 1981.** Biological evaluation of compost maturity. *Compost Science & Utilization*. 22: 27 – 29.
- Zucconi, F., Monaco, A., Forte, M. and de Bertoldi, M., 1985.** Phytotoxins during the stabilization of organic matter. In *Composting of Agricultural and Other Wastes*, Ed. J. K. R. Gasser. Elsevier Applied Science Publ. London, pp. 73 – 85.

EKLER

Ek 1 Kompost oluşum süresi boyunca ölçülen dış hava, sera havası ve kompost sıcaklık değerleri

Tarih	Sıcaklık (°C)							
	Hava*			Sera	TT	TT+C	TT+AG	TT+P
	Min.	Maks.	Ort.					
14.02.06	0	7.0	2.3	10.4	15.2	15.5	14.7	15.5
17.02.06	4.7	13.5	11.0	15.9	15.7	36.4	21.9	21.4
24.02.06	8.0	21.4	15.9	22.1	25.7	40.7	33.9	36.4
03.03.06	7.9	17.2	11.8	21.3	33.2	38.6	28.3	34.2
10.03.06	0	14.2	8.0	18.5	29.0	31.9	19.0	25.4
17.03.06	5.3	15.1	9.7	19.6	27.9	28.9	22.4	25.7
24.03.06	12.5	18.2	14.3	21.7	25.0	27.1	23.5	26.5
31.03.06	6.8	21.7	13.5	23.6	24.1	25.5	23.6	26.4
07.04.06	12.7	24.8	20.6	23.1	24.3	24.0	22.2	24.9
14.04.06	13.1	18.3	14.6	21.4	23.9	22.9	22.2	23.0
21.04.06	9.0	24.0	17.0	26.8	26.2	25.2	24.4	26.6
28.04.06	14.0	24.2	17.6	24.5	24.3	23.6	22.6	24.2
05.05.06	10.6	20.6	15.4	22.4	21.1	20.1	19.7	21.5
12.05.06	12.0	25.5	19.4	24.9	27.6	27.6	24.8	26.7
19.05.06	12.2	26.6	21.8	25.1	27.5	27.8	26.1	27.4
26.05.06	18.8	35.1	27.2	29.1	27.3	30.6	29.9	30.4
02.06.06	18.8	40.5	31.0	33.7	32.6	36.5	35.0	36.5
09.06.06	11.0	22.3	18.2	25.9	25.4	27.6	26.6	27.0
16.06.06	13.0	29.1	22.9	36.3	33.0	34.5	33.6	34.1
23.06.06	24.0	36.0	29.7	34.9	31.8	32.9	32.7	33.0
30.06.06	24.3	37.7	32.2	33.8	30.1	31.4	30.5	31.9
07.07.06	19.8	33.4	26.6	28.9	28.9	30.6	28.6	30.1
14.07.06	23.4	34.0	29.0	30.2	29.7	31.1	29.4	31.0

* Hava sıcaklıkları Bornova Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü'nden alınmıştır.

TT: Tütün atığı

TT+C: Tütün atığı+Cibre

TT+AG: Tütün atığı+Ahır gübresi

TT+P:Tütün atığı+Pirina

Ek 2. Kompostlamanın başlangıcından itibaren belirli tarihlerde ölçülen pH ve EC değerleri

Tarih	TT		TT+C		TT+AG		TT+P	
	pH	EC (dS m ⁻¹)	pH	EC (dS m ⁻¹)	pH	EC (dS m ⁻¹)	pH	EC (dS m ⁻¹)
14.02.06	6.12	70.0	6.49	59.5	7.58	62.8	6.17	49.0
17.02.06	6.33	65.5	8.61	49.0	8.92	60.0	7.87	48.5
24.02.06	8.55	60.5	8.49	54.0	9.52	56.5	8.60	43.5
03.03.06	8.94	56.5	8.80	54.5	9.67	65.0	8.62	47.0
10.03.06	8.74	69.5	8.91	53.5	9.30	65.5	8.69	44.8
17.03.06	8.41	74.0	9.11	54.0	9.38	63.0	8.79	45.8
24.03.06	9.18	79.0	9.39	55.0	9.53	70.5	9.03	47.4
31.03.06	9.55	79.0	9.37	55.0	9.53	71.0	9.20	46.5
07.04.06	9.46	80.0	9.51	59.0	9.52	69.0	9.25	46.9
14.04.06	9.30	80.0	9.53	58.0	9.44	77.0	9.34	46.8
21.04.06	9.37	82.0	9.53	58.0	9.41	71.0	9.37	48.9
28.04.06	9.45	81.0	9.53	59.5	9.35	75.0	9.32	47.9
05.05.06	9.34	88.0	9.37	62.0	9.35	79.0	9.41	48.6
12.05.06	9.32	88.0	9.58	62.0	9.48	69.0	9.38	48.0
19.05.06	9.48	82.0	9.58	62.0	9.48	69.0	9.38	48.0
26.05.06	9.43	92.0	9.73	69.0	9.46	76.0	9.40	49.5
02.06.06	9.28	95.0	9.66	69.0	9.34	82.0	9.33	49.5
09.06.06	9.30	99.0	9.67	69.0	9.54	82.0	9.37	50.0
16.06.06	9.37	99.0	9.67	70.0	9.52	89.0	9.55	50.0
23.06.06	9.37	97.0	9.71	78.0	9.33	94.0	9.42	50.5
30.06.06	9.42	93.0	9.65	72.0	9.38	93.0	9.40	49.0
07.07.06	9.54	90.0	9.73	68.0	9.42	79.0	9.55	48.5
14.07.06	9.55	89.0	9.75	60.0	9.45	73.0	9.57	48.0

Ek 3. Kuru kompost örneklerinde belirli aralıklarla saptanan enzim analiz sonuçları

Kompost	Alkalın Fosfataz ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	Asit Fosfataz ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	β-Glukozidaz ($\mu\text{g Saligenin g}^{-1} \text{ 3h}^{-1}$)	Proteaz ($\mu\text{g Tyrosin g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$)	Üreaz ($\mu\text{g N g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$)	Dehidrogenaz ($\mu\text{g TPF g}^{-1}$)	Tarih
TT	94.65	188.77	302.77	1057.57	20.88	101.04	21.02.06
TT+C	324.07	310.13	1418.41	3321.81	931.14	1712.41	
TT+AG	336.89	521.55	433.55	2589.71	163.17	2026.69	
TT+P	292.58	334.94	933.01	1789.61	133.25	372.42	
TT	74.92	146.59	737.86	2639.85	143.15	6864.16	08.03.06
TT+C	468.52	295.91	1140.15	3002.90	554.57	8636.03	
TT+AG	521.40	588.13	445.41	2168.30	165.69	2546.01	
TT+P	322.15	414.01	1014.21	3152.53	555.61	6441.16	
TT	111.20	160.21	1721.92	5349.17	401.10	4021.78	23.03.06
TT+C	563.40	310.89	1643.10	6371.09	928.67	8003.34	
TT+AG	688.13	493.26	572.68	3288.65	178.13	1397.66	
TT+P	493.20	430.12	1581.03	4143.35	503.82	3824.10	
TT	95.46	89.87	1676.89	5003.28	380.40	3812.13	07.04.06
TT+C	546.76	280.49	1190.60	6107.76	1040.28	2219.88	
TT+AG	590.12	350.49	308.21	2918.72	190.77	1203.07	
TT+P	488.23	240.12	1503.37	4003.10	491.20	2706.43	

Ek 3 (devamı)

Kompost	Alkalın Fosfataz ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	Asit Fosfataz ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	β -Glukozidaz ($\mu\text{gSaligenin g}^{-1} \text{ 3h}^{-1}$)	Proteaz ($\mu\text{g Tyrosin g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$)	Üreaz ($\mu\text{g N g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$)	Dehidrogenaz ($\mu\text{g TPF g}^{-1}$)	Tarih
TT	170.20	100.40	1123.76	4343.10	360.42	3423.10	22.04.06
TT+C	603.10	290.18	1010.38	4617.03	1090.15	2506.26	
TT+AG	655.20	403.20	299.25	2342.10	201.02	1180.09	
TT+P	567.12	265.12	1500.17	2987.79	600.87	1670.28	
TT	98.38	15.64	817.96	3119.04	356.80	1088.15	07.05.06
TT+C	579.21	286.97	897.77	3222.86	1067.57	2780.19	
TT+AG	630.19	315.47	278.13	2217.03	180.41	1132.22	
TT+P	517.18	272.09	1565.25	3171.52	593.08	2067.60	
TT	50.43	16.29	780.57	2951.46	552.00	1582.78	22.05.06
TT+C	560.42	372.13	746.45	3032.74	867.24	2883.42	
TT+AG	627.29	425.32	262.79	2182.93	172.15	905.30	
TT+P	499.78	286.85	1547.42	3041.48	793.83	2106.28	
TT	52.49	16.40	700.55	3243.10	478.76	1001.03	06.06.06
TT+C	575.12	403.20	650.01	1821.10	602.22	2018.74	
TT+AG	607.10	447.14	240.10	1388.24	153.21	700.85	
TT+P	485.78	310.10	1549.28	2076.12	701.33	1403.70	

Ek 3 (devamı)

Kompost	Alkalın Fosfataz (µg p-NP g ⁻¹ h ⁻¹)	Asit Fosfataz (µg p-NP g ⁻¹ h ⁻¹)	β-Glukozidaz (µgSaligenin g ⁻¹ 3h ⁻¹)	Proteaz (µg Tyrosin g ⁻¹ 2h ⁻¹)	Üreaz (µg N g ⁻¹ 2h ⁻¹)	Dehidrogenaz (µg TPF g ⁻¹)	Tarih
TT	53.01	16.50	624.46	3364.44	463.23	693.12	21.06.06
TT+C	576.91	412.90	620.40	1694.20	548.51	1884.21	
TT+AG	604.12	459.28	236.08	1172.01	147.92	688.12	
TT+P	480.02	320.12	1552.20	1929.90	662.21	1335.02	
TT	53.36	16.54	622.93	3366.67	461.44	692.26	14.07.06
TT+C	577.50	412.42	619.19	1693.59	547.31	1883.05	
TT+AG	604.83	460.75	235.97	1171.00	147.37	688.34	
TT+P	479.46	320.64	1553.91	1929.82	661.92	1334.99	

Ek 4 Kompostlaşma aşamasında ALKFA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Kompost	4628651.654	3	1542883.885	590897.044	.000
Hata ₁	20.889	8	2.611		
Zaman	480785.261	9	53420.585	16382.837	.000
ZamanxKompost	201582.763	27	7466.028	2289.655	.000
Hata ₂ (Hata ₁ xZaman)	234.775	72	3.261		

Ek 5 Kompostlaşma aşamasında ASFA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Kompost	2189681.230	3	729893.743	834677.008	.000
Hata ₁	6.996	8	.874		
Zaman	226125.828	9	25125.092	24789.481	.000
ZamanxKompost	261313.363	27	9678.273	9548.994	.000
Hata ₂ (Hata ₁ xZaman)	72.975	72	1.014		

Ek 6 Kompostlaşma aşamasında GLU aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Kompost	18403328.461	3	6134442.820	123488.649	.000
Hata ₁	397.409	8	49.676		
Zaman	4513695.735	9	501521.748	15116.790	.000
ZamanxKompost	6665362.698	27	246865.285	7440.975	.000
Hata ₂ (Hata ₁ xZaman)	2388.706	72	33.176		

Ek 7 Kompostlaşma aşamasında PRO aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Kompost	41133592.134	3	13711197.378	4721.186	.000
Hata ₁	23233.480	8	2904.185		
Zaman	110802553.784	9	12311394.865	5017.315	.000
ZamanxKompost	44755867.643	27	1657624.728	675.539	.000
Hata ₂ (Hata ₁ xZaman)	176672.276	72	2453.782		

Ek 8. Kompostlaşma aşamasında ÜA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Kompost	6966361.795	3	2322120.598	12462.049	.000
Hata ₁	1490.683	8	186.335		
Zaman	876121.580	9	97346.842	369.807	.000
ZamanxKompost	2127964.431	27	78813.497	299.402	.000
Hata ₂ (Hata ₁ xZaman)	18953.043	72	263.237		

Ek 9. Kompostlaşma aşamasında DHA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Kompost	73006576.799	3	24335525.600	1661.141	.000
Hata ₁	117199.073	8	14649.884		
Zaman	292702668.295	9	32522518.699	2315.676	.000
ZamanxKompost	102282324.711	27	3788234.249	269.731	.000
Hata ₂ (Hata ₁ xZaman)	1011204.117	72	14044.502		

Ek 10 Saksı denemesi topraklarında yapılan ALKFA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Uygulamalar	491184.222	6	81864.037	668.748	.000
Dönem	74511.363	2	37255.681	304.342	.000
Tekerrür	458.646	3	152.882	1.249	.300
UygulamaxDönem	210056.833	12	17504.736	142.996	.000
Hata	7344.830	60	122.414		

$R^2 = 0.991$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.987$)

Ek 11 Saksı denemesi topraklarında yapılan GLU aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Uygulamalar	8664.579	6	1444.097	75.036	.000
Dönem	32307.247	2	16153.623	839.347	.000
Tekerrür	69.713	3	23.238	1.207	.315
UygulamaxDönem	9068.441	12	755.703	39.267	.000
Hata	1154.727	60	19.245		

$R^2 = 0.977$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.969$)

Ek 12 Saksı denemesi topraklarında yapılan PRO aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Uygulamalar	104670652.570	6	17445108.762	2332.373	.000
Dönem	25701828.175	2	12850914.088	1718.140	.000
Tekerrür	23108.924	3	7702.975	1.030	.386
UygulamaxDönem	54198002.133	12	4516500.178	603.846	.000
Hata	448773.124	60	7479.552		

$R^2 = 0.998$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.997$)

Ek 13 Saksı denemesi topraklarında yapılan ÜA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Uygulamalar	21734.344	6	3622.391	499.659	.000
Dönem	10468.440	2	5234.220	721.989	.000
Tekerrür	111.939	3	37.313	5.147	.003
UygulamaxDönem	7585.973	12	632.164	87.198	.000
Hata	434.983	60	7.250		

$R^2 = 0.989$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.985$)

Ek 14 Saksı denemesi topraklarında yapılan DHA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Uygulamalar	406744.899	6	67790.817	970.816	.000
Dönem	85305.799	2	42652.899	610.822	.000
Tekerrür	58.661	3	19.554	.280	.840
UygulamaxDönem	121250.530	12	10104.211	144.700	.000
Hata	4189.724	60	69.829		

$R^2 = 0.993$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.991$)

Ek 15 Saksı denemesi topraklarında yapılan ArSA aktivitesine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Uygulamalar	32525.846	6	5420.974	183.068	.000
Dönem	316823.993	2	158411.997	5349.616	.000
Tekerrür	10.838	3	3.613	.122	.947
UygulamaxDönem	17300.072	12	1441.673	48.686	.000
Hata	1776.711	60	29.612		

$R^2 = 0.995$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.993$)

Ek 16 Kümülatif-CO₂ oluşum değerleri

Uygulama Konuları	Kümülatif-CO ₂ (mg CO ₂ 100 g ⁻¹ kt)			
	04.05.2007	11.05.2007	18.05.2007	25.05.2007
TK	51.8	95.3	134.1	156.1
TCK	33.3	62.9	93.5	116.0
TAK	25.6	47.1	71.7	87.6
TPK	38.0	70.2	103.8	130.7
T	218.8	385.0	463.9	514.1
NPK	22.0	43.6	60.3	76.7
K	24.1	47.5	66.8	80.3

Ek 17 Saksı denemesinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik ve kimyasal parametreler arasındaki Pearson korelasyon matrisi

Parametreler	OM	Alınabilir			
		Fe	Cu	Zn	Mn
ALKFA	öd	0.770*	0.838*	öd	öd
ArSA	0.970**	0.818*	öd	öd	öd
GLU	0.818*	öd	öd	öd	öd
PRO	0.848*	0.860*	öd	öd	öd
ÜA	0.955**	0.826*	öd	0.806*	öd
DHA	0.890**	0.815*	0.816*	öd	0.771*
Küm-CO₂	0.796*	0.781*	0.877*	öd	0.836*

** 0.01 düzeyinde önemli

* 0.05 düzeyinde önemi

öd = önemli değil

Ek 18 Saksı denemesinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik parametreler arasındaki Pearson korelasyon matrisi

Parametreler	ALKFA	ArSA	GLU	PRO	ÜA	DHA
ArSA	0.861*					
GLU	öd	öd				
PRO	0.943**	0.922**	öd			
ÜA	0.870*	0.982**	öd	0.899**		
DHA	0.929**	0.958**	öd	0.973**	0.914**	
Küm-CO ₂	0.858*	0.843*	0.812*	0.877**	0.770*	0.938**

** 0.01 düzeyinde önemli

* 0.05 düzeyinde önemi

öd = önemli değil

Ek 19 Tarla denemesi topraklarında yapılan C_{mik} parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	771109.683	2	385554.841	344.986	.000
Azot	15400.807	2	7700.404	6.890	.001
HamTütün	996568.875	2	498284.437	445.855	.000
Kompost	128311.020	2	64155.510	57.405	.000
Dönem * Azot	47974.194	4	11993.549	10.732	.000
Dönem * HamTütün	856933.527	4	214233.382	191.692	.000
Dönem * Kompost	35711.179	4	8927.795	7.988	.000
Azot * HamTütün	23881.985	4	5970.496	5.342	.001
Azot * Kompost	76489.117	4	19122.279	17.110	.000
Dönem * Azot * HamTütün	125336.730	8	15667.091	14.019	.000
Dönem * Azot * Kompost	130870.580	8	16358.823	14.638	.000
Hata	147522.410	132	1117.594		
Toplam	13014493.328	180			

R² = 0.958

Ek 20 Tarla denemesi topraklarında yapılan N_{mik} parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	48488.749	2	24244.375	95.438	.000
Azot	44156.487	2	22078.244	86.911	.000
HamTütün	92260.157	2	46130.078	181.591	.000
Kompost	37068.788	2	18534.394	72.961	.000
Dönem * Azot	26559.471	4	6639.868	26.138	.000
Dönem * HamTütün	31600.935	4	7900.234	31.099	.000
Dönem * Kompost	48131.669	4	12032.917	47.368	.000
Azot * HamTütün	37301.652	4	9325.413	36.709	.000
Azot * Kompost	24606.855	4	6151.714	24.216	.000
Dönem * Azot *	34457.240	8	4307.155	16.955	.000
HamTütün					
Dönem * Azot *	35591.409	8	4448.926	17.513	.000
Kompost					
Hata	33532.351	132	254.033		
Toplam	1938404.445	180			

 $R^2 = 0.920$ Ek 21 Tarla denemesi topraklarında yapılan P_{mik} parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	13563.546	2	6781.773	75.236	.000
Azot	470.547	2	235.273	2.610	.077
HamTütün	9993.009	2	4996.505	55.431	.000
Kompost	4486.632	2	2243.316	24.887	.000
Dönem * Azot	2297.896	4	574.474	6.373	.000
Dönem * HamTütün	8366.533	4	2091.633	23.204	.000
Dönem * Kompost	4462.350	4	1115.587	12.376	.000
Azot * HamTütün	3140.472	4	785.118	8.710	.000
Azot * Kompost	1542.187	4	385.547	4.277	.003
Dönem * Azot *	7857.887	8	982.236	10.897	.000
HamTütün					
Dönem * Azot *	2629.185	8	328.648	3.646	.001
Kompost					
Hata	11898.474	132	90.140		
Toplam	3201089.877	180			

 $R^2 = 0.839$

Ek 22 Tarla denemesi topraklarında yapılan ALKFA parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	6747815.189	2	3373907.594	1250.332	.000
Azot	2763.780	2	1381.890	.512	.600
HamTütün	5754168.009	2	2877084.004	1066.215	.000
Kompost	22654.478	2	11327.239	4.198	.017
Dönem * Azot	18927.713	4	4731.928	1.754	.142
Dönem * HamTütün	3934819.273	4	983704.818	364.550	.000
Dönem * Kompost	18124.525	4	4531.131	1.679	.159
Azot * HamTütün	15921.347	4	3980.337	1.475	.213
Azot * Kompost	21067.715	4	5266.929	1.952	.106
Dönem * Azot *	77109.609	8	9638.701	3.572	.001
HamTütün					
Dönem * Azot *	27414.756	8	3426.845	1.270	.265
Kompost					
Hata	356189.914	132	2698.408		
Toplam	89979988.662	180			

 $R^2 = 0.986$

Ek 23 Tarla denemesi topraklarında yapılan GLU parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	163861.817	2	81930.908	252.863	.000
Azot	1219.381	2	609.691	1.882	.156
HamTütün	108200.310	2	54100.155	166.969	.000
Kompost	2351.882	2	1175.941	3.629	.029
Dönem * Azot	683.098	4	170.774	.527	.716
Dönem * HamTütün	76405.894	4	19101.473	58.953	.000
Dönem * Kompost	660.319	4	165.080	.509	.729
Azot * HamTütün	1429.488	4	357.372	1.103	.358
Azot * Kompost	4849.862	4	1212.466	3.742	.006
Dönem * Azot *	1232.534	8	154.067	.475	.872
HamTütün					
Dönem * Azot *	2383.463	8	297.933	.920	.503
Kompost					
Error	42769.686	132	324.013		
Total	2037825.094	180			

 $R^2 = 0.932$

Ek 24 Tarla denemesi topraklarında yapılan ÜA parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	58506.652	2	29253.326	517.079	.000
Azot	98.978	2	49.489	.875	.419
HamTütün	79432.433	2	39716.216	702.021	.000
Kompost	64.781	2	32.390	.573	.565
Dönem * Azot	423.095	4	105.774	1.870	.119
Dönem * HamTütün	67832.581	4	16958.145	299.751	.000
Dönem * Kompost	90.180	4	22.545	.399	.809
Azot * HamTütün	1066.108	4	266.527	4.711	.001
Azot * Kompost	254.165	4	63.541	1.123	.348
Dönem * Azot * HamTütün	2636.613	8	329.577	5.826	.000
Dönem * Azot * Kompost	160.831	8	20.104	.355	.942
Hata	7467.788	132	56.574		
Toplam	701303.649	180			

 $R^2 = 0.976$

Ek 25 Tarla denemesi topraklarında yapılan DHA parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	779380.839	2	389690.420	219.613	.000
Azot	9266.441	2	4633.221	2.611	.077
HamTütün	1696096.265	2	848048.132	477.924	.000
Kompost	23729.708	2	11864.854	6.687	.002
Dönem * Azot	9687.710	4	2421.927	1.365	.250
Dönem * HamTütün	665671.756	4	166417.939	93.786	.000
Dönem * Kompost	2987.822	4	746.956	.421	.793
Azot * HamTütün	16926.547	4	4231.637	2.385	.054
Azot * Kompost	13300.621	4	3325.155	1.874	.119
Dönem * Azot * HamTütün	20238.733	8	2529.842	1.426	.191
Dönem * Azot * Kompost	6640.119	8	830.015	.468	.877
Hata	234226.044	132	1774.440		
Toplam	12300334.610	180			

 $R^2 = 0.951$

Ek 26 Tarla denemesi topraklarında yapılan ArSA parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	73053.737	2	36526.868	132.755	.000
Azot	507.978	2	253.989	.923	.400
HamTütün	76405.949	2	38202.975	138.847	.000
Kompost	5198.364	2	2599.182	9.447	.000
Dönem * Azot	1854.064	4	463.516	1.685	.157
Dönem * HamTütün	6395.884	4	1598.971	5.811	.000
Dönem * Kompost	3542.577	4	885.644	3.219	.015
Azot * HamTütün	308.471	4	77.118	.280	.890
Azot * Kompost	3610.846	4	902.711	3.281	.013
Dönem * Azot * HamTütün	18989.948	8	2373.744	8.627	.000
Dönem * Azot * Kompost	2829.025	8	353.628	1.285	.256
Hata	36319.125	132	275.145		
Toplam	1579241.990	180			

R² = 0.890

Ek 27 Tarla denemesi topraklarında yapılan PRO parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	10785609.622	2	5392804.811	1874.030	.000
Azot	2501.737	2	1250.868	.435	.648
HamTütün	6414403.853	2	3207201.927	1114.521	.000
Kompost	33479.843	2	16739.921	5.817	.004
Dönem * Azot	12569.924	4	3142.481	1.092	.363
Dönem * HamTütün	8897772.295	4	2224443.074	773.006	.000
Dönem * Kompost	10930.106	4	2732.527	.950	.438
Azot * HamTütün	43254.685	4	10813.671	3.758	.006
Azot * Kompost	8461.898	4	2115.474	.735	.570
Dönem * Azot * HamTütün	54821.943	8	6852.743	2.381	.020
Dönem * Azot * Kompost	3078.183	8	384.773	.134	.998
Hata	379849.964	132	2877.651		
Toplam	50203359.910	180			

R² = 0.990

Ek 28 Amonyum oksitleyici bakterilere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Azot	2033090.800	2	1016545.400	4566.300	.000
Tütün	11915876.222	2	5957938.111	26762.931	.000
Kompost	4532526.222	2	2266263.111	10180.005	.000
Azot * Tütün	57929.778	4	14482.444	65.055	.000
Azot * Kompost	1825447.111	4	456361.778	2049.967	.000
Hata	9350.000	42	222.619		
Toplam	77894032.000	60			

 $R^2 = .999$

Ek 29 Nitrit oksitleyici bakterilere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Azot	2835.733	2	1417.867	6.343	.004
Tütün	7376.889	2	3688.444	16.500	.000
Kompost	1304.889	2	652.444	2.919	.065
Azot * Tütün	9428.444	4	2357.111	10.544	.000
Azot * Kompost	2577.778	4	644.444	2.883	.034
Hata	9388.800	42	223.543		
Toplam	127737116.000	60			

 $R^2 = .763$

Ek 30 Azotobakterlere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Azot	1982418.433	2	991209.217	360.046	.000
Tütün	1978668.056	2	989334.028	359.365	.000
Kompost	4603274.667	2	2301637.333	836.045	.000
Azot * Tütün	535930.111	4	133982.528	48.668	.000
Azot * Kompost	483562.667	4	120890.667	43.912	.000
Hata	115626.300	42	2753.007		
Toplam	93877471.000	60			

 $R^2 = .990$

Ek 31 Funguslara ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Azot	504854.933	2	252427.467	1104.370	.000
Tütün	10537518.222	2	5268759.111	23050.821	.000
Kompost	54312.000	2	27156.000	118.807	.000
Azot * Tütün	360711.111	4	90177.778	394.528	.000
Azot * Kompost	3088.000	4	772.000	3.378	.017
Hata	9600.000	42	228.571		
Toplam	30650936.000	60			

 $R^2 = .999$

Ek 32 Genel bakterilere ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Azot	3571944.533	2	1785972.267	25.341	.000
Tütün	100238123.556	2	50119061.778	711.146	.000
Kompost	5988955.556	2	2994477.778	42.489	.000
Azot * Tütün	1294839.111	4	323709.778	4.593	.004
Azot * Kompost	1955063.111	4	488765.778	6.935	.000
Hata	2960011.200	42	70476.457		
Toplam	750582924.000	60			

 $R^2 = .978$

Ek 33 Kırmızı biber verimine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Azot	808.877	2	404.438	.232	.794
Tütün	28292.241	2	14146.121	8.104	.001
Kompost	8391.467	2	4195.734	2.403	.103
Azot * Tütün	16899.483	4	4224.871	2.420	.063
Azot * Kompost	5284.032	4	1321.008	.757	.559
Hata	73318.571	42	1745.680		
Toplam	2084276.378	60			

 $R^2 = 0.466$

Ek 34 Tarla denemesi topraklarında yapılan pH parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	1.297	2	.649	64.294	.000
Azot	.107	2	.053	5.284	.006
HamTütün	.131	2	.065	6.485	.002
Kompost	.094	2	.047	4.667	.011
Dönem * Azot	.041	4	.010	1.019	.400
Dönem * HamTütün	.146	4	.037	3.624	.008
Dönem * Kompost	.023	4	.006	.560	.692
Azot * HamTütün	.102	4	.026	2.539	.043
Azot * Kompost	.059	4	.015	1.455	.220
Dönem * Azot *	.131	8	.016	1.626	.123
HamTütün					
Dönem * Azot *	.068	8	.008	.840	.569
Kompost					
Hata	1.332	132	.010		
Toplam	10911.894	180			

 $R^2 = 0.795$

Ek 35 Tarla denemesi topraklarında yapılan SÇTT parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	.313	2	.157	177.118	.000
Azot	.008	2	.004	4.777	.010
HamTütün	.099	2	.050	56.165	.000
Kompost	.008	2	.004	4.573	.012
Dönem * Azot	.023	4	.006	6.546	.000
Dönem * HamTütün	.120	4	.030	33.862	.000
Dönem * Kompost	.002	4	.000	.543	.704
Azot * HamTütün	.007	4	.002	2.101	.084
Azot * Kompost	.014	4	.003	3.849	.005
Dönem * Azot *	.009	8	.001	1.255	.273
HamTütün					
Dönem * Azot *	.014	8	.002	1.932	.060
Kompost					
Hata	.117	132	.001		
Toplam	5.724	180			

 $R^2 = 0.895$

Ek 36 Tarla denemesi topraklarında yapılan OM parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	3.045	2	1.522	30.394	.000
Azot	.690	2	.345	6.886	.001
HamTütün	10.930	2	5.465	109.099	.000
Kompost	2.414	2	1.207	24.101	.000
Dönem * Azot	.217	4	.054	1.085	.367
Dönem * HamTütün	1.543	4	.386	7.703	.000
Dönem * Kompost	.299	4	.075	1.493	.208
Azot * HamTütün	.857	4	.214	4.276	.003
Azot * Kompost	.610	4	.152	3.043	.019
Dönem * Azot *	.795	8	.099	1.984	.053
HamTütün					
Dönem * Azot *	.165	8	.021	.411	.913
Kompost					
Hata	6.612	132	.050		
Toplam	327.033	180			

R² = 0.758Ek 37 Tarla denemesi topraklarında yapılan N_t parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	.007	2	.003	63.779	.000
Azot	7.76E-005	2	3.88E-005	.754	.473
HamTütün	.025	2	.013	247.247	.000
Kompost	.000	2	.000	2.289	.105
Dönem * Azot	.001	4	.000	2.731	.032
Dönem * HamTütün	.003	4	.001	15.989	.000
Dönem * Kompost	.001	4	.000	5.296	.001
Azot * HamTütün	.001	4	.000	5.166	.001
Azot * Kompost	.002	4	.001	11.247	.000
Dönem * Azot *	.001	8	9.51E-005	1.847	.074
HamTütün					
Dönem * Azot *	.000	8	3.92E-005	.760	.638
Kompost					
Hata	.007	132	5.15E-005		
Toplam	1.427	180			

R² = 0.915

Ek 38 Tarla denemesi topraklarında yapılan P_{al} parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	225.151	2	112.576	269.699	.000
Azot	27.567	2	13.784	33.022	.000
HamTütün	1378.066	2	689.033	1650.724	.000
Kompost	111.907	2	55.953	134.048	.000
Dönem * Azot	24.410	4	6.103	14.620	.000
Dönem * HamTütün	172.021	4	43.005	103.028	.000
Dönem * Kompost	7.340	4	1.835	4.396	.002
Azot * HamTütün	94.508	4	23.627	56.603	.000
Azot * Kompost	42.418	4	10.605	25.405	.000
Dönem * Azot * HamTütün	65.904	8	8.238	19.736	.000
Dönem * Azot * Kompost	18.651	8	2.331	5.585	.000
Hata	55.098	132	.417		
Toplam	6998.680	180			

 $R^2 = 0.978$ Ek 39 Tarla denemesi topraklarında yapılan K_{al} parametresine ait VAT

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Dönem	3178969.744	2	1589484.872	13.217	.000
Azot	1550884.078	2	775442.039	6.448	.002
HamTütün	168178.722	2	84089.361	.699	.499
Kompost	213199.019	2	106599.509	.886	.415
Dönem * Azot	1203085.356	4	300771.339	2.501	.046
Dönem * HamTütün	102100.944	4	25525.236	.212	.931
Dönem * Kompost	199526.148	4	49881.537	.415	.798
Azot * HamTütün	1104892.778	4	276223.194	2.297	.062
Azot * Kompost	2432808.259	4	608202.065	5.057	.001
Dönem * Azot * HamTütün	941849.056	8	117731.132	.979	.455
Dönem * Azot * Kompost	1448205.074	8	181025.634	1.505	.161
Hata	15874655.978	132	120262.545		
Toplam	85574363.000	180			

 $R^2 = 0.522$

ÖZGEÇMİŞ

1976 tarihinde İzmir’de doğdu. İlk öğretimini Necatibey İlkokulunda, orta öğretimini 9 Eylül Ortaokulunda tamamladıktan sonra lise eğitimi için İstanbul’ a gitti. Silivri Lisesinden 1994 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde başladığı lisans öğrenimini 1998 yılında tamamlayarak “Ziraat Mühendisi” ünvanını kazandı. Yine aynı yıl E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2000 yılında Toprak Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2002’ de Yüksek Lisans eğitimi tamamlayarak “Ziraat Yüksek Mühendisi” ünvanını kazandı. 2003 yılında E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda Doktora eğitime başladı. Halen Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Bildiği yabancı dil İngilizce’dir. Evli ve bir çocuk babasıdır.