

*Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU

Orcid No: 0000-0003-0895-221X

**Nur OKUR

Orcid No: 0000-0002-7796-1227

*Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölümü (Sorumlu yazar)

husnu.kayikcioglu@ege.edu.tr

**Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölümü

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv04i4iss2pp184-210>

Geliş Tarihi: 15/04/2020

Kabul Tarihi: 21/05/2020

Anahtar Kelimeler

Azotobakter, kimyasal toprak özellikleri, nitrifikasyon bakterileri, mikrobiyal biyokütle C-N-P, hidrolitik toprak enzimleri, dehidrogenaz

Keywords

Azotobacter, soil chemical properties, nitrification bacteria, microbial biomass C-N-P, soil hydrolytic enzymes, dehydrogenase

Tütün Atığı ve Kompostunun Typic Xerofluent Bir Toprağın Sağlığı ile Kırmızı Biber (*Capsicum annuum* L.) Verimi Üzerine Etkileri

Özet

Tütün atıklarının tarımda kullanılabilme potansiyelini ortaya koyabilmek amacıyla gerçekleştirilen çalışma, tesadüf blokları deseninde ve 4 tekrerrürlü olarak tesis edilmiş olup, 2008 yılında Typic Xerofluent toprakta yürütülmüştür. Ham tütün atığı (T) ve tütün atığı kompostu (TK) 20 ve 40 t ha⁻¹ düzeylerinde, kimyasal azotlu gübre ise 150 ve 300 kg N ha⁻¹ dozlarında faktöriyel olarak uygulanmıştır. Çalışmada mikrobiyal biyokütle C'u, N'u ve P'u (Cmik, Nmik, Pmik), enzimler (alkalin fosfataz, ALKPA; β-glukozidaz, GLU; aril sülfataz, ArSA; proteaz, PRO; üreaz, ÜA; dehidrogenaz, DHG), mikrobiyal popülasyon (amonyum oksitleyici, AOB ve nitrit oksitleyici bakteriler, NOB; genel bakteri, GB; azotobakter, AZB; genel fungus, GF) ile bazı kimyasal özellikler (toprak reaksiyonu, pH; tuzluluk, EC; organik madde, Corg; toplam azot, Nt) belirlenmiştir. Organik materyaller Cmik, Nmik ve Pmik miktarlarını arttırmıştır. Enzim aktiviteleri üzerine azotun tek başına etkisi önemli olmazken, T tüm enzim aktiviteleri üzerine; TK ise ÜA dışındaki tüm enzimler üzerine etkili olmuştur. AZB dışındaki diğer mikroorganizma gruplarını en fazla uyarıcı T olurken, TK ile AZB'ler daha fazla uyarılmıştır. AOB, T ile % 585, TK ile ise % 354 artış göstermiştir. Corg ve Nt miktarları özellikle T ile artmıştır. En yüksek birim verim N2T2 ve N0T2 uygulamalarında sırasıyla 192.6 ve 192.3 t ha⁻¹ olarak ortaya çıkarmıştır. Akdeniz ikliminin etki altında sulanabilir ürünlerde ham tütün atığı 40 t ha⁻¹ uygulanabileceği gibi, tuzluluğa daha hassas olan bitki yetiştiriciliğinde ise 40 t ha⁻¹ dozunda tütün atığı kompostunun daha iyi bir tercih olacağı görülmektedir.

Effects of Tobacco Waste and Its Compost on The Health of a Typic Xerofluent Soil and The Yield of Paprika (*Capsicum annuum* L.)

Abstract

A study was conducted in 2008 in a randomized blocks with four replications on Typic Xerofluent to demonstrate the potential of using tobacco wastes on soils. Raw tobacco waste (T) and tobacco waste compost (TK) were applied at the rates of 20 and 40 t ha⁻¹ while nitrogen fertilizers were applied at the doses of 150 and 300 kg N ha⁻¹. The parameters of microbial-C, N and P (Cmik, Nmik, Pmik), enzymes (alkalinephosphatase, ALKPA; β-glucosidase, GLU; arylsulfatase, ArSA; protease, PRO; urease, UA; dehydrogenase, DHG), microbial population (ammoniumoxidizer and nitriteoxidizing bacteria, AOB and NOB; general bacteria, GB; azotobacter, AZB; general fungus, GF) and chemical properties (soil reaction, pH; salinity, EC; organic matter, Corg; total nitrogen, Nt) were determined. Organics increased in Cmik, Nmik and Pmik. The effect of nitrogen on enzyme activities was not significant. T was the most encouraging treatment for communities except AZB which was stimulated by TK treatments more. T and TK increased in AOB by an average of 585% and 354%, respectively. Corg and Nt were increased by T. The highest unit yield was 192.6 and 192.3 t ha⁻¹ in N2T2 and N0T2, respectively. It can be seen that raw tobacco waste can be applied at a level of 40 t ha⁻¹ in irrigated crops growing, and 40 t ha⁻¹ dose of tobacco waste compost will be a better choice in crop cultivation which is more sensitive to salinity under the influence of the Mediterranean climate.

GİRİŞ

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 (Kayıkcıoğlu ve ark., 2019; Irmak Yılmaz, 2020). Ülkemizde ortaya çıkan düşük toksik element ve yüksek organik madde içeriklerine sahip olan agroendüstriyel atıkların toprakların organik madde içeriğinin sürdürülebilirliği açısından kullanılma potansiyelleri, sadece kolay ve ekonomik organik madde kaynağı olarak değil, aynı zamanda ekosistem sağlığı açısından da bir atığın bertarafı olarak düşünölmelidir. Bu potansiyele sahip olan tütün atıkları; ucuz, kolay elde edilebilen, değerlendirilmeyen ve tütün bitkisi hasadı sırasında ve sonrasında sigara endüstrisindeki işlenmesine kadar yüksek miktarlarda ortaya çıkan agro-endüstriyel

bir atıktır (Silva ve ark., 2019). 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. Gerek üretilen atık miktarının çok daha fazla olması ve gerekse de organik karbon içeriğinin (%40.8) yaklaşık %141 ve toplam azot miktarının (%2.13) ise yaklaşık %130 fazla olması nedeniyle sigara fabrikası atığı daha dikkat çekici bir konumdadır (Kayıkcıoğlu, 2009). 2007-2019 yılları arasında Türkiye’de yerleşik sigara üretim firmalarının tütün kullanım oranlarında yerli tütün yaklaşık %63 oranında azalırken, ithal tütün ise yaklaşık %30 oranında artış göstermiştir (TADB, 2020) İlâveten, ölkemizde tütün üretiminin azalmasına karşın tütün ithali ile sigara üretimi de artış göstermiştir. Son 16 yılda sigara üretimi %35 artarak 1.6×10^{11} adede ulaşmıştır. Üretim ve faaliyet uygunluk belgesine sahip olup, ölkemizde sigara üretimi yapan 8 firmanın dört tanesi İzmir ve bir tanesi ise Manisa ile 5 tanesi Ege Bölgesinde bulunmaktadır (TADB, 2020). Sigara fabrikaları, tütün sigara atığı olarak isimlendirilen ve üretim süreçlerinin tütün işleme ile paketleme aşamalarında ortaya

çıkan 20 t gün⁻¹ den fazla miktarda organik atıkla ilgili bertaraf sorunu yaşamaktadırlar (Kayıkçıoğlu, 2009; Talkah, 2013). Yapılan bir başka çalışmada ise sigara üretimi aşamasında % 20 oranında atık oluştuğu ve fiziksel yapısı nedeniyle tütün karışımlarının içine dâhil edilemediği ortaya koyulmuştur (Piotrowska-Cyplik ve ark., 2009). Dolayısıyla oluşan tütün atığı miktarı yanında göz önüne alındığında yüksek azot (21.3 g kg⁻¹), potasyum (32.0 g kg⁻¹) ve fosfor (2.1 g kg⁻¹) içeriğine sahip bu atıkların, organik madde düzeyi düşük olan tarım topraklarında değerlendirilebilme potansiyeli ön plana çıkmaktadır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2011). Geçmişte yapılan araştırmalar tarım topraklarında tütün tozunun kullanımına bağlı olarak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişim üzerine odaklanılmış olup, bu değişimlerin ortaya çıkmasıyla ilgili olarak dikkate alınması gerekli biyolojik özellikler konusunda daha sınırlı kalmıştır. Tütün atığı uygulamalarıyla artış gösteren alınabilir besin elementi konsantrasyonu (Cercioglu ve ark., 2012) toprakların tuzluluk içeriğinde artış sağlamış (Gülser ve ark., 2010); yüksek organik içeriğe sahip olduğundan, toprakların iyon yapısını, elektrik iletkenliğini ve besin seviyesini

artırarak toprağın kimyasal yapısını geliştirir, su tutma kapasitesini iyileştirerek ise toprağın fiziksel olarak iyileştirir (Aggelides ve Londra, 2000); toprağın hacim ağırlığını azaltırken, organik karbon içeriğini, poroziteyi ve toprak infiltrasyonunu artırır (Candemir ve ark., 2012); toprakların agregat stabilitesini iyileştirir (Martens, 2000). Ayrıca bazı araştırmalar tütün tozu uygulamasına bağlı olarak ürün veriminde de artışlar sağlandığını belirtmişlerdir (Melchias ve ark., 2013). Ham tütün atığının nikotin ve yüksek tuzluluk içeriğine sahip olabilmesi nedeniyle kompost haline getirilerek tarımsal kullanımı da araştırma konusu olmuştur (Wu ve ark., 2015). Dahası, olgun kompost toprakta azot immobilizasyonunu destekleyerek NH₄⁺'u azaltabilir ve NO₃⁻'ı arttırabilir (Cayuela ve ark., 2009). Toprak üretkenliğinin sürdürülebilirliği için organik materyal ilavelerine ihtiyaç bulunmaktadır. Yakma vb. bertaraf yöntemleriyle çevre sorunu olmaktan çıkarılmaya çalışılan agro-endüstriyel atıkların tarımsal kullanılabilirliklerinin ortaya koyulması sürekli güncel bir yaklaşım olarak devam edecektir. Dahası tarımsal sanayi atıklarının kullanılması kimyasal gübreye göre daha düşük maliyetli

olacak ve atık yönetimine katkıda bulunacağı hiç şüphesizdir (Shakeel, 2014). Bu çalışmada ham olarak ve aerobik kompostlaştırılarak elde edilen tütün atıklarının topraklara uygulanması sonucu, mikrobiyal aktivitedeki değişim, mikrobiyal biyokütle-C-N-P'u, enzimatik aktivite düzeyleri (alkalin fosfataz, aril sülfataz, β -glukozidaz, proteaz, üreaz, dehidrogenaz), genel (genel bakteri ve genel fungus) ve spesifik (azotobakter, amonyum oksitleyiciler, nitrit oksitleyiciler) mikroorganizma sayımları ile ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bunun yanında toprakların bazı kimyasal özelliklerindeki değişiklikler ile test bitkisi olarak yetiştirilen kırmızı biberin toplam verim değeri üzerine olan etkisi de araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma yeri ve özellikleri

EÜ. Ziraat Fakültesi Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği'nde 2008 yılında 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. Yaklaşık 2 da büyüklüğündeki deneme alanının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla, çalışma öncesi toprak örnekleme yapılmıştır. Deneme alanı 7.76 pH düzeyine sahip olup, suda çözünebilir toplam tuz

içeriği açısından tuzsuz olarak (%0.033) belirlenmiştir. Kumlu tın bünyeye sahip olan araştırma toprağının organik madde içeriği %2.29, toplam $N_{KLEJDAHL}$ içeriği %0.074, alınabilir $P_{BINGHAM}$ miktarı 1.83 mg kg⁻¹ ve K_{NH_4OAc} içeriği 238 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Tarla denemesinde sulama suyu olarak yaklaşık 20 m'den çıkan artezyen suyu kullanılmıştır. Sulama suyu açısından tarımsal kullanılabilirliğinde herhangi bir problem oluşturmadığı yapılan analizlerle saptanmıştır (veriler makalede gösterilmemiştir).

Deneme alanının iklimsel 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. 1954-2008 yılları uzun dönem ortalaması ile tarla denemesinin yürütüldüğü yıla ilişkin iklim verileri Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü rasat istasyonuna aittir (TSKAE, 2009). Deneme süresince ortaya çıkan ortalama yıllık sıcaklık 17.7 ° C ile

uzun dönem verisinden % 4.7 düzeyinde bir yükseklik gösterirken, 310.1 mm olarak gerçekleşen yıllık toplam yağış değeri ise uzun dönem yıllık yağış miktarından % 41 düzeyinde daha düşük gerçekleşmiştir. Artan sıcaklık ve düşük yağışın küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Denemede kullanılan organik ve inorganik materyaller ile test bitkisi

Tarla denemesinde kullanılan organik materyallerden ham tütün atığı ve tütün atığı kompostuna ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Tütün atığı Torbalı-İzmir'de faaliyet gösteren çok uluslu bir sigara fabrikasından alınmıştır. Tütün atığı kompostu yığın-namlu şeklinde ve 3 ay süren aerobik kompostlaştırılma işlemiyle elde edilmiştir. 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. Tarla denemesinde konik şekilli kapyta tipi kırmızı biber bitkisi (*Capsicum annuum* L. var. *Bacardi*) yetiştirilmiştir. Bu bitkiye ait

tohumlar (melez F1- PC-9553) Syngenta firmasından elde edilmiştir. Fide haline getirilmesi amacıyla bir firmaya verilen tohumlar, Nisan sonu itibarıyla hazır hale gelmiş ve 2 Mayıs 2008 tarihinde tarlaya şaşırtılmıştır. Denemede uygulanacak olan azot dozu amonyum sülfat (% 20.5 N) ve amonyum nitrat (% 33 N) gübresinden uygulanmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak fosfor ve potasyum tüm parsellere; triple süper fosfat gübresi (% 43-44 P₂O₅) ve granül potasyum sülfat (% 50 K₂O) gübresi kullanılarak uygulanmıştır.

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 [(NH₄)₂SO₄ ve NH₄NO₃] test bitkisinin verimine, toprağın mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesine ve bazı toprak özelliklerine etkileri faktöriyel olarak araştırılmıştır. Çizelge 1'de tarla denemesi uygulama konuları ve dozlar verilmiştir.

Çizelge 1. Tarla denemesinde kullanılan tütün atığı ve kompostunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Parametreler | Ham Tütün Atığı (T) | Tütün Atığı Kompostu (TK) | Uygulama konuları ve dozları | |
|--|---------------------------|---------------------------|---|-------|
| pH (1:10) | 5.9 | 9.4 | Ham tütün atığı (T): 0 - 20 - 40 t ha ⁻¹ (T ₀ - T ₁ - T ₂) | |
| 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 | Tütün atığı kompostu (TK): 0 - 20 - 40 t ha ⁻¹ (TK ₀ -TK ₁ -TK ₂) | |
| 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 | |
| Azotlu gübre (N): | Cu (mg kg ⁻¹) | 14 | 84 | |
| | Zn (mg kg ⁻¹) | 55 | 150 | |
| | Mn (mg kg ⁻¹) | 186 | 333 | |

Deneme parselleri 3x4 m ebatlarında 12 m² alanında dizayn edilmiş olup, organik (ham tütün atığı ve kompostu) ve kimyasal tüm materyaller homojen bir şekilde el ile parsel üzerine yayılmışlar ve ardından 10-12 cm toprak derinliğine karıştırılmıştır. Azot dozunun 2/3'ü ekimle birlikte amonyum sülfat gübresinden, geriye kalan 1/3 lük kısmı ise çiçeklenme döneminde amonyum nitrat gübresinden karşılanmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak fosfor (150 kg ha⁻¹ P₂O₅) ve potasyum (300 kg ha⁻¹ K₂O) tüm parsellere verilmiştir. Her parselde oluşturulan 4 sraya toplam 40 bitki dikimi (2 Mayıs 2008) gerçekleştirilmiştir. Fideler sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 35 cm olacak şekilde parsel içindeki sıralara dikilmiştir.

Dikimlerin ardından her parselde eşit miktarlarda can suyu verilmiştir. Deneme boyunca pestisit kullanılmamıştır. Hasatlar 11 Ağustos, 21 Ağustos ve 14 Ekim 2008 tarihlerinde olmak üzere toplamda üç kez ve el ile yapılmıştır. Denemenin kurulmasından 10 gün sonra, 12 Mayıs 2008 tarihinde mikrobiyolojik amaçlı ilk toprak örnekleme yapılmıştır. İkinci örnekleme 63 gün sonra 4 Temmuz 2008 tarihinde çiçeklenme döneminde ve son örnekleme de üçüncü el hasadı takiben 16 Ekim 2008 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Her parselden 0-15 cm derinlikten ve 10 farklı noktadan alınıp karıştırılarak tek örneğe indirgenen topraklar, buz kutuları içerisinde aynı gün laboratuvara

getirilmiştir. Arazi nemindeki topraklar 2 mm'lik elekten geçirilerek mikrobiyolojik analizler için hazır hale getirilmişlerdir. Tüm mikrobiyolojik analizler 30 gün içinde tamamlanmış olup, analizler gerçekleştirilinceye kadar +4 °C' de muhafaza edilmişlerdir.

Toprak örneklerinin ve organik materyallerin analizinde kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemler

Toprakların dane büyüklüğü dağılımı hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1962); toprak reaksiyonu (pH), saf su ile sature hale getirilen doymuş toprakta (Jackson, 1967), suda çözünebilir toplam tuz U.S. Soil Survey Staff, (1951) yöntemiyle; organik madde, potasyum dikromat ile yaş yakılarak (Rauterberg ve Kremkus, 1951) ve Van Benmelen faktörü ile çarpılarak hesaplanmıştır (Black, 1965). Toplam N, Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965); alınabilir K, 1 N NH₄OAc ile ekstraksiyon yöntemiyle (Pratt, 1965); alınabilir P, Bingham (1949)'a göre belirlenmiştir. Organik materyallerin toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn yaş yakma (HNO₃:HClO₄) uygulanarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Toprak örneklerinin analizinde kullanılan mikrobiyolojik analiz yöntemleri

C_{mik}, N_{mik} ve P_{mik} tayini için toprak örnekleri Jenkinson (1976)'a göre fumige edildikten sonra 0.5 M K₂SO₄ ile çalkalanmıştır (Vance ve ark., 1987). Mikrobiyal biyokütle-C'ü (C_{mik}), elde edilen süzükteki C'nun, kuvvetli asit ile titre edilerek (Kalembasa ve Jenkinson, 1973; Vance ve ark., 1987) ve kEC faktörü olarak 0.45 kullanılarak (Jenkinson ve Ladd, 1981); mikrobiyal biyokütle-N'u, fumige edilen ekstraktaki toplam N miktarı Kjeldahl yöntemine göre (Pruden ve ark., 1985) ve kEN faktörü olarak 0.45 kullanılmasıyla (Jenkinson, 1988); mikrobiyal biyokütle-P u ise fumige edilen toprak örneklerinin Olsen ve Sommers (1982) yöntemine göre belirlenmiş P'un kEP faktörü olarak 0.40 kullanılarak çevrilmesiyle saptanmıştır (Brookes ve ark., 1982). Dehidrogenaz (DHG, EC 1.1), 2,3,5-TTC kullanılarak Thalmann (1968)'e göre; Üreaz (UA, EC 3.5.1.5), substrat olarak ürenin kullanıldığı ve modifiye edilmiş Bertholet reaksiyonu ile belirleme yöntemine göre (Kandeler ve Gerber, 1988); Alkalin fosfataz (ALKPA, EC 3.1.3.1), tamponlanmış p-nitrophenyl fosfat çözeltisi kullanılarak Tabatabai ve Bremner (1969) ile Eivazi ve Tabatabai (1977) tarafından belirtilen yöntemine göre; Proteaz (PRO, EC 3.4) kazein substratı kullanılarak

Ladd ve Butler (1972)'e göre; β -glukozidaz (GLU, EC 3.2.1.21), salicin ile inkübasyondan açığa çıkan Saligen'in spektrofotometrik tayini ile 578 nm' de (Hoffman ve Dedekan, 1965); Aril sülfataz (ArSA, EC 3.1.6.1), p-nitrophenylsulphate kullanılarak Tabatabai ve Bremner (1970)'e göre belirlenmiştir. Genel bakteri, Azotobakter ve genel fungus sayımları dökme plaka yöntemiyle sırasıyla Dextroz-Agar (Johnson ve ark., 1959), Mannit-Agar (Ahrens, 1966) ve Malt Ekstrakt-Agar (Johnson ve ark., 1959) kullanılarak belirlenmiştir. Nitrifikasyon bakterileri sıvı besin ortamında MPN Yöntemine göre sayılmışlardır. 4 haftalık bir inkübasyon süresi sonunda amonyum oksitleyiciler ve nitrit oksitleyicilerin en muhtemel sayıları belirlenmiştir (Trolldenier, 1996).

İstatistiksel analiz

Tütün atıkları ile azotlu gübre uygulamalarının bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi faktöriyel düzende test edilmiştir. Normal dağılıma uyan veri setinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki genel ve özel etkileri

MANOVA analizi ile test edilmiştir. Ortalama değerlerin karşılaştırılması ise "Duncan" çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Ayrıca Pearson korelasyon matrisleri de çıkarılmıştır. Tüm verilerin istatistiki analizi IBM SPSS Statistics 15.0. programında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

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 2'de verilmiştir. Araştırılan tüm parametrelerin toprakların alınma dönemlerine bağlı olarak farklılıklar gösterdikleri, azot uygulamalarının ise mikrobiyal parametrelerden sadece biyokütle-C ve N'u üzerine etkili olduğu görülmektedir. T uygulaması tüm bağımlı değişkenleri, TK ise N_t ve UA dışındaki tüm parametreleri etkilemiştir.

Çizelge 2. Ham tütün atığı (T), tütün atığı kompostu (TK), azotlu gübre uygulamalarının (N) ve interaksiyonlarının toprak özelliklerine etkisi

| Parametre | Dönem (D) | N | T | TK | D _x N | D _x T | D _x TK | N _x T | N _x TK | D _x N _x T | D _x N _x TK |
|------------------|-----------|----|----|----|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| C _{mik} | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| N _{mik} | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| P _{mik} | ** | öd | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| ALKPA | ** | 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 |
| C _{org} | ** | ** | ** | ** | öd | ** | öd | ** | * | öd | öd |
| N _t | ** | öd | ** | öd | * | ** | ** | ** | ** | öd | öd |

* P<0.05; **P<0.01; öd: istatistiksel olarak önemli değil.

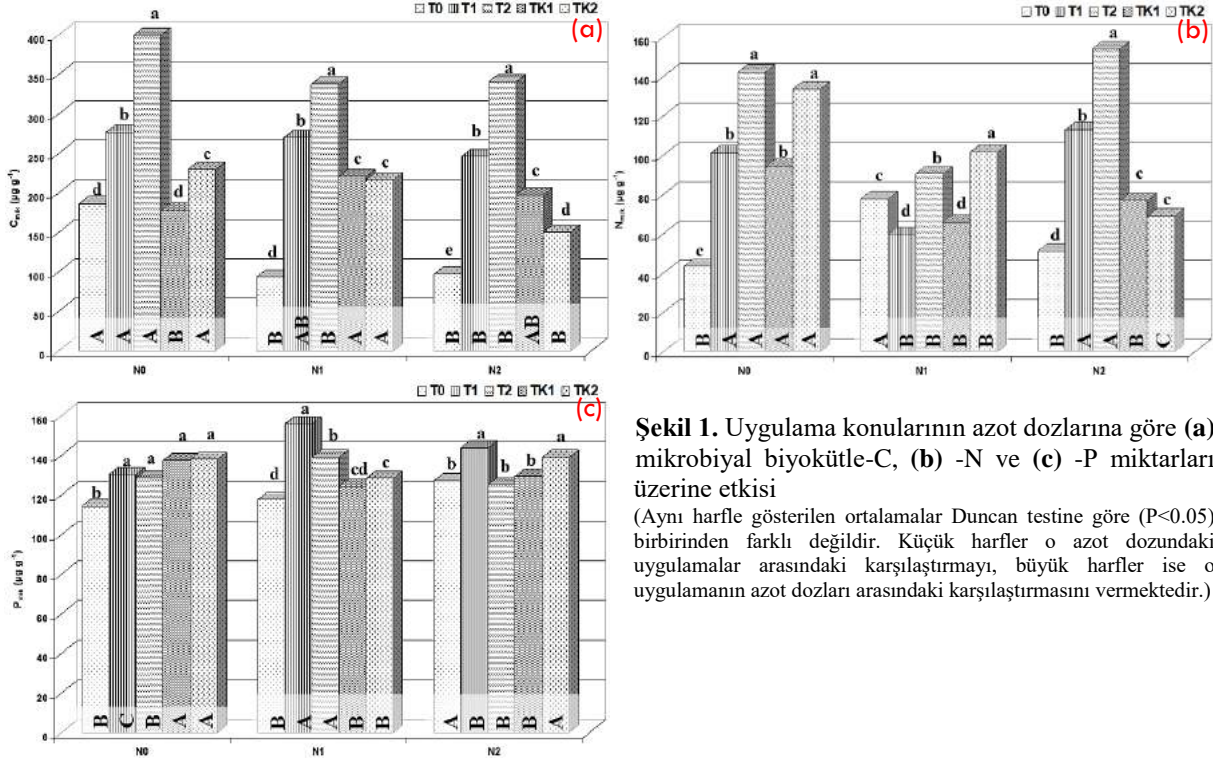
Mikrobiyal aktivite üzerine etkileri

Toprak örneği alma dönemine bağlı olarak N, T ve TK uygulamalarının ve bu faktörlerin interaksiyonlarının topraktaki C_{mik} miktarlarını P<0.01 düzeyinde etkilediği görülmektedir (Çizelge 2). Azotun uygulandığı topraklarda en düşük C_{mik} değerleri kontrol toprakta belirlenmiştir. Araştırma topraklarının bu parametre açısından değerleri 38.06 - 707.91 µg C g⁻¹ arasında değişmiştir. 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 (TK₁ uygulaması hariç) meydana gelmiştir (Şekil 1a). Toprak örnekleme dönemlerine bağlı olarak azot, atık ve kompost uygulamaları ve bu faktörlerin

interaksiyonları topraktaki N_{mik} miktarlarını P<0.01 düzeyinde etkilemiştir (Çizelge 2). Araştırma topraklarının N_{mik} değerleri 17.50-213.50 µg N g⁻¹ arasında değişmiştir. Gerek T ve gerekse TK uygulanmış topraklarda doza bağlı olarak genellikle bir artış ortaya çıkmıştır. T uygulaması yapılan topraklarda N₂ azot dozu N_{mik} miktarını arttırırken, TK verilen topraklarda azot dozlarının artışına bağlı olarak N_{mik} değerleri azalmıştır (Şekil 1b). Tarla denemesi topraklarında saptanan P_{mik}; toprak örneği alma dönemi, atık ve kompost uygulamaları ve bu faktörlerin interaksiyonundan P< 0.01 düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 2). Araştırma topraklarının P_{mik} değerleri 102.2 - 195.5 µg P g⁻¹ arasında değişmiştir. Gerek N₀ ve gerekse N₁ uygulamalarında T ve TK uygulamaları P_{mik} miktarlarını kontrole oranla bir miktar arttırırken, N₂ azot dozunda sadece T₁ ve TK₂ uygulanmış

topraklarda kontrole oranla daha yüksek P_{mik} miktarları saptanmıştır. Artan azot

dozlarının P_{mik} miktarları üzerindeki etkisi farklılık göstermiştir (Şekil 1c).

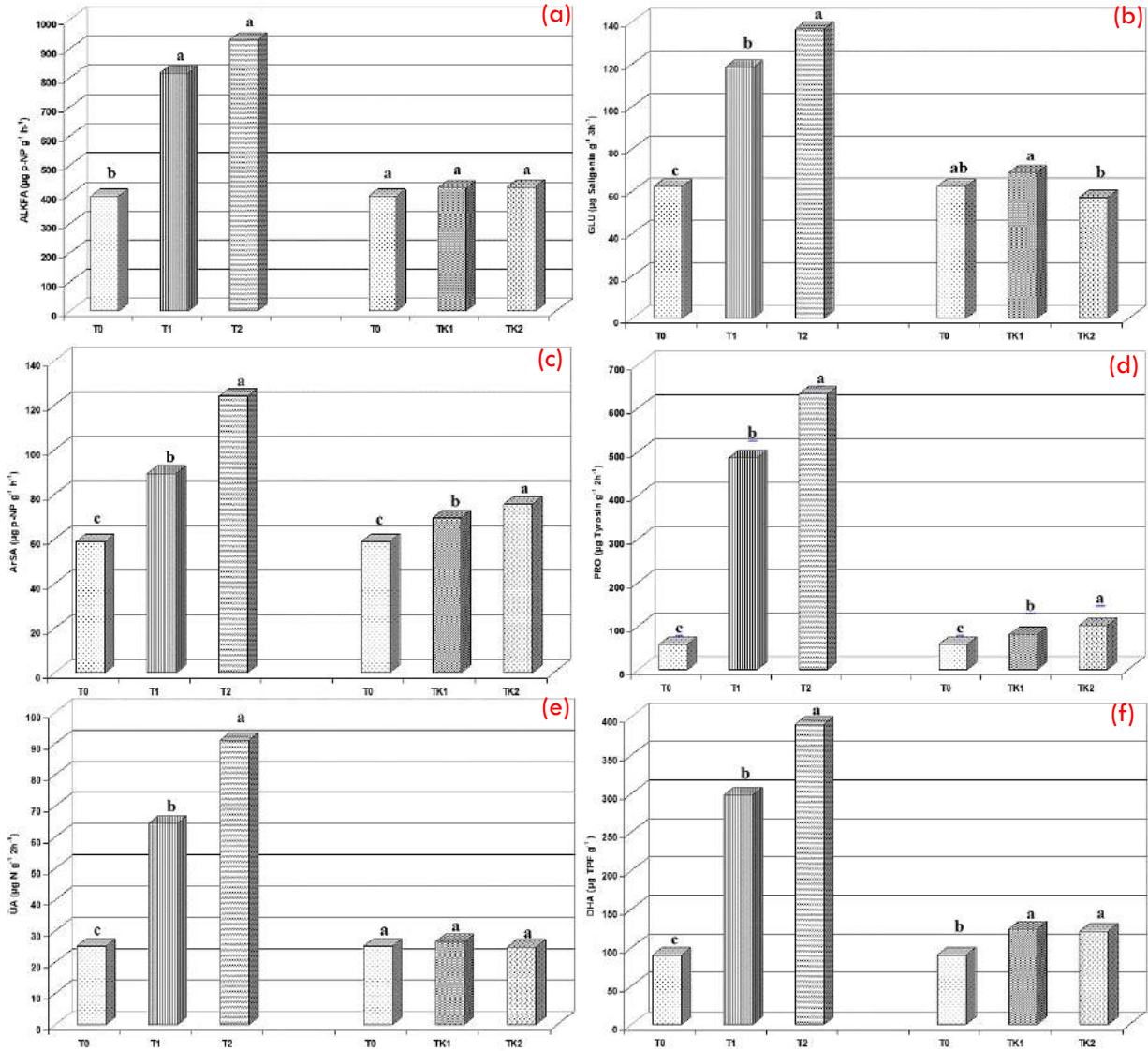


Şekil 1. Uygulama konularının azot dozlarına göre (a) mikrobiyal biyokütle-C, (b) -N ve (c) -P miktarları üzerine etkisi

(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($P < 0.05$) birbirinden farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmasını vermektedir.)

Tarla denemesi topraklarında incelenen 6 enzim (ALKPA, GLU, ArSA, PRO, ÜA, DHG) üzerine azot dozlarının tek başına etkisi önemli olmazken, T tüm enzim aktiviteleri üzerine; TK ise ÜA dışındaki tüm enzimler üzerine etkili faktörler olmuştur. İkili interaksyonlardan ise DxT

tüm enzim aktiviteleri üzerine $P < 0.01$ düzeyinde önemli olurken, $D \times N \times T$ üçlü interaksyonu ALKPA, ArSA, PRO ve ÜA aktiviteleri için önemli çıkmıştır (Çizelge 2). Tarla topraklarının ALKPA aktivitesi $309.09-1547.65 \mu g p-NP g^{-1} h^{-1}$ değerleri arasında değişmiştir.



Şekil 2. Organik materyal uygulamalarının topraklarının (a) alkalın fosfataz, (b) β -glukozidaz, (c) aril sülfataz, (d) proteaz, (e) üreaz ve (f) dehidrogenaz aktiviteleeri üzerine etkisi
(Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre ($P < 0.05$) birbirinden farklı değildir.)

T'nin artan dozları ALKPA aktivitesini artırırken, TK uygulamaları kontrol ile aynı istatistiki grup içinde kalmıştır (Şekil 2a). GLU aktivitesinin topraklarda dağılımı 35.19-247.11 $\mu\text{g Saligenin g}^{-1} \text{3h}^{-1}$ arasında olmuştur. T'nin artan dozları GLU aktivitesini artırırken, TK'nın ilk dozunda enzim aktivitesi kontrole oranla biraz

yükselmiş fakat ikinci dozla GLU miktarı azalmıştır (Şekil 2b). Tarla deneme topraklarında saptanan ArSA miktarları 29.07-178.46 $\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{h}^{-1}$ arasında yer almıştır. Gerek T, gerekse TK uygulamaları ArSA aktivitesini istatistiki önemde arttırmıştır. Fakat T uygulamalarının yaptığı artışlar TK' a göre daha yüksek

oranda gerçekleşmiştir (Şekil 2c). Tarla toprağının PRO aktivitesi 30.60-1679.69 µg Tyrosin g⁻¹ 2h⁻¹ değerleri arasında değişmiştir. T₂ uygulaması PRO aktivitesini kontrole oranla yaklaşık 12 kat daha fazla artırırken, T₁ uygulaması ile de yüksek artış oranları (yaklaşık 10 kat) sağlanmıştır. Buna karşın tütün kompostu uygulamaları PRO miktarını çok küçük oranlarda arttırmıştır (Şekil 2d). UA aktivitesinin topraklarda dağılımı 15.00-192.33 µg N g⁻¹ 2h⁻¹ arasında olmuştur. Hidrolaz grubu diğer enzimlerde olduğu gibi ÜA aktivitesinde de T uygulaması dozundaki artışa bağlı olarak yükselmeler saptanmıştır. TK uygulanan topraklar ise

kontrol toprak ile yaklaşık aynı ÜA miktarlarına sahip olmuştur (Şekil 2e). Tarla denemesi topraklarında saptanan son enzim olan dehidrogenaz enzim miktarları 60.09-635.22 µg TPF g⁻¹ arasında yer almıştır. T₁ uygulamasının da önemli artışlara neden olduğu çalışma topraklarında TK uygulamalarının kontrole oranla sağladığı artışlar çok düşük oranlarda olmuştur (Şekil 2f). Mikroorganizma sayımları üzerine azot (N), ham tütün (T) ve tütün kompostu (TK) uygulamaları ile bu faktörlerin interaksiyonlarının etkisi önemli olmuştur Çizelge 3.

Çizelge 3. Tarla denemesi II. dönem (04.07.2008) topraklarında saptanan mikroorganizma sayıları

| Konu | Amonyum oksitleyici bakteriler (adet g ⁻¹ kt) | | | | | | Nitrit oksitleyici bakteriler (adet g ⁻¹ kt) | | | | | |
|-----------------|--|-----|----------------|-----|----------------|-----|---|------|----------------|-----|----------------|-----|
| | N ₀ | | N ₁ | | N ₂ | | N ₀ | | N ₁ | | N ₂ | |
| T ₀ | 205 | e B | 183 | c B | 245 | c A | 1439 | c A | 1462 | a A | 1450 | b A |
| T ₁ | 1540 | a A | 1318 | a C | 1453 | b B | 1487 | a A | 1446 | a B | 1453 | b B |
| T ₂ | 1451 | b B | 1314 | a C | 1515 | a A | 1468 | ab B | 1472 | a B | 1514 | a A |
| TK ₁ | 267 | d C | 1139 | b B | 1443 | b A | 1474 | a A | 1450 | a A | 1445 | b A |
| TK ₂ | 327 | c C | 1150 | b B | 1454 | b A | 1444 | bc A | 1444 | a A | 1437 | b A |
| Konu | Genel bakteri (kobx10 ⁴ g ⁻¹ kt) | | | | | | Fungus (kobx10 ³ g ⁻¹ kt) | | | | | |
| | N ₀ | | N ₁ | | N ₂ | | N ₀ | | N ₁ | | N ₂ | |
| T ₀ | 1741 | e A | 1443 | e C | 1498 | d B | 134 | e A | 104 | e B | 70 | c C |
| T ₁ | 3939 | b A | 4117 | b A | 4593 | b A | 910 | b A | 506 | b B | 430 | b C |
| T ₂ | 5146 | a C | 5794 | a B | 5903 | a A | 1626 | a A | 1504 | a B | 1122 | a C |
| TK ₁ | 1913 | d C | 2448 | d B | 2517 | c A | 245 | c A | 210 | c B | 138 | c C |
| TK ₂ | 1942 | c C | 2628 | c B | 2978 | c A | 197 | d A | 139 | d B | 101 | c C |
| Konu | Azotobakter (kob g ⁻¹ kt) | | | | | | | | | | | |
| | N ₀ | | N ₁ | | N ₂ | | N ₀ | | N ₁ | | N ₂ | |
| T ₀ | 1183 | c A | 449 | c B | 403 | d C | | | | | | |
| T ₁ | 1537 | b A | 1256 | b B | 769 | b C | | | | | | |
| T ₂ | 1540 | b A | 1259 | b B | 556 | c C | | | | | | |
| TK ₁ | 1536 | b A | 1431 | a B | 1136 | a C | | | | | | |
| TK ₂ | 1948 | a A | 1415 | a B | 1110 | a C | | | | | | |

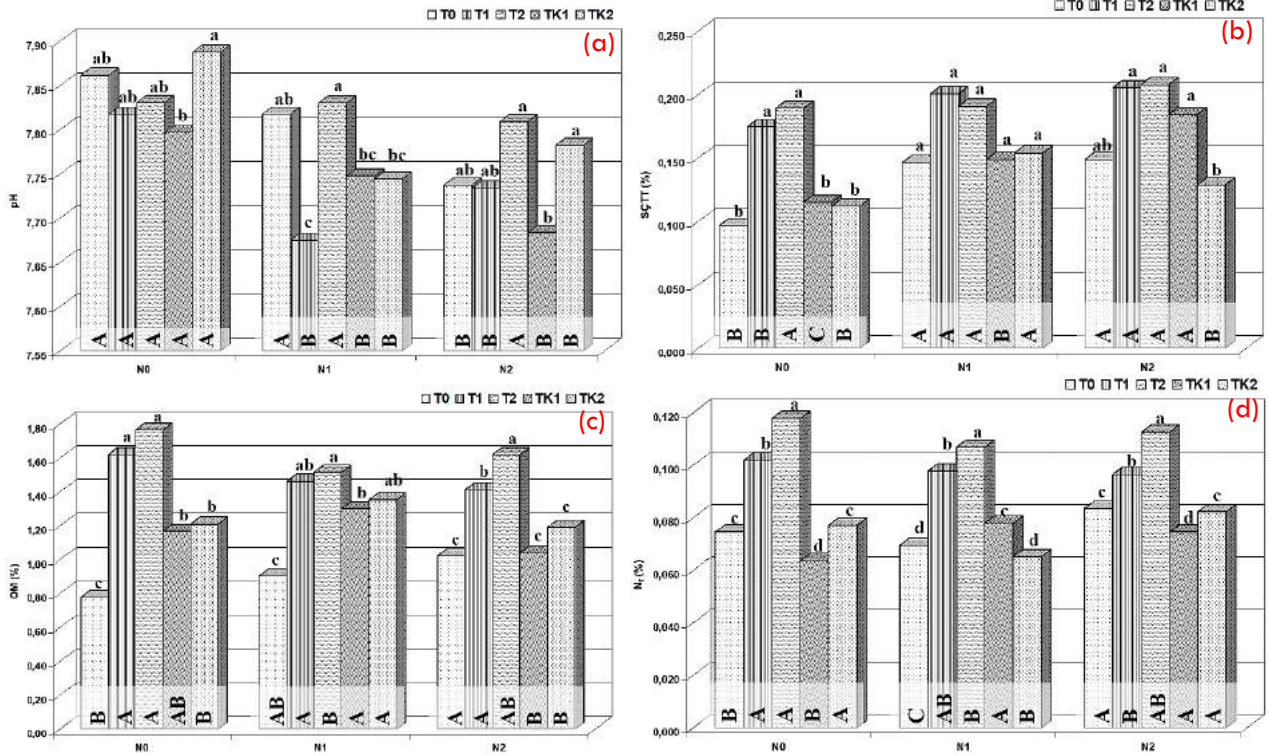
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre (P<0.05) birbirinden farklı değildir.

** Küçük harfler uygulamaların, büyük harfler azot dozlarının arasındaki karşılaştırmayı vermektedir.

Toprak kimyasal özellikleri üzerine etkileri

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 (Çizelge 2). Toprakların pH'sı 7.44-8.03 arasında değişmiştir. N dozundaki artışa bağlı olarak

genelde pH'da bir düşme meydana gelmiştir (Şekil 3a). Suda çözünebilir toplam tuz miktarları (SÇTT); toprak örneği alım dönemi (D), azot (N), ham tütün (T), tütün kompostu (TK) uygulamaları ile DxN, DxT ve NxTK interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Çizelge 2). Toprakların SÇTT miktarları % 0.068-0.361 arasında dağılım göstermiştir.



Şekil 3. Uygulama konularının azot dozlarına göre deneme topraklarının (a) pH, (b) suda çözünebilir toplam tuz, (c) organik madde ve (d) toplam azot değerleri üzerine etkisi (Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre (P<0.05) birbirinden farklı değildir. Küçük harfler o azot dozundaki uygulamalar arasındaki karşılaştırmayı, büyük harfler ise o uygulamanın azot dozları arasındaki karşılaştırmasını vermektedir.)

Gerek kontrol toprakta (T₀) gerekse atık ve kompost uygulanmış topraklarda, azot dozlarındaki artışa bağlı olarak genellikle toprakların SÇTT içerikleri de artmıştır

(Şekil 3b). Toprakların organik madde (C_{org}) miktarları; toprak örneği alım dönemi (D), azot (N), ham tütün (T), tütün kompostu (TK) uygulamaları ile DxT, NxT

ve NxTK interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Çizelge 2). Tarla topraklarındaki organik madde miktarının dağılımı % 0.70-2.35 değerleri arasında olmuştur. Kontrole oranla en fazla C_{org} artışına neden olan uygulamalar T_2 ve T_1 olmuştur. Hiç uygulama yapılmamış topraklarda N dozundaki artışa bağlı olarak C_{org} içeriğinde de hafif bir yükselme ortaya çıkmasına rağmen, T ve TK uygulanmış topraklarda artan azot dozları toprakların C_{org} miktarını genellikle biraz azaltmıştır (Şekil 3c). Araştırma topraklarının N_t miktarları; dönem (D) ve ham tütün (T) uygulamaları ile DxN, DxT, DxTK, NxT ve NxTK interaksiyonlarına bağlı olarak değişim göstermiştir (Çizelge 2). Toprakların N_t miktarları % 0.056-0.140 arasında yer almıştır. Kontrole oranla toprağın N_t içeriğini en fazla arttıran uygulama T_2 olmuştur. TK uygulamalarının toprakların N_t kapsamına katkıları olmamıştır. 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 3d).

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 x 4 tekerrür = 160) tarlaya şaşırtılmıştır. Çizelge 4'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'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. Kırmızı biberin toplam verimi 105.7- 213.9 t ha⁻¹ 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.

Çizelge 4. Kırmızı biberde verim parametreleri

| Konular | Toplam Verim (kg parsel ⁻¹) | Toplam Bitki Sayısı (adet parsel ⁻¹) | Fide Tutma Oranı (%) | Verim (kg 100 bitki ⁻¹ parsel ⁻¹) |
|--------------------------------|--|---|----------------------|---|
| N ₀ T ₀ | 170.86 | 135 | 84 | 127.57 c |
| N ₀ T ₁ | 126.85 | 124 | 78 | 149.19 bc |
| N ₀ T ₂ | 167.15 | 104 | 65 | 230.76 a |
| N ₀ TK ₁ | 220.88 | 85 | 53 | 175.30 abc |
| N ₀ TK ₂ | 256.65 | 124 | 78 | 183.91 abc |
| N ₁ T ₀ | 170.46 | 140 | 88 | 132.64 c |
| N ₁ T ₁ | 158.19 | 123 | 77 | 196.27 abc |
| N ₁ T ₂ | 220.50 | 73 | 46 | 212.68 ab |
| N ₁ TK ₁ | 225.91 | 88 | 55 | 182.10 abc |
| N ₁ TK ₂ | 228.67 | 129 | 81 | 176.15 abc |
| N ₂ T ₀ | 196.09 | 112 | 70 | 172.92 abc |
| N ₂ T ₁ | 139.58 | 83 | 52 | 189.46 abc |
| N ₂ T ₂ | 157.06 | 61 | 38 | 231.15 a |
| N ₂ TK ₁ | 204.40 | 113 | 71 | 178.58 abc |
| N ₂ TK ₂ | 143.12 | 88 | 55 | 163.33 abc |

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre (P<0.05) birbirinden farklı değildir; ** Toplam verim 3 el hasat sonrasında elde edilen kümülatif değerdir.

TARTIŞMA

Araştırma topraklarında ham tütün atığı uygulaması C_{mik} miktarını arttırmasına karşılık gerek kontrol ve gerekse atık uygulanmış topraklarda artan azot dozlarına bağlı olarak 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 ve ark., 2007) hem de negatif etkiler (Bittman ve ark., 2005) bulunmuştur. Malý ve ark. (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 ve ark. (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 ve ark. (2004); azotun verildiği topraklarda bitki gelişiminin daha fazla olmasına bağlı olarak topraktaki mikrobiyal yarayışlı substratların ve besin maddelerinin azalmasına bağlamışlardır. Mineral gübrelerin negatif etkileri, mikroorganizmalar üzerinde toksik etkiler yaratmaları veya pH değişikliğine neden olmalarından da kaynaklanabilmektedir (Hatch ve ark., 2000). Atık ve kompost uygulamaları; N_{mik} ve P_{mik} miktarlarını arttırmıştır. Fakat TK verilen topraklarda azot dozuna bağlı olarak N_{mik} miktarları azalmıştır. Zaman ve ark.

(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 ve ark. (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. Toprağa ilave edilen çeşitli organik atıklar P_{mik} miktarlarını arttırmaktadır (Reddy ve ark., 2005). Çalışmamızda da atık ve kompost uygulamalarına bağlı 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 biyokütle 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) ve Kızılkaya ve ark. (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. Tütün kompostunun stabil bir atık olması ve enzimler tarafından daha yavaş bir şekilde hidrolize edilmesi (Pascual ve ark., 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 García-Gil ve ark. (2000) ve Melero ve ark. (2006) tarafından da

bulunmuştur. Organik atıklarla ve kompostla toprağa giren C-substratları bir yandan toprağın yerli popülasyonunu uyarırken, bir yandan da bu materyallerin içerdiği popülasyon toprağa eklenerek toplam mikrobiyal biyokütle 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. Garcia ve ark. (1993) ÜA ve ALKPA'nın, Wittmann ve ark. (2004) ise GLU aktivitesinin organik madde içeriğindeki artışla beraber yükseldiğini saptamışlardır. Toprakta GLU ve ÜA aktivitesinin mevsimsel bazında farklı dozlarda findık kompost uygulamalarının findık plantasyonları üzerine etkilerini araştırmak için bir çalışma yapılmıştır (Irmak Yılmaz, 2020). Bu çalışmada mevsimsel ortalama 14.82 µg p-NP g⁻¹ h⁻¹ olarak belirlenen GLU aktivitesini arttıran uygulamanın 100 t findık kabuğu kompostu ha⁻¹ olduğu, ortalama 30.48 µg N g⁻¹ 2h⁻¹ olarak belirlenen UA aktivitesini arttıran uygulamanın ise 75 t findık kabuğu kompostu ha⁻¹ olduğu belirtilmiştir. Toprak enzimlerinin aktivasyonunda organik

maddenin topraklara ilave edilmesi önemli bir unsurdur. Ancak toprak enzimlerinin optimum aktivasyonu için ilave edilen organik materyalin özelliklerine bağlı olarak uygulama dozu da önemli bir yer tutmaktadır.

Toprak verimliliği ile yakından ilişkili mikroorganizmalardan AOB, NOB, AZB, GB ve GF da ham tütün atığı, tütün kompostu ve azotlu gübre uygulamalarından etkilenmişlerdir. T, AOB'leri ortalama % 585 oranında, TK ise ortalama % 354 oranında arttırmıştır. NOB'lerin sayıları ise bu uygulamalardan etkilenmemiştir. Çengel (1978) tarafından yapılan bir araştırmada, amonifikasyon olayının % 4'lük NaCl çözeltisinde etkilenmeden devam ettiği, % 8'lik NaCl çözeltide ise gerilemenin başladığı saptanmıştır. Yine aynı çalışmada C-mineralizasyonunun tuzdan, nitrifikasyona göre daha fazla olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Amonyum oksidasyonu, nitrifikasyon hızını belirleyen başlıca kademe olup global azot döngüsünün merkezini oluşturur. Amonyum oksidasyonu ototrofik AOB tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu mikroorganizmalar mineral gübre ve organik gübre uygulamalarından etkilenmektedirler (Chu ve ark., 2007).

Çalışmamızda TK verilmiş topraklarda artan azot dozları AOB sayısını arttırmıştır. Topraklara azotlu gübrenin (NH₄)₂SO₄ ve NH₄NO₃ şeklinde verilmesi ile toprağa önemli miktarda NH₄'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. T uygulamaları GB 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 GB sayılarının artması; bakterilerin karbondan sonra en fazla gereksinim duydukları azotun topraktaki

konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmış olabilir. Bedi ve ark. (2009)'da inorganik azot + kompost uygulamalarının topraktaki bakteri sayısını kontrol toprağa oranla önemli bir şekilde arttırdığını saptamışlardır. Serbest yaşamalı diazot fiske edici bakterilerden AZB, 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 AZB'lerin sayısını azaltmıştır. N₂ fiksasyonunu gerçekleştiren enzim olan nitrogenaz, topraktaki artan amonyum, nitrat ve organik azot miktarlarından olumsuz etkilenmektedir (Zuberer, 1998). Alexander ve Zuberer (1989), besin maddesi çözeltisindeki 4.2 µg N ml⁻¹ gibi düşük bir konsantrasyonun bile nitrogenaz enzimini engellediğini saptamışlardır. GF sayıları T uygulamaları ile ortalama % 906, TK uygulamaları ile de ortalama % 67 oranında artmıştır. Heterotrof yapıya sahip olan GF'ler, 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. AZB'lerde olduğu gibi artan azot dozları tüm uygulamalarda GF sayılarını azaltmıştır. Belay ve ark. (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 ve ark. (2009), organik gübre ve NPK'nın birlikte verildiği topraklarda, sadece mineral gübre uygulamasına oranla daha yüksek fungus sayıları saptamışlardır. Çalışmamızda artan azot dozlarıyla birlikte suda çözünebilir tuz miktarında bir artış olması bu organizmaların sayısını azaltmış olabilir.

Artan T dozlarına bağlı olarak kırmızı biber fidelerinin 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. Benzer şekilde taze atık mantar kompostunun, bekletilmiş (kompostlaştırılmış) olandan daha fazla bazı fide büyüme parametreleri üzerinde etkili olmasına karşın, tuz içeriğinin yüksekliği nedeniyle kontrollü kullanılması önerilmiştir (Sönmez, 2017). Bu sonuç 40 t

ha⁻¹ ham tütün atığı uygulaması ile 300 kg ha⁻¹ N verilmiş topraklarda sağlanan verim artışının elde edilebileceğini göstermektedir. Ancak T uygulanmış topraklarda biber ağırlığı ve büyüklüğü daha fazla olmuş ve bu durum birim verim miktarını etkileyerek en yüksek birim verim N₀T₂ ve N₂T₂ uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Azotun verilmediği parsellerde sadece T₁ ile birim verimde % 15, T₂ uygulaması ile de % 81 oranında artış sağlanmıştır. Aynı parsellerde TK₁ ve TK₂ uygulamaları ile birim verimdeki artış oranları sırasıyla % 37 ve % 44 şeklinde gerçekleşmiştir.

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. 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. Tarla denemesi topraklarının C_{org} ve N_t miktarları özellikle ham tütün uygulaması ile artmıştır. Benzer sonuçlar Coşkun ve ark., (2006) ve Okur ve ark., (2008) 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.

Çizelge 10. Bağımlı değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları

| Parametr | ALKPA | ArSA | GLU | PRO | ÜA | DHG | C _{mik} | N _{mik} | P _{mik} | C _{org} | N _t | Verim |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-------|
| ALKPA | 1 | | | | | | | | | | | |
| ArSA | 0.886** | 1 | | | | | | | | | | |
| GLU | 0.981** | 0.888** | 1 | | | | | | | | | |
| PRO | 0.998** | 0.897** | 0.975** | 1 | | | | | | | | |
| ÜA | 0.984** | 0.917** | 0.973** | 0.989** | 1 | | | | | | | |
| DHG | 0.990** | 0.927** | 0.982** | 0.991** | 0.989** | 1 | | | | | | |
| C _{mik} | 0.857** | 0.939** | 0.848** | 0.867** | 0.870** | 0.900** | 1 | | | | | |
| N _{mik} | 0.544* | 0.673** | - | 0.568* | 0.588* | 0.572* | 0.653** | 1 | | | | |
| P _{mik} | | | | | | | | | 1 | | | |
| C _{org} | 0.856** | 0.880** | 0.849** | 0.859** | 0.832** | 0.887** | 0.867** | 0.671** | | 1 | | |
| N _t | 0.934** | 0.909** | 0.949** | 0.937** | 0.941** | 0.936** | 0.816** | - | | | 1 | |
| Verim | 0.648** | 0.655** | 0.620* | 0.642** | 0.609* | 0.634* | 0.655** | 0.516* | 0.568** | 0.686** | 0.579* | 1 |

*P<0.05; **P<0.01

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada organik materyal uygulamaları toprakların C_{mik}, N_{mik} ve P_{mik} miktarlarını arttırmıştır (P<0.01). Araştırma topraklarında belirlenen tüm mikrobiyolojik parametreler ile C_{org} arasında P<0.01 düzeyinde önemli ilişkiler çıkması; organik maddenin mikroorganizma aktivitesi üzerinde çok önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Buna karşılık inorganik N deneme topraklarında saptanan C_{mik} ve N_{mik} miktarlarını önemli düzeyde etkilemiştir. Enzim aktiviteleri (ALKPA, GLU, ArSA, PRO, ÜA, DHG) üzerine azot dozlarının tek başına etkisi önemli olmazken; T, tüm enzim aktiviteleri üzerine; TK ise ÜA dışındaki tüm enzimler üzerine etkili

faktörler olmuştur. Azotobakterler, T ile sayılarını % 91, TK uygulamaları ile de % 147 oranında arttırmışlardır. T uygulamaları AOB'leri ortalama % 585 oranında, TK ise ortalama % 354 oranında arttırmıştır. NOB'lerin sayıları ise bu uygulamalardan etkilenmemiştir. T uygulamaları GB sayılarını ortalama % 217 oranında arttırırken, TK uygulamalarında artış oranı daha az (% 56) olmuştur. GF sayıları T uygulamaları ile ortalama % 906, TK uygulamaları ile de ortalama % 67 oranında artmıştır. Tarla denemesi topraklarının pH ve tuz içeriği istatistiki açıdan önemli bir değişiklik göstermezken, organik madde ve toplam N miktarları özellikle T uygulaması ile artmıştır. Fide tutma oranının az olmasına (% 38-N₂T₂)

karşın T uygulanmış topraklarda biber ağırlığı ve büyüklüğü daha fazla olmuş ve bu durum birim verim miktarını etkileyerek en yüksek birim verim N₂T₂ ve N₀T₂ uygulamalarında ortaya çıkmıştır. İleriki araştırmalara ışık tutması açısından biber verimi ile ALKPA, ArSA, PRO, C_{mik} ve C_{org} arasında P< 0.01 düzeyinde, GLU, ÜA, DHG, N_{mik}, P_{mik}, N_t ve P_{al} arasında ise P< 0.05 düzeyinde önemli ilişkiler bulunduğu belirtilmelidir. Araştırma sonuçlarına göre araştırmanın yapıldığı Akdeniz ikliminin etki altındaki sulanabilir koşullarda 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 görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen “Tütün Atığının Bazı Organik Materyallerle Birlikte Kompostlaştırılma Süreci ve Bu Kompostların Topraktaki Mikrobiyal Biyomas ve Aktivite İle Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi” isimli projenin bir parçası olarak gerçekleştirildi (Proje Numarası: 105O240).

KAYNAKÇA

Aggelides, S.M. and Londra, P.A. 2000. Effects of Compost Produced From Town

Wastes and Sewage Sludge on The Physical Properties of a Loamy and a Clay Soil. *Bioresource Technology*, 71: 253-259.

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.

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.

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 Agro., Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465.

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.

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.

Candemir, F., Kutluk-Yılmaz N.D. and Gülser, C. 2012. The Effect of Tobacco Waste Application on Tobacco Mosaic Virus (TMV) Concentration in the Soil. *Žemdirbystė=Agriculture*, 99(1): 99-104.

Cayuela, M.L., Sinicco, T., Mondini, C. 2009. Mineralization Dynamics and Biochemical Properties During Initial Decomposition of Plant and Animal Residues in Soil. *Applied Soil Ecology*, 41: 118-127.

Cercioglu, M., Okur, B., Delibacak, S. and Ongun, A.R. 2012. Effects of Tobacco Waste and Farmyard Manure on Soil Properties and Yield of Lettuce (*Lactuca Sativa L. var. Capitata*). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43: 875-886.

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.

Coşkun, Z., Özdemir, N. ve Öztürk, E. 2006. Aşınmış Toprakta Tütün Atığı ve Pam Uygulamasının Erozyona Karşı Duyarlılık ile Azot ve Fosfor

Yarayırlılığına Etkileri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 218-224.

Çengel, M. 1978. Die Mikrobielle Dynamik in Versalzenden Türkischen Böden der Menemen und Salihli Ebene und in Aghängigketi vom Salszusatz. Dissertation. Institut für Landwirtschaftliche Mikrobiologie der Justus Liebig Universität Giessen.

Eivazi, F. and Tabatabai, M.A. 1977. Phosphatases in Soils. Soil Biology and Biochemistry, 9: 167-172.

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, 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.

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.

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.

Gulser, C., Demir. Z. and Ic. S. 2010. Changes in Some Soil Properties at Different Incubation Periods after Tobacco Dust Application. Journal of Environmental Biology, 31(5): 671-674.

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.

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.

Hoffman, G. and Dedekan, M. 1965. Eine Methode zur kolorimetrischen Bestimmung der β -Glucosidaseaktivität in Böden. Z Pflanzenernaehr Düng Bodenkd, 108: 195-201.

Irmak Yilmaz, F., 2020. Seasonal changes of some microbiological properties of soils in a field of hazelnut (*Corylus*

avellana L.) growing. Applied Ecology and Environmental Research, 18(1): 253-262.

Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

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.

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. ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, S. 892.

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.

Kayıkçıoğlu, H.H., 2009. Tütün Atığının Bazı Organik Materyallerle Birlikte Kompostlaştırılma Süreci ve Bu Kompostların Topraktaki Mikrobiyal Biyomas ve Aktivite ile Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. EÜ Fen

Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı.
12 Ekim 2009, Bornova, İzmir. 238 s.

Kayıkcioglu, H.H., Yener, H., Ongun, A.R., Okur, B., 2019. Evaluation of soil and plant health associated with successive three-year sewage sludge field applications under semi-arid biodegradation condition. Archives of Agronomy and Soil Science, 65(12): 1659-1676.

Kayıkcioglu, H.H. and Okur, N. 2011. Evolution of Enzyme Activities During Composting of Tobacco Waste. Waste Management & Research, 29(11): 1124-1133.

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.

Ladd, J.N. and Butler, J.H.A. 1972. Short-term Assay of Soil Proteolytic Enzyme Activities Using Proteins and Dipeptide Derivates as Substrates. Soil Biology and Biochemistry, 4: 19-39.

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.

Martens, D.A. 2000. Plant Residue Biochemistry Regulates Soil Carbon Cycling and Carbon Sequestration. Soil Biology and Biochemistry, 32: 361-369.

Melchias, G., Saravanan, P., Kumar, S.S. and Elizabeth, M. 2013. Effect of Tobacco Dust on Enhanced Productivity of Tomato Plant. International Journal of Pharmacy & Life Sciences, 4(4): 2605-2607.

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.

Okur, N., Kayıkcioglu, H.H., Okur, B. and Delibacak, S. 2008. 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.

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.

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.

Piotrowska-Cyplik, A., Olejnik, A., Cyplik, P., Dach, J. and Czarnecki, Z. 2009. The Kinetics of Nicotine Degradation, Enzyme Activities and Genotoxic Potential in the Characterization of Tobacco Waste Composting. *Bioresource Technology*, 100(21): 5037-5044.

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., Kalembasa, 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.

Shakeel, S. 2014. Consideration of Tobacco Dust as Organic Amendment for Soil: A Soil & Waste Management Strategy. *Earth Sciences*, 3(5): 117-121.

Silva, C.P., Almeida, B.P.M. De, Campos, S.X. de 2019. Monitoring and Characterization of Compost Obtained of Sludge of Ultra-processed Food Industry by Conventional and Spectroscopic Analyses. *Semin. Ciências Exatas eTecnológicas*, 40: 39-46.

Sözmez, İ. 2017. Atık Mantar Kompostunun Domates Fidelerinin Gelişimi ve Besin İçerikleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1): 59-63.

Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M. 1969. Use of P-nitrophenyl Phosphate for Assay of Soil Phosphatase Activity. *Soil Biology and 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.

TADB, 2020. Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı, Tütün ve Tütün Mamülleri Daire Başkanlığı

<https://www.tarimorman.gov.tr/TADB/Menu/22/Tutun-Ve-Tutun-Mamulleri-Daire-Baskanligi>. Erişim: Nisan 2020.

Talkah, A., 2013. The cigarette factory waste vermicompost effect of cucumis melo. International Journal of Advances in Engineering & Technology, 6(5): 1942-1947.

Thalman, A. 1968. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden Mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). Landwirtsch Forsch, 21: 249-258.

Trollenier, 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.

TSKAE. 2009. Menemen 2008 Hidrometeorolojik Rasat Verileri Yıllığı. Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 237. Teknik Yayın No: 47 Menemen- İzmir.

U.S. Soil Survey Staff. 1951. Soil Survey Manual. 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.

Wittmann, C., Kähkönen, M.A., Ilvesniemi, H., Kurolo, 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 and Biochemistry. 36: 425-433.

Wu, W., Mei, Y., Zhang, L., Liu, R., Cai, J. 2015. Kinetics and Reaction Chemistry of Pyrolysis and Combustion of Tobacco Waste. Fuel, 156: 71-80.

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.

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.