

ÇAY ATIKLARININ TOPRAKTA ENZİM AKTİVİTESİ VE NİTRİFİKASYON ÜZERİNE ETKİLERİ

Sevinç ARCAK, A. Cihat KÜTÜK, Koray HAKTANIR, Gökhan ÇAYCI
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara

ÖZET

Araştırmada, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Çaykur)'ne ait fabrikalardan 1992 kampanya dönemi sonunda elde edilen çay atıkları üzerinde çalışılmıştır. Yaş çay yapraklarının fabrikalarda siyah çaya işlenmesi sırasında açığa çıkan kaba ve ince atık ile birlikte, çay atığından hazırlanan kompost ve zenginleştirilmiş kompostun topraktaki enzim aktivitesi ve nitrifikasyon üzerine etkileri bu araştırmada belirlenmeye çalışılmıştır. Çay atıkları, 200 g toprak alabilen saksılara ağırlık esasına göre % 0, % 2.5 ve % 5.0 dozlarında uygulanmıştır. Ayrıca saksılara amonyum sülfat halinde 200 µg/g N verilmiş ve 1., 7., 14., 28. gün inkübasyon sürelerinin sonunda toprağın enzim analizleri yapılmıştır. Nitrifikasyonun belirlenebilmesi için de 1., 7., 14., 28. gün sonunda $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 'u tayin edilmiştir. Toprağın incelenen biyolojik özelliklerinden üreaz enzim aktivitesi, ince ve kaba çay atığı dozlarına ve 1., 2. ve 3. haftalık inkübasyon süresine bağlı olarak artarken 4. haftada azalmış olup, alkali fosfataz enzim aktivitesi inkübasyon süresi boyunca artmıştır. Toprağın $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u miktarı farklı çay atıkları ve dozlarına bağlı olarak azalmış, buna karşılık $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 'unda çay atığı ilavesinde zamana bağlı olarak dikkate değer bir artış meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çay atığı, Üreaz enzimi, Alkali fosfataz enzimi, Toprak, Nitrifikasyon

THE EFFECTS OF TEA WASTES ON SOIL ENZYME ACTIVITY AND NITRIFICATION

ABSTRACT

The research was carried out on tea wastes supplied from factories of General Directorate of Tea Enterprises. The aim of this study is to determine the effects of composted, enriched composted tea wastes along with coarse and fine tea wastes released by tea factories processing raw tea leaves into black tea, on soil enzyme activity and nitrification. Tea wastes were applied to pots of 200 g-soil capacity, at the rate of 0 %, 2.5 % and 5.0 % of the pot capacity in addition, 200 µg/g N, in the form of ammonia sulphate, was given to each pot. Soils were analysed for enzyme activities at the end of 1., 7., 14., and 28. day of incubation. Amount of NH_4^+N and NO_3^-N were determined for nitrification at the end of 1., 7., 14. and 28. day of incubation. Urease enzyme activity increased, depending on coarse and fine tea waste doses at the incubation periods of 1., 2. and 3. weeks, but decrease was monitored at 4. week of the incubation. Whereas, alkaline phosphatase enzyme activity increased throughout the incubation period. The amount of NH_4^+N in the soil diminished depending on different tea wastes and doses, yet NO_3^-N in the soil showed no significant augmentation.

Key Words : Tea wastes, Urease enzyme, Alkaline phosphatase enzyme, Soil, Nitrification

1. GİRİŞ

Ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısındaki endüstri devriminden sonra, hızla gelişen ülkelerde yoğun üretim faaliyetlerinin bir sonucu olarak önemli

oranlarda atık maddeler ortaya çıkmaya başlamıştır. Önceleri yerleşim bölgelerinin dışında depolanmaya çalışılan bu atıkların miktarının her geçen gün artması ve depolama alanlarının giderek yetersiz kalması, önemli bir çevre sorunu haline gelen bu

atıklardan en akılcı ve doğru biçimde yararlanılmasını gündeme getirmiştir. Endüstriyel atıklar içerisinde organik kökenli katı atıklar oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Söz konusu atıkların tarımsal amaçlı kullanılmasıyla, önemli bir çevre sorununun ortadan kalkmasının yanısıra, organik madde kaynağı yönünden de büyük bir potansiyel kazanım sağlanacaktır. Bilindiği gibi organik madde; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine doğrudan etkili olan temel etmenlerden birisidir.

Topraktaki su tutma kapasitesinin, agregasyonun, havalanmanın, iyon değişim kapasitesinin ve bitki besin maddeleri yararıyla organik madde ilavesiyle olumlu yönde etkilendiği pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir. Topraktaki mikroorganizmalar için besin ve enerji kaynağı olması nedeniyle, organik maddenin mikrobiyal aktiviteyi de arttırdığı yapılan araştırmalarla saptanmıştır (Haktanır, 1973).

Ülkemizde çay tarımının yapıldığı Doğu Karadeniz bölgesinde yaş çay yaprağının siyah çaya dönüştürülmesi sırasında organik kökenli çöp, lif ve tozdan oluşan katı atıklar ortaya çıkmaktadır. Bünyesinde çeşitli bitki besinlerini de bulunduran çay atığı, bu yönüyle değerlendirilmesi gereken önemli bir organik madde rezervi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ait 45 çay fabrikasından her yıl 20 bin ton (Kütük ve ark., 1995) dolayında atık madde elde edildiği düşünüldüğünde, konunun önemli bir ekonomik boyutunun da olduğu açıkça görülecektir.

Çay fabrikalarının kullanım sahaları içinde oldukça fazla yer kaplayan bu atıklar gerektiği şekilde değerlendirilmediğinde, Doğu Karadeniz bölgesinin coğrafik ve jeolojik yapısından kaynaklanan atık depolama alanlarının sınırlı olmasından dolayı sürekli gündemde olan bir çevre sorunu olacaktır.

Bu araştırmanın amacı, önemli bir organik materyal olan çay atığı ile bundan hazırlanan kompostun topraktaki enzim aktivitesi ve nitrifikasyon üzerine etkilerini saptayarak tarımda organik madde kaynağı olarak kullanılabilirliklerini belirlemektir.

2. MATERYAL METOT

Araştırmada kullanılan çay atıkları, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yaş çay yapraklarının fabrikalarda işlenerek siyah çaya dönüştürülmesi sırasında ortaya çıkan lif ve çöpten oluşan kaba atık, kafein tozu olarak adlandırılan ince atık, kaba atığa % 1 oranında taze ahır gübresi karıştırılması ile kompost ve katkı maddeleri karıştırılarak elde edilen zenginleştirilmiş kompost, çalışmada belirli oranlarda toprağa karıştırılarak kullanılmıştır. Tablo 1'de çay atığından hazırlanan kompost ve zenginleştirilmiş kompostta ilave edilen katkı maddeleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Çay Atığından Hazırlanan Kompost ve Zenginleştirilmiş Kompostta İlave Edilen Katkı Maddeleri (%)

Örnek	Taze ahır gübresi	Üre (%46)	Ham fosfat	Potasyum sülfat (%54)	Kireç
Kompost	1.0	-	-	-	-
Zenginleş. kompost	20.0	0.5	1.0	1.0	1.5

Kompost süresi bir ay olup, bu süre içerisinde 5 kez aktarma yapılmıştır. Çay atıklarının bazı fizikokimyasal ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Deneme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yaygın olarak bulunan çiflik serisi topraklarında yapılmıştır. Denemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3'de verilmiştir.

2.1. İnkübasyon Denemesi

Bu denemede kullanılan toprak örneği 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Daha önce hazırlanan plastik saksılara fırın kuru esasına göre 200 g toprak tartılmıştır. Ağırlık esasına göre % 0, % 2.5, % 5.0 oranında çay atıkları (ince, kaba, kompost, zenginleştirilmiş kompost) ilave edilerek karıştırılmıştır. Her örneğe 200 µg g⁻¹ NH₄⁺ -N'u (NH₄)₂ SO₄ olarak ilave edilmiştir. Topraklar tarla kapasitelerinin % 70'i oranında nemlendirilmiş, 25±2 °C'deki inkübatöre konulmuştur.

Tablo 2. Çay Atıklarının Bazı Fizikokimyasal ve Kimyasal Özellikleri (Kütük ve ark., 1995)

Örnek	Org. mad. (%)	Serb. karb. (%)	1:3Atık:Su Eks.		Sat. ort. eks.		KDK (me)	C/N	Org. C (%)	Bitki besin maddeleri						
			pH	EC (dS/m)	pH	EC (dS/m)				Suda çözünebilir (mg kg ⁻¹)				Toplam (%)		
										NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	P	K	N	P	K
İnce	93.30	-	5.34	2.98	5.19	3.54	66.88	17.40	47.03	78.54	70.93	24.01	2300	2.69	0.21	3.45
Kaba	94.10	-	5.56	1.14	5.40	3.47	72.37	35.30	46.32	69.30	74.09	21.32	1720	1.31	0.15	2.85
Kompost	81.87	1.11	7.71	1.32	7.59	2.98	139.02	9.60	32.90	18.97	112.27	6.86	1900	3.41	0.26	3.60

Zenginleş. kompost	72.50	1.43	7.80	2.27	7.91	3.03	165.40	6.90	26.29	17.78	132.90	7.11	2100	3.79	0.41	5.20
--------------------	-------	------	------	------	------	------	--------	------	-------	-------	--------	------	------	------	------	------

Tablo 3. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Arcaç ve ark., 1995)

Tekstür	Kil (C)
Kil (%)	49.00
Silt (%)	28.40
Kum (%)	22.60
pH	7.81
Kireç (%)	19.33
Organik madde (%)	1.78
Tarla kapasitesi (%)	38.00
Solma noktası (%)	26.46
EC (25°C mmhos/cm)	1.45.10 ²
KDK (me/100 g toprak)	44.44
Toplam N (%)	0.12
Yarayışlı P (mg kg ⁻¹)	11.74
Yarayışlı K (mg kg ⁻¹)	417.22

28 günlük inkübasyon süresi boyunca nemin sabit kalmasına özen gösterilmiştir. İnkübasyon döneminin 1., 7., 14., ve 28. günlerinde saksılardaki topraklarda üreaz, alkali fosfataz, NH₄⁺-N ve NO₃⁻-N u tayin edilmiştir (Bremner, 1982).

2.2. Enzim Analizleri

Üreaz ve alkali fosfataz aktivitesi (Hoffman ve Teicher, 1957) metoduna göre yapılmıştır. Üreaz enzim aktivitesi üreaz enziminin, substrat olarak kullanılan üreyi, belli bir süre içinde hidrolize ederek amonyak ve karbondioksit ayırması, böylece meydana gelen ve toprak çözeltisinde çözünen amonyum miktarının spektrofotometrede 578 nm dalga boyunda okunması, alkali fosfataz enzim aktivitesi ise hidrolitik parçalanma sonucu meydana gelen fenol miktarının 2,6 dibrom chinonchlorimid renk maddesi ile renklendirilerek oluşan mavi rengin spektrofotometrik olarak okunması prensibine dayanmaktadır.

2.3. İstatistik Analizler

İstatistiksel analizler (Yurtsever, 1984)'e göre yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Çay Atıklarının Üreaz Enzim Aktivitesine Etkileri

Toprağa değişik oranlarda farklı çay atıklarının ilavesi ile üreaz enzim aktivitesindeki değişimler Tablo 4'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi

toprağın üreaz enzim aktivite sayısı kontrolde 20 mg (NH₄)₂SO₄/100 g bulunmuştur. Belirli oranlarda çay atıklarının ilavesinden sonra 7. gün inkübasyon dönemi içinde örneklerin üreaz enzim aktivitesi, ince çay atığında, 23 ve 30 mg (NH₄)₂SO₄/100g toprak ile en yüksek değer, 14 ve 16 mg (NH₄)₂SO₄/100g toprak ile zenginleştirilmiş kompostta en düşük değer olarak belirlenmiştir. 14. gün de yine ince ve kaba çay atığı ilavesinde üreaz aktivitesinde artış gözlenirken, kompost ve zenginleştirilmiş kompost ilavesinde azalma saptanmıştır. 28. gün inkübasyon döneminde ise kontrolde ve çay atığı ilavelerinin hepsinde üreaz sayısı azalmıştır.

Denemede kullanılan çay atıkları önemli düzeyde organik bağlı azotlu bileşikler içermektedir. Bu nedenle enzimatik ayrışma sürecinde artan doz ve inkübasyon süresine bağlı olarak üreaz enzim aktivitesinin arttığı gözlenmiştir.

Çay atığı uygulanan toprakta üreaz enzim aktivitesi 1. 2. ve 3. haftalarda yüksek çıkmış, 4. haftada azalmıştır. Bonmati ve ark. (1985)'nin yapmış olduğu çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Çay atığı, uygulanmış toprakla kontrol örneklerindeki üreaz aktiviteleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Farklı Çay Atıklarının Uygulandığı Toprakta, İnkübasyon Sürelerine Bağlı Olarak Üreaz (mg (NH₄)₂ SO₄ /100g toprak) Enzim Aktivitesinde Görülen Değişimler

Çay atıkları	Toprağa karışım oranı Ağ. %	İnkübasyon süresi (gün)			
		1	7	14	28
Kontrol	0.0	20Aa	14Aa	11Ca	6Ba
İnce	2.5	22Ab	23Ab	104Aa	33ABb
	5.0	20Ac	30Abc	108Aa	50Ab
Kaba	2.5	20Aa	20Aa	34Ca	25ABa
	5.0	21Ab	22Ab	61Ba	32ABa
Kompost	2.5	24Aa	19Aa	11Ca	8Ba
	5.0	24Aa	27Aa	14Ca	7Ba
Zengin. kompost	2.5	24Aa	14Aa	15Ca	6Ba
	5.0	24Aa	16Aa	13Ca	5Ba

Büyük harfler düzey karşılaştırma, LSD % 5= 24.11

Küçük harfler yatay karşılaştırma, LSD % 5= 24.11

Aynı harfi almayan değerler arasında % 5 önemli fark vardır.

Frankberger ve ark. (1983)'nin yapmış oldukları araştırmada, organik maddesi yüksek atık ilavesinin ilk haftalarda toprakta mikrobiyal faaliyeti arttırdığını, mikrobiyal faaliyetin artması sonucu

üreas aktivitesinin arttığını ve toprak kök bölgesi dışında üreas aktivitesinin belli bir zamandan sonra da azaldığını belirtmişlerdir.

Hattori (1988), organik atık uygulanmış toprakta mikrobiyal faaliyetleri incelemek üzere yaptığı araştırmada, topraktan CO₂ çıkış miktarının uygulanan atık tipine göre değişiklikler gösterdiğini, uygulamadan sonra, ilk 3 gün içerisinde CO₂ miktarının aniden arttığını, inkübasyonun ikinci haftasından sonra aniden azalıp, denemenin bitimine kadar azalmasına devam ettiğini gözlemiştir. Araştırmacıya göre mineralize olabilir azot miktarı inkübasyonun üçüncü gününde en yüksek miktarına ulaşmakta, denemenin ikinci haftasından sonra ise önemli bir azalma göstermektedir.

3.2. Çay Atıklarının Alkali Fosfataz Enzim Aktivitesine Etkileri

Çay atığı uygulanmamış kontrol örneklerinde 28 günlük inkübasyon dönemi içinde saptanan aktivite değerleri 28 ile 48 arasında değişmektedir.

En yüksek alkali fosfataz enzim aktivitesine (121 mg fenol/100 g toprak) inkübasyon süresinin 28. gününde, toprağa % 5 oranında ince çay atığı ilavesinde gözlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Farklı Çay Atıklarının Uygulandığı Toprakta İnkübasyon Sürelerine Bağlı Olarak Alkali Fosfataz mg fenol/100 g toprak) Enzim Aktivitesinde Görülen Değişimler

Çay atıkları	Toprağa karışım oranı Ağ. %	İnkübasyon süresi (gün)			
		1	7	14	28
Kontrol	0.0	37Bab	48Da	48Ca	28Eb
İnce	2.5	51ABc	80Bcb	110Aa	114ABa
	5.0	61Ac	100Ab	113Aab	121Aa
Kaba	2.5	47ABc	77Cb	82Bab	93Ca
	5.0	54Ab	92ABa	94Ba	104Ba
Kompost	2.5	52Aa	50Da	44Ca	51Da
	5.0	60Aa	58Da	52Ca	57Da
Zengin. kompost	2.5	55Aa	53Da	45Ca	52Da
	5.0	60Aa	56Da	53Ca	57Da

Büyük harfler düşey karşılaştırma, LSD % 5= 13.45

Küçük harfler yatay karşılaştırma, LSD % 5= 13.45

Aynı harfi almayan değerler arasında % 5 önemli fark vardır.

Tablo 6. Farklı Çay Atıklarının Uygulandığı Toprakta İnkübasyon Sürelerine Bağlı Olarak NH₄⁺-N (mg kg⁻¹)'unda Görülen Değişimler

Çay Atıkları	Toprağa karışım oranı Ağ. %	İnkübasyon süresi (gün)			
		1	7	14	28
Kontrol	0.0	337.1 Ba	276.1 Ab	168.9 Ac	69.9 BCa
İnce	2.5	339.7 Ba	209.2 Bcb	95.5 Bc	87.9 DEa
	5.0	318.4 Ba	153.5 Eb	99.3 Bc	67.5 Ea

Neweigy ve ark. (1987), organik gübre ilavesinin fosfataz aktivitesinin artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu da organik madde ayrışması sırasında organik fosfor fraksiyonlarının ayrışması ile fosfataz aktivitesi arasında yakın bir ilişki bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan çay atığı (ince ve kaba) uygulaması sonucunda dozlara göre, % 2.5 çay atıkları ilave edilen toprak örneklerinde, alkali fosfataz aktivitesinde düşük değerler elde edilirken % 5.0 çay atığı ilavesinde tüm çay atıklarında yüksek değerler elde edilmiştir.

Toprağa ince ve kaba çay atığı ilavesiyle inkübasyon süresi boyunca alkali fosfataz enzim aktivitesinde artış saptanmıştır. Alkali fosfataz enzim aktivitesi ile organik madde arasında önemli pozitif bir ilişki bulunması bulgularımız bakımından önemli olmaktadır.

3.3. Çay Atıklarının Nitrifikasyon Üzerine Etkileri

Değişik çay atıklarının ve dozlarının nitrifikasyon üzerine etkisini araştırmak amacıyla her inkübasyon dönemi sonunda topraklarda NH₄⁺-N'u ve NO₃⁻-N'u saptanmıştır (Tablo 6 ve 7).

Tabloya genel olarak baktığımızda toprağın NH₄⁺-N ve NO₃⁻-N ortalama değerleri sırasıyla 300 mgkg⁻¹ ile 380.5 mg kg⁻¹ ve 100 mg kg⁻¹ ile 28.4 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. NH₄⁺-N'u konsantrasyonu bütün uygulamalarda inkübasyon süresine bağlı olarak azalmıştır. NH₄⁺-N'u miktarındaki bu azalış 28. gün inkübasyon döneminde 67.5 mgkg⁻¹ ile 101.4 mg kg⁻¹'e kadar inmiştir. NH₄⁺-N'u formunda görülen azalmanın asıl nedenini, nitrifikasyon olayının artması oluşturmaktadır. Buna karşılık NO₃⁻-N'u miktarında da çay atık dozları ve zamana bağlı olarak dikkate değer bir artış meydana gelmiştir.

Kaba	2.5	302.9 Ba	196.4 BCDB	118.9 Bc	80.7 CDA
	5.0	380.5 Aa	181.4 CDEB	123.8 Bc	96.6 DEa
Kompost	2.5	334.9 Ba	187.1 BCDEB	125.2 Bc	80.0 ABa
	5.0	337.1 Ba	159.5 DEB	109.2 Bc	90.7 Aa
Zenginleştirilmiş Kompost	2.5	329.8 Ba	206.8 BCb	192.8 Ab	101.4 ABa
	5.0	300.0 Ba	222.8 Bb	163.5 Ac	100.7 Aa

Büyük harfler düşey karşılaştırma, LSD % 5= 36.27

Küçük harfler yatay karşılaştırma, LSD % 5= 32.96

Aynı harfi almayan değerler arasında % 5 önemli fark vardır.

Tablo 7. Farklı Çay Atıklarının Uygulandığı Toprakta İnkübasyon Sürelerine Bağlı Olarak NO₃-N (mg kg⁻¹)'unda Görülen Değişimler

Çay atıkları	İnkübasyon süreleri (gün)			
	1	7	14	28
Kontrol	14.2ABC	44.4Bb	57.1Bb	91.4Ba
İnce	0.0Bb	4.7Dab	11.9Dab	31.1Da
Kaba	0.0Bc	21.6Cbc	34.9Cab	55.4Ca
Kompost	10.9ABc	88.9Ab	105.2A	122.8Aa
Zengin. kompost	28.4Ad	50.5Bc	76.8B	123.7Ba

Büyük harfler düşey karşılaştırma, LSD % 5= 21.58

Küçük harfler yatay karşılaştırma, LSD % 5= 21.58

Aynı harfi almayan değerler arasında % 5 önemli fark vardır.

Tablo 8. Farklı Çay Atıklarının Uygulandığı Toprakta İnkübasyon Sürelerine Bağlı Olarak NH₄⁺-N (mg kg⁻¹)'unda Görülen Değişimler

Çay atıkları	Toprağa karışım oranı Ağ. %	C/Cox 100*			
		İnkübasyon süresi (gün)			
		1	7	14	28
Kontrol	0.0	100Aa	81.9Ab	50.1Ac	20.7Bd
İnce	2.5	100Aa	61.6Cb	28.1Cc	25.9ABc
	5.0	100Aa	48.2Db	31.2BCc	21.2Bd
Kaba	2.5	100Aa	64.8BCb	39.3Bc	26.6ABd
	5.0	100Aa	47.7Db	32.5BCc	25.4ABc
Kompost	2.5	100Aa	55.9CDB	37.4BCc	23.9ABd
	5.0	100Aa	47.3Db	32.4BCc	26.9ABc
Zengin. kompost	2.5	100Aa	62.7Cb	58.5Ab	30.7ABc
	5.0	100Aa	74.3ABb	54.5Ac	33.6Ad

Büyük harfler düşey karşılaştırma, LSD % 5= 9.81

Küçük harfler yatay karşılaştırma, LSD % 5= 9.81

Aynı harfi almayan değerler arasında % 5 önemli fark vardır.

* Co başlangıç NH₄⁺-N konsantrasyonu

C inkübasyon dönemlerinde NH₄⁺-N konsantrasyonu

Tablo 9. Farklı Çay Atıklarının Uygulandığı Toprakta İnkübasyon Sürelerine Bağlı Olarak Nitrifikasyon Oranı (%)'nda Görülen Değişimler

Çay atıkları	İnkübasyon süreleri (gün)			
	1	7	14	28
Kontrol	4.2ABC	13.2BCb	16.9Cb	27.1Ba
İnce	0.0Bb	1.4Db	3.6Dab	9.4Da
Kaba	0.0Bc	6.7CDBc	10.5Cab	16.7Ca
Kompost	3.3ABc	26.5Ab	31.4Aab	36.6Aa
Zengin. kompost	9.2Ad	16.1Bc	24.3Bb	39.6Aa

Büyük harfler düşey karşılaştırma, LSD % 5= 6.87

Küçük harfler yatay karşılaştırma, LSD % 5= 6.87

Aynı harfi almayan değerler arasında % 5 önemli fark vardır.

Bu artış NO₃-N'u miktarında 28. gün inkübasyon döneminde 31.1 mg kg⁻¹ ile 123.7 mg kg⁻¹'e kadar yükselmiştir. Bonmati ve ark. (1985)'nin bulgularına göre organik maddesi yüksek atık ilave edilmiş toprak örneklerinde veya hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinde nitrit oksitleyen mikroorganizma popülasyonunun ve aktivitesinin azaldığını gözlemişlerdir. Bu bulgular değerlendirildiğinde bu araştırmadaki nitrifikasyon sürecinde de benzer özellikler görüldüğü ve 28. gün döneminde en yüksek nitrifikasyon değerleri saptanmıştır (Tablo 7).

Ünal ve Başkaya (1981)'ya göre nitrifikasyonun normal yürüdüğü dönemlerde toprakta NO₃-N formu daima NO₃-N formundan daha fazladır. Burada artan NO₃⁻-N'in kaynağını NH₄⁺-N'u oluşturmaktadır. NH₄⁺-N uygun koşullardan dolayı kısa sürede NO₃-N formuna yükseltgenmektedir. Çay atıklarının nitrifikasyon üzerine zamana bağlı olarak etkisinin incelenmesi için, inkübasyon dönemine bağlı olarak NH₄⁺-N'nun miktarı, başlangıca göre (1. gün dönemi) % kalanı hesaplanarak Tablo 8'de verilmiştir.

Çay atıklarının NH₄⁺-N ve NO₃-N miktarına interaksiyon etkisi (karşılıklı etkilenim), inkübasyon dönemlerine bağlı olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 9).

4. KAYNAKLAR

Arcak, S., Omar, M. S. ve Haktanır, K. 1995. Trifluralinin Toprakta Nitrifikasyon ve Katalaz Aktivitesine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi 1 (1) 41-46.

Bonmati, M., Pujola, M., Sana, J. and Soliva, M. 1985. Chemical Properties, Populations of Nitrite Oxidizers, Urease and Phosphate Activities in Sewage Sludge-Amended Soils. (84), 79-91.

Bremner, S. M. 1982. Total Nitrogen. In Methods of Soil Analysis. Part 2. Madison WI, ASA-SSA, 595-624.

Frankberger, W. T., Johanson, J. B. and Nelson, C. D. 1983. Urease Activity in Sewage-sludge Amended Soils. *Soil Biol. Biochem.* (15), 543-549.

Haktanır, K. 1973. Ankara Şartlarında Nadas Buğday-Baklagil Ekim Nöbetinin Önemli Toprak Enzimlerinin Aktiviteleri Üzerindeki Etkileri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 613, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 356.

Hattori, H. 1988. Microbial Activities in Soil Amended with Sewage Sludge. *Soil Sci. Plant Nutrition.* 34 (2), 221-232.

Hoffmann, Gg und Teicher, K. 1957. Das Enzyme System Unserer Kultur Böden VII, Proteasen 11. *Zeitschrift Für Pflanzenernährung und Bodenkunde.* 77 (122) Band.

Kütük, C. A., Çaycı, G. ve Baran, A. 1995. Çay Atıklarının Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılabilme Olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi* 1 (1), 35-40.

Newegy, N. A., El-Shimi, SA., El-Huseiny, T. A., Kadhim, A. K. 1987. Enzyme Activity in Some Egyption Soils Under Organic Manuring. *Proceedings of the Conference of the Agricultural Development Research*, 1 (IV), 81-96.

Ünal, H. ve H. S. Başkaya, 1981. Toprak Kimyası. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 759. Ders Kitabı: 218. Ankara.

Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 623.