



GİDYA VE LİNYİT UYGULAMALARININ TOPRAKTA BAZI ENZİM AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ¹

Nihal TAMER²

Ayten KARACA³

² Biyotar Organik Tarım Orman Kimya Sanayi ve Tic. A.Ş., Ankara/Türkiye

³ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara/Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, %1, 2, 4 ve 8 dozlarında kömürlü gıdy (KG), humuslu gıdy (HG) ve ham linyit (L) materyallerinin toprağın N, C, P ve S döngülerinde görev alan enzim aktiviteleri (üreez, β - glikozidaz, alkali fosfataz ve aryl-sülfataz) ve organik madde (OM) kapsamı üzerine etkileri 180 günlük laboratuvar inkübasyon denemesinde değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, her üç materyalin uygulandığı topraklarda belirlenen enzim aktiviteleri doza ve zamana bağlı olarak artış göstermiş olup, bu artış inkübasyonun son periyoduna kadar devam etmiştir. Tüm zamanlarda bütün uygulama konularında enzim aktivite değerleri kontrol toprağının enzim aktivite değerlerinden yüksek bulunmuştur. Her üç materyal kendi aralarında kıyaslandığında, en yüksek üreez, β - glikozidaz ve alkali fosfataz aktivite değerleri $KG > L > HG$ şeklinde, aryl-sülfataz aktivitesi ise $KG > HG > L$ şeklinde belirlenmiştir. Buna göre, KG toprak enzim aktivitelerini HG ve L'e göre daha fazla etkilemiştir. Üç materyal de artan doza bağlı olarak toprağın OM miktarlarını kontrol topraklarına göre artırmış olup, toprakların OM kapsamı ile enzim aktiviteleri arasında önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir ($P > 0.001$). Elde edilen bulgular kömürlü gıdy'nun tarımsal amaçlı kullanımlar açısından daha avantajlı olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Gıdy, linyit, toprak, enzim aktivitesi, organik madde

EFFECTS OF GYTTJA AND LIGNITE ON SOME ENZYME ACTIVITIES OF SOIL

ABSTRACT

In this study, the effects of Gytja (coal gytja-CG and humus gytja-HG) and lignite (L), amended at the rates of 1, 2, 4 and 8 % on activities of key enzymes (urease, β - glucosidase, alkaline phosphatase and aryl-sulphatase) involved in the N, C, P and S cycles and organic matter content of soils (SOM) were evaluated within a 180 days in situ experiment. According to the results, it was found that the enzyme activities increased with increasing rates of organic materials applied. Among the results obtained from different treatments, the results of urease, β - glucosidase and alkaline phosphatase were ranked in order of $CG > L > HG$ and while the results of aryl-sulphatase was in order of $CG > HG > L$. Based on these results, CG amended soils showed higher values in terms of selected biological properties than HG and L. SOM content increased with increasing rates of three organic materials amended. The positive correlation between the amount of SOM and enzyme activities were found statistically significant at 0.001 levels. In the light of our results, coal gytja seemed to be better alternative for agricultural use.

Keywords : Gytja, lignit, soil, enzyme activity, organic matter

GİRİŞ

Türkiye topraklarının çok büyük bir çoğunluğunun organik madde kapsamı, tarımsal üretimden istenen yüksek verimin alınmasını engelleyecek düzeydedir. Organik madde tarım toprağının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Organik madde bitki besin maddeleri, özellikle azot, fosfor ve kükürt için kaynak ve depo, toprak organizmaları için de enerji kaynağı görevi görür. Ancak bu amaçlarla kullanılan organik materyalin pahalı ve doğadaki rezervlerinin sınırlı olması nedeni ile belirtilen toprak özelliklerini iyileştirmek için organik madde kaynağı olarak değişik organik materyalleri arama gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bu amaçla doğal kaynaklardan elde edilen materyaller de kullanılabilir. Bu kaynaklardan birisi de organik madde içeriği yüksek olan **Gıdy**'dir. Afşin Elbistan linyit havzasında yapılan çalışmalara

¹ Bu çalışma yüksek lisans tezi olarak yürütülmüş olup, A.Ü. KOSGEB-TEKMER tarafından desteklenmiştir.

göre, linyit tabakalarının üstünde ve linyit tabakaları arasında tüm havzada gıdy materyalinin bulunduğu belirlenmiştir (Ergönül, 1979).

Gıdy, yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal organik bir materyaldir ve organik madde içeriği % 75 gibi bir değere ulaşabilmektedir. Toprak sınıflandırma sisteminde, organik topraklar ordosunda ele alınan Gıdy, Kural (1978)'e göre çeşitli alt tip ve varyetelere ayrılmaktadır (kömürlü, humuslu, kalkerli, killi vb). Gıdy materyali yapısında bitki besin elementleri bulunur, toksik element kapsamı düşüktür ve humik asit içeriği yüksektir (Turgay ve arkadaşları, 2004). Akyıldız (1979), Afşin-Elbistan linyit kömürü havzası gıdyaları üzerine yapmış olduğu çalışmada, gıdyanın toprakların fiziksel özelliklerini (hidrolik iletkenlik, agregat stabilitesi, su tutma kapasitesi vd.) olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Yörük (1981), yüksek humik madde miktarına sahip olan Afşin-Elbistan Linyit Havzası gıdyalarının toprağa ilavesinin, toprağın organik karbon miktarını yükselterek, toprağın orga-

nik madde kapsamı ve fiziksel özelliklerini daha elverişli düzeye getirip, kök gelişimi ve mikrobiyal faaliyeti hızlandıracağını belirtmiştir. Bunların yanı sıra gıdya'nın toprağın kimyasal özellikleri ile bitki verimine etkisi (Yılmaz 1993), gübre değeri (Ülgen ve Dıkdıoğlu 1975, Kaya 1982 ve Erol 1992), organik madde içeriği (Akyıldız 1979) ve humin madde içeriğinin değerlendirilmesi (Şipal 1994) gibi konularda da değişik çalışmalar yapılmıştır. Gıdyanın toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkileri konusunda ise yeterli araştırma bulunmamaktadır.

Toprak mikroorganizmaları, karasal ekosistemlerde birçok anahtar role sahip olan önemli bir bileşendir. İşlevlerinin ölçüsü, enzim aktivitelerinin tayini ile en iyi şekilde belirlenebilmektedir. Çevresel faktörlerin toprak organizmaları üzerindeki etkilerinin anlaşılması, doğal koşullar veya insan aktivitelerine maruz kalan topraklarda karbon, azot, fosfor, kükürt gibi temel besin maddesi döngülerinin izlenmesi ve yine organik materyallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin izlenmesi gibi konularda enzim aktivitesi sıklıkla başvurulan bir parametredir.

Bu çalışmanın amacı, son zamanlarda gübre materyali olarak önemi artan gıdya'nın, N, C, P ve S döngülerinde görev alan enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerini ortaya koyarak ülkemiz tarımında gıdya'nın kullanımı konusunda bugüne kadar yapılmış çalışmalara bir yenisini daha eklemektir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kullanılan toprak materyali siltli kil bünyeli olup (sırasıyla kil:silt:kum, % 59:26:15), Ankara Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Çiftlik serisi topraklarından alınmıştır. 0-20cm derinlikten alınan toprak materyali elek ile (2mm) homojenize edildikten sonra hava kuru duruma getirilmiştir. Araştırmada organik materyal olarak Afşin-Tablo 1. İnkübasyon denemesinde kullanılan toprak ve organik materyallerin bazı önemli özellikleri

Özellikler	pH	EC	Kireç	OM	N	P	K	HA	FA	Zn	Pb	Cd
Toprak	7,3	0,1	22,3	1,8	0,1	20,0	430,0	-	-	0,04	0,23	0,03
KG	7,7	0,6	32,5	50,6	0,8	17,0	149,6	40,7	27,4	6,00	6,50	0,04
HG	7,8	0,6	71,2	20,3	0,3	21,5	112,4	11,3	5,4	4,80	0,80	0,03
L	6,3	1,3	0,8	74,6	1,4	12,1	241,0	64	14,0	39,0	8,10	0,50

pH ve EC tayini 1:2.5 toprak: su karışımında yapılmıştır; OM: organik madde; HA: humik asit; FA: fulvik asit; EC $dS m^{-1}$; kireç, OM, N, HA ve FA: %; P, K, Zn, Pb, ve Cd: $mg kg^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

Toprak Analizleri

Deneme toprağının organik madde miktarı Walkley-Black yöntemine göre (Jackson 1962), pH ve EC'si Richards (1954)'e göre 1:2,5 toprak:su süspanسیونunda, nem, tarla kapasitesi ve alınabilir potasyum U.S Salinity Laboratory Staff (1954)'e göre, bünye analizi hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos 1951), kireç kapsamı Richards (1954)'e göre Scheibler kalsimetresi ile, toplam azot Kjeldahl Yöntemine göre (Bremner 1965), yarıyıllı fosfor Olsen ve ark. (1954)'e göre, Cd, Zn ve Pb analizleri ise Lindsay ve Norwell (1978)'e göre DTPA çözeltisi ile ekstrakte edilip ICP'de belirlenmiştir. Her inkübasyon basamağında üreaz enzim aktivitesi Hoffman ve Teicher

Elbistan havzasında linyit yatakları üzerinde oluşmuş, farklı özelliklere sahip Kömürlü Gıdya (KG), Humuslu Gıdya (HG) ve Ham Linyit (L) materyali kullanılmıştır. Materyaller toprak ile karıştırılmadan önce 2 mm'den elenerek homojenize edilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak, KG, HG ve L materyallerinin C/N oranları sırasıyla; 7.45, 33.48, 37.70 ve 28.01'dir. Toprak ve organik materyallerin bazı önemli özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Her 3 organik materyal de bitki gelişimini engelleyici düzeyde çözünebilir tuz ve iz element ile ağır metal içermemektedir (Organomineral gübre yönetmeliği, 2004). HG materyalinin kireç miktarı yüksek olup, L materyali ise kireçsizdir. Organik madde içeriği L materyalinde en yüksek olup (%74,62), bunu KG (%50,62) ve HG (%20,36) izlemektedir.

İnkübasyon Denemesinin Kurulması

KG, HG ve L'in toprakta 180 günlük deneme süresi boyunca toprağın üreaz (N döngüsü), β -glikozidaz (C döngüsü), alkali fosfataz (P döngüsü) ve aryl-sülfataz (S döngüsü) enzim aktiviteleri üzerine etkinliğini saptamak amacıyla kurulan inkübasyon denemesinde; 450 gram toprak örneklerine 0, %1, %2, %4 ve %8 dozlarında KG, HG ve L materyalleri ayrı ayrı ilave edilip homojen bir karışım elde edildikten sonra saksılar tarla kapasitesinin %70'i oranında nemlendirilip, 28°C'de inkübe edilmiştir ve periyodik ölçümlerle bu nemin korunması sağlanmıştır. İnkübasyon denemesi 3 paralelli ve 1, 15, 30, 60, 90 ve 180 gün olmak üzere 6 inkübasyon döneminde tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülmüştür. Her inkübasyon dönemi sonunda toprak örneklerinde üreaz, β -glikozidaz, alkali fosfataz ve aryl-sülfataz enzim aktiviteleri belirlenmiş olup, ayrıca inkübasyonun 1., 90. ve 180. günlerinde toprakların organik madde kapsamı saptanmıştır.

organik materyallerin bazı önemli özellikleri

Özellikler	pH	EC	Kireç	OM	N	P	K	HA	FA	Zn	Pb	Cd
Toprak	7,3	0,1	22,3	1,8	0,1	20,0	430,0	-	-	0,04	0,23	0,03
KG	7,7	0,6	32,5	50,6	0,8	17,0	149,6	40,7	27,4	6,00	6,50	0,04
HG	7,8	0,6	71,2	20,3	0,3	21,5	112,4	11,3	5,4	4,80	0,80	0,03
L	6,3	1,3	0,8	74,6	1,4	12,1	241,0	64	14,0	39,0	8,10	0,50

pH ve EC tayini 1:2.5 toprak: su karışımında yapılmıştır; OM: organik madde; HA: humik asit; FA: fulvik asit; EC $dS m^{-1}$; kireç, OM, N, HA ve FA: %; P, K, Zn, Pb, ve Cd: $mg kg^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

(1957), β -glikozidaz, alkali fosfataz ve aryl-sülfataz enzim aktiviteleri Naseby ve Lynch (1997) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Organik materyallerin humik ve fulvik asit içerikleri Schnitzer (1982)'e göre belirlenmiştir.

İstatistik Analizleri

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, "Minitab for Windows (Ver: 2.14)" istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi tekniğine göre değerlendirilmiş ve çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan Testi kullanılmıştır. Ayrıca incelenen parametreler arasındaki korelasyonlar Pearson Korelasyon Testi uygulanarak değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Toprakların organik madde miktarındaki değişimler

6 aylık inkübasyon süresi boyunca KG, HG ve L uygulamalarına ilişkin organik madde (OM) değerleri ve istatistik sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. İnkübasyon süresince bütün uygulama dozlarında OM değerleri kontrol topraklarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Bütün uygulamalarda OM miktarları artan doza bağlı olarak artış göstermiştir ($P<0,05$).

İnkübasyon süresince zamana bağlı olan değişim göz önüne alınırsa; KG uygulanmış topraklarda her üç dönemde de (1, 90, 180. günler) zamanla artış olduğu Tablo 2. Organik madde miktarlarındaki değişimler (%)

Zaman (gün)	Kontrol	%1	%2	%4	%8
Kömürlü Gıdya (LSD: 1,026, $P<0,05$)					
1	2,10 Ac	2,87 Abc	3,43 Ab	3,55 Bb	6,10 Aa
90	2,29 Ad	2,92 Acd	3,38 Ac	5,90 Ab	6,97 Aa
180	2,05 Ab	2,46 Ab	2,92 Ab	3,03 Bb	4,06 Ba
Humuslu Gıdya (LSD: 0,237, $P<0,05$)					
1	2,10 Ae	2,53 Ad	2,84 Ac	3,07 Ab	3,73 Aa
90	2,29 Ad	2,55 Ac	2,26 Bd	3,11 Ab	3,47 Ba
180	2,05 Bc	2,09 Bc	2,34 Bb	2,57 Bb	3,02 Ca
Linyit (LSD: 1,166, $P<0,05$)					
1	2,10 Ac	2,93 Ac	4,82 Ab	5,09 Ab	8,98 Aa
90	2,29 Ac	2,85 Ac	3,48 Bb	4,48 Ab	5,90 Ba
180	2,05 Ac	2,60 Ab	3,26 Bb	3,77 Ab	5,63 Ba

Küçük harfler dozlar arası, büyük harfler her bir dozun zamana bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

Toprakların üreaz enzim aktivitelerindeki değişimler

6 aylık inkübasyon süresi boyunca toprağa KG, HG ve L uygulamalarına ilişkin üreaz enzim değerleri ve istatistik sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca kontrol toprağında zamana bağlı $P<0,05$ düzeyinde önemli sayılabilecek bir değişim olmamıştır. KG ve L uygulamalarında tüm zamanlarda en yüksek üreaz aktivitesi belirlenirken, diğer dozlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir. HG uygulamasında ise dozlar arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Buna rağmen, inkübasyon süresince her üç organik materyalin bütün uygulama dozlarında üreaz aktivite değerleri kontrol topraklarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Zamana bağlı üreaz aktivitesindeki değişimler göz önüne alınırsa; KG uygulamasında %1, %2 ve %8 dozlarında 1. günden itibaren 90. güne kadar sürekli bir artış olmuş, 90. günde artış en yüksek düzeye ulaşmıştır. 180. günde ise yeniden azalma görülmüştür. %4 KG dozunda ise 90. güne kadar değişim olmamış, 90. günde artarak en yüksek değere ulaşmış ve 180. günde yeniden azalarak başlangıç değerlerine ulaşmıştır ($P<0,05$). HG ve L uygulamalarında üreaz aktivitesi benzer şekilde 90. günde en yüksek düzeye ulaşmış ve 180. günde yeniden azalma göstermiştir ($P<0,05$). Her üç organik materyalin tüm dozlarında üreaz aktivitesi başlangıç değerlerinin üstünde belirlen-

belirlenmiştir ($P<0,05$). HG uygulamasında ise inkübasyonun 90. gününe kadar OM miktarları artış göstermiş, inkübasyonun son periyodunda ise azalarak başlangıç değerlerinin altına düşmüştür ($P<0,05$). L uygulamasında ise %1 ve %4 L dozlarında zamana bağlı olarak değişim gözlenmemiştir. %2 ve %8 L dozlarında ise 1. günde belirlenen yüksek değerler 90. ve 180. günlerde azalmıştır ($P<0,05$).

Genel olarak üç organik materyalin %2 ve %4 uygulama dozlarında toprakların OM kapsamı birbirine yakın olup, istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir.

Bu sonuçlara göre, her üç materyalin de organik C kaynağı olarak mikrobiyal popülasyonu ve buna bağlı olarak da üreaz aktivitesini artırmış olabileceği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Mühürdaroğlu ve Haktanır (1994) ve Sözüdoğru ve ark. (1996) tarafından da bulunmuştur. Araştırmacılar toprağa sırasıyla artan dozlarda şlempe ve tavuk gübresi uygulamasının toprakların üreaz aktivitesini artırdığını ve aktivite değerlerinin inkübasyonun son periyodunda dahi başlangıç değerlerinin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Nannipieri ve ark. (1983)’e göre, topraktaki organik azot mineralizasyonunda organik fazın son süreci üreazın ayrışması olup, burada sorumlu enzim üreazdır. Araştırmacılar hızlı ayrışabilir organik materyallerin toprağa ilavesinin, üreaz aktivitesini mikrobiyal aktivitenin uyarılması yoluyla arttırabildiğini belirtmişlerdir. Toprağa organik materyal ilavesiyle üreaz aktivitesinin dikkate değer bir şekilde arttığı Moreno ve ark. (1999) tarafından da belirtilmiştir. Buna karşın Azam ve Malik (1985), organik materyallerin üreaz aktivitesine herhangi bir etki yapmadığını rapor etmişlerdir.

Toprakların β -glikozidaz enzim aktivitelerindeki değişimler

6 aylık inkübasyon süresi boyunca KG, HG ve L uygulamalarına ilişkin β -glikozidaz enzim değerleri ve istatistik sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. İnkübasyon süresince bütün uygulama dozlarında β -glikozidaz enzim aktivite değerleri kontrol topraklarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). İnkübasyon süresi

boyunca kontrol toprağında zamana bağlı olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli sayılabilecek bir azalma belirlenmemiştir. Genel itibarıyla KG ve L uygulamalarında artan doza bağlı olarak β -glikozidaz aktivitesi artış göstermiştir ($P<0,05$).

Zamana bağlı β -glikozidaz aktivitesindeki değişimler göz önüne alınırsa; KG uygulamasında inkübasyon süresince %4 ve %8 KG uygulanmış toprakların β -glikozidaz enzim aktiviteleri inkübasyonun son gününe kadar artış göstermiştir ($P<0,05$). %1 ve %2 KG dozlarında ise β -glikozidaz aktivitesi 60. güne kadar artmış daha sonra azalmış olmasına rağmen, kontrol topraklarının üzerinde belirlenmiştir. HG uygulamasında, %1 HG dozunda 1. günde belirlenen β -

glikozidaz enzim aktivite değeri 15. günde artmış, 15. ve 180. günler arasındaki artış ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. %2, %4 ve %8 HG dozlarında ise 90. güne kadar zamanla artış olmuş, 90. günde en yüksek değerlere ulaşılmıştır. 180. günde ise tekrar azalmış olmasına rağmen inkübasyonun başlangıcında elde edilen değerlerden yüksek olmuştur ($P<0,05$). L uygulamasında ise %1, %2 ve %8 L dozlarında 90. güne kadar sürekli bir artış olmuş ve 90. günde en yüksek düzeye ulaşmıştır. 180. günde ise tekrar azalma belirlenmiştir. %4 L dozunda ise yine 60. güne kadar sürekli bir artış olmuş, 60. günde en yüksek düzeye ulaşmıştır. Daha sonra tekrar zamana bağlı olarak düşme görülmüştür.

Tablo 3. Üreaz enzim aktivitesindeki değişim ($\text{mg NH}_4^+\text{-N } 100\text{g}^{-1}$ toprak)

Zamanı (gün)	kontrol	%1	%2	%4	%8
Kömürlü Gıda (LSD: 9,019, $P<0,05$)					
1	16,23 Ac	24,29 Dc	34,63 Cb	45,33 Ba	46,45 Da
15	25,16 Ad	38,48 BCbc	35,05 Cc	44,63 Bb	53,76 CDa
30	23,63 Ab	47,11 Ba	51,87 Ba	52,36 Ba	51,89 Da
60	24,96 Ac	45,75 Bb	48,29 Bb	48,24 Bb	61,23 Ca
90	19,24 Ad	81,25 Ac	110,69 Ab	119,11 Ab	145,82 Aa
180	22,58 Ad	33,55 Cc	38,00 Cbc	46,44 Bab	80,67 Ba
Humuslu Gıda (LSD: 13,285, $P<0,05$)					
1	16,23 Ab	35,68 BCa	37,33 Ba	34,27 Ba	17,79 Db
15	25,16 Aa	27,97 Ca	33,15 Ba	33,57 Ba	39,37 CDa
30	23,63 Ab	48,06 Aba	41,89 Ba	43,79 Ba	48,54 Ba
60	24,96 Ab	41,57 ABCa	43,61 Ba	37,50 Ba	45,98 Ba
90	19,24 Ad	53,20 Ac	66,55 Ab	82,31 Aa	75,64 Aab
180	22,58 Ab	32,86 Cab	30,39 Bab	34,36 Bab	41,41 BCa
Linyit (LSD: 7,608, $P<0,05$)					
1	16,23 Be	32,17 Cb	28,95 Db	34,27 Cb	69,19 Ba
15	25,16 Ac	33,01 Cb	36,31 CDb	46,92 Ba	49,55 Da
30	23,63 ABd	44,26 Bc	47,88 Bbc	53,18 Bab	59,04 Ca
60	24,96 Ac	46,49 Bb	47,18 Bb	54,23 Bab	61,52 Ca
90	19,24 ABd	79,30 Ac	81,25 Abc	87,91 Ab	110,69 Aa
180	22,58 ABc	34,33 Cb	37,97 Cb	36,78 Cb	72,81 Ba

Küçük harfler dozlar arası, büyük harfler her bir dozun zamana bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

Yüksek oranda humik ve fulvik asitler ile karbon içeren HG, KG ve L içerdikleri humik asitler nedeniyle toprak mikroorganizmaları tarafından kolayca tüketilebilir karbon kaynağıdır. Her üç organik materyalin uygulandığı topraklarda, C döngüsünde görev alan β -glikozidaz aktivitesinin inkübasyonun son periyodunda dahi başlangıç değerlerinin üzerinde bulunmuş olması, bu materyallerin mikroorganizmalara substrat görevi yaptığı ve artan mikrobiyal faaliyete bağlı olarak da daha fazla enzim sentezlediği ve bunun neticesinde aktivitenin artmış olabileceği akla gelmektedir. Kimura ve Salam (2000), toprak organik madde varlığının β -glikozidaz aktivitesinin devamı için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Okur ve Çengel (1995), Tariş zeytinyağı ve üzüm tesislerinin atık maddelerinden prina, karasu ve cibre ile çöp fabrikası ürünü olan çöp gübresinin alüvyal toprakta mikrobiyolojik yolla topraklara yararlılık derecelerini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada 4 farklı organik atık maddeden cibrenin topraklarda yüksek ve uzun süreli

β -glikozidaz enzim aktivitesine sebep olduğunu ve bu atık maddesinin tarım topraklarında organik madde olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir.

Toprakların alkali fosfataz enzim aktivitelerindeki değişimler

6 aylık inkübasyon süresi boyunca KG, HG ve L uygulamalarına ilişkin alkali fosfataz enzim aktivite değerleri ve istatistik sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. İnkübasyon süresince bütün uygulama dozlarında alkali fosfataz aktivite değerleri kontrol topraklarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Uygulama şekilleri kendi aralarında kıyaslanacak olursa; inkübasyon süresince KG ve HG uygulamalarında en yüksek alkali fosfataz aktivite değeri %8 dozda belirlenirken, L uygulamasında ise %1 dozda belirlenmiştir. En düşük değer de her üç uygulamada kontrol toprağında bulunmuştur ($P<0,05$).

İnkübasyon süresi boyunca zamana bağlı olan değişkenlik göz önüne alınırsa; alkali fosfataz aktivite-

sinde %1 ve %4 KG dozlarında 60. güne kadar artış olmuş, 60. günde en yüksek değere ulaşmış ve tekrar zamana bağlı olarak düşmüştür. %2 KG dozunda ise 30. güne kadar aktivite artmış, daha sonra zamanla tekrar azalmıştır. %8 KG dozunda ise 90. güne kadar artarak en yüksek değere ulaşmış ve 180. günde büyük oranda azalma olmuştur ($P<0,05$).

HG uygulamasına bakıldığında, HG dozlarının tümünde 30. güne kadar alkali fosfataz aktivitesi artmış, daha sonra zamana bağlı olarak değerlerde düşme olmuştur. Tüm HG dozlarında en yüksek değer 30. günde belirlenirken, en düşük değerler 180. günde bulunmuştur ($P<0,05$). L uygulamalarında ise bütün dozlarda en yüksek değer 1. günde bulunmuştur. Diğer dozlarda ise sonraki dönemlerde azalma ve artmalar olarak düzenli olmayan şekilde değerlerin düşme gösterdiği görülmüştür. Bütün dozlarda en düşük değer 180. günde belirlenmiştir ($P<0,05$). Rumpel ve Knabner (2003), linyitin organik maddesi ve ekosistemdeki biyokimyasal fonksiyonlarının saptanması amacıyla

Tablo 4. β -glukozidaz enzim aktivitesindeki değişim (mg pNP g⁻¹ toprak)

Zaman(gün)	kontrol	%1	%2	%4	%8
Kömürlü Gıdya (LSD: 0,035, $P<0,05$)					
1	0,29 CDd	0,34 Dc	0,39 Fb	0,30 Ed	0,51 Ea
15	0,34 Ae	0,45 Bd	0,69 Cc	0,89 Db	0,95 Da
30	0,33 ABe	0,47 Bd	0,77 Bc	0,90 Db	0,98 Da
60	0,30 BCe	0,55 Ad	0,88 Ac	1,18 Cb	1,25 Ca
90	0,25 Ee	0,45 Bd	0,63 Dc	1,30 Bb	1,44 Ba
180	0,26 DEd	0,39 Cc	0,51 Eb	1,56 Aa	1,56 Aa
Humuslu Gıdya (LSD: 0,070 $P<0,05$)					
1	0,29 ABCb	0,28 Bb	0,34 Db	0,32 Eb	0,45 Ea
15	0,34 Ac	0,37 Ac	0,40 Dbc	0,46 Dab	0,53 Da
30	0,33 ABd	0,38 Ad	0,50 Cc	0,76 Bb	0,86 Ca
60	0,30 ABCd	0,44 Ac	0,58 Bb	0,64 Cb	0,98 Ba
90	0,25 Cd	0,41 Ac	0,78 Ab	1,30 Aa	1,23 Aa
180	0,26 BCe	0,43 Ad	0,58 Bc	0,66 Cb	0,98 Ba
Linyit (LSD: 0,034 $P<0,05$)					
1	0,29 CDc	0,31 Dc	0,31 Fc	0,61 Fb	0,86 Da
15	0,34 Ad	0,36 Cd	0,45 Ec	0,89 Eb	0,98 Ca
30	0,33 ABe	0,37 Cd	0,68 Cc	1,22 Ba	0,99 Cb
60	0,30 BCe	0,48 Bd	0,76 Bc	1,32 Aa	1,09 Bb
90	0,25 Ee	0,58 Ad	1,07 Ab	0,98 Cc	1,19 Aa
180	0,26 DEe	0,51 Bd	0,61 Dc	0,93 Db	1,08 Ba

Küçük harfler dozlar arası, büyük harfler her bir dozun zamana bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

Toprakların aryl-sülfataz enzim aktivitelerindeki değişimler

6 aylık inkübasyon süresi boyunca KG, HG ve L uygulamalarına ilişkin aryl-sülfataz enzim aktivite değerleri ve istatistik sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Inkübasyon süresince bütün uygulama dozlarında aryl-sülfataz aktivite değerleri kontrol topraklarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Uygulama şekilleri kendi aralarında kıyaslanacak olursa; inkübasyon süresince her üç uygulamada da en yüksek aryl-sülfataz değeri %8 dozda belirlenmiştir. KG ve HG uygulamalarında artan doza bağlı olarak aryl-sülfataz aktivite değerleri artış gösterirken ($P<0,05$), L uygu-

yaptıkları çalışmada, taze bitki artığı ve linyit içeren dört ayrı organik madde çeşidi kullanmışlardır. Araştırmacılar kimyasal yapısından dolayı doğaya yabancı olan linyitin topraklarda karbon döngüsünün bir parçası olduğunu belirtmişlerdir. Nannipieri ve ark. (1983), farklı C kaynakları içeren organik materyallerin 2 aylık inkübasyon süresince toprağın alkali fosfataz enzim aktivitesinin C kaynağına bağlı olarak değişik değerler verdiğini, inkübasyon süresince arttığını, en yüksek aktivite değerlerinin inkübasyonun 5. gününde saptandığını ve bunun bakteriyal biyokütle artışından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar organik materyal içermeyen uygulamalarda ise alkali fosfataz aktivitesinin inkübasyon süresince sabit kaldığını rapor etmişlerdir. Benzer çalışmalarda da toprakta organik madde miktarındaki artışa bağlı olarak alkali fosfataz aktivite değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Garcia ve ark. 1996).

lamasında %1 ve %2 dozları arasında önemli bir fark belirlenmemiştir.

Zamana bağlı olan değişim göz önüne alınırsa; %1, %2 ve %4 KG uygulamalarında 30. güne kadar artış olmuş, 30. günden sonra giderek azalma olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). %8 KG uygulamasında ise 90. güne kadar aktivite değerinde istatistiksel olarak değişim olmamış, 180. günde azalmıştır.

HG uygulamasında; bütün uygulama dozlarında 1.günden itibaren zamana bağlı olarak düşme olduğu belirlenmiş, inkübasyonun son günü olan 180. günde ise en düşük değerlere ulaşmıştır. Ancak, tüm HG dozlarının (%1, 180. gün hariç) uygulandığı topraklarda aryl-sülfataz enzim aktivitesi kontrol toprakların-

dan yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). L uygulamasında ise inkübasyon süresince %1 ve %8 L uygulamalarında 30. gün dahil olmak üzere artış olduğu görülmüş ve 60. günden itibaren zamanla azalma olmuştur. 180.

günde en düşük değerlere ulaşılmıştır. %2 ve %4 L uygulamalarında ise 1. günden itibaren zamana bağlı olarak düşme olmuş, 180. günde yine en düşük değerlere ulaşılmıştır ($P<0,05$).

Tablo 5. Alkali fosfataz enzim aktivitesindeki değişim (mg pNP g^{-1} toprak)

Zaman(gün)	kontrol	%1	%2	%4	%8
Kömürlü Gıdya (LSD: 0,035, $P<0,05$)					
1	1,06 Ad	1,13 Cd	1,48 Bc	1,98 Eb	3,02 Da
15	0,91 Be	1,41 Bd	1,52 Bc	2,32 Db	3,17 Ca
30	0,89 Be	1,46 Bd	1,75 Ac	2,44 Cb	3,71 Ba
60	0,87 Be	1,75 Ac	1,35 Cd	2,75 Ab	3,72 Ba
90	0,84 Be	1,00 Dd	1,29 Cc	2,62 Bb	4,40 Aa
180	0,74 Ce	0,95 Dd	1,07 Dc	1,30 Fb	2,22 Ea
Humuslu Gıdya (LSD: 0,070 $P<0,05$)					
1	1,06 Ad	1,23 Cc	1,46 Bb	1,56 Cb	2,36 Ba
15	0,91 ABd	1,46 Bc	1,58 Bc	1,83 Bb	2,36 Ba
30	0,89 Be	1,83 Ad	2,52 Ab	2,32 Ac	2,90 Aa
60	0,87 Bd	1,00 Dd	1,21 Cc	1,50 Cb	2,10 Ca
90	0,84 Bd	1,00 Dcd	1,14 Cc	1,44 Cb	2,10 Ca
180	0,74 Bc	0,88 Dc	0,90 Dc	1,29 Db	1,57 Da
Linyit (LSD: 0,034 $P<0,05$)					
1	1,06 Ae	2,64 Aa	1,96 Ad	2,32 Ab	2,10 Ac
15	0,91 Be	1,14 Cd	1,46 Bc	1,61 Bb	1,91 Ba
30	0,89 Be	1,29 Bd	1,46 Bc	1,58 Bb	1,85 Ca
60	0,87 BCe	1,08 Dd	1,23 Dc	1,35 Cb	1,92 Ba
90	0,84 Cd	1,04 Dc	1,29 Cb	1,33 Cb	1,77 Da
180	0,74 Dc	0,78 Ec	1,04 Db	1,07 Db	1,69 Ea

Küçük harfler dozlar arası, büyük harfler her bir dozun zamana bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

Tablo 6. Aryl-sülfataz enzim aktivitesindeki değişim (mg pNP g^{-1} toprak)

Zaman(gün)	kontrol	%1	%2	%4	%8
Kömürlü Gıdya (LSD: 0,027, $P<0,05$)					
1	0,728 Ac	0,971 A c	1,269 Ab	1,449 ABb	2,185 Aa
15	0,697 Ad	0,736 ABd	1,269 Ac	1,660 Ab	2,083 Aa
30	0,767 Ad	1,018 Acd	1,238 Ac	1,645 Ab	1,909 Aa
60	0,579 Ad	0,744 ABcd	0,971 ABc	1,316 Bb	1,973 Aa
90	0,587 Ad	0,728 ABd	1,003 ABc	1,316 Bb	2,161 Aa
180	0,533 Ac	0,634 Bc	0,728 Bc	1,026 Cb	1,519 Ba
Humuslu Gıdya (LSD: 0,199, $P<0,05$)					
1	0,728 ABd	0,963 ABc	1,261 Ab	1,449 Ab	1,935 Aa
15	0,697 ABd	0,846 ABCd	1,050 ABc	1,253 ABb	1,989 Aa
30	0,768 Ad	0,987 Ac	1,097 ABc	1,394 Ab	1,660 Ba
60	0,580 ABd	0,760 BCcd	0,916 Bbc	1,112 BCb	1,692 Ba
90	0,587 ABc	0,728 Cc	0,940 Bb	1,097 BCb	1,613 Ba
180	0,533 Bcd	0,368 Dd	0,705 Cc	0,909 Cb	1,300 Ca
Linyit (LSD: 0,110, $P<0,05$)					
1	0,728 Ac	0,995 Ab	1,089 Ab	1,214 Aa	1,261 BCa
15	0,697 ABd	0,854 Bc	0,956 Bc	1,198 Ab	1,363 ABa
30	0,768 Ad	0,971 Ac	0,971 Bc	1,144 Ab	1,441 Aa
60	0,580 Cd	0,721 Cc	0,799 Cc	0,979 Bb	1,167 Ca
90	0,587 BCe	0,705 Cd	0,862 BCc	1,003 Bb	1,222 Ca
180	0,533 Cc	0,564 Dc	0,634 Dc	0,768 Cb	1,050 Da

Küçük harfler dozlar arası, büyük harfler her bir dozun zamana bağlı değişimlerinin karşılaştırılması

Martens ve ark. (1992), toprağa tavuk gübresi, atık çamur, bitki artığı vb. organik materyal ilavesinden 30 gün sonra C, N, P ve S döngüsünde görev alan enzimlerin önemli derecede artış gösterdiğini, bunun ise parçalanabilir organik bileşiklerin hidrolitik enzimleri uyarmasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Enzim aktiviteleri ile toprağın organik madde miktarı arasındaki istatistikî ilişkiler

Yapılan regresyon korelasyon analiz sonucunda KG ilave edilmiş toprakların organik madde kapsamı ile üreaz ($r=0,412$) enzim aktiviteleri arasında $P>0,05$ düzeyinde önemli, alkali fosfataz ($r=0,791$) ve

aryl-sülfataz ($r=0.849$) enzim aktiviteleri ile de $P<0.001$ düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir.

HG ilave edilmiş toprakların organik madde kapsamı ile β -glukozidaz ($r= 0.471$) enzim aktiviteleri arasında $P>0.01$ düzeyinde önemli, alkali fosfataz ($r=0.791$) ve aryl-sülfataz ($r=0.849$) enzim aktiviteleri arasında ise $P<0.001$ düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir.

L ilave edilmiş toprakların organik madde kapsamı ile üreaz ($r= 0.566$), β -glukozidaz ($r= 0.584$), alkali fosfataz ($r=0.541$) ve aryl-sülfataz ($r=0.749$) enzim aktiviteleri arasında önemli pozitif ilişki ($P>0.01$) belirlenmiştir. Enzim aktiviteleri ile organik madde kapsamı arasında önemli pozitif ilişki pek çok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Speir ve Ross, 1976; Dick ve ark., 1988 ve Eivazi ve Tabatabai, 1990).

TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarına bakıldığında genel olarak N, C, P ve S C döngüsünde görevli üreaz, β -glukozidaz, alkali fosfataz ve aryl-sülfataz enzim aktiviteleri, toprağa uygulanan 3 farklı organik materyal ilavesinde kontrol toprağına kıyasla artış göstermiştir. Hayvan gübresi, yeşil gübre, ürün artıkları ve atık çamur gibi organik materyallerin toprakların enzim aktivitelerini kontrol topraklarına kıyasla önemli ölçüde arttırdığı pek çok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Pascual ve ark. 1999 ve Perucci 1992). Martens ve ark. (1992), organik materyallerin genellikle enzim içerdiklerini ancak toprağı ilave edildiklerinde ortaya çıkan enzim aktivitelerindeki artışların direkt organik materyaldeki enzimlerden değil de toprakta mikrobiyal aktiviteyi uyarmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, 3 organik materyalin üreaz ve β -glukozidaz enzim aktivitelerini uyarma sırası büyükten küçüğe doğru $KG>L>HG$ şeklinde olmuştur. Araştırmada kullanılan organik materyallerin organik karbon ve fülvik asit içerikleri de büyükten küçüğe doğru sıralandığında aynı sıralama ($KG>L>HG$) karşımıza çıkmaktadır. Bu bize N döngüsünde görev alan üreaz ve C döngüsünde görev alan β -glukozidaz enzim aktivitelerini oluşturan toprak mikroorganizmalarının sunulan enerji kaynağı konusunda seçici olduğunu ve karbonca zengin olan substrat varlığında daha fazla çoğaldığını göstermektedir. Örneğin fülvik asitler, hümitik asitlere kıyasla çok daha düşük moleküler ağırlığa ve strüktürel stabiliteye sahiptir (Goh ve Reid 1975). Bu özellik toprak mikroorganizmalarını öncelikli olarak fülvik asit içeriği açısından zengin olan substrata yönlendirecektir. Bu çalışmada kullanılan organik materyallerin fülvik asit miktarının sıralaması ile az önce yukarıda ifade edilen üreaz ve β -glukozidaz aktivitelerindeki sıralamanın aynı olması bu yaklaşımı desteklemektedir. Bu açıdan diğer materyallere kıyasla KG uygulamasının üreaz ve β -glukozidaz aktivitesini daha fazla artırıcı yönde bir etkisinin olduğu söylenebilir. Bu iki enzimden biraz farklı olarak S döngü-

sünde görev alan aryl-sülfataz enzim aktivitesi ise $KG>HG>L$ şeklinde bir sıralama göstermiştir.

Topraklara artan dozlarda KG ilave edildiğinde alkali fosfataz enzim aktivitesi ilk 3 aylık dönemde artış göstermiş daha sonra azalmıştır, ancak aktivite değerleri başlangıç değerlerine göre fazla bulunmuştur. HG ve L uygulanmış topraklarda ise alkali fosfataz aktiviteleri ilk 1 aylık periyotta artmış daha sonra zamana bağlı olarak azalmış ve başlangıç değerlerinin altına düşmüştür. Buna göre KG toprakların alkali fosfataz aktivitesine, diğer HG ve L'e göre daha fazla etki yapmıştır. Sonuç olarak, araştırmada incelenen 3 farklı organik materyalden KG'nın topraklarda yüksek ve uzun süreli olarak enzim aktivitesi üzerine diğer 2 materyalden daha fazla etkili olduğu ortaya çıkmaktadır.

Organik madde değerlerindeki değişimler ele alınacak olursa; her 3 materyal de artan doza bağlı olarak toprağın OM miktarlarını kontrol topraklarına göre arttırmıştır. En fazla OM artışı L uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Bunu sırasıyla KG ve HG takip etmiştir. Bu durum, denemede kullanılan organik materyallerin farklı OM içeriklerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Denemede kullanılan L materyalinin OM değeri % 74,62, KG materyalinin OM değeri % 50,62 ve HG materyalinin OM değeri %20,36'dır.

Toprakta organik madde yetersizliğini gidermenin en yaygın yolu, toprağı ahır ve işletme gübrelere ilavesidir. Ancak bunlar bir yandan pahalı iken, diğer yandan miktarları da yetersiz olup, her zaman her yerde bulunamamaktadır. Koşulların uygunluğu ölçüsünde gıda ve ham linyit (bu çalışmada kullanılan özelliklere sahip), bu açığı giderecek organik kökenli materyaller olarak sayılabilirler. Özellikle KG ve L'in tarım topraklarında organik madde olarak değerlendirilmesinin, hem yapısı bozulmuş toprakların ıslahı açısından hem de ekonomik açıdan yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Gıda, yüksek oranda organik madde içeriği yanında toprağın fiziksel yapısını destekleyen yüksek bir poroziteye de sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle de özellikle KG ve L'in bitkisel üretimi arttırmak amacıyla gübre ve toprak düzenleyici olarak kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bitki besin elementleri içermesi, toksik element içeriğinin düşük olması ve humik asit içeriğinin yüksek olması nedeniyle ve yeni organik gübre yönetmeliğine uygunluk göstermesi bakımından gıda, organik gübre olabilecek özelliklere sahiptir. Ancak, gıda yataklarından temin edilecek materyalin özelliklerinin önceden belirlenmesi ve buna göre uygulanması gerekmektedir. Çünkü yapılan çalışmalarda, gıda ve linyit materyallerinin alındıkları havzadan, hatta aynı havzadaki farklı damarların karakteristiklerinden etkilenerek, değişik parametrelerin (özellikle kireç, pH, EC, OM, fülvik asit, humik asit, Cd, Cu, Zn, Ni, Pb) hem yatay hem de dikey bölgelere göre farklılıklar sergileyebildikleri saptanmıştır. Bu ise materyalin kullanımın-

da, laboratuvar araştırması ve hammadde özelliklerinin tespitinin önemini ortaya koymaktadır. Olumlu ve olumsuz özelliklerinin tespit edilmeden sahadaki hammaddenin kullanılması yarar yanında zarar da getirebilecektir.

Ülkemizde gıda ve ham linyit materyallerinin toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkileri konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu materyallerin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile iz element ve ağır metal kapsamları üzerine etkilerinin laboratuvar denemesinin yanı sıra, önce sera ve daha sonra tarla koşullarında incelenmesi, bu konuda daha ayrıntılı ve güncel sonuçların elde edilmesi bakımından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akyıldız, R., 1979. "Aşşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzası Gıdyları'nın Bölge Tarım Topraklarının Fiziksel Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma". Doktora Tezi (Basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Azam, F. ve Malik, K.A., 1985. "Transformations of *Leptochloafusca* and *Sesbania aculeata* in soil under different conditions". Pak. J. Soil Sci. 1: 3-13
- Bouyoucos, G.J., 1951. "A Recalibration of Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of Soil". Agronomy Journal. 43: 434-439.
- Bremner, J.M., 1965. "Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties". Ed. A.C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series, No. 9, Madison, Wisconsin. 400 S., USA.
- Dick, R.P., Myrold, D.D. ve Kerle, E.A., 1988. "Microbial Biomass and Enzyme Activities in Compacted and Rehabilitated Skid Trial Soils". Soil Sci. Soc. of America J. 52 (2): 512-516.
- Eivazi, F. ve Tabatabai, M.A., 1990. "Factors Affecting Glucosidase and Galactosidase Activities in Soils". Soil Biol. and Biochem. 22: 891-897.
- Ergönül, Y., 1979. "Aşşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzasından Elde Edilen Gıdyların Tarımda Kullanma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma". Aşşin-Elbistan Kömür Havzasında Sondajlama Kuyularının Jeoloji Etüt Raporu. S. 40, Ankara.
- Erol, A., 1992. "Gıda Materyalinin Azotun Bitkiye Yararışlılığına ve Bitki Gelişimine Etkisi". Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Garcia, C. ve Hernandez, T., 1996. "Effect of Bromecil and Sewage Sludge Addition on Soil Enzymatic Activity". Soil Sci. and Plant Nutrition. 42 (1): 191-195.
- Goh, K.M. ve Reid, M.R., 1975. "Molecular Weight Distribution of Soil Organic Matter As Affected By Acid Pre-Treatment and Fractionation into Humic and Fulvic Acids". J. Soil Sci. 26, 207-222.
- Hoffman, G.G. ve Teicher, K., 1957. "Das Enzyme System Unserer Kultur Boden 7, Proteçsan 11". Zeitschrift Für Pflanzzone-Nahrung und Bodenkunde. 77 (122), Bond.
- Jackson, M.L., 1962. "Soil Chemical Analysis Prentice" Hall. Inc. Cliffs. USA.
- Kaya, Z., 1982. "Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Toprak Serilerinde Fosforun Statüsü ve Toprak-Bitki Sistemindeki Dinamiği". Doçentlik Tezi (Basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kimura, M. ve Salam, A.K., 2000. "Effects of Land-Use Change and Different Land-Use Systems on Soil Enzymatic Activities. Innovative soil plant systems for sustainable agricultural practices". Proceedings of an international workshop, İzmir.
- Kural, O., 1978. "Türkiye Linyitlerinde Humik Asit Dağılımının İncelenmesi". İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Maden Müh. Böl., Doktora Tezi (Basılmamış). İTÜ, İstanbul.
- Lindsay, W.L. ve Norwell, W.A. 1978. "Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and, copper". Soil Sci. Soc. Amer. J. 42(3): 421-428.
- Martens, D.A., Johanson, J.B. ve Frankenberger, W.T., 1992. "Production and Persistence of Soil Enzymes with Repeated Additions of Organic Residues". Soil Sci. 153: 53-61.
- Moreno, J.L., Hernandez, T. ve Garcia, C. 1999. "Effects of a cadmium-contaminated sewage sludge compost on dynamics of organic matter and microbial activity in an arid soil". Biol. Fertil. Soils. 28: 230-237
- Mühürdaroğlu, T. ve Haktanır, K., 1994. "Şlempenin Topraklarda Biyolojik Aktivite ve Kimyasal Nitelikler Üzerine Etkilerinin Saptanması". Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Nannpieri, P., Muccini, L. ve Ciardi, C., 1983. "Microbial Biomass and Enzyme Activities: Production and Persistence". Soil Biol. Biochem. 15 (6): 679-685.
- Naseby, D.C. ve Lynch J.M., 1997. "Rhizosphere Soil Enzymes As Indicators of Perturbation Caused By Enzyme Substrate Addition and Inoculation of A Genetically Modified Strain of Pseudomonas Fluorescens on Wheat Seed". Soil Biology & Biochemistry. 29:1353-1362.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S. ve Dean, L.A., 1954. "Estimation of Available Phosphorus in Soils By Extraction with Sodium Bicarbonate". U.S. Dept. of Agr. Cir. 939. Washington, D.C.
- Okur, N. ve Çengel, M., 1995. "Tarımsal kökenli organik atıklar (Prina, Cibre ve Karasu) ile çöp gübresinin toprak solunumu ve bazı toprak enzimleri üzerine etkileri". İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, cilt 2, s 168-178, Ankara.
- Organo Mineral Gübre Yönetmeliği, 2004. "Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral, Özel, Mikrobiyal ve Enzim İçerikli Organik Gübreler ile Toprak Düzenleyicilerin Üretimi, İthalatı, İhracatı, Piyasaya Arzı ve Denetimine Dair Yönetmelik". Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarih: 04.05.2004 ve Sayı: 25452.

- Pascual, J.A., Garcia, C. ve Hernandez, T., 1999. "Lasting microbiological and biochemical effects of the addition of municipal solid waste to an arid soil". *Biol. Fertil. Soils*. 30: 1-6.
- Perucci, P. 1992. "Enzyme activity and microbial biomass in a field soil amended with municipal refuse". *Biol. Fertil. Soils*. 14:54-60.
- Richards, L.A., 1954. "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils". U.S.D. A. Handbook, No : 60, USA.
- Rumpel, C. and Kögel-Knabner, I. 2003. "Characterisation of Organic Matter and Carbon Cycling in Rehabilitated Lignite-Rich Mine Soils". *Water, Air and Soil Pollution*. 3; 153-166.
- Schnitzer, M. 1982. "Organic Matter Characterization". In: Page, AL, Miller, RH, Keeney, DR (eds) *Methods of Soil Analysis, Part 2*. ASA-SSSA Madison, USA. pp. 581-594
- Speir, T.W. ve Ross, D.J., 1976. "Soil Phosphatase and Sulphatase". In R.G. Burns (Ed.) *Soil Enzymes*. Academic Press, New York. pp. 197-250
- Sözüdoğru, S., Haktanır, K. ve Karaca, A., 1996. "Tavuk Gübresinin Azot Mineralizasyonu ve Üreaz Aktivitesi Üzerine Etkisi". *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler*, No: 798, Ankara.
- Şipal, S., 1994. "Gyttja'da Bulunan Humin Asitlerine Demir ve Çinko'nun Bağlanması İle Oluşturulan Organomineral Komplekslerin Bitki Gelişimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma". Ç. Ü. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Turgay, O.C., Tamer, N., Türkmen, C. ve Karaca, A., 2004. "Gıda ve Ham Linyit Materyallerinin Toprağın Biyolojik Özelliklerine Etkisini Değerlendirmede Toprak Mikrobiyal Biyokütlesi". 3. Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı, 1. Cilt, S; 827-836, Tokat.
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils". U.S.D. A. Handbook 60, USA.
- Ülgen, N. ve Dığdığoğlu, A., 1975. "Gıda Toprağının Gübre Değerinin Saptanması". *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, 1973-1975 Yılları Araştırma Raporları*, Genel Yayın No:67, Ankara.
- Yılmaz, G., 1993. "Gyttja'nın Toprağın Organik Madde İçeriğine ve Çinko, Fosfor İnteraksiyonuna Etkisi Üzerine Bir Araştırma". Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Adana.
- Yörük, M., 1981. "Afşin-Elbistan Linyit Kömürü Havzasından Elde Olunan Gıda'ların Tarımda Kullanılma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma". *Doktora Tezi (Basılmamış)*, Ankara Üniversitesi, Ankara.