

Organik Tarımda Kullanılan Bazı Organik Gübrelerin Topraktaki Mikrobiyal Aktivite Üzerine Etkisi

Nur OKUR¹ H.Hüsnü KAYIKÇIOĞLU²
Gülhan TUNÇ³ Yüksel TÜZEL⁴

Öz: Bu araştırmanın amacı, piyasada organik tarıma yönelik satılan bazı organik gübrelerin, kışlık sebze bitki örtüsü altındaki toprakların mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bir tarla denemesi şeklinde yürütülen çalışmada, 3 organik gübre (Biofarm, Leonardit ve Hümik asit) ve 4 sebze bitkisi (marul, havuç, roka ve maydanoz) kullanılmıştır. Sebzelerin organik ve konvansiyonel tarım sistemine göre yetiştirildiği denemede konular Biofarm, Biofarm+Leonardit, Biofarm+Humik asit ve Konvansiyonel tarım şeklinde olmuştur. Deneme süresince iki kez alınan toprak örneklerinde mikrobiyal biyokütle, dehidrogenaz, β -glukozidaz, alkalın fosfataz ve proteaz aktiviteleri saptanmıştır. Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin mikrobiyal biyokütle, dehidrogenaz, β -glukozidaz, alkalın fosfataz ve proteaz aktiviteleri üzerindeki etkisi %1 düzeyinde önemli olmuştur. Biofarm gübresinin uygulandığı tüm parsellerde mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi oldukça yükselmiştir. Biofarm uygulamaları ile mikrobiyal biyokütle miktarı konvansiyonel tarıma oranla ortalama % 77, dehidrogenaz % 175, β -glukozidaz %55, alkalın fosfataz % 44 ve proteaz % 69 oranında daha fazla saptanmıştır. Leonardit ve humik asidin mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi üzerine farklı bir etkisi ortaya çıkmamıştır.

Anahtar kelimeler: Organik gübre, mikrobiyal biyokütle, enzim aktivitesi, sebze

¹Prof.Dr., E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü A Blok 35100 Bornova-İzmir,
nur.okur@ege.edu.tr

² Araş.Gör., E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü A Blok 35100 Bornova-İzmir

³ Zir.Yük.Müh., E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü A Blok 35100 Bornova-İzmir

⁴ Prof.Dr., E.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü B Blok 35100 Bornova-İzmir

The effect of some organic amendments using in organic agriculture on microbial activity in soil

Abstract: The objective of this work was to determine the effects of some organic amendments using in organic agriculture on the soil microbial biomass and enzyme activity in soil under winter vegetable. In this field experiment, three organic amendments (Biofarm, Leonardit and Humic acid) and four vegetables (cos lettuce, carrot, rocket and parsley) were used. Vegetables were managed by organic and conventional organic farming systems. The research objects were Biofarm, Biofarm+Leonardit, Biofarm+Humic acid and conventional agriculture. Soil samples were taken twice during the experiment. In these soil samples, microbial biomass and activities of dehydrogenase, β -glucosidase, protease and alkaline phosphatase were analyzed. The effect of organic amendments and plant species on microbial biomass and all enzyme activity were significant at the level of 1 %. Biofarm applications highly increased amount of microbial biomass and enzyme activities. Application of Biofarm increased microbial biomass average % 77, dehydrogenase 175 %, β -glucosidase 55 %, alkaline phosphatase 44 % and protease 69 %, compared to conventional soil. The additional effect of Leonardite and humic acid on microbial biomass and enzyme activity could not be found.

Key words: Organic amendments, microbial biomass, enzyme activity, vegetables.

Giriş

Günümüzde alternatif tarım sistemlerinden biri olan organik tarımda; bitki besin maddelerinin döngüsünde ve bitki gelişiminde önemli bir faktör, topraktaki mikroorganizma aktivitesidir. Bu tarım sisteminde bitki besin maddelerinin sağlandığı yegâne kaynak olan organik gübreler topraktaki biyolojik aktiviteyi de önemli düzeylerde uyarmaktadırlar. Organik yapıdaki gübrelerin topraktaki C ve N mineralizasyonu (Hadas ve Portnoy, 1994), mikrobiyal gruplar (Acea ve Carballas, 1996) ve enzim aktivitesi (Dinesh ve ark., 1998) üzerine etkilerine ilişkin bazı çalışmalar yapılmıştır. Reganold (1988); organik gübre uygulamalarının toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri yanında önemli bir mikrobiyal parametre olan biyokütle miktarını da önemli düzeyde artırdığını saptamıştır. Mikrobiyal biyokütle miktarı ve aktivitesi topraktaki karbon ve diğer besin maddelerinin miktarı ve kalitesi ile yakından ilişkilidir (Fraser ve ark., 1988). Organik bazı gübreler toprağa bitki besin maddelerinin yanı sıra önemli miktarda da karbonun girmesine neden olmaktadır (Ritz ve ark., 1997).

Organik tarımda kullanılan gübrelerin yelpazesi son yıllarda genişlemiş ve kompost, humik ve fulvik asit, leonardit gibi organik materyallere ilave olarak içerisinde çeşitli mikroorganizma türleri, enzimleri ve yosun ekstraktları içeren gübreler ticari boyutta üretilmeye

başlanmıştır. Bu tür gübrelerle yapılan çalışmalarda; Blunden (1991) deniz yosunu ekstraktlarının, Bisoyi ve Singh (1988) Azolla, Azotobakter, Azosprillum ve Rhizobium gibi N₂ fikse eden bakteri uygulamalarının, Kumar ve ark. (2004) mikoriza ve fosfat çözücü bakteri aşılmasının ve Tamer ve Karaca (2004) ise Leonarditin topraktaki mikrobiyal aktiviteyi çeşitli şekillerde etkilediğini saptamışlardır.

İnsanların organik ürünlere ilgisi paralelinde yaygınlaşan organik tarım sistemlerinin ana girdisi olan organik gübreler/materyaller piyasada çok çeşitli adlar ve içerikler altında üreticilerin kullanımına sunulmaktadır. Bu tür organik gübrelerden yüksek düzeyde yarar beklemek için, bu gübrelerin toprakta ayrışmasını etkileyen faktörleri ve içeriğindeki besin maddelerinin topraktaki döngüsünü çok yönlü olarak incelemek gerekmektedir. Topraktaki bu biyokimyasal olaylar toprak mikroorganizmaları tarafından yürütülmektedir. Bu çalışmada, piyasada organik tarıma yönelik satılan bazı organik gübreler(Biofarm, Leonardit ve Humik asit) kışlık sebze bitki (marul, havuç, roka ve maydonoz) yetiştiriciliğinde kullanılmış ve kimyasal yapısı ve bitki besin maddesi içeriği farklı olan bu gübrelerin topraktaki mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü bahçelerinde bir tarla denemesi olarak yürütülen çalışmada, deneme materyali olarak 3 girdi (organik hayvan gübresi olan Biofarm, Leonardit ve Humik asit) ve 6 sebze bitkisi kullanılmıştır. Bu bitkiler Yedikule ve Kıvırcık marul (*Lactuca Sativa*), Nantes ve Mor havuç (*Daucus Carota*), roka (*Eruca Sativa*) ve maydanoz (*Petroselinum hortense*) olmuştur. Denemede sebzeler hem organik hem de konvansiyonel tarım sistemine göre yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemeye konuları şu şekilde belirlenmiştir: 1. Biofarm (B); 2. Biofarm +Leonardit (B+L); 3. Biofarm+Humik Asit (B+HA); 4. Konvansiyonel tarım (KONV). Denemede parseller 2×1=2 m² den oluşmuştur. Avrupa Birliği organik tarım uygunluk belgesine sahip büyükbaş hayvan gübresi olan Biofarm, Çamlı Yem Besicilik San. ve Tic. A. Ş. den elde edilmiştir. Biofarmın uygulama dozu 50 kg/da şeklinde olmuştur. Delta Humat A.Ş.'den elde edilen Leonardit ve Humik asit topraklara sırasıyla 75 kg/da ve 3 ml/1 lt su dozlarında verilmiştir. Konvansiyonel tarımın uygulandığı

topraklara ise üre 52 kg/da, TSP 42 kg/da ve K₂SO₄ 60 kg/da olacak şekilde uygulanmıştır. Tüm gübreler ekimden önce parsellere homojen olarak dağıtılmış, tırmık ile toprağın altına alınmıştır.

Çalışmada kullanılan Biofarm organik gübresine ait bazı özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Biofarm’ın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Organik madde, %	65.0
Toplam N, %	3.5
Toplam P, %	3.0
Suda çözünebilir K, %	3.0
Max. Nem, %	20.0
pH	7.0
C/N	11.0

Organik toprak düzenleyicisi olan sıvı humik asidin toplam humik + fulvik asit miktarı % 15 (W/W) ve pH’ sı 11–13 arasındadır.

Yağışlı bölgelerde yoğun bitki örtüsü altında ötrofik ve anaerob koşullarda, göl diplerinde çürümüş maddelerin ayrışmasıyla oluşmuş, plastik yapılı, organik madde miktarı ve mikroorganizma içeriği yüksek bir sedimenter birikim olan Leonardit’in organik madde miktarı %65, pH ‘sı 6.4 ve C/N oranı da 17’ dir.

Gübreler toprağa verildikten sonra daha önce serada viyollere ekilen marul tohumları fide olarak parsellere şaşırtılmıştır. Havuç, roka ve maydanoz tohumları ise her sıraya 2 gr tohum ve bir parselde 8 sıra gelecek şekilde parsellere ekilmiştir. Deneme süresince haftada iki kez sulama yapılmış, iki kez de parsellerdeki otlar temizlenmiştir. Organik tarım parsellerinde zararlılarla mücadelede herhangi bir pestisid kullanılmamıştır. Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kil (%)	13.14	T. tuz (dS m ⁻¹)	0.06
Mil (%)	19.98	Kireç (%)	0.87
Kum (%)	66.88	Org. madde (%)	1.43
Bünye	Kumlu tın	Azot (%)	0.14
pH	7.85	Fosfor (ppm)	9.07

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılmak üzere, tohumların ekiminden 20 gün sonra ve her bitkinin hasat zamanında 0–20 cm

derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Buz kutuları içerisinde laboratuara getirilen toprak örnekleri doğal arazi neminde 4 mm lik elekten elenmiş ve +4°C’de muhafaza edilmiştir. Toprak örneklerinde bünye Bouyoucos (1962), toprak reaksiyonu Jackson (1967), toplam tuz Soil Survey Manuel (1951), kireç Çağlar (1949), organik madde Jackson (1962), toplam azot Bremner (1960) ve yarayışlı fosfor Olsen ve ark., (1954)’a göre yapılmıştır. Toprak örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerden ise mikrobiyal biyokütle Anderson ve Domsch (1978), dehidrogenaz enzim aktivitesi Thalmann (1968), proteaz enzim aktivitesi Ladd ve Butler (1972), alkalın fosfotaz enzim aktivitesi Tabatabai ve Bremner (1969) ve Eivazi ve Tabatabai (1977) ve β -glukozidaz enzim aktivitesi Hoffmann ve Dedekan (1966)’a göre belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları

Mikrobiyal Biyokütle- C

Araştırmada ekim ve hasat döneminde alınan toprak örneklerine ait ortalama mikrobiyal biyokütle-C değerleri Çizelge 3’ de verilmiştir. Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin mikrobiyal biyokütle üzerindeki etkisi % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Ekim ve hasat dönemi alınan toprak örneklerine ait mikrobiyal biyokütle miktarları arasında ise istatistikî anlamda bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Biofarm gübresinin uygulandığı tüm parsellerde mikrobiyal biyokütle miktarları oldukça yükselmiştir. Fakat Leonardit ve humik asidin mikrobiyal biyokütle üzerine istatistiki anlamda farklı bir etkisi ortaya çıkmamıştır. B (Biofarm), B+L (Biofarm+Leonardit) ve B+HA (Biofarm+Humik asit) uygulamalarında saptanan mikrobiyal biyokütle miktarları, konvansiyonel tarıma oranla sırasıyla % 74, % 81 ve % 76 oranında daha fazla olmuştur. En düşük mikrobiyal biyokütle miktarları konvansiyonel tarımın uygulandığı topraklarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 3).

Bitki çeşitlerinin etkisi açısından mikrobiyal biyokütle miktarları incelendiğinde; havuç ve roka yetiştirilen toprakların diğer bitki çeşitlerinin yetiştirildiği topraklara oranla biraz daha yüksek mikrobiyal biyokütle miktarlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Organik ve inorganik gübre uygulamalarının mikrobiyal biyokütle- C' u üzerine etkisi

Uygulamalar	Mikrobiyal Biyokütle-C (mg C / 100 g k. top.)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
B	34.87	30.83	32.85
B+L	34.93	33.55	34.24
B+HA	34.33	32.10	33.22
KONV.	15.92	21.83	18.87
LSD	1.574**		

Çizelge 4.Farklı bitki türlerinin mikrobiyal biyokütle- C' u üzerine etkisi

Bitki Çeşidi	Mikrobiyal Biyokütle (mg C / 100 g k. top.)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
Marul-Yedikule	27.14	30.67	28.89
Marul-Kıvırcık	25.51	27.19	26.34
Maydanoz	30.62	27.60	29.11
Roka	33.59	27.39	30.48
Havuç-Nantes	31.12	33.72	32.39
Havuç-Mor	32.13	30.99	31.55
LSD	1.928**		

Enzim Aktivitesi

Dehidrogenaz Aktivitesi (DHG)

Farklı organik ve inorganik gübre uygulamaları ve etkileri yönünden DHG- enzim aktivitesi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5' de verilmiştir.

Çizelge 5. Organik ve inorganik gübre uygulamalarının DHG aktivitesi üzerine etkisi

Uygulamalar	DHG-Aktivitesi ($\mu\text{g TPF g}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
B	71.41	106.48	88.95
B+L	70.24	119.74	94.99
B+HA	71.75	117.74	94.79
KONV.	22.86	43.92	33.39
LSD	7.126**		

Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin DHG aktivitesi üzerindeki etkisi %1 düzeyinde önemli olmuştur. Ekim ve hasat dönemi alınan toprak örneklerine ait DHG aktiviteleri arasında da %1 düzeyinde istatistiki bir farklılık ortaya çıkmıştır. Hasat döneminde, ekim dönemine oranla % 64 oranında daha fazla DHG aktivitesi saptanmıştır. Mikrobiyal biyokütle sonuçlarına benzer şekilde Biofarmın uygulandığı tüm parsellerde DHG aktivitesi önemli oranlarda artmıştır. Fakat Leonardit ve humik asidin DHG aktivitesi üzerinde istatistiki anlamda farklı bir etkisi ortaya çıkmamıştır. Biofarm uygulamasında saptanan DHG enzim aktivite miktarı, konvansiyonel tarıma oranla % 166 oranında daha fazla olurken, B+L ve B+HA uygulamalarında bu artış oranı %184 düzeyine çıkmıştır. En düşük dehidrogenaz aktivitesi konvansiyonel tarım yapılan topraklarda saptanmıştır (Çizelge 5).

Bitki çeşitlerinin etkisi açısından DHG aktivitesi incelendiğinde; marul, maydanoz ve roka yetiştirilen toprakların, havuç yetiştirilen topraklara oranla daha yüksek DHG aktivitesine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı bitki türlerinin DHG aktivitesi üzerine etkisi

Bitki Çeşidi	DHG-Aktivitesi ($\mu\text{g TPF g}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
Marul-Yedikule	59.83	113.60	86.71
Marul-Kıvırcık	60.65	107.58	84.11
Maydanoz	49.87	107.43	78.65
Roka	64.08	108.03	86.13
Havuç-Nantes	56.63	73.12	64.87
Havuç-Mor	63.52	71.92	67.63
LSD	8.728**		

β -Glukozidaz Aktivitesi

Araştırmada ekim ve hasat döneminde alınan toprak örneklerine ait β -Glukozidaz enzim aktivitesi değerleri Çizelge 7' de verilmiştir. Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerindeki etkisi % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Ekim ve hasat dönemi alınan toprak örneklerine ait β -Glukozidaz enzim miktarları arasında ise istatistiki anlamda bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 7. Organik ve inorganik gübre uygulamalarının β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Uygulamalar	β -Glukozidaz Aktivitesi ($\mu\text{g Saligenin g}^{-1} 3\text{h}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
B	123.32	112.69	118.01
B+L	114.61	119.85	117.19
B+HA	123.38	123.35	123.28
KONV.	72.42	81.77	77.09
LSD			8.962**

Biofarm gübresinin uygulandığı tüm parsellerde β -Glukozidaz aktivite değerleri oldukça yükselmiştir. Humik asidin ve Leonarditin β -glukozidaz aktivitesi üzerine istatistiki anlamda farklı bir etkisi belirlenememiştir. B, B+L ve B+HA uygulamalarında saptanan β -Glukozidaz enzim miktarları, konvansiyonel tarıma oranla sırasıyla % 53, % 52 ve % 60 oranında daha fazla olmuştur. En düşük β -Glukozidaz enzim aktivitesi miktarları konvansiyonel tarımın uygulandığı topraklarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 7). Bitki çeşitlerinin etkisi açısından bu aktivite incelendiğinde; Kıvırcık marul yetiştirilen topraklarda diğerlerine oranla biraz daha yüksek β -glukozidaz aktivitesinin ortaya çıktığı saptanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Farklı bitki türlerinin β -Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Bitki Çeşidi	β -Glukozidaz Aktivitesi ($\mu\text{g Saligenin g}^{-1} 3\text{h}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
Marul-Yedikule	117.00	108.80	112.89
Marul-Kıvırcık	118.79	118.57	118.67
Maydanoz	83.90	104.62	94.13
Roka	113.48	106.25	109.88
Havuç-Nantes	105.15	107.94	106.48
Havuç-Mor	112.32	110.34	111.32
LSD			10.976**

Alkalin Fosfataz Aktivitesi

Farklı organik ve inorganik gübre uygulamaları ve etkileri yönünden fosfataz aktivitesi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 9'da verilmiştir. Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki

çeşidinin alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerindeki etkisi % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Ekim ve hasat dönemi alınan toprak örneklerine ait alkalın fosfataz enzim miktarları arasında ise istatistiki anlamda bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 9. Organik ve inorganik gübre uygulamalarının alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Uygulamalar	Alkalın Fosfataz Aktivitesi ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
B	433.79	421.79	427.79
B+L	440.47	443.86	442.17
B+HA	475.11	431.48	453.29
KONV.	306.65	306.23	306.44
LSD	7.875**		

Biofarm gübresinin uygulandığı tüm parsellerde alkalın fosfataz enzim miktarları önemli oranlarda yükselmiştir. En yüksek alkalın fosfataz enzim miktarı B+HA uygulamasında ortaya çıkmıştır. Bunu sırayla B+L ve B izlemiştir. B, B+L ve B+HA uygulamalarında saptanan alkalın fosfataz miktarları, konvansiyonel tarıma oranla sırasıyla % 40, % 44 ve % 48 oranında daha fazla olmuştur. Konvansiyonel tarımın yapıldığı parsel en düşük alkalın fosfataz aktivitesine sahip olmuştur (Çizelge 9). Humik asidin ve Leonarditin, bu enzim aktivitesi üzerinde uyarıcı etkileri ortaya çıkmıştır. Bitki çeşitlerinin etkisi açısından bu aktivite incelendiğinde, Kıvırcık marul ve Nantes- havuç yetiştirilen topraklarda diğerlerine oranla daha yüksek alkalın fosfataz aktivitesinin ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Farklı bitki türlerinin alkalın fosfataz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Bitki Çeşidi	Alkalın Fosfataz Aktivitesi ($\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
Marul-Yedikule	458.12	385.26	421.48
Marul-Kıvırcık	484.07	388.15	436.11
Maydanoz	347.58	336.87	342.23
Roka	411.96	385.37	398.65
Havuç-Nantes	383.92	473.49	428.70
Havuç-Mor	398.78	435.95	417.36
LSD	9.645**		

Proteaz Enzim Aktivitesi

Araştırmada ekim ve hasat döneminde alınan toprak örneklerine ait proteaz enzim aktivite değerleri Çizelge 11’ de verilmiştir. Toprağa uygulanan gübrelerin ve yetiştirilen bitki çeşidinin proteaz aktivitesi üzerindeki etkisi %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ekim ve hasat dönemi alınan toprak örneklerine ait proteaz enzim miktarları arasında ise istatistiki anlamda bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Biofarm gübresinin uygulandığı tüm parsellerde proteaz enzim aktivitesi miktarları çok yükselmiştir. Fakat Humik asidin ve Leonarditin proteaz enzim aktivitesi üzerine istatistiki anlamda farklı bir etkisi belirlenmemiştir. B, B+L ve B+HA uygulamalarında saptanan proteaz enzim aktivite miktarları, konvansiyonel tarıma oranla sırasıyla % 170, % 163 ve % 175 oranında daha fazla olmuştur. En düşük proteaz enzim miktarları yine konvansiyonel tarımın uygulandığı topraklarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 11).

Çizelge 11. Organik ve inorganik gübre uygulamalarının proteaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Uygulamalar	Proteaz Aktivitesi ($\mu\text{g Tyrosin g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
B	127.88	113.36	120.62
B+L	113.98	120.94	117.46
B+HA	130.06	115.17	122.61
KONV.	48.92	40.31	44.61
LSD			9.094**

Bitki çeşitlerinin etkisi açısından bu aktivite incelendiğinde; Yedikule marul ve roka yetiştirilen topraklarda diğerlerine oranla biraz daha fazla proteaz aktivitesinin ortaya çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Farklı bitki türlerinin proteaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Bitki Çeşidi	Proteaz Aktivitesi ($\mu\text{g Tyrosin g}^{-1} 2\text{h}^{-1}$)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
Marul-Yedikule	129.40	84.60	106.98
Marul-Kıvırcık	121.53	81.22	101.38
Maydanoz	94.29	104.29	99.54
Roka	85.64	129.38	107.50
Havuç-Nantes	110.73	93.05	101.89
Havuç-Mor	89.20	92.15	90.67
LSD			11.1308**

Organik Madde Miktarı

Araştırmada organik gübre uygulamaları ile toprağın organik madde içeriğinde ortaya çıkabilecek değişimler de incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 13’de verilmiştir.

Çizelge 13. Organik ve inorganik gübre uygulamalarının topraktaki organik madde miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar	Organik Madde Miktarı (%)		
	Ekim örnekleri	Hasat örnekleri	Ortalama
B	2.55	2.42	2.48
B+L	2.35	2.14	2.24
B+HA	2.66	2.65	2.65
KONV.	1.50	1.43	1.46
LSD	0.752**		

Toprağa uygulanan gübrelerin topraktaki organik madde miktarı üzerine etkisi %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ekim ve hasat döneminde alınan toprak örneklerinin organik madde içerikleri arasında ise istatistiki önemde bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Biofarm gübresinin verildiği tüm uygulamalarda toprağın organik madde miktarı konvansiyonel toprağa oranla oldukça yükselmiştir. En yüksek organik madde artışı B+HA uygulamasında ortaya çıkmıştır. Bu uygulama organik madde miktarını % 81.5 oranında artırmıştır. B ve B+L uygulamalarında organik madde miktarındaki artışlar ise sırasıyla % 70 ve % 53 oranlarında olmuştur. En düşük organik madde miktarı konvansiyonel tarımın uygulandığı topraklarda belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Organik tarımın önemli ilkelerinden biri de; toprağın iyileştirilmesi, içindeki mikroorganizmaların korunması ve sayı ve aktivitelerini artıracak uygulamaların yapılmasıdır. Bunu sağlamak için münavebe, organik gübreleme ve uygun toprak işleme yöntemleri önerilmektedir. Organik gübrelerle toprağa yüksek miktarlarda karbon girmekte, bu da topraktaki mikrobiyal biyokütle ve aktiviteyi önemli oranlarda artırmaktadır. (Hassink ve ark., 1991). Bu çalışmada organik parsellerin hepsine aynı miktarlarda verilen Biofarm organik hayvan gübresi, topraktaki mikrobiyal biyokütle miktarını inorganik gübrelemenin yapıldığı konvansiyonel parselde oranla ortalama % 77 oranında artırmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, organik toprakların

organik madde içeriğinin konvansiyonel toprağa oranla ortalama % 68 oranında daha fazla olması büyük rol oynamıştır. Topraktaki mikrobiyal biyokütle miktarı ile toprağın organik karbon içeriği arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Schnürer ve ark., 1985; Sparling ve ark., 1986; Franzluebbbers ve ark., 1995). Hasebe ve ark (1985) en yüksek mikrobiyal biyokütle miktarını organik gübre uygulanmış topraklarda belirlemişlerdir.

Toplam 4 bitki çeşidinin yetiştirildiği topraklarda mikrobiyal biyokütle miktarları havuç üretimi yapılan topraklarda diğerlerine oranla biraz daha yüksek çıkmıştır. Bardgett ve ark (1999); bitki türlerine bağlı olarak toprak mikroorganizmalarının miktarı ve aktivitesinde ortaya çıkan farklılıkları, her bitki türünün kendine özgü kök salgılarına ve bitki besin maddesi biriktirme etkinliğine bağlamışlardır. Arpa, çayırotu, bezelye ve şalgam bitki örtüleri altındaki toprakların mikrobiyal biyokütellerini inceleyen Wheatley ve ark., (1990) ise; bitki türlerinin toprağın tüm mikrobiyolojisini etkilemediğini ancak mikrobiyal biyokütlenin fizyolojik olarak farklı alt-gruplarını etkileyebildiğini saptamışlardır. Bu çalışmada da farklı bitki örtüleri altındaki toprakların mikrobiyal biyokütle miktarları arasında çok büyük farklılıklar ortaya çıkmamış, sadece havuç yetiştirilen topraklarda diğerlerine oranla biraz daha yüksek mikrobiyal biyokütle miktarı saptanmıştır.

Araştırma topraklarında incelenen bir diğer konu da; toprak mikroorganizmalarının çeşitli amaçlar için sentezlediği hücre içi ve dışı salgılar olan enzimlerin aktivite miktarları olmuştur. Hücre içine salgılanan bir enzim olan dehidrogenaz enzimi, organik hayvan gübresi Biofarm'ın verildiği tüm parsellerde ortalama % 175 oranında artmıştır. Toprağın organik madde miktarı ile yakından ilişkili olan bu enzim aktivitesi, bu miktara bağlı olarak farklı aktivite düzeyi göstermektedir (Dick,1994). Manna ve ark (1996) toprakların organik -C miktarı ile dehidrogenaz ve üreaz enzim aktiviteleri arasında önemli ilişkiler belirlemişlerdir.

Araştırmada incelenen ekzoenzimlerden (hücre dışına salgılanan) β -Glukozidaz, alkalın fosfataz ve proteaz enzimlerinin üçü de Biofarmın uygulandığı topraklarda çok yüksek aktivite miktarlarına sahip olmuşlardır. β -Glukozidaz toprakta C- döngüsü ile, alkalın fosfataz P- döngüsü ile ve proteaz da N-döngüsü ile ilgili enzimlerdir. Araştırma topraklarına organik gübre uygulamaları ile gelen enzim substratları büyük olasılıkla bu enzim aktivitelerinin artmasına neden olmuştur. Hayvan gübresi uygulamaları toprağın enzim aktivitesini

önemli oranlarda yükseltmektedir (Verstraete ve Voets, 1977; Dick ve ark., 1988). Martens ve ark. (1992); organik gübrelerin birçok enzimi içermesine karşın topraklardaki enzim aktivite artışının, organik gübrelerden gelen enzimlerden daha çok mikrobiyal aktivitenin uyarılmasından kaynaklandığını ileri sürmüştür. Biofarm hayvan gübresinin verildiği topraklarda β -Glukozidaz aktivitesi ortalama % 55, alkalın fosfataz % 44 ve proteaz %169 oranında artmıştır.

Bu çalışmada yer alan 4 sebze bitkisinin, topraktaki enzim aktiviteleri üzerindeki etkisi çok değişken olmuştur. Dehidrogenaz aktivitesi havuç dışında diğer bitkilerin yetiştirildiği topraklarda daha yüksek çıkarken, β -Glukozidaz Kıvırcık marul, alkalın fosfataz Kıvırcık marul ve Nantes havuç ve proteaz Yedikule marul ve roka yetiştirilen topraklarda diğerlerine oranla biraz daha yüksek aktivite göstermişlerdir. Farklı bitki türlerine ait kök aktiviteleri, rizosferdeki farklı mikrobiyal türlerin gelişimini çeşitli bileşikleri içeren (şekerler, amino asitler, organik asitler, hormonlar ve vitaminler) kök salgıları vasıtası ile seçici bir şekilde uyarmaktadırlar (Kourtev ve ark., 2003; Bais ve ark., 2004). Bitkilerin bu rizosfer etkisi, mikrobiyal ve enzim aktivitesinin artmasında önemli bir faktördür. Yoğun kök sistemine sahip ve uzun süreler toprakta kalan çok yıllık bitkiler, rizosfer etkisini dolayısıyla da mikrobiyal enzim aktivitesini artırmaktadır (Anna ve Richard, 1999). Chen ve ark., (2004), asit ve alkalın fosfataz ve fosfodiesteraz aktiviteleri açısından iki farklı bitki örtüsü altındaki toprakları incelemişler ve çayır topraklarında bu enzim aktivitelerinin, çam orman örtüsü altındaki topraklara oranla daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Benzer sonuçların bulunduğu diğer çalışmalarda da birbirinden morfolojik yönden farklı bitki grupları ile çalışılmıştır (Perrot ve ark., 1999; Chen ve ark., 2000). Bu çalışmada yetiştirilen bitki türlerinin hepsi sebze grubunda yer almasına karşın, enzim aktiviteleri açısından bazı farklılıklarının ortaya çıkması her bitkinin kendine özgü bir rizosfer etkinin olduğunu göstermektedir.

Çalışmada organik gübre kaynağı olarak kullanılan diğer materyaller olan Leonardit ve humik asidin, topraktaki mikrobiyal biyokütle ve aktivite üzerinde Biofarmın üstünde bir etkileri ortaya çıkmamıştır. Bu gübrelerin Biofarm ile birlikte uygulanmaları, büyük olasılıkla toprak mikrobiyolojisi açısından tam olarak etkilerinin ortaya çıkmasını engellemiştir. Zira bu materyallerin tek başlarına yapılan uygulamalarında topraktaki mikrobiyal aktiviteyi olumlu yönde etkilediğine dair bazı araştırmalar mevcuttur (Rumpel ve Knabner, 2003; Tamer ve Karaca, 2004).

Sonuç olarak; bir organik büyükbaş hayvan gübresi olan Biofarmın sebze tarımı yapılan topraklarda mikrobiyal biyokütle ve aktiviteyi önemli oranlarda artırdığı saptanmıştır. Bu gübrenin ilave başka bir organik madde kaynağına gerek olmadan kullanılması; organik tarım yapılan topraklarda mikrobiyal aktivitenin uyarılması ve toprak kalitesinin yükseltilmesi açısından yeterli görünmektedir.

Kaynaklar

- Acea, M.J. and T. Carballas. 1996. Microbial response to organic amendments in a forest soil. *Bioresource Tech.*, 57(2):193-199.
- Anderson, I.P.E. and K.H.A. Domsch. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 10:215-221.
- Anna, K. B. and P.D. Richard. 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 31:1471-1479.
- Bais, H.P., S.W. Park, T.L. Weir, R.M. Callaway and J.M. Vivanco. 2004. How plants communicate using the underground information superhighway. *Trends Plant Sci*, 9:26-32.
- Bardgett, R.D., J.L. Mawdsley, S. Edwards, P.J. Hobbs, J.S. Rodwell and W.J. Davies. 1999. Plant species and nitrogen effects on soil biological properties of temperate upland grasslands. *Functional-Ecology*, 13(5): 650-660.
- Bisoyi, R.N. and P.K. Singh. 1988. Effect of phosphorus fertilization on blue-green-algal inoculum production and nitrogen yield under field conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 5(4):338-343.
- Blunden, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. Pages: 65-81, in: *Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential*. John Wiley and Sons, Chichester.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agronomy Journal*, 54(5).
- Bremner, J.M. 1960. Determination of nitrogen in soil by the kjeldahl method. *Journal of Agricultural Sciences*, 55:11-13.
- Chen, C.R., L.M. Condon, S. Sinaj, M.R. Davis and R.R. Sherlock 2004. Effects of plant species on microbial biomass phosphorus and phosphatase activity in a range of grassland soils. *Biol. Fertil. Soil*, 40:313-322.
- Çağlar, K.Ö. 1949. *Toprak Bilgisi*. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:10, Ankara.
- Dick, R.P. 1994. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. *Oregon Agricultural Experiment Station Journal*, 10:195.
- Dick, R.P., P.E. Rasmussen and E.A. Kerle. 1988. Influence of long-term residue management on soil enzyme activity in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. *Biol. Fert. Soils*, 6:159-164.
- Dinesh, R., R.P. Dubey and G. Shyam Prasad. 1998. Soil microbial biomass and enzyme activities as influenced by organic manure incorporation into soils of a rice-rice system. *J. Agr. Crop Sci.*, 181:173-189.
- Eivazi, F. and M.A. Tabatabai. 1977. Phosphatases in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 9:167-172.

- Franzluebbers, A.J., F.M. Hons and D.A. Zuberer. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. *Soil Science Society of America Journal*, 59(2):460-466.
- Fraser, D.G., J.W. Doran, W.W. Sahs and G.W. Lesoing. 1988. Soil microbial populations and activities under conventional and organic management. *J. Environ. Quality*. 17:585-590.
- Hadas, A. and R. Portnoy. 1994. Nitrogen and carbon mineralization rates of composted manures incubated in soil. *J. Environ. Quality*. 23(6):1184-1189.
- Hasebe, A., S. Kanazava and Y. Takai. 1985. Microbial biomass in paddy soil: II. Microbial biomass C measured by Jenkinson's fumigation method. *Soil Science and Plant Nutrition*, 31:349-359.
- Hassink, J., G. Lebbink and J.A. Van Veen. 1991. Microbial biomass and activity of a reclaimed-polder soil under a conventional or a reduced-input farming system. *Soil Biology and Biochemistry*, 23(6):507-513.
- Hoffman, G. and M. Dedekan. 1966. Eine methode zur kolorimetrischen bestimmung der β - Glucosidaseaktivitat in böden. *Zpflanzenernaehr Bodenkd*, 108:195–201.
- Jackson, M. 1962. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs., New York, U.S.A., pages, 183-187.
- Jackson, M. 1967. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi.
- Kourtev, P. S., J.G. Ehrenfeld and M. Haggblom. 2003. Experimental analysis of the effect of exotic and native plant species on the structure and function of soil microbial communities. *Soil Biol. Biochem.*, 35:895-905.
- Kumar, R., B.L. Jalali and H. Chand. 2004. Effect of different VAM fungi on nodulation, nitrogenase activity and rhizosphere microflora of chickpea. *Legume Research* 27 (1): 50-53.
- Ladd, J.N. and J.H.A. Butler. 1972. Short-term assay of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipeptide derivatives as substrates. *Soil Biology and Biochemistry*, 4:19–39.
- Manna, M.C., S. Kundu, M. Singh and P.N. Takar. 1996. Influence farmyard manure on dynamics of microbial biomass and its turnover and activity of enzymes under a soyabean-wheat system on a typic haplustert. *Journal of The Indian Society of Soil Science*, 44(3):409-412.
- Martens, D.A., J.B. Johanson, and W.T. Frankenberger Jr. 1992. Production and persistence of soil enzymes with repeated additions of organic residues. *Soil Sci.*, 153:53-61.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and H.C. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Vir., Washington D.C., pages 139-141.
- Perrot, K.W., G.M.B. O'Connor and J.E. Waller. 1999. Tree stocking effects on soil phosphorus, soil microbial activity and soil phosphatase activity at the Tikitere agroforestry research area. *NZ J. For Sci.*, 29:116-130.
- Reganold, J.P., 1988. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional forming systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, B(4):144–155.

- Ritz, K., R.E. Wheatley and B.S. Griffiths. 1997. Effects of animal manure application and crop plants upon size and activity of soil microbial biomass under organically grown spring barley. *Biol. Fertil Soils*, 24:372-377.
- Rumpel, C. and I. Kögel-Knabner. 2003, Characterisation of organic matter and carbon cycling in rehabilitated lignite-rich mine soils. *Water, Air and Soil Pollution*, 3:153-166.
- Schnürer, J., M. Clarholm and T. Rosswall. 1985. Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biology and Biochemistry*, 17: 611-618.
- Soil Survey Manual, 1951. Department of Agriculture Hand Book, Washington, U.S.A., 18:235.
- Sparling, G.P., T.W Spier and K.N. Whale, 1986. Changes in microbial biomass C, ATP content, soil phosphomonoesterase activity following air drying of soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 11:3-8.
- Tabatabai, M.A. and Y.M. Bremner. 1969. Use of P-nitrophenylphosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.*, 1:301-307.
- Tamer, N. ve A. Karaca. 2004. Gıdyanın Toprakta Enzim Aktiviteleri ile Kadmiyum Kapsamı Üzerine Etkisi. A.Ü. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Thalman, A. 1968. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenase-aktivitae im Boden Mittens Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch*, 21: 249-258.
- Verstraete, W. and J.P. Voets. 1977. Soil microbial and biochemical characteristics in relation to soil management and fertility. *Soil Biol. Biochem.*, 9:253-258.
- Wheatley, R., K. Ritz and B. Griffiths. 1990. Microbial biomass and mineral N transformations in planted with barley, ryegrass, pea or turnip. *Plant and Soil*, 127(2):157-167.