

**MİKROBİYAL BİYOMASS AKTİVİTESİ ÜZERİNE FARKLI ORGANİK
VE MİNERAL AZOTLU GÜBRELERİN ETKİLERİ**

Osman EREKUL

**Adnan Menderes Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
Aydın/TURKEY**

Frank ELLMER

**Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Pflanzenbauwissenschaften
Fachgebiet Acker-und Pflanzenbau
14195 Berlin/GERMANY**

Timo KAUTZ

**Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Pflanzenbauwissenschaften
Fachgebiet Acker-und Pflanzenbau
14195 Berlin/GERMANY**

İsmail TURGUT

**Adnan Menderes Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
Aydın/TURKEY**

ÖZ: Bu çalışma Berlin Humboldt-Üniversitesi (Almanya) bünyesinde 1984 yılından beri yürütülmekte olan "Uluslararası Çok Uzun Süre Farklı Gübre Kullanım Denemesi" kapsamında dört yıl boyunca yapılmıştır. Çalışmanın amacı farklı organik ve mineral azotlu gübre ve bunların kombinasyonlarının, patates-buğday-arpa ekim nöbetindeki buğday yetiştiriciliğinde toprağın mikrobiyal biyomass aktivitesine olan etkisini belirlemektir. Mikrobiyal biyomass miktarı bütün araştırma yıllarında yeşil gübrenin uygulandığı buğday parsellerinde kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde artmıştır. Ahır gübresinin mikrobiyal biyomass aktivitesine etkisi yeşil gübreye göre daha sınırlı olmuştur. Mineral azotun etkisi sadece ilk araştırma yılında önemli düzeyde fazla olduğu halde diğer yıllardaki etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Organik gübrelerin mineral azotla olan kombinasyonlarının etkisi önemsiz kalmıştır.

Anahtar Sözcükler: Mikrobiyal biyomass, mineral azot gübresi, organik gübre, buğday, sürdürülebilir tarım.

**THE IMPACTS OF VARIOUS ORGANIC AND MINERAL NITROGEN
FERTILIZERS ON MICROBIAL BIOMASS ACTIVITY**

ABSTRACT: This study has been carried out in the context of "International Organic Nitrogen Long-Term Fertilization Experiment" at Berlin Humboldt-University (Germany) for four years since 1984. The purpose of the study was to determine the effects of various organic and mineral nitrogen fertilizers and their combinations on wheat growing in the potato-wheat- barley crop rotation. The microbial biomass amount has increased significantly in wheat plots where green manure was applied compared to control applications in all research years. The impact of farm yard manure on microbial biomass activity has been limited compared to green manure. Despite the impact of mineral nitrogen has been significant in

initial year, in later years the impact was found insignificant. The impact of organic manure combination with mineral nitrogen was insignificant.

Keywords: *Microbial biomass, mineral nitrogen fertilizer, organic fertilizer, wheat, sustainable agriculture.*

GİRİŞ

Sayıları dünyada 240'a ulaşan çok uzun süreli denemelerden günümüzde sürdürülebilir tarım ile ilgili araştırmalarda yoğun olarak yararlanılmaktadır (Christen, 1999). Bu denemelerden 10 tanesi bir yüzyıldan fazla bir geçmişe sahiptir (Çizelge 1). İngiltere'nin Rothamsted kentinde 1843 yılında kurulan "Broadbalk field" dünyadaki en eski denemedir. Almanya'da yaşları otuzun üzerinde 50 tane denemenin 12 tanesi 50 yaş ve üzerindedir.

Çizelge 1. Dünya'daki en eski ve en önemli çok uzun süreli tarla denemeleri.
Table 1. The oldest and most important long-term field experiments of the world.

Rothamsted	İngiltere (England)	1843
Grignon	Fransa (France)	1875
Illinois	ABD (USA)	1876
Halle	Almanya (Germany)	1878
Columbia	ABD (USA)	1888
Dakota	ABD (USA)	1892
Askov	Danimarka (Denmark)	1894
Auburn	ABD (USA)	1896
Bad Lauchstaedt	Almanya (Germany)	1902
Dikopshof	Almanya (Germany)	1904
Saskatchewan	Kanada (Canada)	1911
Moskau	Rusya (Russia)	1912
Skiernewice	Polonya (Poland)	1923
Dahlem	Almanya (Germany)	1923

Bu tür denemelerin en önemli özellikleri, hiçbir değişikliğe uğratılmaksızın uzun yıllar boyunca devam ettirilmeleridir. Bu ise araştırılması güç olan ve etkileri ancak uzun yıllar sonra ortaya çıkan toprak, iklim ve çevre kirliliği ile ilgili konularda sağlıklı sonuçların alınmasına olanak sağlamaktadır.

Berlin Humboldt Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde sayıları altıyı bulan çok uzun süreli denemeler yürütülmektedir. Bu denemeler, sürdürülebilir tarım

kapsamında hedeflenen sonuçların araştırılmasında kullanılmaktadır. Bu çalışmalar Avrupa'da benzer denemelere sahip olan ülkeler ile Soil Organic Matter Network (SOMNET) projesi (Powlson ve ark., 1998) çerçevesinde yürütülmektedir.

Humboldt Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından yürütülen bu çalışmalardan en yakın geçmişe sahip olan "*Uluslararası Çok Uzun Süre Farklı Gübre Kullanım Denemesi*" 1984 yılında Avrupa'nın 15 farklı ülkesinde eş zamanlı kurulmuştur ve günümüze kadar hiçbir değişikliğe uğratılmadan devam ettirilmektedir. Denemenin en önemli amacı farklı organik ve mineral azot dozlarının ve bunların kombinasyonlarının toprak verimliliği, çevre kirliliği ve ekim nöbetinde yer alan bitkilerin verim ve kalitelerine olan etkilerini belirlemektir.

Avrupa'nın farklı ülkelerinde aynı metotlarla yürütülen bu denemeler özellikle bitkisel üretimde farklı ekolojik etkilerin belirlenmesinde büyük bir öneme sahiptir. Denemenin en kuzey lokasyonu Estonya'daki Tartu şehri olup en güneydeki lokasyonu İspanya'nın Madrid şehrinde bulunmaktadır.

Son yıllarda topraklardaki mikrobiyal biyomass ölçümlerine olan ilgi gittikçe artmıştır (Oberdoerster ve ark., 1997). Mikrobiyal biyomass toprakta canlı, metabolik aktif mikroorganizmalardan oluşan organik madde oranının bir ölçüsünü simgelemektedir (Bode ve Blume, 1995). Toprak mikroorganizmaları, toprak verimliliğini belirleyen parametrelerin tanınmasında iyi bir indikatör oluşturmaktadırlar (Beck ve ark., 1994; Beyer ve ark., 1999). Bunun yanında mikrobiyal biyomass, değişim gösteren tarım sistemlerinde meydana gelen farklılıkları ortaya koyan önemli bir göstergedir (Beck ve Beck, 1994; Beck ve ark., 1995).

Özellikle topraklarda meydana gelen değişimler toplam karbon veya toplam azot miktarlarına yansımadan mikrobiyal biyomass miktarı üzerine çok daha kısa sürede yansımaktadır (Powlson ve Brookes, 1987; Weigand ve ark., 1995). Sauerbeck (1992) tarım alanlarında ekim nöbeti ve organik gübre uygulamalarının mikrobiyal biyomass aktivitesini önemli düzeyde etkilediğini belirtmiştir. Kaiser (1994) ve Tarafdar ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalarda ekim nöbetlerinin toprak verimliliği üzerinde oluşturdukları değişimlerin kısa süre içerisinde belirlenmesinde mikrobiyal biyomassın iyi bir indikatör olduğunu belirtmektedirler.

Deutschmann (1996), Krück ve ark. (1998) ve Krück (1999) iki yıl ak üçgül yetiştiriciliği sonrası ekilen buğday alanlarında yüksek düzeyde mikrobiyal biyomass aktivitesini belirlemişlerdir. Beck (1988) tarafından yapılan bir çalışmada organik tarım sisteminin uygulandığı alanlarda mikrobiyal biyomass miktarın konvansiyonel tarım sisteminin uygulandığı alanlara göre yaklaşık dört kat fazla bulunmuştur.

Fliessbach ve ark. (2000) farklı tarım sistemlerinin mikrobiyal biyomass üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada Biyolojik-Dinamik tarım sisteminin hiç gübre kullanılmayan, konvansiyonel ve sadece mineral gübre kullanılan tarım sistemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek düzeyde mikrobiyal biyomass içerdiğini belirlemişlerdir. Bulunan değer sadece mineral gübre kullanılan tarım sistemine göre yaklaşık iki kat daha yüksek düzeyde olmuştur.

Beck (1988) tarafından yürütülen diğer bir çalışma ekim nöbetine baklagillerin dahil edilmesi ile, dahil edilmeyen ekim nöbetlerine göre mikrobiyal biyomass miktarının önemli düzeyde arttığını ortaya koymuştur. Yine aynı araştırmacı buğday monokültürü ve ekim nöbeti sistemlerinin uygulandığı 30 yıllık bir tarla denemesinde, kullanılan yeşil gübrenin nadasa bırakılan tarlaya göre yaklaşık beş kat, ekim nöbetinin uygulandığı tarlaya göre ise yaklaşık altı kat daha fazla mikrobiyal biyomass aktivitesi sağladığını saptamıştır. Almanya'nın Halle kentinde yapılan bir çalışmada artan azot dozlarının mikrobiyal biyomass miktarını artırdığı, ancak bu artışın azotlu gübrenin meydana getirdiği hasat kalıntılarında kaynaklandığı ortaya konulmuştur (Merbach ve ark., 1999).

MATERYAL VE METOT

Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırma, Humboldt Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Berlin'de bulunan Dahlem deneme istasyonunda 1984 yılından beri devam eden "*Uluslararası Çok Uzun Süre Farklı Gübre Kullanım Denemesi*" kapsamında yürütülmüştür. Dahlem deneme istasyonu 52° 28" kuzey ve 13° 18" doğu enlemi üzerinde olup deniz seviyesinden 51 m yüksekte bulunmaktadır. Yıllık yağış miktarı yıllar arası büyük dalgalanmalar göstermekte ve 363 mm ile 731 mm (1971-2000) arasında değişebilmektedir. Uzun yıllar ortalamasına (1971-2000) göre yağış miktarı 545 mm ve sıcaklık ortalaması 9,3 °C'dir (Çizelge 2).

Toprak analiz sonuçlarına göre deneme alanındaki toprağın bünyesi tınlı kumlu özellik göstermektedir (Çizelge 3). pH bakımından hafif asitli olan toprak bitki besin maddelerinden potasyum ve bakır yönünden yeterli, fosfor ve çinko açısından ise zengindir (Köhn, 2000) (Çizelge 4).

Kurşun ve kadmium ise 20 ve 0,143 ppm değerleri ile sınır değerlerinin çok altında yer almaktadır (Seçer ve ark., 2002).

Mineral azot ve organik gübre ile bunların kombinasyonlarının buğday bitkisinin yetiştirildiği toprağın mikrobiyal biyomass aktivitesi üzerine etkisinin

araştırıldığı bu deneme 1998 ile 2002 yılları arasında dört yıl boyunca yürütülmüştür. Deneme üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseninde iki faktörlü olarak kurulmuştur. Denemede birinci faktör mineral azot olup ikinci faktörü organik gübre oluşturmaktadır. Deneme üç farklı kültür bitkisinden oluşan bir ekim nöbeti (Patates - Buğday - Arpa) denemesidir. Buğday bitkisine vejetasyon döneminde uygulanan toplam mineral azot ve organik madde miktarları ve formları Çizelge 5’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 2. Berlin-Dahlem deneme istasyonuna ait uzun yıllar (1971-2000) ve araştırma yıllarına ait iklim verileri (Köhn, 2002).

Table 2. The experiment year and long term climate data at the experimental station in Berlin-Dahlem (Köhn, 2002).

Aylar Months	Sıcaklık (°C) Temperature °C					Yağış (mm) Precipitation mm				
	1971- 2000	1998	1999	2001	2002	1971- 2000	1998	1999	2001	2002
Ocak (January)	0,8	3,4	1,7	1,3	2,3	37,4	48,0	39,6	33,1	32,2
Şubat (February)	1,5	6,3	3,5	1,9	5,7	30,7	13,8	50,3	34,9	74,6
Mart (March)	4,9	5,4	6,2	3,4	5,6	37,2	56,4	31,4	40,2	41,9
Nisan (April)	9,0	11,0	8,6	8,4	9,2	34,0	35,7	39,7	32,6	44,8
Mayıs (May)	14,3	15,9	14,7	15,5	16,0	50,6	21,8	54,2	30,6	63,5
Haziran (June)	16,9	17,9	15,9	15,2	18,1	66,0	63,1	43,5	55,9	38,6
Temmuz (July)	18,9	17,8	18,3	20,5	19,5	53,1	46,2	51,8	61,0	71,4
Ağustos (August)	18,5	17,3	18,4	19,6	21,3	60,6	69,7	60,1	37,3	256,7
Eylül (September)	14,3	14,7	13,8	12,9	15,0	42,3	38,6	74,8	138,6	38,5
Ekim (October)	9,7	9,0	12,1	13,1	8,2	35,0	107,8	41,1	37,9	98,2
Kasım (November)	4,8	1,9	3,3	4,4	4,6	41,2	37,3	50,9	40,4	48,4
Aralık (December)	2,1	1,2	0,9	0,0	-1,7	51,9	37,2	29,6	35,2	12,2
Yıllık top./Ort. (Annual total/Mean)	9,6	10,2	9,8	13,6	10,3	540,0	576,6	567,0	577,7	653,6

Çizelge 3. Toprağın fiziksel özellikleri.

Table 3. Physical characteristics of the soil.

Ap-horizon (cm)	Toprak tekstürü (%) Soil texture (%)			Hacim ağırlığı (g/cm ³) Bulk density (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (mm) Field capacity (mm)
	Kum Sand	Mil Silt	Kil Clay		
0-30 cm	72,1	25	2,9	1,72	72,5

Çizelge 4. Toprağın kimyasal özellikleri.

Table 4. Chemical characteristics of the soil.

pH	C _t ¹	N _t ¹	P ²	K ²	Cu ³	Zn ³	Pb ³	Cd ³
6,3	0,7	0,07	18,2	15,3	7,9	28,4	20,0	0,143

1) = %; 2) = mg 100/g toprak; 3) = ppm (1) = %; 2) = mg 100/g soil; 3) = ppm).

Çizelge 5. 1998-2002 yetiştirme yıllarında buğday bitkisine uygulanan farklı organik ve mineral azot form ve dozları.

Table 5. Different organic form and mineral nitrogen dosages applied in wheat growing between 1998-2002 growing season.

Gübre form ve dozları		
A	AN0	Organik gübresiz – 0 kg/da N (Without organic fertilization – 0 kg/da N)
	AN1	Organik gübresiz – 12 kg/da N (Without organic fertilization – 12 kg/da N)
B	BN0	Ahır gübresi (Patates bitkisine 3 t/da) – 0 kg/da N (Farm yard manure, to Potato 3 t/da - 0 kg/da N)
	BN1	Ahır gübresi (Patates bitkisine 3 t/da ¹) – 12 kg/da N (Farm yard manure, to Potato 3 t/da - 12 kg/da N)
C	CN0	Yeşil gübre ¹) – 0 kg/da N (Green manure ¹) - 0 kg/da N)
	CN1	Yeşil gübre ¹) – 12 kg/da N (Green manure ¹) - 12 kg/da N)

1) Pancar yaprağı (2500 kg/da yaş ağırlık olarak)

1) Beet leaf (2500 kg/da as fresh mass)

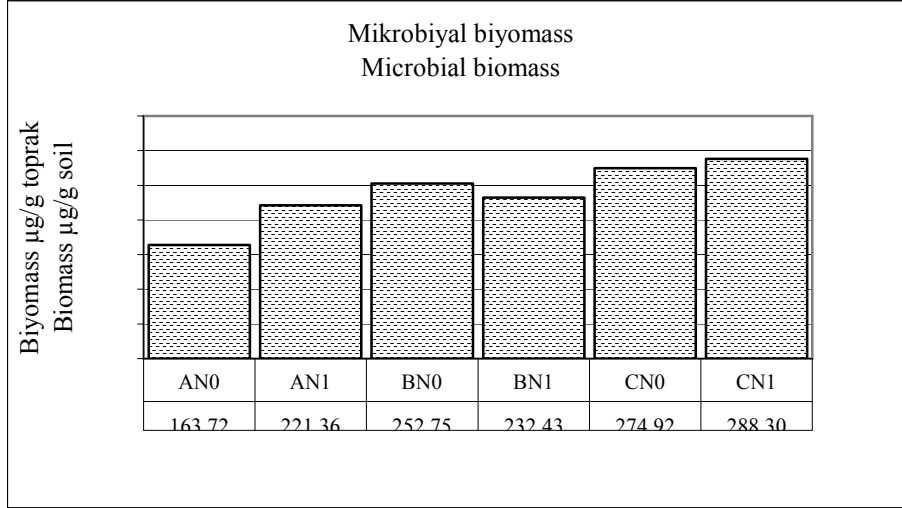
Denemede ki veriler SAS-System 6.12 İstatistik analiz paket programı kullanılarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tukey testi % 5 önem seviyesine göre yorumlanmıştır.

Mikrobiyal biyomass aktivitesi

Mikrobiyal biyomass miktarları dört yıl boyunca buğday bitkisinin yetiştirildiği deneme parsellerinden kış döneminin sona ermesi ve vejetasyonun başlaması (≥ 5 °C) ile her parselde 0-15 cm derinlikten alınan toprak örneğinin (aynı parselde on farklı yerden alınan) analiz edilmesi sonucu ölçülmüştür. Mikrobiyal biyomass miktarı O₂ Tüketim ölçüm prensibine göre Sapromat B12 (Voith GmbH, Heidenheim) cihazı kullanılarak Anderson ve Domsch (1978) tarafından geliştirilen yönteme göre belirlenmiştir (Krzyszczak ve ark., 1992).

BULGULAR VE TARTIŞMA

1998 ilkbaharında (19.03.1998) alınan toprak örneklerine farklı organik ve mineral azot uygulaması mikrobiyal biyomass üzerinde önemli bir etki yaratmıştır (Şekil 1).

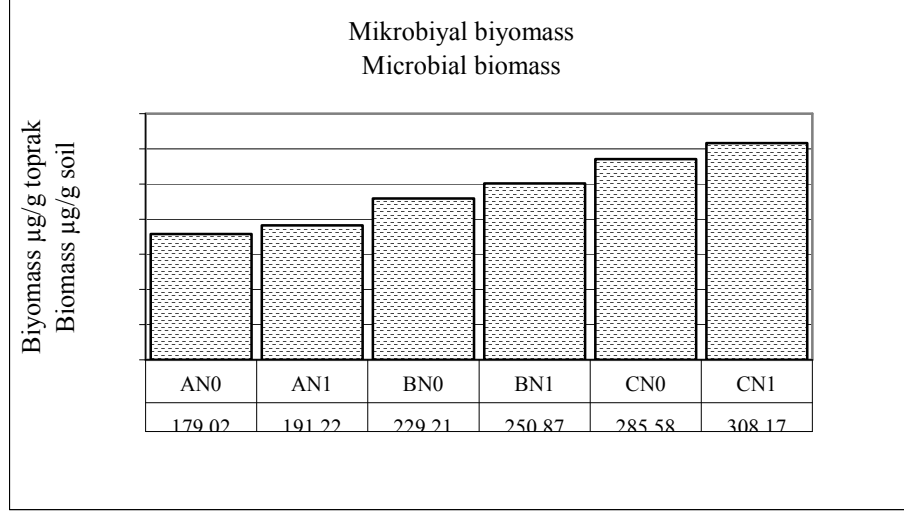


Şekil 1. Farklı organik ve mineral azotlu gübrelemenin 1998 yılında mikrobiyal biyomass üzerine etkisi ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 66,3$).

Figure 1. The impacts of various organic and nitrogen fertilizing on microbial biyomass in 1998 ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 66,3$).

Ahır gübresinin (BNO) ikinci yıl etkisi sonucu, mikrobiyal biyomass miktarında hiç gübre uygulanmayan (kontrol, ANO) parsellere göre % 35,2 düzeyinde bir artış gözlenmiştir. Bu artış % 76,1 ile buğday ekimi öncesi verilen yeşil gübre (CN0) uygulamalarının yapıldığı parsellerde daha da belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Böylece her iki farklı organik gübrelemenin mikrobiyal biyomass miktarına olan etkisi % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Mineral azotun etkisi (AN1) diğer araştırma yıllarına göre daha yüksek olmasına rağmen istatistiki açıdan önemsiz sonuç vermiştir. Mineral azotun organik gübre ile kombinasyon halinde verilmesi durumunda etkisi önemsiz kalmıştır (BN1 ve CN1). Mineral azotun etkileri konusundaki sonuçlar Svenson ve Pell (2001) tarafından yapılan çalışmaların bulguları ile uyum içerisinde bulunmaktadır.

Benzer sonuçlar 1999 yılında aynı dönemde (30.03.1999) alınan toprak örneklerinde de ortaya konmuştur. Farklı gübrelemeler sonucu mikrobiyal biyomass miktarları 179 µg/g toprak ile 308 µg/g toprak arasında varyasyon göstermiştir (Şekil 2).

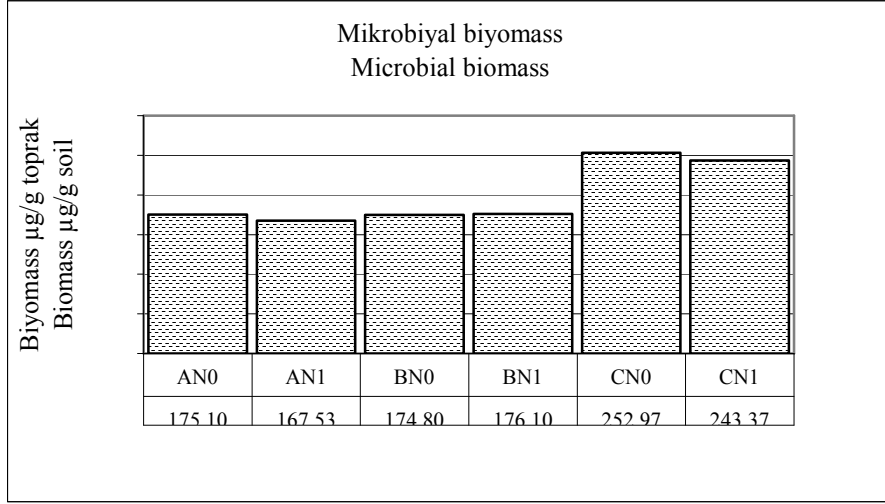


Şekil 2. Farklı organik ve mineral azotlu gübrelemenin 1999 yılında mikrobiyal biyomass üzerine etkisi ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 25,5$).

Figure 2. The impacts of various organic and nitrogen fertilizing on microbial biyomass in 1999 ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 25,5$).

En düşük mikrobiyal biyomass değeri kontrol parselinde ölçülürken en yüksek değerler yeşil gübre uygulanan parsellerde ortaya çıkmıştır. Yeşil gübrenin mikrobiyal biyomass üzerine etkisi bir önceki yıla göre daha belirgin olarak ortaya çıkmış ve mineral azot ile ahır gübresinin ikinci yıldaki etkisine göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Mineral azot mikrobiyal biyomass miktarı üzerine pozitif bir etki oluşturmasına rağmen meydana gelen artışlar belli bir sınır dahilinde kalmıştır. Mineral azotun mikrobiyal biyomass üzerine etkisinin organik gübrelere göre daha az olması mineral formdaki azotun bitkiler tarafından daha yüksek düzeyde alınması nedeniyle toprakta kalan azotun daha az olmasından kaynaklanmış olabilir (Asmus ve Görlitz, 1986).

Bir yıl ara sonrası (toprak örneklerin alınmasının gecikmesi nedeniyle) 2001 yılının aynı döneminde (05.04.2001) alınan toprak örneklerinde yapılan ölçümler mineral azot ve ahır gübresinin mikrobiyal biyomass üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Farklı gübrelemeler sonucu mikrobiyal biyomass değerleri 2001 yılında 167 µg/g toprak ile 253 µg/g toprak arasında değişim göstermiştir (Şekil 3).

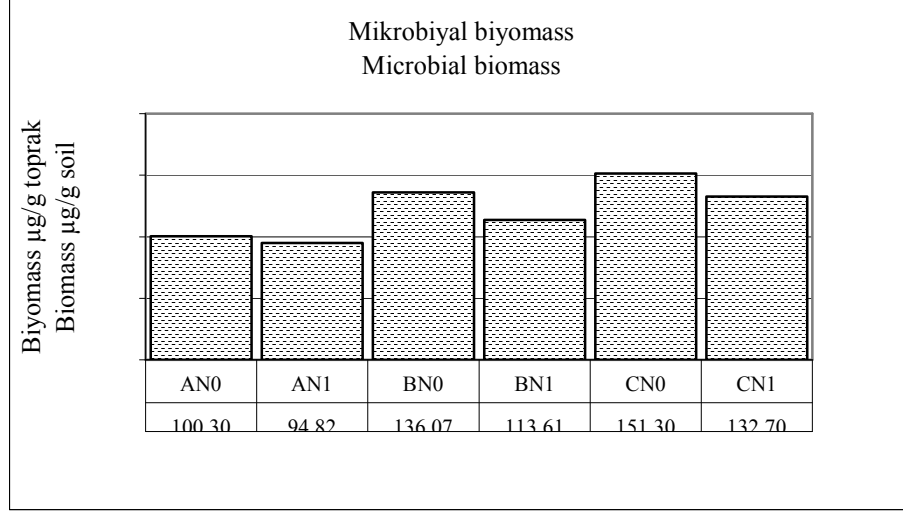


Şekil 3. Farklı organik ve mineral azotlu gübrelemenin 2001 yılında mikrobiyal biyomass üzerine etkisi ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 48,9$).

Figure 3. The impacts of various organic and nitrogen fertilizing on microbial biyomass in 2001 ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 48,9$).

Mikrobiyal biyomass üzerine en fazla etki yine yeşil gübre uygulaması sonucu gerçekleşmiş ve mikrobiyal biyomass miktarının önemli düzeyde artmasına neden olmuştur. Mikrobiyal biyomass aktivitesinin daha önceki yıllarda olduğu gibi daha yüksek sonuç vermesi buğday ekimi öncesi verilen yeşil gübreden kaynaklanmaktadır. Özellikle erken ilkbahar döneminde iklim koşullarının bütün araştırma yıllarında uygun olması nedeniyle ve bu şartlarda hızlı bir mineralizasyon etkisine sahip olan yeşil gübrenin (Pancar yaprağı) hızlı bir mineralizasyon etkisine sahip olması nedeniyle yeşil gübreyle ilişkin mikrobiyal biyomass değerlerinde önemli düzeyde artış olmuştur. Benzer sonuçlar Franko (1984, 1986) tarafından da belirlenmiştir.

Son araştırma yılında elde edilen mikrobiyal biyomass değerleri 95 µg/g toprak ile 151 µg/g toprak arasında değişim göstererek daha önceki yıllara göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Farklı organik ve mineral azotlu gübrelemenin 2002 yılında mikrobiyal biyomass üzerine etkisi ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 52,7$).

Figure 4. The impacts of various organic and nitrogen fertilizing on microbial biyomass in 2002 ($LSD_{\alpha \leq 0,05} = 52,7$).

Diğer yıllara oranla bu araştırma yılında ahır gübresinin etkisi daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Yeşil gübrenin diğer yıllarda olduğu gibi mikrobiyal biyomass miktarını en fazla arttırdığı tespit edilmiştir. Mineral azotun etkisi özellikle organik gübre ile kombinasyon halinde verilmesi durumunda önemsiz çıkmıştır.

Bütün araştırma yıllarında yeşil gübre diğer gübre uygulamalarına göre en yüksek mikrobiyal biyomass miktarının oluşmasına neden olmuştur. Ahır gübresinin ikinci yıldaki etkisi daha sınırlı kalmış, ancak mineral azot gübresine göre daha yüksek mikrobiyal biyomass miktarına neden olmuştur. Mineral azot ve özellikle organik gübre ile kombine edilmesi mikrobiyal biyomass üzerinde etkisiz kalmıştır.

SONUÇ

Humboldt Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından yürütülen “*Uluslararası Çok Uzun Süre Farklı Gübre Kullanım Denemesi*” kapsamında farklı organik ve mineral azotlu gübrelerin mikrobiyal biyomass aktiviteleri üzerine etkileri dört yıl boyunca araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre mineral azotun mikrobiyal

biyomass aktivitesi üzerine olan etkisi zayıf kalmıştır. Buna karşın organik gübreleme mikrobiyal biyomass aktivitenin önemli düzeyde değişmesine neden olmuştur. Özellikle buğday kültür bitkisine doğrudan verilen yeşil gübre bir önceki yılda patates kültür bitkisine verilen ahır gübresine göre mikrobiyal biyomass aktivitesi üzerinde daha belirgin bir etki yaratmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toprak verimliliğinin belirlenmesinde mikrobiyal biyomass aktivitesi ölçümü önemli bir gösterge olup sürdürülebilir tarım çalışmalarında göz önünde tutulması gerekmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anderson, J. P. E., and K. H. Domsch. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biyomass in soils. *Soil Biol. Biochem.* 10: 215-211.
- Asmus, F., and H. Görlitz. 1986. Untersuchungen zur Wirkung und Verwertung von Stallmist- und Mineraldünger-N. *Arch. Acker-Pfl. Boden*, 30: 115-121.
- Beck, Th. 1988. *Bodenleben, Bodenfruchtbarkeit, Bodenschutz*, DLG-Verlag Frankfurt (Main), Bd. 191: 88 S.
- Beck, Th., and R. Beck. 1994. Die mikrobielle Biyomasse in landwirtschaftlich genutzten Böden. *Agribiol. Res.* 47: 284-294.
- Beck, Th., P. Capriel, H. Borchert, and R. Brandhuber. 1995. Die mikrobielle Biyomasse in landwirtschaftlich genutzten Böden. *Agribiol. Res.* 48: 74-82.
- Beyer, L., K. Sieling, and K. Pingpank. 1999. The impact of a low humus level in arable soils on microbial properties, soil organic matter quality and crop yield. *Biol. Fertil Soils*, 28: 156-161.
- Bode, M., and H. P. Blume. 1995. Einfluss von Bodenbearbeitung und Düngung auf die biologische Aktivitaet und die mikrobielle Biyomasse. *Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft* 76:, 569-572.
- Christen, O. 1999. Nachhaltige Landwirtschaft. Von der Ideengeschichte zur praktischen Umsetzung. Heft 1, Christian –Albrechts-Universitaet Kiel. 80 S.

- Deutschmann, M. 1996. Untersuchungen zur mikrobiellen Biomasse und der Bodenatmung unter Winterweizen in verschiedenen Nutzungssystemen eines Sandbodens. Land. Gaertn. Fak. Der Humboldt-Univ. Berlin, Diplomarbeit, 85 S.
- Fliessbach, A., P. Maeder, and U. Niggli. 2000. Mineralization and microbial assimilation of ¹⁴C-labeled straw in soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 1131-1139.
- Franko, W. 1984. Einfluss niedriger Temperaturen auf die Umsetzung der organischen Substanz im Boden. *Arch. Acker-Pfl. Boden*, 28: 533-536.
- Franko, W. 1986. Die Mineralisierung der organischen Substanz im Boden ausserhalb der Vegetationsperiode. *Arch. Acker-Pfl. Boden*, 30: 391-394.
- Kaiser, E. A. 1994. Significance on microbial biomass for carbon and nitrogen mineralization in soil. *Z. Pflanzenern. Bodenkd.*, 157: 271-278.
- Köhn, W. 2000. Versuchsführer 2000, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 190 S.
- Köhn, W. 2002. Ergebnisreport 2001/2002, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 141 S.
- Krück, S., F. Ellmer und M. Deutschmann. 1998. Soil organic matter, soil biological activity and crop development in varying cropping systems. *Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry*, 276-281.
- Krück, S. 1999. Einfluss der Nutzung auf Bodenfruchtbarkeitsparameter, Humushaushalt und Regenwurmkaktivität, und deren Beziehung zur Ertragsfähigkeit sandiger Böden in Brandenburg. Shaker Verlag. Diss. 154 S.
- Krzysch, G., K. Caesar, K. Becker, M. Brodowski, U. B. Dressler, J. Grimm, G. Jancke, S. Krause, und L. Schlenker. 1992. Einfluss von langjährig differenzierter Bewirtschaftungsmassnahmen und Umweltbelastungen auf Bodenfruchtbarkeit und Ertragsleistung eines lehmigen Sandbodens. Schriftenreihe des Fachbereichs Internationale Agrarentwicklung der Technischen Universität Berlin, 327 S.
- Merbach W., L. Schmidt, und L. Wittenmayer. 1999. Die Dauerdüngungsversuche in Halle (Saale), B.G. Teubner Stuttgart – Leipzig, 150 S.

- Oberdoerster, U., H. Peschke, und S. Mollenhauer. 1997. Einfluss mineralischer und organischer N-Düngung auf Bodenmikrobiologische Parameter im Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch Berlin-Dahlem. Arch. Acker-Pfl. Boden, 42: 11-19.
- Powlson, D. S., P. C. Brookes. 1987. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. Soil Biol. Biochem., 19: 159-164.
- Powlson, D. S., P. Smith, K. Coleman, J. U. Smith, M. J. Glendining, M. Körschens, and U. Franko. 1998. A European network of long-term sites for studies on soil organic matter, Soil and Tillage Research, 47: 263-274.
- Sauerbeck, D. 1992. Funktion und Bedeutung der organischen Bodensubstanz für die Bodenfruchtbarkeit – ein Überblick, in Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 4, Paul Parey Verlag, 13-29.
- Seçer, M., A. Bodur, Ö. L. Elmacı, and S. Delibacak. 2002. Trace element and heavy metal concentrations in fruits and vegetables of the Gediz River region, Int. J. Water, Vol. 2, Nos. 2 (3): 196-211.
- Svenson, K. and M. Pell. 2001. Soil microbial tests for discriminating between different cropping systems and fertiliser regimes. Biol. Fertil Soils, 33: 91-99.
- Tarafdar, C. J., S. C. Meena, and S. Kathju. 2001. Influence of straw size on activity and biomass of soil microorganisms during decomposition. Eur. J. Soil Biol., 157-160.
- Weigand, S., K. Auerswald, and T. Beck. 1995. Microbial biomass in agricultural topsoils after 6 years of bare fallow. Biol. Fertil Soils, 19: 129-134.