

YEŞİL GÜBRELEMENİN TOPRAĞIN BİYOLOJİK AKTİVİTESİ VE ORGANİK MADDE İÇERİĞİNE ETKİSİ

Emine Erman KARA

Mehmet PENEZOĞLU

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Toprak Bölümü, Samsun/TURKEY**

ÖZ: Tarla koşullarında yürütülen bu çalışmada yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen fiğ, bakla, üçgül ve çim bitkilerinin toprağın biyolojik aktivitesine ve organik madde içeriğine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Yetiştirilen bitkiler çiçeklenme başlangıcında toprağa karıştırıldıktan sonra, belirli dönemlerde deneme parsellerinden alınan toprak örneklerinde; organik madde, organik karbon, CO₂ üretimi ve dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, yeşil gübrelemenin toprağın organik madde ve organik karbon içeriğine önemli bir etkisi olmadığı, toprağın CO₂ üretimi ve DHA enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkileri içerisinde CO₂ ve DHA enzim aktivitesi üzerine olan etkinin sırayla üçgül>fiğ>bakla>çim şeklinde olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar sözcükler: Yeşil gübreleme, toprakta CO₂ üretimi, dehidrogenaz enzim aktivitesi, toprağın organik madde içeriği, toprağın organik karbon içeriği.

THE EFFECT OF GREEN MANURING ON SOIL ORGANIC CONTENT AND SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY

ABSTRACT: In this study, which was accomplished in field experiment, it was tried to find out the effects of vetch, faba bean, clover and annual ryegrass on the soil biological activity and soil organic matter content when grown as green manure. Plants grown for green manuring, was mixed to soil at the beginning of flowering. Soil samples were taken from the experiment plots in 0-20cm layer. Soil organic matter content, soil organic carbon content, soil CO₂ production and dehydrogenase (DHA) activity were determined.

In conclusion, it was found that there was no effect of green manuring on soil organic matter content and soil organic carbon content. Green manuring had a remarkable effect on soil CO₂ production and soil dhydrogenase (DHA) activity. This effect was found that clover>vetch>faba bean>annual ryegrass, respectively.

Keywords: Green manuring, soil CO₂ production, dehydrogenase activity, soil organic matter content, soil organic carbon content.

GİRİŞ

Toprakların organik madde yönünden fakir olması fiziksel, kimyasal ve biyolojik verimliliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Topraklara organik madde sağlanması ahır gübresi, yeşil gübre, kompost, guano, kent atıkları ve diğer organik madde uygulamalarıyla gerçekleştirilebilmektedir (Kacar, 1986).

Yeşil gübrelerin, toprağa organik madde ve bitki besin elementi sağlama yanında; özellikle toprağın biyolojik aktivitesi, strüktür, gözenek büyüklüğü ve dağılımı, infiltrasyon gibi bazı temel fiziksel özellikleri üzerine iyileştirici etkide bulunarak, bitki gelişmesi yönünden uygun koşullar yarattığı bilinmektedir. Toprakta organik madde, strüktür oluşumu için önemli bir çimentolayıcı maddedir. Ancak organik madde toprakta zaman içerisinde mikrobiyal ayrışmaya uğradığı için bu organik çimentolaşma geçici olmaktadır. Bu nedenle organik maddenin ayrışmaya uğrayan kısmının eklenmesiyle toprakta iyi bir strüktür oluşumunun ve agregatların dayanıklılığının devamlı olması sağlanabilmektedir. Yeşil gübre bitkilerinin C/N oranı düşük olduğu için toprakta kısa dönemde parçalanmakta, azot kapsamı yüksek olduğu için ise mineralizasyonu sonucu toprağa azot sağlamaktadır (Kara, 1996; Kara, 1997). Yeşilsoy ve ark. (1991)'na göre genellikle yeşil gübre bitkilerinin kaynağını oluşturduğu organik maddenin büyük bir kısmı, 3-5 ay içinde toprakta mineralize olmaktadır. Başka bir araştırma sonucuna göre yeşil gübreleme amacıyla baklagil bitkileri ekildiğinde, toprağa yaklaşık 10-30 kgN/da azot bağlanmakta olduğu bildirilmektedir (Ülgen, 1986).

Yeşil gübreleme toprak özelliklerini iyileştirmesi nedeniyle bitki besin elementlerinin toprakta tutulmasını artırmaktadır. Ayrıca toprağa verilecek olan mineral gübrelerin de organik maddenin özelliğinden dolayı topraktan yıkanmasını, buharlaşma ve denitrifikasyonla olan kayıpları en aza indirerek çevre kirlenmesini önlemede olumlu katkıları bulunmaktadır (McKenney ve ark., 1993).

Toprağın agregat stabilitesi, strüktürü, gözenek hacmi ve hacim ağırlığı genellikle organik maddeden etkilenen toprağın fiziksel parametreleri olarak kabul edilmektedir. Parametrelerdeki düzelmeler toprak içerisinde su hareketine ve su muhafazasına neden olmaktadır (Akalın, 1988). Özellikle derin köklü yeşil gübre bitkileri toprağın fiziksel özelliklerini çok iyi düzenleyerek; toprağın furda strüktür kazanmasını, çabuk tava gelmesini ve tavını da uzun süre muhafaza etmesini sağlamaktadırlar. Pratikte bu bakımdan yeşil gübrenin özellikle ağır ve işlenmesi güç olan topraklar için ayrı bir önemi vardır. Kökler vasıtasıyla derinlere kadar kanallar açarak toprağın infiltrasyon hızını ve havalanmasını artırmaktadır (Sezen, 1991).

Macrae ve Mehuys (1987), mısırla rotasyona sokulan yeşil gübre bitkisinin toprakta organik madde artışına veya toprağın fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonunda 3 yıl boyunca yapılan

yeşil gübrelemenin killi toprağın organik madde miktarını artırırken hacim ağırlığını azalttığını, kumlu toprakta ise organik madde miktarında artış belirlenemediğini bildirmektedirler.

Yeşil gübre bitkileri toprağın derinlerinden aldıkları bitki besin elementlerini kökleri vasıtasıyla üst kısımlara taşırlar. Özellikle mikroelement ve yıkanabilir bitki besin elementlerinin toprak yüzeyinde korunması açısından bu durum oldukça etkilidir. Hafif bünyeli, adsorbsiyon kapasitesi düşük olan topraklarda yıkanmayla kaybolan bitki besin elementlerinin yüzeyde tutulmasını sağlayarak bitki besin elementleri yönünden zenginleşmeye neden olmaktadır. Yeşil gübreleme topraktaki bitki besin elementlerinin çözünürlüğünü de artırmaktadır. Organik maddenin ayrışmasıyla açığa çıkan organik ve inorganik asitlerin etkisiyle Ca, P, Mg ve diğer elementlerin çözünürlükleri de artmaktadır. Bu artışta yeşil gübre bitkisinde bulunan bitki besin elementlerinin de etkisi bulunmaktadır (Özbek, 1975).

Yeşil gübre bitkileri yine diğer bazı bitkilerin yararlanamadıkları besin elementlerini bünyelerine almakta ve parçalanma sonucunda bu elementten diğer bitkilerin yararlanmasını sağlamaktadırlar. Örneğin taş yoncası, yararlanılamayan fosforu alarak kendinden sonra gelecek bitkinin yararına sunabilmektedir (Sezen, 1991).

Müller (1965), topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini veya daha genel bir anlatımla toprak canlılarının tüm faaliyetlerini "Toprağın Biyolojik Aktivitesi" olarak tanımlamaktadır. Beck (1968)'e göre ise, belirli madde gruplarındaki mikroorganizmaların oluşturduğu değişikliklerin tümü "Biyolojik Aktivite"dir.

Toprakta meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların gerçekleşmesinde mikroorganizmalar büyük rol oynamaktadırlar. Mikroorganizmalar toprakta yarayışsız halde bulunan besin elementlerini mineralizasyon sonucu yararlı hale çevirmektedirler. Mikroorganizmalar bu faaliyetlerini salgıladıkları enzimleriyle gerçekleştirerek, toprak verimliliğine etki etmektedirler. Bu nedenle toprağın biyolojik aktivitesinin ölçüsü, genelde verimliliğin de ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Mikroorganizmaların izolasyon ve sayımlarında olduğu gibi, topraktaki mikrobiyal faaliyet veya biyolojik aktiviteleri de tam olarak saptanamamakla beraber, toprakların bu özellikleri hakkında fikir verilebilecek bazı kriterler bulunmaktadır. Tüm metabolizma olaylarına katılan mikroorganizmalar çıkardıkları enzimlerle çeşitli reaksiyonlara yön verdikleri için, topraktaki çeşitli enzim aktivitelerinin miktarları biyolojik aktivitenin ölçüsü olarak kullanılabilir (Çolak, 1988). Boguslawski ve ark. (1976), toprakta verimlilik faktörlerinden birinin dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi olduğunu, bunun biyolojik aktivitenin ölçüsü olarak kabul edildiğini bildirmektedir. Aynı şekilde araştırmacı DHA aktivitesi ile toprak verimliliği arasında

bir paralellik olduğunu ve DHG aktivitesinin bir toprağın canlılık derecesini veya biyolojik aktivitesini en iyi şekilde ifade ettiğini bildirmektedirler.

Toprak verimliliği ile biyolojik aktivite arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Genel olarak biyolojik aktivite arttıkça verimlilik de artmaktadır. Çolak (1988), biyolojik aktivitenin ölçütlerinin (toprağın mikroorganizma sayısı, CO₂ üretimi, enzim aktivitesi) aynı zamanda toprak verimliliğinin de ölçütleri olarak kabul edildiğini bildirmektedir.

Yeşil gübreleme ile toprağa giren organik madde çok sayıdaki mikroorganizma için, bir beslenme ortamı oluşturulmaktadır. Toprakta böyle bir biyolojik değişikliğin olması toprağın iyi biyolojik özellikler kazanmasına imkan vermektedir.

Campell ve ark. (1991)'nin bildirdiklerine göre; killi siyah çernozyemler üzerinde üstün nitelikli yazlık buğdayın nadas-buğday ve nadas-buğday-buğday şeklinde bir ekim sisteminde yeşil gübre bitkisi olarak baklagillerin ekim nöbetine dahil edilmesiyle, toprağın organik karbon ve mikrobiyal biyomasında artış saptanmıştır.

Tate ve Riemer (1988), suya dayanıklı yabancı otların toprağa karıştırılmasının kısa dönemde toprağın organik karbonunda çok az artış sağladığını, mikrobiyal aktivite ve toprak organik azotunda da belirgin artışlar olduğunu bildirmektedir.

Yeşil gübrenin toprak mikroorganizmaları üzerine olan etkisi ile yeşil gübre bitkisinin çeşidi ve toprağa karıştırılma zamanı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Yeşil gübre bitkisi genç halde iken yani C/N oranı dar iken toprağa karıştırılırsa, mikroorganizmaların gelişmeleri hızla artarak organik maddenin parçalanması sonucu NO₃-N'in ve diğer basit bileşiklerin meydana gelmesi sağlanır. Buna karşılık olgun hale gelmiş, yani C/N oranı geniş olan yeşil gübre bitkileri toprağa karıştırıldığında, mikroorganizma sayısını daha da artırarak bunların alınabilir N bakımından yüksek bitkilerle rekabete girmelerine ve böylece toprakta NO₃-N birikiminin engellenmesine neden olmaktadır (Özbek, 1975).

Yeşil gübreleme ile toprağa sağlanacak yararlar; yeşil gübre bitkisinin çeşidine, toprağa gömüldüğü zamanki gelişme devresine, toprağın özelliklerine ve iklim koşullarına göre değişmektedir (Yeşilsoy ve ark. 1991).

Bu denemenin amacı toprağa değişik yeşil gübre bitkileri (fiğ, üçgül, bakla ve çim) uygulayarak; toprağın organik madde (%), organik karbon (%) ile toprağın

biyolojik aktivitesini belirlemede kullanılan ölçütlerden en önemlileri olan CO₂ üretimi ve DHA enzim aktivitesine etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

Deneme, Samsun Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü'nün Bafra Araştırma İstasyonuna ait arazide tarla koşullarında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alana ait toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. Some physical and chemical soil properties of experimental area.

Özellik (properties)	Değer (value)
pH (saturasyon çamurunda)	7,75
Suda çöz. toplam tuz (%) (soluble salt)	0,06
Organik Madde (%) (organic matter)	2,96
Tekstür (texture)	Killi tın
Kireç (% CaCO ₃)	8,63
P ₂ O ₅ (kg/da)	3,77

Tesadüf blokları deneme desenine göre 4 yinlemeli olarak kurulan denemede yeşil gübre bitkisi olarak bakla, fiğ, üçgül ve italyan çimi yetiştirilmiştir. Yetiştirilen bitkiler çiçeklenme başlangıcında kesilip, küçük parçalara ayrılarak toprağa karıştırılmıştır. Yeşil gübre bitkilerinin toprağa karıştırılmasından sonra 15 gün arayla alınan toprak örneklerinde yapılan analizlerle organik madde ve organik karbon içeriği ile toprağın biyolojik aktivitesini belirlemek amacıyla CO₂ üretimi ve dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi belirlenmiştir. Bitki örneklerinde karbon Halliwell (1960)'e, toplam azot Bremner (1965)'e göre; toprak örneklerinde toprağın CO₂ üretimi Isermeyer (1952)'e, organik karbon içeriği Foster (1995)'e, dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi Thalmann (1967)'a göre belirlenmiştir.

Deneme öncesi toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan geleneksel analizlerde pH, pHmetre yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmüş (Çağlar, 1949), suda çözünebilir toplam tuz Çağlar (1949)'a, organik madde Walkley (1974)'e, tekstür Bouyoucus (1951)'a ve yarayışlı fosfor Chapman ve Pratt (1961) yöntemine göre belirlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü alanda örnekleme zamanlarını içine alan aylara ait sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Araştırma yerinin iklim özellikleri*

Table 2. Climatologic properties of experimental area.

Parametreler Parameters	Aylar (months)					
	Nisan April	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Eylül September
Sıcaklık (°C) Temperature	10,1	15,9	21,2	22,5	22,6	19,3
Yağış (mm) Precipitation	129,5	22,3	21,7	25,9	22,8	84,3

* Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü rasatlarından alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprağa karıştırılan yeşil gübre bitkilerinin toprağa karıştırılan miktarları ve C/N oranları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Yeşil gübreleme amacı ile toprağa karıştırılan bitkilerin C/N oranları ve toprağa karıştırılan yeşil gübre miktarları (kg/da).

Table 3. C/N ratio of plant materials used as green manure and their amounts incorporated in the soil.

Uygulamalar Treatments	N (%)	C (%)	C/N	Toprağa karıştırılan yeşil Gübre miktarı (kg/da) Amounts of green manure incorporated in the soil
Fiğ (Vetch)	1,5	48,9	17,5	7874
Bakla (Faba bean)	2,3	51,4	22,3	6274
Üçgül (Clover)	2,3	48,9	21,3	4893
Çim (Grass)	1,5	50,1	33,4	9267

Yeşil Gübrelemenin Toprağın Organik Madde İçeriğine Etkisi

Yeşil gübrelemenin toprağın organik madde içeriğine olan etkisi Çizelge 4'te verilmiştir. Tanık parsel ile yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parseller arasında toprağın organik madde içeriği yönünden genel anlamda bir benzerlik görülmektedir. Tanık parselinde ilk örnekleme dönemi ile son örnekleme dönemi arasında fark görülmektedir.

Yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parseller arasında yeşil gübre bitkisi olarak fiğın kullanıldığı parselde, ilk örnekleme ile son örnekleme arasında toprağın organik madde içeriği yönünden fark görülmemiştir. Yeşil gübre bitkisi olarak baklanın kullanıldığı parselde, ilk örnekleme döneminden son örnekleme dönemine doğru organik madde içeriğinde azalma belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkisi olarak üçgülün kullanıldığı parselde ise ilk örnekleme döneminde az olan organik madde içeriği son örnekleme döneminde artmıştır. Yeşil gübre bitkisi olarak çimın kullanıldığı parselde de baklada olduğu gibi ilk örnekleme döneminden son örnekleme dönemine doğru toprağın organik madde miktarında azalma belirlenmiştir.

Tanık parselde göre yeşil gübre bitkisi olarak, fiğ ve üçgülün uygulandığı parsellerde toprağın organik madde miktarının arttığı, bakla ve çim'in uygulandığı parsellerde ise, organik madde miktarının kontrol parseline göre azaldığı belirlenmiştir. Bu durum organik maddenin bileşimine bağlı olarak ayrışma hızına bağlanabilir.

Çizelge 4. Farklı yeşil gübre uygulamalarının zamana bağlı olarak toprağın organik madde içeriğine etkisi (%).

Table 4. The effect of green manuring on soil organic matter content (%).

Uygulama Treatment	Örnekleme dönemi Soil sampling period							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrol Control	3,05	2,6	3,3	3,1	3,4	3,15	2,9	3,03
Fiğ Vetch	3,3	3,13	3,93	2,7	3,1	2,88	2,66	3,35
Bakla Faba bean	3,45	2,88	3,7	2,95	3,55	3,15	2,74	2,03
Üçgül Clover	2,9	3,25	4,28	2,93	2,61	2,65	2,68	3,28
Çim Grass	3,55	2,43	3,15	2,98	3,88	3,25	2,63	2,68

Yeşil Gübrelemenin Toprağın Karbon İçeriğine Etkisi

Yeşil gübrelemenin toprağın karbon içeriğine olan etkisi Çizelge 5'te verilmiştir. Tanık parsel ile yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parseller arasında toprağın organik karbon içeriği yönünden genel anlamda bir benzerlik görülmektedir. Tanık parselinde ilk örnekleme dönemi ile son örnekleme dönemi arasında fark görülmemektedir.

Yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parseller arasında yeşil gübre bitkisi olarak fiğın kullanıldığı parselde, ilk örnekleme dönemi ile son örnekleme dönemi arasında toprağın organik karbon içeriği yönünden fark görülmemiştir. Baklanın kullanıldığı parselde ilk örnekleme döneminde yüksek olan toprağın organik karbon içeriğinin son örnekleme döneminde azaldığı görülmüştür. Üçgülün kullanıldığı parselde ise ilk örnekleme döneminde az olan toprağın organik karbon içeriği maksimum olmuş, 5., 6. ve 7. örnekleme döneminde minimum düzeyde belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkisi olarak çimin kullanıldığı parselde ise ilk örnekleme döneminde yüksek olan toprağın organik karbon içeriği son örnekleme döneminde daha düşük olarak belirlenmiştir. Yeşil gübreleme ile toprağa verilen karbon miktarı gübrenin çeşidine göre değişmektedir.

Organik karbon, toprakta özellikle heterotrof mikroorganizmalar için besin kaynağıdır. Toprağa organik karbon ilave edildiğinde mikroorganizmalara besin verilmekte, buna bağlı olarak da mikroorganizma faaliyeti artmaktadır. Farklı yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı bu denemede farklı uygulamalarla toprağa verilen organik karbon miktarına bağlı olarak, toprağın CO₂ üretiminde değişiklikler belirlenmiştir. Toprağın CO₂ üretiminin arttığı dönemlerde toprağın organik karbon miktarında azalmalar olmuştur (Çizelge 5 ve 6). Bu durum topraktaki karbonun mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanıldığını göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı yeşil gübre uygulamalarının zamana bağlı olarak toprağın organik karbon içeriğine etkisi (%).

Table 5. The effect of green manuring on the soil organic carbon content (%).

Uygulama (Treatment)	Örnekleme dönemi (Soil Sampling Period)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrol (Control)	1,78	1,51	1,92	1,82	1,98	1,83	1,68	1,76
Fiğ (Vetch)	1,92	1,82	2,28	1,57	1,8	1,68	1,55	1,95
Bakla (Faba bean)	2,01	1,67	2,15	1,72	2,07	1,82	1,59	1,18
Üçgül (Clover)	1,69	1,89	2,48	1,7	1,52	1,54	1,56	1,91
Çim (Grass)	2,06	1,41	1,83	1,73	2,25	1,89	1,53	1,55

Yeşil Gübrelemenin Toprağın CO₂ Üretimine Etkisi

Yeşil gübrelemenin toprağın CO₂ üretimine olan etkisi Çizelge 6'da verilmiştir. Tanık parseli ile yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parseller arasında toprağın CO₂ üretimi yönünden bir benzerlik bulunmuştur. Tanık parselinde ilk örnekleme döneminde yüksek olan toprağın CO₂ üretimi, son örnekleme döneminde daha düşük olarak belirlenmiştir.

Yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parsellerde ise tank parselinde olduğu gibi toprağın CO₂ üretimi ilk örnekleme döneminde yüksek iken son örnekleme döneminde daha düşük olarak belirlenmiştir. Ancak yeşil gübre bitkisi olarak çimin kullanıldığı parselde ilk örnekleme döneminde yüksek bir değer ölçülmemiş, ama yine bu değer son örnekleme döneminde ölçülen CO₂ üretiminden yüksek olduğu belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkilerinden baklanın uygulandığı parselde CO₂ üretiminin maksimum olduğu değer 1. örnekleme döneminde ölçülürken; fiğ, üçgül ve çimde 2. örnekleme döneminde CO₂ üretiminin maksimum olduğu belirlenmiştir. Yeşil gübre uygulanan parsellerde CO₂ üretiminin minimum ölçüldüğü dönem ise, 7. örnekleme dönemi olarak belirlenmiştir.

Tanık parseline göre yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parsellerde toprağın CO₂ üretiminde genelde bir artış görülmektedir. Yeşil gübre bitkileri arasında toprağın CO₂ üretimi üzerinde etkisi bakımından belirgin bir farklılık bulunamamıştır. Örnekleme döneminin başlangıcında genelde tüm parsellerde yüksek olan CO₂ üretimi, 4. örnekleme döneminden itibaren hızlı bir şekilde azalmıştır (Çizelge 6). Bu azalma organik maddenin ayrışma hızının azalması nedeniyle olabilir.

Biyolojik aktivitenin en iyi ölçütlerinden biri olan CO₂ üretimi, toprağa organik maddenin ilave edilmesiyle birlikte mikroorganizmaların organik madde içindeki organik karbonu kullanmaları sonucunda ortama, son ürün olarak CO₂ vermeleriyle artmaktadır. Toprakta CO₂ üretiminin, sıcaklığın fazla olduğu dönemlerde artması, mikroorganizmaların sıcaklığa ve neme bağlı olarak organik maddenin hızlı parçalandığını da göstermektedir. Bunların dışında toprakta CO₂ üretiminin azalması, organik maddenin yapısında kolay parçalanabilen bileşiklerin azalmasına bağlanabilir (Alexander, 1977).

Araştırmada CO₂ üretiminin yüksek olduğu dönemlerde toprağın organik madde ve organik karbon miktarı düşük; CO₂ üretiminin düşük olduğu dönemlerde ise toprağın organik madde ve organik karbon miktarının yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6 ve 4). Bu da yeşil gübrelemeyle toprağa kolay parçalanabilen organik bileşiklerin verilmesi, bu organik bileşikler nedeniyle artan biyolojik aktivite sonucu organik maddenin parçalanması şeklinde açıklanabilir (Alexander, 1977; Çolak, 1988).

Çizelge 6. Farklı yeşil gübre uygulamalarının zamana bağlı olarak toprağın CO₂ üretimine etkisi (mg CO₂/100gr.top./24saat).

Table 6. The effect of green manuring on soil production CO₂.

Uygulama Treatment	Örnekleme dönemi (Soil sampling period)							
	1	2	3	4	5	6	7	8

Kontrol (Control)	17,6	21,7	10,1	9	11,4	15,2	7,3	9,5
Fiğ (Vetch)	25,4	28,4	26	17,9	16,2	19,4	10,5	16,4
Bakla (Faba bean)	32,5	30,5	24,7	17,3	13,8	16,5	10,2	16,7
Üçgül (Clover)	32	35,6	24,6	21,2	15	17	12,7	17,1
Çim (Grass)	17,1	28	12,5	22,3	14	15,7	10,9	16,2

Yeşil Gübrelemenin Toprağın Dehidrojenaz (DHA) Enzim Aktivitesine Etkisi

Yeşil gübrelemenin toprağın DHA enzim aktivitesine olan etkisi Çizelge 7’de verilmiştir. Tanık parsel ile yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parseller arasında toprağın DHA enzim aktivitesi yönünde benzerlik görülmektedir. Tanık parselde ilk örnekleme döneminde düşük olan DHA enzim aktivitesi değeri, son örnekleme döneminde daha yüksek olarak belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı parsellerde de yine tanık parselinde olduğu gibi DHA enzim aktivitesi ilk örnekleme döneminde az olarak belirlenmiş son örnekleme döneminde ise yüksek bir değer olarak ölçülmüştür.

Yeşil gübre bitkilerinin uygulandığı tüm parsellerde 7. örnekleme döneminde DHA enzim aktivitesinin maksimum, 3. örnekleme döneminde ise minimum düzeyde olduğu belirlenmiştir. 4. örnekleme döneminde sıcaklığın artmasıyla birlikte toprakta yeterli nemin de bulunması nedeniyle mikroorganizma popülasyonu hızlı bir şekilde tüm parsellerde artmıştır (Çizelge 7).

Tanık parselde göre DHA enzim aktivitesi yeşil gübre uygulanan tüm parsellerde yüksek olarak belirlenmiştir. Çim uygulanan parsellerde DHA enzim aktivitesi yönünden tanık parselde yakın değerler bulunurken fiğ, bakla ve üçgül uygulanan parsellerde DHA enzim aktivitesi çok daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu da yeşil gübre bitkilerinin organik bileşimlerinin farklılığından kaynaklanabilir.

Çizelge 7. Farklı yeşil gübre uygulamalarının zamana bağlı olarak toprağın dha-enzim aktivitesine etkisi (γ)TPF/10gr.top.).

Table 7. The effect of green manuring on DHA activity.

Uygulama Treatment	Örnekleme dönemi (Soil Sampling Period)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrol (Control)	40	47,5	15	287,5	277,5	320	410	220
Fiğ (Vetch)	77,5	50	47,5	420	375	395	575	320
Bakla (Bean)	65	35	40	410	350	397,5	482,5	315
Üçgül (Clover)	62,5	55	40	485	352	432,5	552,5	345
Çim (Grass)	45	40	35	315	325	472,5	497,5	285

SONUÇ

Toprağın organik madde içeriği, organik karbon içeriği ile biyolojik aktivitenin ölçütlerinden olan CO₂ üretimi ve DHA enzim aktivitesi üzerine farklı yeşil gübre bitkilerinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu araştırma sonucunda:

Yeşil gübrelemenin toprağın organik madde ve organik karbon içeriğine önemli bir etkisinin olmadığı, yeşil gübrelemenin toprağın CO₂ üretimi ve DHA enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkileri içerisinde CO₂ ve DHA enzim aktivitesi üzerine olan etkinin sırayla üçgül>fig>bakla>çim şeklinde olduğu ortaya konmuştur.

Yeşil gübrelemeyle toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu etkileri bilinmektedir. Yeşil gübrelemeyle toprağa kolay parçalanabilir organik bileşikler verildiği için toprağın organik madde miktarına önemli bir etkisi olmamıştır. Ancak yeşil gübrelemenin toprağın biyolojik aktivitesi üzerine belirgin etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur. Toprağın biyolojik aktivitesi, toprak verimliliğinin bir ölçütü olarak kullanıldığı için denemenin yürütüldüğü toprak ve iklim koşullarında yeşil gübrelemenin toprağın verimini artırdığı söylenebilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akalan, İ. 1988. Toprak bilgisi. Ankara Ü. Zir. Fak. Yay. 1058. Ders Kitabı 309. 193-222s. A. Ü. Basımevi Ankara.
- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. New York London, Sydney. Toronto.
- Anonymous. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, USDA 60.
- Beck, T. 1968. Mikrobiyologie des bodens. Bayerischer Landwirtschaftsverlag München Basel Wien.
- Boguslawski, E. V., F. Zadrazil, and J. Dedruck. 1976. Der einfluss langjaehriger stroh-und gründünnung sowie stickstoffdüngung auf faktorender bodenfruchtbarkeit. I. Mitteilung: Dehydrogenase Aktivitaet des Bodens. Z. F. Acker und Pflanzenbau, Bd 143, Heft 4, 249-258.

- Bouyoucus, G. J. 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agron. J.*, 43, 434-438.
- Bremner, J. M. 1965. *Methods of soil analysis part 2, chemical and microchemical properties*. Ed. C. A. Black, American Society of Agronomy Inc., Publisher Agronomy Series. No: 9 Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Campbell, C. A., V. O. Biederbeck, R. P. Zentner, and G. P. Lafond. 1991. Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin black chernozem. *Canadian-Journal-of-Soil-Science*, 71:3, 363-376.
- Chapman, H. D., and P. F. Pratt. 1961. *Methods of analysis for soils, plant and waters*. Calif. Division of Agricultural Sciences.
- Çağlar, K. Ö. 1949. Toprak bilgisi. A. Ü. Zir. Fak. Yay. 10, 230s.
- Çolak, A. K. 1988. Toprak mikrobiyolojisi ve biyokimyası. Çukurova Ü. Zir. Fak. Ders Kitabı: 98, Adana.
- Foster, J. G. 1995. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Ed. K. Alef and P. Nannipieri. Academic Press. North Yorkshire, Great Britain.
- Halliwel, G. 1960. A micro determination of carbonhydrates and proteins. *Biochem. J.* 74: 457-462.
- Isermeyer, H. 1952. Eine einfache methode zur bestimmung der badenatmung und der karbonate im boden. *Z. Pflanzenernahr. Bodenkd.* 5, 56.
- Kacar, B. 1986. Gübreler ve gübreleme tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, No: 20, 19-93; (473) s., Ankara.
- Kara, E. E. 1996. Yeşil gübrelemenin toprağın azot mineralizasyonu ve azot kazancına etkisi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu. "Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı". 13-15 Mayıs, Mersin.
- Kara, E. E. 1997. Availabilty of nitrogen incorporation of green manure in field plots. 11th World Fertilizer Congress. Fertilization for Sustainable Plant Production and Soil Fertility. 7-13 September. Gent-Belgium.

- Macrae, R. J., and G. R. Mehuys. 1987. Effects of green manuring in rotation with corn on the physical properties of two Quebec soils. *Biological-Agriculture-and-Horticulture*.4:4, 257-270.
- McKenney, D. J., S. W. Wang, C. F. Drury, and W. I. Findlay. 1993. Denitrification and mineralization in corn residues. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:1013-1020.
- Müller, G. 1965. *Bodenbiologie UEB*. Gustav Fischer Verlag Jena.
- Özbek, N. 1975. Toprak verimliliği ve gübreler. II. Gübreler. Ankara Ü. Zir. Fak. Yay.: 54, Ders Kitabı: 180, A. Ü. Basımevi, Ankara. Sayfa: 61-88, Sayfa Sayısı 196.
- Sezen, Y. 1991. Gübreler ve gübreleme. Atatürk Üniv. Yayınları No: 679, Zir. Fak. Yayınları No: 303, Ders Kitapları Serisi No: 55, (251) s., Erzurum.
- Tate, R. L., and D. N. Riemer. 1988. Effect on soil organic matter, *Journal of Environmental Quality*. 117:1, 163-168.
- Thalman, A. 1967. *Über die Mikrobielle Aktivität und ihre Beziehungen zu Fruchtbarkeitsmerkmalen Einiger Ackerböden unter Besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivität (TTC)-Reduktions Diss.* Giessen.
- Ülgen, N. 1986. Orta Anadolu koşullarında korunanın ürün miktarında ve azot kapsamında en fazla artış sağlayan nodozite bakteri suşları. *Toprak ve Gübre Araştırma Ens. Müd. Genel Yayın No: 137*, Ankara.
- Walkley, A. 1974. An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soils. *Agr. Sci. Enpl.* 25.
- Yeşilsoy, M. Ş., M. Aydın, A. K. Çolak ve M. Kaplankıran. 1991. Turunçgil bahçelerinde yeşil gübre uygulamalarının toprağın bazı özelliklerine etkileri. *Doğa-Tr.J. of Agricultural and Forestry* 17, 61-75, Ankara.