

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şahin CENKSEVEN

**DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE YETİŞEN İKİ FARKLI BİTKİ
TOPRAĞINA EKLENEN SAF BAKTERİ KÜLTÜRLERİNİN ORGANİK
MADDE MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ**

BIYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE YETİŞEN İKİ FARKLI BİTKİ
TOPRAĞINA EKLENEN SAF BAKTERİ KÜLTÜRLERİNİN ORGANİK
MADDE MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ**

**Şahin CENKSEVEN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 02/10/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza..... İmza..... İmza.....

Prof. Dr. Cengiz DARICI Prof. Dr. Ömer ÇOLAK Prof. Dr. Zülküf KAYA
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu Tez Enstitümüzün Biyoloji Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür**

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No:FEF2004YL60

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve sanat eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOĞU AKDENİZ BÖLGESİNDE YETİŞEN İKİ FARKLI BİTKİ
TOPRAĞINA EKLENEN SAF BAKTERİ KÜLTÜRLERİNİN ORGANİK
MADDE MİNERALİZASYONUNA ETKİLERİ**

Şahin CENKSEVEN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Yıl : 2006, **Sayfa:** 55

Jüri : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Prof. Dr. Ömer ÇOLAK

Prof. Dr. Zülküf KAYA

Bu çalışmada Akdeniz iklimi etkisindeki Çukurova Üniversitesi kampusunda yetişen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) ağaçları topraklarında karbon mineralizasyonu sadece toprakta, topraklara farklı oranlarda (kompost/toprak oranı: 1/6; 1/10; 1/12) steril edilen ve edilmeyen tavuk kompostu karıştırılmış halde, ayrıca iki saf bakteri suşu (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*) ayrı ayrı ve birlikte doğrudan steril toprak ve toprak+ steril kompost karışımına eklenerek incelenmiştir.

Her iki toprakta da kompost ilaveleriyle mikrocanlı faaliyeti artmıştır. Bu artış 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta, 1/6 oranlı kompostta göre daha fazla olmuştur. Aynı şekilde hem *Bacillus sp.* hem de *Pseudomonas sp.*'nin ayrı ayrı ve birlikte buldukları ortamlarda da benzer bir artış gözlenmiştir.

Kompost ve Bakteri ilaveleri sonucu *Quercus coccifera* toprağındaki karbon mineralleşme oranı *Pinus brutia* toprağına göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak, Kompost, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, Karbon mineralizasyonu

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF ADDITION OF PURE CULTURES OF BACTERIA TO DIFFERENT PLANT SOILS FROM EAST MEDITERRANEAN REGION ON ORGANIC MATTER MINERALIZATION

Şahin CENKSEVEN

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Year : 2006, Pages:55

Jury : Prof. Dr. Cengiz DARICI

Prof. Dr. Ömer ÇOLAK

Prof. Dr. Zülküf KAYA

Carbon mineralization in Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) and Kermes Oak (*Quercus coccifera* L.) soils from Çukurova University campus which is under the Mediterranean climate was investigated. Mineralization was measured in natural soil and soils mixed with sterilized and unsterilized poultry compost in 1/6, 1/10, 1/12 compost/soil ratios. Moreover, Mineralization was measured after adding pure cultures of *Bacillus sp.* and *Pseudomonas sp.* bacteria to sterile soil and sterile (soil+compost) mixture.

In both soils, the microbial activity increased by addition of compost. This increases, 1/10 and 1/12 ratio of composts' microbial activity were higher than in 1/6. A similar increase was observed when *Bacillus sp.* and *Pseudomonas sp.* were added singly or in mixture.

The ratio of carbon mineralization on *Quercus coccifera* soil was higher than the *Pinus brutia* soil both by additions of compost and bacteria.

Key Words: Soil, Compost, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, Carbon mineralization.

TEŞEKKÜR

Tez konunun belirlenmesi ve y¼r¼t¼lmesinde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Cengiz DARICI'ya sonsuz teŐekk¼rlerimi sunarım.

Yine çalıŐmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen sevgili hocam Dr. H¼sniye AKA SAğLİKER'e de içtenlikle teŐekk¼r ediyorum.

Bakteri izolasyonu ve ekiminde bana yardımcı olan Biyolog Yusuf UYSAL'a, desteklerini her zaman esirgemeyen Biyolog arkadaşlarım Elif HAKLI ile Taylan ÇELİK'e, çalıŐmalarımızı maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonuna ayrı ayrı teŐekk¼rler ederim.

Özellikle, yaŐamım boyunca daima yanımda olarak beni destekleyen sevgili aileme de en derin teŐekk¼rlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri.....	13
3.1.2. Toprak.....	13
3.1.3. İklim.....	14
3.1.4. Vejetasyon (doğal bitki örtüsü)	15
3.2. Metod.....	16
3.2.1. Örneklik Alan ve Bitki Topluluklarının Seçimi.....	16
3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	16
3.2.3. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	16
3.2.4. Kompost Örneklerinin Kimyasal Analizleri.....	17
3.2.5. Bakteri İzolasyonu.....	17
3.2.6. Toprak Örneklerinin Mineralizasyonu.....	19
3.2.7. Toprakta CO ₂ Metodu ile Karbon Mineralizasyonu.....	21
3.2.8. İstatistik Analiz Yöntemleri.....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinin Sonuçları.....	23
4.2. Kompost ile Bakteri Karıştırılmış <i>Pinus brutia</i> Toprağında Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO ₂)/100gKT/30 gün].....	24
4.3. Kompost ile Bakteri Karıştırılmış <i>Quercus coccifera</i> Toprağında karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mgC(CO ₂)/100gKT/30gün]	28

4.4. Farklı oranlı Kompost ile Bakteri uygulanmış <i>Pinus brutia</i> Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranlarının Kıyaslanması.....	33
4.5. Farklı oranlı Kompost ile Bakteri uygulanmış <i>Quercus coccifera</i> Topraklarının Karbon Oranlarının Kıyaslanması.....	34
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Toprağa ilave edilen farklı orandaki kompost özellikleri.....	19
Çizelge 3.2. İnkübasyonda izlenen deney düzeneği ve aşamaları.....	20
Çizelge 4.1. Toprakların ve Kullanılan Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinin Ortalama Sonuçları ve Standart Hata Değerleri ($n = 3$).....	24
Çizelge 4.2. <i>Pinus brutia</i> ve <i>Quercus coccifera</i> Topraklarının 30 günlük Kümülatif Karbon Mineralizasyon sonuçları.....	26
Çizelge 4.3. <i>Pinus brutia</i> ve <i>Quercus coccifera</i> Topraklarında 30 günlük Kümülatif C mineralizasyon Sonuçlarının P Önem Düzeyleri (Tukey HSD, $n = 3$).....	31
Çizelge 4.4. <i>Pinus brutia</i> ve <i>Quercus coccifera</i> Topraklarının 30 günlük Kümülatif Karbon Mineralizasyon Sonuçları Arasındaki P önem Düzeyleri (Tukey HSD, $n = 3$).....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çukurova Üniversitesi Çamlıtepe Lojmanları Güneyindeki <i>Pinus brutia</i> Topluluğu.....	11
Şekil 3.2. Çukurova Üniversitesi Çamlıtepe Lojmanları Güneyindeki <i>Quercus coccifera</i> Topluluğu.....	11
Şekil 3.3. Adana İli İklim Diyagramı.....	15
Şekil 4.1. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri İlave Edilmiş <i>Pinus brutia</i> Topraklarının Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO ₂)/100gKT/30 gün].....	27
Şekil 4.2. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri Uygulanmış <i>Quercus coccifera</i> Topraklarının Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO ₂)/100gKT/30 gün].....	30
Şekil 4.3. Farklı oranlı Kompost ile Bakteri uygulanmış <i>Pinus brutia</i> Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranları.....	36
Şekil 4.4. Farklı oranlı Kompost ile Bakteri uygulanmış <i>Quercus coccifera</i> Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranları.....	36

1. GİRİŞ

Organik madde, toprak ekolojik dengesinin devamlılığında etkili önemli bir faktördür. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirici etkisi, biyolojik olayların kaynağı ve bitkilere devamlı bir besin deposu olması, toprağın doğal verimliliğinin sürekliliğine olumlu etkileri nedeniyle mutlak gerekli bir faktördür (Çolak, 1980).

Orman ölüörtüsünü mezofauna ve mikroflora parçalayıp ayrıştırmaktadır. Toprak organizmaları, toprak organik maddesinden besinlerin salınması ve tutulmasında, ayrıca bitki gelişimi ve toprak verimliliğinin devamında önemli rol oynarlar (Ergene, 1987; Fisher, 1995, Lorenz, 2001, Kurzatkowski, 2004). Toprak organik maddesi mikroorganizmaların besin ve enerji kaynağı olup organik maddenin yeterli ve uygun olmasıyla mikroorganizmaların faaliyeti artar ve böylece çok miktarda bitki besin elementi açığa çıkar. Ayrıca organik madde agregat stabilitesinin arttırarak toprağın su ve rüzgar erozyonuna karşı daha dayanıklı olmasını, toprağın iyi havalanma ve su almasını sağlar. Ayrıca mikroorganizmalar ve bitki köklerinin gelişmesi için de iyi bir ortam hazırlar (Alexander, 1977; Ergene, 1987; Aşkın ve ark., 2004; Tisdale ve ark., 2004).

Toprakta gözlenen biyokimyasal reaksiyonlar mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Büyük çoğunluğu heterotrof olan toprak mikroorganizmaları, salgıladıkları enzimlerle organik maddenin içinde bulunan protein, nişasta, selüloz, lignin ve fosfat esterleri gibi kompleks bileşikler mikroorganizmalar ve bitkilerin alabileceği formlara dönüştürmektedir (Hoffmann, 1986 ; Jonasson ve ark., 1996). Bu mikrobiyal faaliyet de karbon ve besin varlığından güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Örneğin topraklara karbon eklenmesi toprakta karbon mineralizasyon oranını, mikrobiyal biomas ve enzim aktivitesini arttırabilmektedir (Joergensen ve Scheu, 1999).

Toprağın biyolojik faaliyetinin ölçüsü olabilecek önemli kıstaslar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Müler, 1965; Çengel, 1983, Çolak, 1988).

- 1) Topraktaki toplam mikrocanlı sayısı ve dağılımı (Bakteriler, Aktinomisetler ve Mantarlar),
- 2) Mikrobiyal O₂ tüketimine bağlı olarak toprağın CO₂ üretimi (Toprak solunumu),
- 3) Toprağın enzim aktivitesi (Endo ve ektoenzimler),

Toprak yalnız bitkilerin değil, aynı zamanda toprak mikroorganizmalarının da yaşadığı ve ürediği bir ortamdır. Mikroorganizmaların sayıları, tür ve faaliyetleri topraktaki ölü organik maddelerin bileşim ve miktarına, ortam koşullarına, toprak reaksiyonuna, sıcaklık ve neme bağlı olarak değişmektedir (Ünal ve Rasheed 1972).

Mikrocanlılar doğada çok yaygındırlar. Tüm tatlı ve tuzlu sularda, her türlü ölü organik madde içerisinde, toprakta, havada ve akla gelen hemen hemen her ortamda bol miktarda bulunmaktadır (Leloğlu, 1973).

Tüm diğer koşullar uygun iken; topraktaki toplam mikrocanlı sayısı ne kadar çok olursa mikrobiyal faaliyet de o kadar çok ve hızlı olmaktadır (Beck, 1984).

En çok mikroorganizma toprağın yüzeye yakın kısımlarında bulunurken derinlere doğru inildikçe sayıları ve buna bağlı olarak toprağın biyolojik aktivitesi hızla azalmakta, hatta 20 cm'nin altında sifıra yaklaşmaktadır (Çolak, 1995).

Hem aerob hem de anaerob şartlarda topraktan CO₂ çıkışına "toprak solunumu" adı verilir. Topraktan CO₂ çıkışı ritmik mevsim değişiklikleri ile iklim ve hava değişimlerinin etkisi altında olup genellikle orman topraklarında mikroorganizma sayısına paralel olarak kışın minimuma inmekte, yazın ise maksimuma çıkmaktadır. Bu CO₂'in 2/3'ü mikroorganizma faaliyeti, 1/3'e yakını bitki kök solunumu, çok az kısmının da fauna solunumdan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Çolak, 1988; Özbek ve ark, 1993).

Toprak solunumu genellikle toprakta üretilmiş CO₂ gazının ölçümüyle saptanmakta olup bu konuda çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Domsch, 1962; Jaggi 1976). Yöntemlerin hepsinde prensip aynı olup kapalı bir düzenek içinde açığa çıkan CO₂ gazının bir baza absorbe edildikten sonra asitle titrasyonuna dayanmaktadır.

Toprak solunumunun şiddeti pek çok faktöre bağlı olup en önemlisi organik madde miktarıdır. Ayrıca havalanma, su miktarı, sıcaklık ve pH gibi faktörler de

topraktan CO₂ çıkışını önemli ölçüde etkilemektedir. Aerob toprak flora ve faunası ile bitkilerin toprak istekleri hemen hemen birbirinin aynıdır. Bu nedenle verimli toprakların biyolojik aktivitesi de yüksektir. Uygun koşullarda toprağa karışan bitki ve hayvan artıklarının tamamına yakını parçalanmakta ve genelde son ürün olarak karbondioksit, su, amonyum ile bazı katyon ve anyonlar ortama geçmektedir (Çolak, 1995).

Toprağa organik iyileştiricilerin karıştırılması toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirmekte, örneğin kompost eklenmesi toprağın biyolojik aktivitesini, mikrobiyal biyomas ve organik karbon içeriğini belirgin şekilde arttırmaktadır (Perucci, 1992; Giusquiani ve ark., 1995; Jørgensen ve ark., 1996). Ayrıca toprağa karıştırılan kompost toprak yapısında iyileşme, topraktaki yararlı organizmaların çoğalması ve fonksiyonlarını arttırması, toprağın mineral besin maddesi içeriğine katkı, toprağın havalanması, nem kapasitesinin artışı ve toprağa verilen besin elementlerinden bitkinin daha iyi ve daha uzun sürelerde faydalanması gibi yararlar sağlar (Kara, 2002).

Tarım işletmelerinde olduğu kadar sanayi işletmelerinde de bitki besinlerini içeren, fakat gübrelemede kullanılmayacak organik atıklar bulunabilmektedir. Bunların ancak kompost haline getirilip kullanılmaları mümkün olmaktadır.

Toprak mikroflorasının kompozisyonu verimli bir toprakta nispeten sabit olup kültür bitkilerinin verimi için de uygun bir düzeydedir. Toprak organik maddesinin parçalanması ve bitkilere yararlı mineraller haline getirilmesinin tüm toprak mikrocanlılarının (bakteriler, aktinomisetler ve mikromantarlar) ortak faaliyetleri ile gerçekleştiği de bilinmektedir.

Organik maddenin degradasyonunda toprak bakterilerin rolünü anlamak, toprakta meydana gelecek doğal veya yapay olası değişim veya bozulmalar sonucunda ıslah çalışmaları için çok değerli bilgiler kazandıracaktır. Özellikle fiziksel, kimyasal ve termik kirlenmenin yoğun yaşandığı, küresel ısınmanın sonuç ve etkilerinin tartışıldığı günümüzde tüm dünya topraklarının bu değişimlerden etkileneceğini bütün ekologlar büyük bir endişe ile ifade etmektedirler. Dolayısıyla henüz vakit varken, özellikle çok geniş bir alanı ve kitleyi ilgilendiren Akdeniz Bölgesi ekosistemlerini iyi algılamak amacıyla değişik çalışmaların yapılması

zorunlu görünmektedir. Bu bilgiler ışığında bu çalışma planlanmış olup daha sonraki gelişmiş araştırmalara dayanak olması umulmaktadır.

Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Çukurova Üniversitesi Kampüsü'nde yetişen iki bitki türüne ait [*Pinus brutia* Ten. (Kızılçam) ve *Quercus coccifera* L. (Kermes meşesi)] (Davis 1965, 1982; Akman, 1993) topraklar seçilmiştir. Bu toprak örneklerine saf ve farklı oranlarda tavuk dışkısı kompostu (kompost/toprak oranı: 1/6; 1/10; 1/12) karıştırılmış halde iken, bizzat komposttan izole edilerek kültüre alınmış iki saf bakteri suşu (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*) ayrı ayrı ve birlikte eklenerek organik madde mineralizasyonu incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tiwari ve ark. (1989), mevsimsel değişikliklerin topraktaki mikrobiyal populasyon, CO₂ miktarı ve enzim aktivitelerine etkilerini araştırmak amacıyla farklı derinliklerden 12 ay boyunca her ay bir örnek almışlardır. Sonuçta, mikrobiyal populasyon, CO₂ miktarı ve enzim aktivitelerinin yüzey topraklarında alt katmanlara oranla daha fazla olduğunu ve bahar-yaz döneminde maksimuma ulaşırken kış döneminde azaldığını tespit etmişlerdir.

Levi-Minzi ve ark. (1990), farklı organik maddelerle ıslah edilen toprakta karbon mineralizasyonunu incelemişler ve bu amaçla, kumlu tınlı bir toprağa, bir bitki artığı, üç farklı gübre ve iki kentsel atık karıştırarak bunların ayrışma oranları ve derecelerini tayin etmişlerdir. Ayrışmayı organik materyalin inkübasyon sıcaklığı ve kimyasal kompozisyonu ile ilişkilendirmişler, sonuçta, çiftlik gübresi ve kentsel çöp kompostunun kısa süreli ayrışmaya çok dirençli materyaller olduğunu belirlemişlerdir.

Ajwa ve Tabatabai (1994), toprakta farklı organik materyallerin ayrışmasını incelemek amacıyla toprağa 4 ürün kalıntısı, 4 hayvan gübresi ve 4 kentsel atık karıştırarak toprağın karbon mineralizasyonunu incelemişlerdir (20±2 °C, 30 gün). Sonuçta, açığa çıkan CO₂ miktarı genellikle inkübasyonun başlangıcında fazla olmuş, 30 günlük inkübasyonda üretilen CO₂'in %50'sinden fazlası inkübasyonun ilk 6 günü içinde açığa çıkmıştır. Ayrıca topraktaki karbonun yarılanma süresi bitki materyalleri için 39-54 gün, hayvan gübresi için 37-169 gün ve kentsel atıklar için 39-330 gün arasında olduğunu belirlenmiştir.

Bernal ve ark. (1998), “organik atıkların farklı kompostlaşma düzeylerinde karbon mineralizasyonu” adlı çalışmalarında kentsel, endüstriyel atıklar, bitki artıkları, hayvan gübresi ve lağım tortusuyla hazırlanmış 7 farklı organik atık karışımının çeşitli kompostlaşma düzeylerinde ayrışma durumunu incelemişler (28 °C de 70 gün), C(CO₂) dönüşümünü belirlemişlerdir. Sonuçta kompostlaşma süresinin uzaması ile karbon mineralizasyon oranı azalmış, en düşük karbon mineralizasyon oranı olgunlaşmış kompost örneklerinde gerçekleşmiştir.

Olayinka ve ark. (1998), tahıl artıkları, çöp kompostu ve çiftlik gübresini bezelye yetiştirilen alanlara uygulamışlar, sonuçta kompost ve çiftlik gübresi ilave edilen bitkilerde kuru madde miktarında artış olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca düşük organik madde içeren topraklarda organik gübre ilavesinin fikse edilen N miktarını artırdığını, bu artış için de hayvan gübresi> çöp gübresi> tahıl artıkları sıralamasının yapılabileceğini ifade etmişlerdir.

Kara (1999), Gelemen Tarım İşletmesindeki toprak serilerinde, inkübasyon süresine bağlı olarak bazı mikrobiyolojik özelliklerde (CO₂ üretimi, dehidrogenaz aktivitesi, enzim aktivitesi, bakteri, mantar ve aktinomiset popülasyonu) meydana gelen değişimleri incelemiştir. Sonuçta, bakteri ve aktinomiset popülasyonu, inkübasyonun sonuna kadar (40.gün), mantar popülasyonu ise inkübasyonun 24. ve 32. günlerinde artmış, ayrıca dehidrogenaz ve enzim aktivitesi 2-16 günler arasında önemli düzeyde yükselmiştir.

Çengel ve Okur (2000), farklı organik atık ve çöp kompostunun toprağın biyolojik aktivitesine etkisini incelemek amacıyla, bir yem fabrikasından kemik ve balık unu ile Uzundere Çöp Kompost Fabrikasından çöp kompostu almışlar, killi bünyeli bir toprağa mineral azotlu ve azotsuz şekillerde ilave ederek topraktaki CO₂ oluşumu ile mikrobiyal gruplar üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Balık ve kemik unu yüksek miktarda organik madde içerdiğinden topraktaki mikroorganizma sayısı artmış, çöp kompostunun olumsuz özellikleri nedeniyle organizma sayısında azalma olmuştur.

Javorekova ve ark. (2001), organik maddelerin mikrocanlı faaliyetine etkisini incelemek amacıyla toprağa farklı ayrışma derecelerine sahip organik maddeler karıştırarak toprak mikroorganizmalarının biyolojik ayrışmayla basit ve potansiyel aktivitesini, standart nem ve sıcaklıkta absorpsiyon metodu ile ölçmüşlerdir. Sonuçta test edilen tüm organik madde eklentilerinin CO₂ üretimine faydalı etkileri olduğunu belirlemişlerdir.

Leifeld ve ark. (2002), “biyoatık kompostlarla ıslah edilmiş topraklarda organik madde mineralizasyonu ve biyolojik aktivite” adlı çalışmada, kompost ilave edilen toprakların biyolojik aktivitesi için kompost ve toprak özelliklerinin önemini aydınlatmaya çalışmışlardır. Bunun için, iki kumlu kompost örneği eklenmiş iki

tarımsal toprakta kontrollü koşullarda (5 °C ve 14 °C de 18 ay) organik madde mineralizasyonunu incelemişlerdir. Kompost ilavesinin organik madde mineralizasyonunu arttırdığını, mineralize olan toplam organik karbon miktarının kontrolde %1, kompostlu topraklarda %20 den az olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, 14 °C’de, 5 °C’deki inkübasyona göre kumulatif organik karbon mineralizasyonunu daha yüksek bulmuşlardır. Kompost ilaveli örneklerde mikrobiyal biyomas-C: organik karbon oranları ilk 6 ay boyunca hızla azalmış ve deney sonunda kontrol örneklerine benzer bir sonuca ulaşmıştır. Bunun nedeninin de kolaylıkla ayrışabilen karbon kaynağını kullanan kompost kökenli mikroorganizmalar olduğunu, bu mikroorganizmaların toprağa adapte olmuş mikroorganizmalarla yer değiştirmesinden dolayı mineralizasyon oranının azaldığını belirtmişlerdir.

Zimmermann ve Frey (2002), asidik bir orman toprağında toprak solunumu ve mikrobiyal aktiviteye ağaç külünün etkisini incelemek amacı ile yaptıkları çalışmada, kontrol parseller ile ağaç külü eklentili parselleri karşılaştırmışlardır. Beş zamanda (1, 4, 15, 62 ve 460 gün) mikrobiyal biyomas karbonu (C_{mic}), bazal solunum (doğal topraktan CO_2 salınımı), in situ toprak solunumu (toprak yüzeyinden CO_2 çıkışı) ve enzim aktiviteleri gibi çeşitli mikrobiyal değerleri tayin etmişlerdir. Sonuçta, ağaç külü eklentili topraktaki C_{mic} ve CO_2 gelişim oranlarının ve toprak mikrobiyal aktivitesinin arttığını, bu artışın da toprağa eklenen besin miktarı, pH’daki artış ve ağaç külü ilavesinden sonraki ilk günde toplam karbon ve azot içeriklerinin düşmesi şeklinde ilerleyen organik madde mineralizasyonunun artışı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Aşkın ve ark. (2004), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus topraklarının bazı mikrobiyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, 5 farklı toprak serisinden 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri almışlar ve enzim aktiviteleri ile CO_2 üretimi ve mikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir.

Darıcı ve Aka (2004), Türkiye’nin Doğu Akdeniz bölgesinde (Kadirli/Osmaniye) 4 farklı turp tarlasından aldıkları toprakları tarla kapasitesinin %80’i oranında nemlendirip CO_2 respirasyon yöntemi ile karbon mineralizasyonunu (28 °C, 30 gün) izlemişlerdir. Sonuçta 4 toprakta da mikrocanlı faaliyetinin artarak ilerlediğini belirlemişlerdir.

Saison ve ark., (2004), toprak mikrobiyal komünitesinin genetik yapısı, büyüklüğü ve aktivitesine kompost ıslahının etkisi adlı çalışmalarında, toprak bakteri komünitesinin genetik yapısı, büyüklük (biyomas ve suş sayısı), aktüel ve potansiyel karbon mineralizasyon aktivitelerine kompost ilavesinin etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla kontrol toprak, toprak + %0,5 kompost, toprak + %5 kompost, steril toprak+ %5 kompost, ve toprak+steril %5 kompost olmak üzere 5 inkübasyon denemesi 90 g toprak ve kompost karışımlarını sabit koşullarda (28 °C, tarla kapasitesinin %80'i oranında nem) inkübe etmişlerdir. Sonuçta, aktüel ve potansiyel karbon mineralizasyonu, toprağa ilave edilen kompost miktarı ile önemli derecede artmış, toprağın steril edilmesi karbon mineralizasyonunda azalmaya yol açmasına karşın kompostun steril edilmesi aktivitede önemli bir değişime neden olmamıştır. Ayrıca heterotrofik bakteri sayısı ve mikrobiyal biyomasın kompost uygulamasından sonra arttığını, bakteri komünitesinin genetik yapısının toprağa eklenen kompostun dozundan etkilendiğini, bu etkinin de temel olarak komposttaki mevcut mikroorganizmalar değil, organik madde yoluyla olduğunu belirlemişlerdir.

Darıcı ve Aka (2005), Doğu Akdeniz Bölgesinde farklı anakayadan (marn, konglomera) oluşan toprakta yetişen *Olea europaea*, *Pinus brutia* ve *Pistacia terebinthus* topraklarında karbon mineralizasyonunu araştırmışlardır. Sonuçta, bitkilerin organik madde kalitesinin artışı ile mikrobiyal aktivitenin arttığını, marnlı topraklarda organik maddenin konglomeralı topraklardan daha sıkı bağlandığı ve biyolojik parçalanmaya karşı daha dayanıklı olduğunu ifade etmişlerdir.

Saison ve ark. (2006), toprağın korunması için en iyi kompostlaşma derecesini ve farklı organik atık karıştırılmış toprağın organik karbon mineralizasyonunu belirlemek amacıyla, kontrol toprağı, toprak+düşük oranlı kompost, toprak+yüksek oranlı kompost, steril toprak+yüksek oranlı kompost, toprak+yüksek oranlı steril kompost olmak üzere 6 aylık 5 inkübasyon uygulaması (28°C, %80 nem) yaparak bunları birbirleriyle karşılaştırmışlardır. İnkübasyon süresince, karbon mineralizasyon oranı, substrat solunumu, mikrobiyal komünite büyüklüğü, (biyomas ve heterotrofik hücre sayısı) toplam mikrobiyal ve bakteriyel komünite incelenmiş ve sonuçta;

- I. kompost ilavesinin, toprak mikrobiyal bileşimi, büyüklüğü ve faaliyetini etkilediğini,
- II. kompost etkisinin kompost kökenli mikroorganizmalardan ziyade kompostun fizikokimyasal özelliklerinden kaynaklandığını,
- III. ilave sonrası 6-12 ay boyunca yüksek oranda kompost içeren topraklarda mikrobiyal özelliklerin esnek olmadığını belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma materyali, Çukurova Üniversitesi kampusunda doğal olarak yetişen *Pinus brutia* Ten.(kızılçam) ve *Quercus coccifera* L. (kermes meşesi) topluluklarında 0-10 cm derinlikten alınan topraklardır. Bu derinliğin seçilmesinin nedeni anakayanın çok yüzeysel olmasıdır. Her bitki için 3 ayrı toprak örneği (06.10.2004) alınmıştır.

***Pinus brutia* Ten.** (Pinaceae) sahilden 1200 m yükseltiyeye kadar yaşayabilen 15-20 m boyunda kalın dallı bir ağaçtır, gövdesi genellikle düzgün değildir. Ancak rakım arttıkça, gövdesi düzgünleşmeye, boyları artmaya (20-25 m) başlar, tepeler sivrileşir, dallar incelikir (Seçmen ve ark., 1989).

Genel olarak Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında bulunmakta olup asıl geniş yayılış alanı Doğu Akdeniz bölgesidir. Burada Yunanistan'ın doğusundan başlar ve Girit, Kıbrıs, Türkiye, Suriye, Irak, Lübnan ve Ürdün'e kadar yayılır. En geniş halde Türkiye'de yaygın olup Doğu Akdeniz elementidir (Davis, 1965; Yaltırık, 1993).

***Quercus coccifera* L.** (Fagaceae) çoğunlukla sık dallı, 2-3 m boyunda, herdem yeşil çalı, nadiren 10 m ye kadar boylanan küçük bir ağaçtır. Yapraklar derimsi, sert, geniş eliptik veya geniş yumurta biçiminde, kenarları dalgalı ve dikensi dişlidir. Meyvesi ikinci yılda olgunlaşır. Kadeh (kupula) hemen hemen sapsız veya kısa, kalın saplı olup yarım küre şeklindedir. Kadeh pulları dört köşeli, uçları sivri, sert, bazen geriye doğru kıvrıktır (Gökmen, 1973).

Odunu sert ve sıkıdır. Toprak ve nem isteği az olup sıcak ve güneşli yerleri sever, yavaş büyür.

Tipik bir Akdeniz bitkisi olup ülkemizde Marmara, Ege, Akdeniz bölgeleri maki vejetasyonları ile kızılçam ve fıstık çamı ormanlarının egemen elemanıdır. Karadeniz bölgesinde de yer yer bulunmaktadır (Davis, 1965; Yaltırık, 1993).



Şekil 3.1. Çukurova Üniversitesi Çamlıtepe Lojmanları Güneyindeki *Pinus brutia* Topluluğu.



Şekil 3.2. Çukurova Üniversitesi Çamlıtepe Lojmanları Güneyindeki *Quercus coccifera* Topluluğu

Araştırmada topraklara karıştırılan kompost tavuk gübresinden üretilmiş olup park ve bahçe topraklarının ıslahında farklı oranlarda (1/6, 1/10, 1/12) kullanılmaktadır. Çalışmamızda da aynı oranlarda kompost topraklara karıştırılıp mikrocanlı faaliyetine etkisi araştırılmıştır. Kompostun karbon ve azot içerikleri ile pH'ı belirlenmiştir.

Tavuk kompostundan izole edilen *Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.* saf bakteri kültürleri toprağa ayrı ayrı ve birlikte ekilerek (1 ml) organik madde mineralizasyonuna etkileri incelenmiştir. Bu bakteriler toprakta çok yaygın bulunmaları ve izolasyonlarının kolay olmaları nedeniyle seçilmiştir (Ustaçelebi, 1999).

Bacillus sp. ve *Pseudomonas sp.* heterotrof bakteriler olup hayatsal faaliyetleri için organik maddelere ihtiyaç duyarlar. Özellikle organik maddelerin parçalanması olmak üzere çeşitli toprak olaylarına katılırlar (Hızalan, 1971; Çolak, 1995).

Pseudomonas sp. (Pseudomonadaceae) su ve toprakta yaşayan, gram negatif (-), düz veya hafif kıvrık, genellikle 0.5-1, 1.5-4 µm boyutlarında, uçlarındaki bir veya birkaç kirpikten ötürü çok hareketli, fermantasyon yapmayan, sporsuz, aerob bakterilerdir. Doğada çok yaygın olup organik materyalin yeniden düzenlenmesinde önemli rol oynarlar. 30-37 °C lerde ve hafif alkali ortamlarda bol olarak ürerler (Gray ve Williams, 1975; Akan, 1993; Ustaçelebi, 1999).

Bitki kök sistemini saran toprak (rizosfer) mikroflorasının çoğunluğunu oluştururlar (Hızalan, 1971).

Bacillus sp. (Bacillaceae) gram pozitif (+), çubuk şekilli, endospor oluşturan, 0,5-1,2 µm - 2,5-10 µm boyutlarında, aerob veya fakültatif anaerob bakterilerdir. Vegetatif formları tek tek veya uzun zincirler şeklindedir (Ustaçelebi, 1999; Kaynar ve Beyatlı, 2003).

Bacillus'ların termofilik, mezofilik ve psikrofilik türleri bulunmaktadır. Çok yüksek sıcaklıklarda bile canlı kalabilir, genellikle 30- 40 °C' de ve pH 7 civarında ürerler (Taubman, 1992).

Genellikle aerobik koşullarda ortamda besin maddelerinin tam olarak kullanılmadığı veya besin elementlerinin azaldığı ve çevre koşullarının değiştiği

durumlarda hücre duvarının dayanıklı bir hal alması ile spor oluştururlar. Bu şekilde uzun süre sıcaklık ve kuraklığa dayanırlar. Şartlar uygun olunca çimlenerek aktif duruma geçerler (Çolak, 1988; Arda, 2000).

Bacillus'lar özellikle spor oluşturdukları için hemen her yerden, örneğin toprak, toz, saman, gıda, su, deniz ve tatlı su sedimentleri, gübreler, rizosfer, bazı böcek larvaları ve bazı canlıların barsak sistemlerinden izole edilebilirler (Burke ve ark. 1983).

3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

Araştırma alanı Doğu Akdeniz (Adana) Bölgesinde bulunan Çukurova Üniversitesi Balcalı kampusu (yüzölçümü 18.024 da) içinden seçilmiştir.

Denizden yüksekliği en fazla 170 m olan araştırma alanı, çok belirgin farklılıklarla birbirinden ayrılan 5 tip fizyografik üniteden oluşmuştur. Bunlar deniz terasları, eğimli teras yamaçları, nehir terasları, alüviyal taban arazileri ve vadi taban dolgularındır (Özbek ve ark.,1974).

Kuzey ve orta kısmında pliosende oluşmuş, deniz orijinli eski deniz terasları ve teras yamaçları yer almaktadır. Burada anakaya kireç taşı ve kireçle çimentolaşmış konglomeradır. Alanın kuzey yönünde ise yüksek miktarda kireç içeren yumuşak kil taşları bulunur. Güneye gidildikçe deniz terası sonrasında yan dereler ve Seyhan nehrinin olduğu pleistosen devrine ait eski alüvyon terasları yer alır. Bunların hemen güneyinde de holosende, kil, kum ve çakıl depozitlerinden oluşmuş yeni alüviyaller dikkati çeker. Çakılların orijini genellikle kireç taşı olup rengi gri ile beyaz arasında değişmektedir (Özbek ve ark.,1974).

3.1.2. Toprak

Çukurova Üniversitesi kampus toprakları genel olarak fizyografik ünitelere göre gruplandırılmıştır. Bu topraklar Entisol, Vertisol ve Alfisol ordolarına dahil olup Pliyosene ait kirli beyaz ve pembe traverten, çok kireçli yumuşak kil ve konglomera ile holosene ait çakıl, kum ve kil serisinden ibaret yeni alüviyoller

üzerinde oluşmuşlardır (Özbek ve ark.,1974).

Araştırma sahasındaki toprakların karakter kazanmasında iklim, topografya, ana materyal, zaman ve biyosferin ortak etkileri gözlenmiştir. Ancak alanın kuzey kesiminde topografya, orta kesimindeki toprakların bir bölümünde anakaya, bir bölümünde anakaya ile birlikte insan faktörü ve zaman; güneyde ise zaman ve ayrıca hepsine birden iklim faktörü etkili olmuştur.

Örneklik alanın toprakları, jeolojik açıdan Handere formasyonu, toprak özellikleri bakımından Kızıltapir serisine aittir.

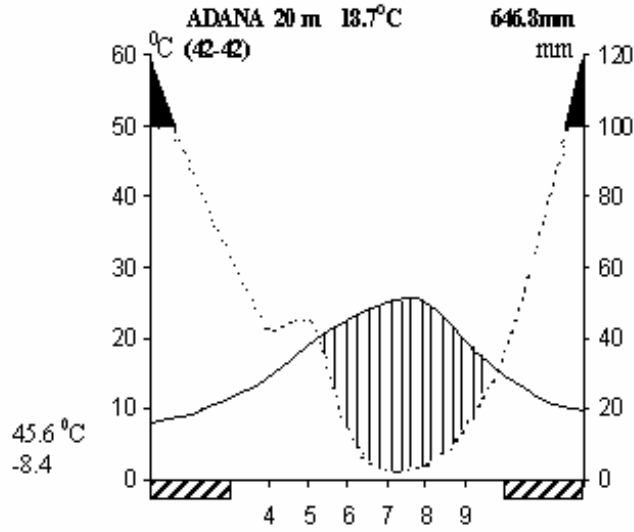
3.1.3. İklim

Çukurova bölgesinde yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklim tipi hakimdir. Bölgede yağışlar kışın Batı Akdeniz'e göre kısmen az iken ilkbahar ve sonbaharda daha fazla olmaktadır. Yine de Akdeniz ikliminin yaşandığı yöreler içerisinde en az yağış alan yer Çukurova bölgesidir.

Çukurova Üniversitesi kampusu kuzeyde Toros Dağları ile çevrili olduğu için normalden daha sıcak olmaktadır. Yağışlar genellikle yağmur şeklinde olup en çok yağış buharlaşmanın en az olduğu Aralık, Ocak ve Şubat aylarında alınır, en kurak aylar ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. Yıllık ortalama toplam yağış 646.8 mm, yıllık ortalama nem ise %66'dır.

Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 18.7 °C'dir. Aylık ortalama sıcaklık 9.3 °C (Ocak) ile 28.1 °C (Ağustos) arasındadır. Ortalama düşük sıcaklık Ocak ayında 4.8 °C iken ortalama yüksek sıcaklık Ağustos ayında 34.8 °C'dir.

Walter (1960)'e göre çizilen iklim diyagramında (Şekil 3.3), kurak devre Mayıs ayının sonundan başlayıp Ekim sonuna kadar sürmektedir. Yağışlı devre ise Kasım-Nisan ayları arasındadır. Mutlak don olayı yoktur (Meteoroloji Bülteni, 1974).



Şekil 3.3. Adana İli İklim Diyagramı

Alanda 0-5 cm derinlikte ortalama toprak sıcaklığı 8.9 °C (Ocak) ile 35.2 °C (Ağustos) arasındadır. Yıllık ortalama toprak sıcaklığı 21.9 °C, en düşük toprak sıcaklığı Aralık ayında -2.4, Ocakta -3.8 ve Şubat ayında -1.1 °C'dir. 0-10 cm'lik toprak tabakasındaki ortalama sıcaklık en düşük 9.9 °C (Ocak), en yüksek 33.9 °C (Ağustos), yıllık ortalama ise 21.8 °C'dir. En düşük toprak sıcaklığı 1.7 °C ile Ocak ve Şubat; 4.6 °C ile Aralık ayında gözlenmiştir. Bölgenin toprak sıcaklığı rejimi ise **termik** olarak belirlenmiştir. (Meteoroloji Bülteni, 1974; Dinç ve ark., 1989).

3.1.4. Vejetasyon

Sahada çalı vejetasyonu (maki) hakim durumda olup dik ve engebeli kısımlarda yer almaktadır. Geçmişteki tahribatlar nedeniyle dikey katmanlaşma olarak çalı-ot veya sadece ot katı görülmektedir. Kampus alanında doğal habitatlar içerisinde yer alan makiler kuzeyde pliyosen kil çökelleri ve konglomeratik seriler üzerinde yoğunlaşmıştır. Hakim ve karakteristik bitki türü *Quercus coccifera*'dır. Yer yer *Olea europaea* var. *slyvestris*, *Calycotome villosa*, *Pinus brutia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Paliurus spina-christi* ve *Cistus creticus*'un dominant duruma geçtikleri görülür (Türkmen, 1987).

3.2. Metod

3.2.1. Örneklik Alan ve Bitki Topluluklarının Seçimi

Örnek alanların seçiminde araştırılan ağaç topluluklarını en iyi şekilde temsil edebilecek bir bölge olmasına, ayrıca tamamen doğal ve insan tahribinden olabildiğince uzakta olmasına dikkat edilmiştir.

Örneklik alan olarak Çukurova Üniversitesi Kampusu Çamlıtepe Lojmanlarının Güneyinde doğal olarak yetişen *Pinus brutia* Ten. ve *Quercus coccifera* L. toplulukları seçilmiştir.

3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Örneklik alanlardan toprak örnekleri alınmasında 25 X 25 cm'lik çerçeveler kullanılmıştır. Aynı ağaç türünün 3 farklı bireyi altından, yüzeydeki döküntüler iyice temizlendikten sonra, anakayanın çok yüzeysel olması nedeniyle ancak 0-10 cm derinlikten toprak örneği alınmış ve naylon torbalarda laboratuara getirilmiştir. Topraklar kağıtlara yayılarak havada kurumaya bırakılmıştır.

Bitki parçaları ve taşlarından arındırılmış toprak örnekleri kurduktan sonra 2 mm'lik elekten eilenmiş ve torbalarda muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Toprakların toplam N miktarı (%N) Kjeldahl metodu, organik C içeriği (%C) Anne metodu ile belirlenmiştir (Duchaufour, 1970). Topraklardaki karbon mineralizasyonu 30 gün için CO₂ respirasyonu metodu ile kontrollü koşullar altında (28 °C, sabit nem) incelenmiştir (Schaefer, 1967).

Ayrıca toprakların bünye tipi mekanik analiz (hidrometre yöntemi) ile (Bouyoucos, 1951), toprak pH'sı 1:2'lik toprak- su karışımında İnoLab pH metresi ile (Jackson, 1958), kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetresiyle (Allison ve Moodie, 1965), toprak renkleri Munsell renk skalası ile (Munsell, 1975), tarla kapasitesi (TK,

%) 1/3 atm. basınçlı vakum pompası ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Tüm ölçümler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.4. Kompost Örneklerinin Kimyasal Analizleri

Kompostun toplam N ve organik C içerikleri ile pH'sı da yukarıda anılan yöntemlerle belirlenmiştir.

3.2.5. Bakteri İzolasyonu

İnkübasyonda kullanılan bakteriler, yabancı kaynaklı olmamaları için, bizzat kullanılan komposttan izole edilmiştir. Bu amaçla 5 g kompost 10^{-5} - 10^{-6} oranlarında seri sulandırılmış ve N1 besiyerine yayma metodu ile ekilerek 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonunda saf bakteri kültürlerinin tek düşmüş kolonilerinden örnek alınarak uygun besiyerlerine (*Bacillus sp.* için N1-agar, *Pseudomonas sp.* için MDCLS-agar) çizgi metoduyla ekilip (37 °C, 24 saat) inkübe edilmiştir. Bu inkübasyon sonunda çizgilerden küçük bir öze yardımıyla alınan bakteriler son olarak sıvı besiyerlerine aktarılmış ve 37 °C de 24 saat süreyle ikinci inkübasyona bırakılmıştır. Buradan elde edilen her bir bakteri kültüründen 1 ml (Bellinaso ve ark., 2003) topraklara aşılansakarbon mineralizasyonu izlenmiştir.

Bakteri kültürleri ağzı hava geçirmeyen kavanozlardaki steril toprak ve steril toprak+kompost ortamlarına hiçbir kontaminasyona izin vermeyecek şekilde bek alevleri arasında mikropipet yardımıyla aşılansmıştır. Bundan sonra 30 günlük inkübasyon süresince ölçümler bek alevleri arasında yapılmıştır.

N1 (Nutrient agar) Besiyeri:

Saf kültür olarak seçilmiş bakteri suşlarının çoğaltılması amacı ile kullanılmış olup bileşimi şöyledir (Anonymous, 1978).

<u>Bileşimi</u>	<u>g / L</u>
Pepton	10
Et özeti	10
Maya özeti	5
Glikoz	1
Agar	15

MDCLS-Agar Besiyeri:

Enterobacteriaceae üyeleri ve *Pseudomonas sp.* izolasyonu için kullanılan selektif etkili bir besiyeridir (Çolak ve Arıkan, 1990).

<u>Bileşimi</u>	<u>g / L</u>
Pepton	10
Laktoz	10
Glikoz	10
Sodyumdezoksikolat	0,5
Sodyum tiyosülfat	0,5
Amonyumdemir (III) sitrat	0,5
NaCl	3
Neutral Red	0,04
Agar	1,5

Besiyerinin pH'sı sterilizasyondan önce 1:50 oranında sulandırılmış % 40'lık NaOH ile 7.4'e ayarlanmıştır.

3.2.6. Toprak Örneklerinin Mineralizasyonu

Mineralizasyonda alınan 80 gr toprak 500 ml hacimli, ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılabilen lastik contalı cam kavanozlara aktarılır, tarla kapasitesinin % 80'i oranında damıtık su azar azar ilave edilirken toprak sürekli karıştırılarak homojen nemlenmesi sağlanır. Bu sırada toprakta topraklanma olmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Bu toprağın orta kısmına 40 ml doygun $Ba(OH)_2$ içeren 50 ml'lik cam beher yerleştirilerek kavanozun ağzı sıkıca kapatılır ve 30 gün boyunca 28 °C'de inkübe edilir. Tanık için kavanoza toprak konmaz, sadece $Ba(OH)_2$ 'li beher konularak kavanozda bulunan ve ölçüm sırasında atmosferden alınabilecek CO_2 'in olası etkisi bertaraf edilmiş olur.

Topraklara 1/6, 1/10 ve 1/12 oranında (kompost/toprak) kompost ilave edilerek organik madde mineralizasyonu belirlenmiştir. Bu amaçla toprağın tarla kapasitesinin % 80'i oranında nemlendirilmesi için gerekli su miktarı kompost oranına göre ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3.2.6).

Aynı şekilde, kompost ve bakteri ilaveli toprak örneklerinin inkübasyonları da 30 gün boyunca izlenmiştir (28 °C, %80 TK).

Çizelge 3.1. Toprağa ilave edilen farklı orandaki kompost özellikleri

Kompost Oranları	Toprak % C		Kompostla Toprağa Eklenen %C	Toplam % C	Toprak TK (%)		Humus için eklenen ilave su (ml)
	Pinus	Quercus			Pinus	Quercus	
1/6	2.41	2.30	2.23	4.64	20.97	26.59	4.16
1/10	2.41	2.30	1.34	3.75			2.50
1/12	2.41	2.30	1.11	3.52			2.14

Toprak ve farklı kompost karışımları cam kavanozlara aktarıldıktan sonra Sterilizatörde 160 °C de 3 saat süreyle steril edilmiştir. Sterilizatörden çıkarılan topraklar steril damıtık su ile tarla kapasitesinin % 80'ine kadar nemlendirilmiştir. Daha sonra sıvı besiyerinde üremiş (37 °C, 24 saat) bakteri kültürleri (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*), mikropipet yardımıyla tek tek ve birlikte ekilmiştir (1 ml).

Toprakların orta kısmına 40 ml doygun Ba(OH)₂ içeren 50 ml'lik cam beher yerleştirilerek kavanozun ağzı sıkıca kapatılmış ve 30 gün boyunca 28 °C'de inkübe edilmiştir. Tüm bu işlemler bek alevleri arasında hiçbir kontaminasyona izin vermeyecek şekilde yapılmıştır.

Çizelge 3.2. İnkübasyonda izlenen deney düzeneği ve aşamaları (T: Kontrol, K: Kompost, SK: Steril Kompost, B: *Bacillus sp.*, P: *Pseudomonas sp.*)

Bitki serisi		İnkübasyon Denemeleri	
Q1	P1	T	Toprak
Q2 ₁	P2 ₁	T+K1/6	Toprak + 1/6 oranlı Kompost
Q2 ₂	P2 ₂	T+K1/10	Toprak + 1/10 oranlı Kompost
Q2 ₃	P2 ₃	T+K1/12	Toprak + 1/12 oranlı Kompost
Q3 ₁	P3 ₁	T+SK1/6	Toprak + 1/6 oranlı Steril Kompost
Q3 ₂	P3 ₂	T+SK1/10	Toprak + 1/10 oranlı Steril Kompost
Q3 ₂	P3 ₃	T+SK1/12	Toprak + 1/12 oranlı Steril Kompost
Q4 ₁	P4 ₁	ST+P	Steril Toprak + Pseudomonas
Q4 ₂	P4 ₂	ST+B	Steril Toprak + Bacillus
Q4 ₃	P4 ₃	ST+BP	Steril Toprak + Bacillus + Pseudomonas
Q5 ₁	P5 ₁	ST+Sk1/6+B	Steril Toprak + 1/6 oranlı Steril Kompost + Bacillus
Q5 ₂	P5 ₂	ST+SK1/10+B	Steril Toprak + 1/10 oranlı Steril Kompost + Bacillus
Q5 ₃	P5 ₃	ST+SK1/12+B	Steril Toprak + 1/12 oranlı Steril Kompost + Bacillus
Q6 ₁	P6 ₁	ST+SK1/6+P	Steril Toprak + 1/6 oranlı Steril Kompost + Pseudomonas
Q6 ₂	P6 ₂	ST+SK1/10+P	Steril Toprak + 1/10 oranlı Steril Kompost + Pseudomonas
Q6 ₃	P6 ₃	ST+SK1/12+P	Steril Toprak + 1/12 oranlı Steril Kompost + Pseudomonas
Q7 ₁	P7 ₁	ST+Sk1/6+BP	Steril Toprak + 1/6 oranlı Steril Kompost + Bacillus + Pseudomonas
Q7 ₂	P7 ₂	ST+SK1/10+BP	Steril Toprak + 1/10 oranlı Steril Kompost + Bacillus + Pseudomonas
Q7 ₃	P7 ₃	ST+SK1/12+BP	Steril Toprak + 1/12 oranlı Steril Kompost + Bacillus + Pseudomonas

19 farklı inkübasyon denemesi (Çizelge 3.2) 2 toprak (*Pinus* ve *Quercus*) için 3 tekrarlı olmak üzere toplam $19 \times 2 \times 3 = 114$ örnekle gerçekleştirilmiştir.

3.2.7. Toprakta CO₂ Metodu (Respirasyon) ile Karbon Mineralizasyonu

-Mineralizasyon kavanozlarına (500 ml'lik) önceden elenmiş toprak örneğinden hava kurusu 80 g toprak konur.

-Toprak örnekleri tarla kapasitelerinin % 80 i oranında nemlendirilir, kümelenmemesine dikkat edilir.

-50 cc'lik cam beherlere, 40 cc Ba(OH)₂ konur ve bunlar mineralizasyon kavanozlarının ortasına yerleştirilir.

-Kavanozlardan bir tanesine toprak alınmadan sadece 40cc Ba(OH)₂ konulur ve tanık olarak kullanılır.

-Mineralizasyon kavanozlarının ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılarak 28 °C'lik etüvde inkübasyona bırakılır.

-3 günlük periyotlarla titrasyon işlemi yapılır.

- Titrasyonda kavanozlardaki Ba(OH)₂'den 2 ml, 25 cc'lik cam beherlere alınır, üzerine 1 damla Fenolftalein eklenir ve çözelti rengi pembeleşir.

- Bürete N/22'lik Oksalik asit doldurularak örnek titre edilir.

- Çözelti pembeden beyaz renge döndüğü anda titrasyon işlemi tamamlanmış olur.

- 40 cc'lik Ba(OH)₂'ye göre % CO₂

$$\%CO_2 = \frac{x}{KT} \cdot 20 \times 100 \quad x = \text{Harcanan Oksalik asit miktarı (cc)}$$

$$KT = \text{seyreltme katsayısı}$$

$$KT = \text{kuru toprak (105 °C)}$$

- CO₂ × 0.2727 değeri 100 g toprakta mineralleşen karbonu [mg C(CO₂) / 100g KT] verir.

- Her bir ölçüm gününde bulunan C(CO₂) değerleri birbirleriyle toplanarak 30 günlük C(CO₂) miktarı belirlenir. Bu değer in toprağın toplam karbonuna oranı **karbon mineralizasyon oranıdır**.

$\frac{C(\text{CO}_2)}{C_{\text{toplam}}} \times 100$ formülü ile 30 günlük karbon mineralizasyonu oranları hesaplanır.

Tüm analizler her bitki için alınan 3 ayrı toprakta 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.8. İstatistik Analiz Yöntemleri

Araştırma sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS paket programı ile yapılmıştır. Toprak örneklerine ilave edilen farklı oranlı (1/6 1/10 1/12) kompost ile tek tek ve karışık olarak ilave edilen bakterilerin (Bacillus ve Pseudomonas) organik madde mineralizasyonu sonuçlarının ortalamaları arasında farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek için Varyans analizi (One Way Anova) ve Tukey HSD testi kullanılmıştır. Her bir bitki için alınan toprağın (3 tekrarlı) ortalamaları \pm standart hatalarıyla çizelge ve şekillerde sunulmuştur. Tüm istatistik analiz için önemlilik düzeyi $p \leq 0.05$, 0,01 ve 0,001 şeklindedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

06.10.2004 tarihinde alınan *Pinus brutia* Ten. ve *Quercus coccifera* L. toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri istatistiksel olarak değerlendirilmiş, ortalama ve standart hata değerleri hesaplanmış (Çizelge 4.1) ve *P* değerine (0,05; 0,01; 0,001) göre önem dereceleri belirlenmiştir.

Farklı oranlarda (Kompost/Toprak: 1/6; 1/10; 1/12) kompost ile tek tek ve karışık halde bakteri eklenmiş toprakların 30 günlük kumulatif karbon mineralleşme grafikleri (Tukey HSD) çizilip kıyaslanmış (Şekil 4.1) ve *P* değerine (0.05, 0.01 ve 0.001) göre önem dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinin Sonuçları

Pinus brutia Ten. ve *Quercus coccifera* L. toprakları aynı renkte (2,5YR 3/6, kahverengi-kırmızı) ve aynı bünyelidir (kumlu tın). Toprakların tarla kapasiteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur. Toprakların faydalı su (%) içerikleri arasında önemli bir istatistiksel fark gözlenmiş olup bu değer kil ve organik madde miktarına bağlı olarak değişmektedir. Toprakların SSN (%) içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Toprakların pH'ları arasında istatistiksel olarak fark olduğu ve *hem Pinus* hem de *Quercus*'da nötre yakın bazik reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. İstatistik olarak toprakların kireç, karbon ve azot içerikleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Topraklar ve Kullanılan Kompostun Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinin Ortalama Sonuçları ve Standart Hata Değerleri ($n = 3$)

	Analizler	<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i>	<i>P</i>
Toprak	Toprak rengi (Munsell)	2,5YR 3/6	2,5YR 3/6	
	% Kum	52,65 ± 0,57	58,17 ± 0,54	0,002
	Tekstür % Silt	37,11 ± 0,34 (SL)	25,47 ± 0,36 (SL)	0,000
	% Kil	10,25 ± 0,79	16,39 ± 0,31	0,002
	TK (%)	20,97 ± 0,49	26,59 ± 0,25	0,001
	SSN (%)	15,33 ± 0,23	17,30 ± 0,15	0,002
	Faydalı Su (%)	5,64 ± 0,26	9,29 ± 0,17	0,000
	pH	7,95 ± 0,006	7,87 ± 0,012	0,005
	CaCO ₃ (%)	13,67 ± 1,36	10,74 ± 2,30	0,334
	% C	2,41 ± 0,03	2,30 ± 0,03	0,080
% N	0,173 ± 0,003	0,197 ± 0,009	0,069	
C/N	13,90 ± 0,43	11,76 ± 0,57	0,039	
Kompost	pH	9,18 ± 0,006		
	%C	16,72 ± 0,066		
	%N	1,093 ± 0,022		
	C/N	15,31 ± 0,37		

4.2. Kompost ile Bakteri karıştırılmış *Pinus brutia* Toprağında Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO₂)/100gKT/30 gün]

Pinus brutia toprağına farklı oranlarda (toprağın 1/6; 1/10; 1/12'si) kompost eklenmiş ve 30 günlük kümülatif C mineralizasyonu [mgC(CO₂)/100gKT] izlenmiştir. Kompost ilaveleri toprağın mikrobiyal faaliyetini arttırmıştır. Bu artış 1/10 ve 1/12 oranlı kompost ilavelerinde, 1/6 oranlı kompost ilavesine göre daha fazla olmuştur (Şekil 4.1). Toprak ile tüm kompost oranlarının organik madde mineralizasyonu arasındaki bu fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuş ($P < 0.001$), fakat kompost oranlarının (1/6, 1/10, 1/12) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Farklı oranlı (1/6,1/10,1/12) steril kompost ilavesiyle toprağın mikrobiyal faaliyeti artmış, bununla birlikte steril olmayan doğal kompost ilaveleriyle benzer bir davranış göstermiştir. 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavelerinde ise 1/6 oranlı steril kompost ilavesine göre mikrocanlı faaliyeti daha yüksektir (Şekil 4.1) Toprak ile steril kompostun organik madde mineralizasyon değerleri arasında istatistiksel fark $P \leq 0.001$ düzeyinde çok anlamlı bulunmuştur. (Çizelge 4.3).

Kompostun steril edilmesiyle toprakta 30 günlük karbon mineralizasyon sonuçlarında (Çizelge 4.2) steril olmayana göre 1/6 oranlı kompostta %10, 1/10 oranlı kompostta %11.26, 1/12 oranlı kompostta ise % 6.87 azalmıştır. Bu durum bize toprağın organik madde mineralizasyonunda organik madde miktarı yanında kompost kökenli mikrocanlıların da etkili olduğunu göstermektedir.

Steril toprağa tek tek ve birlikte bakteri (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*) ilavesinde mikrobiyal faaliyetin tanığa göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. (Şekil 4.1). Bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı hesaplanmıştır. Burada *Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*'nin ayrı ayrı ilavelerinde, *Bacillus sp.*+*Pseudomonas sp.* karışımına göre faaliyet daha yüksek bulunmuştur. Bunlar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Çizelge 4.3).

Steril toprak + Steril Kompost karışımına saf halde *Bacillus sp.* ilave edildiğinde mikrobiyal aktivitenin tanığa göre arttığı belirlenmiştir. Organik madde mineralizasyonu 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavesinde yüksek iken, 1/6 oranlı steril kompost ilavesinde diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.1). Tanık ile tüm steril kompost ilaveleri (1/6, 1/10, 1/12) arasında mikrobiyal faaliyet bakımından istatistiksel olarak çok anlamlı bir fark bulunmuştur ($P \leq 0.001$). 1/6 oranlı steril kompost ile 1/12 oranlı steril kompost ilaveleri arasında mikrobiyal aktivite fark anlamlı ($P \leq 0.01$) iken, 1/6 ile 1/10 ve 1/10 ile 1/12 oranları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Çizelge 4.3).

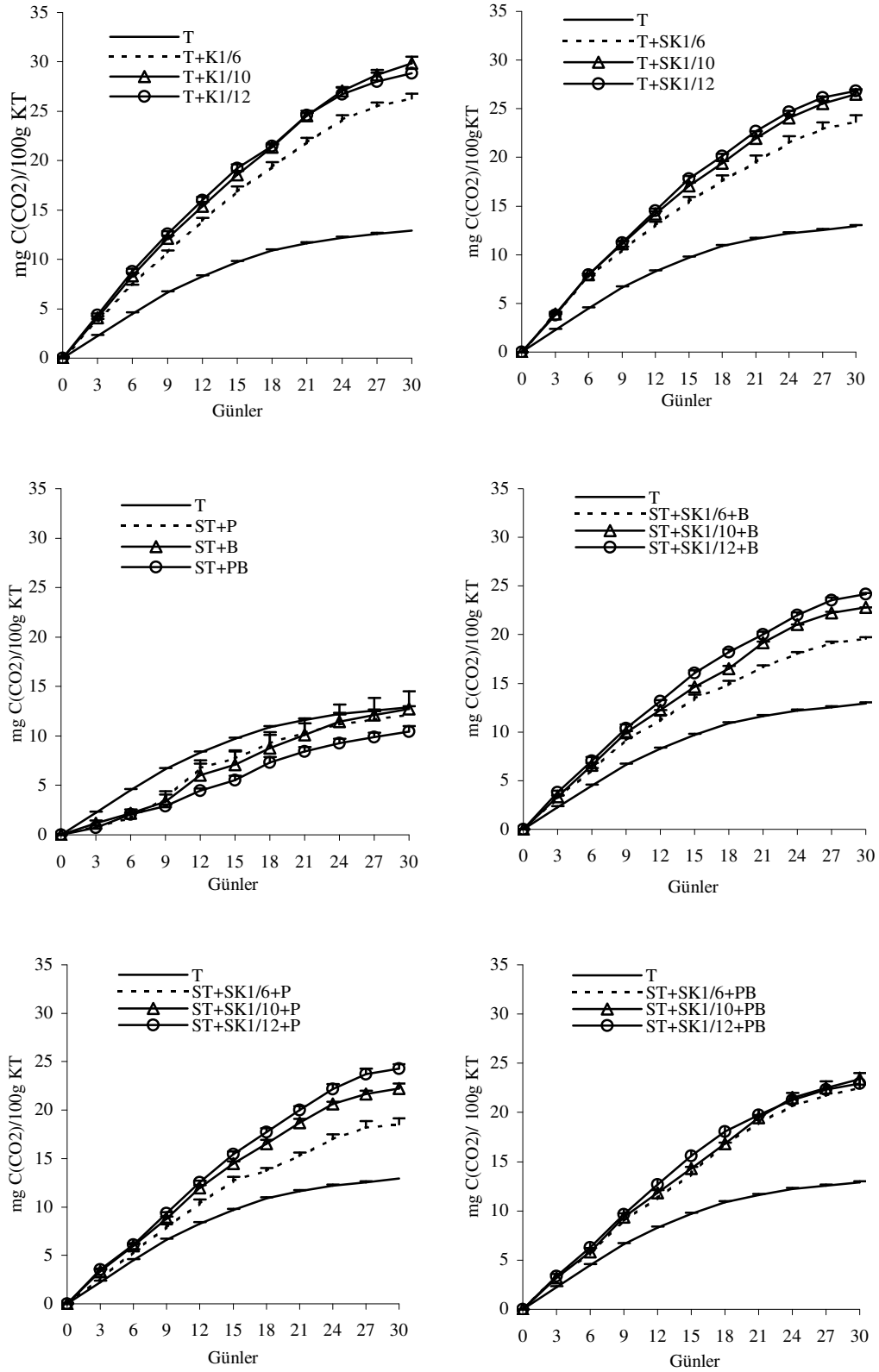
Steril toprak + Steril kompost ortamına *Pseudomonas sp.* ilave edildiğinde her 3 oranlı kompost tanığa göre mikrobiyal aktiviteyi arttırmıştır. Mikrobiyal aktivite, 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompostta 1/6 oranlı steril kompostta göre daha yüksektir. Bu fark istatistiksel olarak çok önemlidir ($P \leq 0.001$). 1/6 ve 1/12 oranları

arasındaki fark istatistiksel olarak çok anlamlı iken ($P \leq 0.001$), diğer oranlar arasında anlamsız bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Steril toprak + steril kompost karışımına *Bacillus sp.*+*Pseudomonas sp.* ilave edildiğinde tanığa göre tüm steril kompost oranlarında mikrobiyal faaliyet artarak ilerlemiş ve tanığa göre fark çok anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.001$). Kompost oranları arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.3). Ayrıca 1/6 oranlı steril kompostlu ortamda *Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.* birlikte iken mikrobiyal faaliyet her 2 bakteri tek tek olmalarına göre daha yüksek gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.2. *Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Topraklarının 30 Günlük Kümülatif Karbon Mineralizasyon Sonuçları (T: Kontrol, K: Kompost, SK: Steril Kompost, B: *Bacillus sp.*, P: *Pseudomonas sp.*)

	Toprak Serileri	mg C(CO ₂) /100g KT/30 gün	
		<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i>
1	T	12,92	15,33
2 ₁	T+K1/6	26,30	27,75
2 ₂	T+K1/10	29,84	31,48
2 ₃	T+K1/12	28,84	31,96
3 ₁	T+SK1/6	23,67	23,98
3 ₂	T+SK1/10	26,48	27,43
3 ₃	T+SK1/12	26,86	28,29
4 ₁	ST+P	12,14	13,26
4 ₂	ST+B	12,74	10,93
4 ₃	ST+PB	10,45	12,65
5 ₁	ST+SK1/6+B	19,59	19,08
5 ₂	ST+SK1/10+B	22,81	23,47
5 ₃	ST+SK1/12+B	24,15	25,34
6 ₁	ST+SK1/6+P	18,51	19,39
6 ₂	ST+SK1/10+P	22,22	22,28
6 ₃	ST+SK1/12+P	24,30	24,40
7 ₁	ST+SK1/6+PB	22,49	23,15
7 ₂	ST+SK1/10+PB	23,39	25,14
7 ₃	ST+SK1/12+PB	22,92	23,62



Şekil 4.1. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri İlave Edilmiş *Pinus brutia* Topraklarının Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO₂)/100gKT/30 gün]

4.3. Kompost ve Bakteri Karıştırılmış *Quercus coccifera* Toprağında Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO₂)/100gKT/30 gün]

Quercus coccifera toprağına farklı oranlarda (Kompost/Toprak: 1/6, 1/10, 1/12) kompost ilave edilmiş ve 30 günlük kümülatif karbon mineralizasyonu incelenmiştir. Tüm kompost ilaveleri toprak mikrobiyal faaliyetini (organik madde mineralizasyonu) arttırmıştır. Bu artış 1/10 ve 1/12 oranlı kompost, 1/6 oranlı kompostta göre daha fazla olmuştur (Şekil 4.2). Farklı oranlı kompost ile toprak arasındaki bu fark, istatistiksel olarak çok anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.001$). Ayrıca 1/6 ve 1/12 oranlı kompost ilaveleri arasındaki fark önemli ($P \leq 0.01$) iken diğer oranlar arasında önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Toprağına farklı oranda steril kompost ilave edildiğinde de steril olmayan kompostta olduğu gibi toprağın mikrobiyal faaliyeti artmıştır. Bu fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P \leq 0.001$). Bununla birlikte, farklı oranlı kompost ilaveleri arasındaki fark, 1/6 ile 1/10 ve 1/10 ile 1/12 oranları arasında istatistiksel olarak anlamsız iken 1/6 ile 1/12 oranları arasında $P \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Steril toprağına tek tek ve birlikte bakteri ekildiğinde mikrobiyal faaliyetin tanığına göre düşük olduğu ve bu farkın sadece *Bacillus sp.* ilavesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($P \leq 0.05$) belirlenmiştir. Saf olarak uygulanan bakterilerden *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* ve *Bacillus sp.*+ *Pseudomonas sp.* karışımına göre daha düşük faaliyet göstermiş iken en yüksek faaliyet *Pseudomonas sp.*'de olmuştur (Şekil 4.3). Bu 3 bakteri uygulaması arasındaki mikrobiyal faaliyet farkı istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

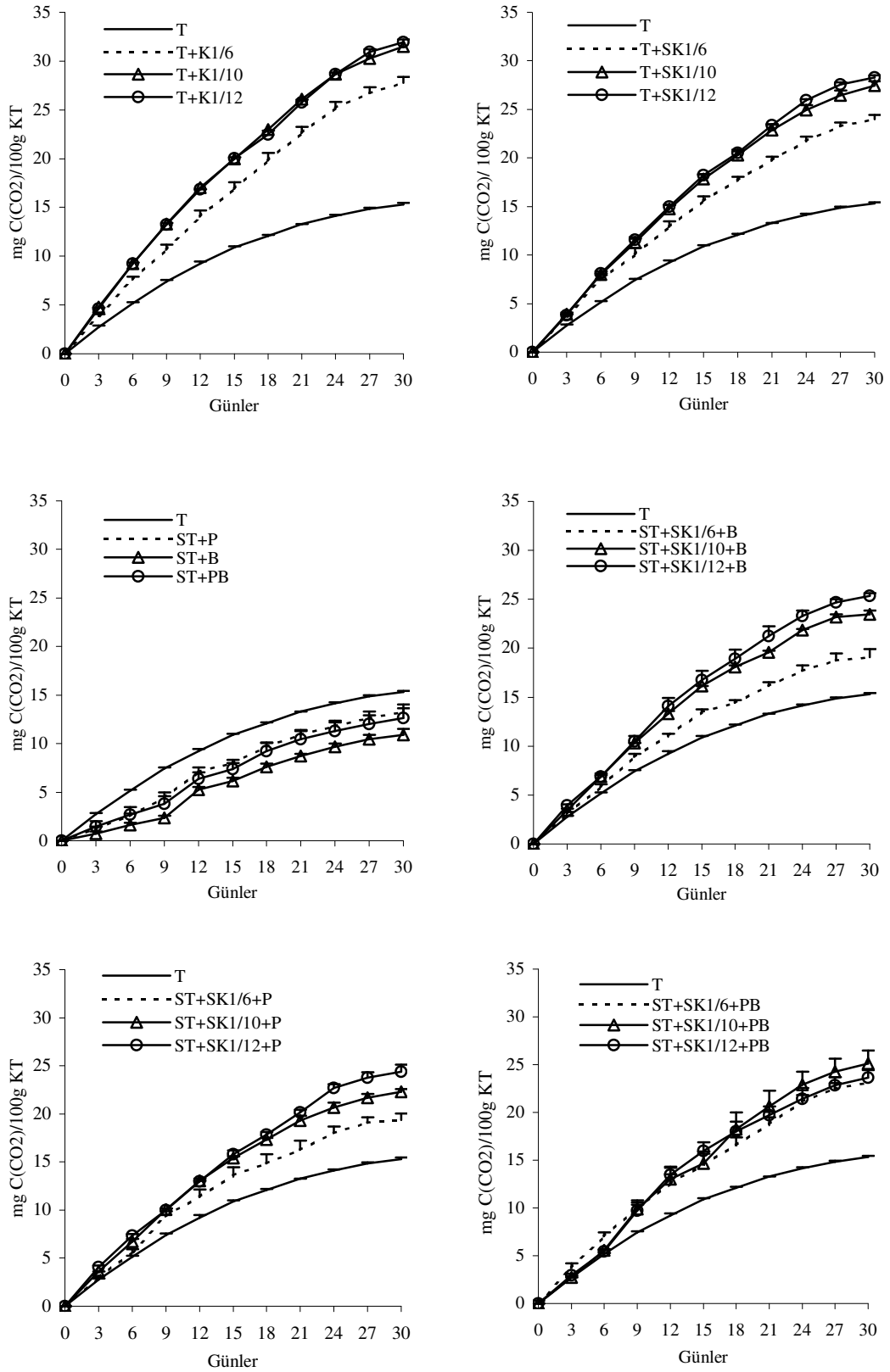
Steril toprak+steril kompost karışımına *Bacillus sp.* ilave edildiğinde mikrobiyal faaliyet tanığına göre yüksek bulunmuştur. Bu fark, 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavesinde 1/6 oranlı steril kompost ilavesine göre daha yüksektir (Şekil 4.2). 1/6 oranlı steril kompost ile tanık arasındaki mikrobiyal faaliyet farkı istatistiksel olarak anlamsız iken 1/10 ve 1/12 oranlı kompostla arasında çok anlamlıdır ($P \leq 0.001$). 1/6 ile 1/10 oranlı steril kompost ilaveleri arasında fark $P \leq 0.05$ düzeyinde iken, 1/6 ile 1/12 oranlı steril kompost ilaveleri arasında $P \leq 0.001$

düzeyinde bulunmuştur. 1/10 ile 1/12 oranlı steril kompost ilaveleri arasındaki fark ise anlamsız bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Steril toprak+steril kompost ortamına *Pseudomonas sp.* ilave edildiğinde tüm kompost oranlarında tanığa göre mikrobiyal faaliyetin arttığı belirlenmiştir. Yine, *Bacillus* ilavesinde olduğu gibi 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavesinde, 1/6 oranlı steril kompost ilavesine göre mikrobiyal faaliyet daha yüksektir. (Şekil 4.2). Bu fark 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavesinde istatistiksel olarak çok anlamlı ($P \leq 0.001$) iken 1/6 oranlı steril kompostta anlamlı ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. 1/6 ve 1/12 oranlı steril kompost ilaveleri arasındaki faaliyet farkı ise istatistiksel olarak çok anlamlı ($P \leq 0.001$) iken diğer kompost oranları arasında anlamsız bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Steril toprak+steril kompost ortamına *Bacillus sp.+Pseudomonas sp.* ilave edildiğinde tanığa göre her 3 oranlı steril kompostta mikrobiyal faaliyet artarak ilerlemiş iken bu fark istatistiksel olarak çok anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.001$). Kompost oranları arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Steril toprak+1/6 oranlı steril kompostlu ortamda *Bacillus sp.+Pseudomonas sp.* birlikte iken mikrobiyal faaliyet, her 2 bakterinin tek tek olmasına göre daha yüksek gerçekleşmiştir.



Şekil 4.2. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri Uygulanmış *Quercus cocifera* Topraklarının Karbon Mineralizasyonu Sonuçları [mg C(CO₂)/100gKT/30 gün]

Çizelge 4.3. *Pinus brutia* ve *Quercus coccifera* Topraklarında 30 Günlük Kümülatif Karbon Mineralizasyon Sonuçlarının P Önem Düzeyleri (Tukey HSD, $n = 3$).

	Q73	Q72	Q71	Q63	Q62	Q61	Q53	Q52	Q51	Q43	Q42	Q41	Q33	Q32	Q31	Q23	Q22	Q21	Q1	
P1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,021	0,999	1,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,005	0,077	1,000	0,000	0,000	0,029	0,000	Q73
P21	0,000	0,988	1,000	0,582	0,000	1,000	0,999	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,362	0,926	1,000	0,000	0,000	0,757	0,000	Q72
P22	0,000	0,155	1,000	1,000	0,086	0,956	1,000	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,019	1,000	0,000	0,000	0,006	0,000	Q71
P23	0,000	0,811	1,000	0,970	0,001	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061	0,450	1,000	0,000	0,000	0,240	0,000	Q63
P31	0,000	0,746	0,000	0,001	0,549	0,428	1,000	0,330	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,999	0,000	0,000	0,000	0,000	Q62
P32	0,000	1,000	0,236	0,902	0,613	0,000	0,034	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,036	Q61
P33	0,000	1,000	0,480	0,988	0,338	1,000	0,995	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,510	0,975	1,000	0,000	0,000	0,876	0,000	Q53
P41	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,003	0,050	1,000	0,000	0,000	0,018	0,000	Q52
P42	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,088	Q51
P43	0,850	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,999	0,928	0,999	0,999	1,000	0,999	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,716	Q43
P51	0,000	0,000	0,000	0,000	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,912	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	Q42
P52	0,000	0,175	0,000	0,000	1,000	0,112	0,038	0,000	0,000	0,000	0,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,978	Q41
P53	0,000	0,964	0,000	0,005	1,000	0,912	0,696	0,000	0,000	0,000	0,007	1,000	1,000	1,000	0,017	0,110	0,332	1,000	0,000	Q33
P61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,017	0,000	0,000	0,196	0,008	0,037	1,000	0,000	Q32
P62	0,000	0,034	0,000	0,000	1,000	0,019	0,005	0,000	0,000	0,000	0,748	1,000	0,992	0,099	0,000	0,000	0,000	0,855	0,000	Q31
P63	0,000	0,986	0,000	0,008	1,000	0,956	0,794	0,000	0,000	0,000	0,004	1,000	1,000	1,000	0,977	0,000	1,000	0,023	0,000	Q23
P71	0,000	0,075	0,000	0,000	1,000	0,045	0,014	0,000	0,000	0,000	0,546	1,000	0,999	0,046	1,000	0,997	1,000	0,095	0,000	Q22
P72	0,000	0,539	0,000	0,000	1,000	0,404	0,187	0,000	0,000	0,000	0,078	1,000	1,000	0,002	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	Q21
P73	0,000	0,225	0,000	0,000	1,000	0,147	0,053	0,000	0,000	0,000	0,252	1,000	1,000	0,012	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Q1

4.4. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri Karıştırılmış *Pinus brutia* Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranlarının Kıyaslanması

Pinus brutia topraklarına 1/6, 1/10 ve 1/12 oranlı kompost ilave edildiğinde de mineralizasyon oranı tanığa göre daha yüksek bulunmuştur. Farklı oranlı kompost ilaveleri arasında 1/6 oranlı kompostta mineralizasyon oranı en düşük olup tanığa yakın bir değerdedir. (Şekil 4.3). 1/10 ve 1/12 oranlı kompost ilaveleri tanığa göre istatistiksel olarak $P \leq 0.001$ düzeyinde anlamlı iken 1/6 oranlı kompost ilavesinde tanığa göre anlamsız olduğu belirlenmiştir. 1/6 ile 1/10 ve 1/6 ile 1/12 oranlı kompost ilaveleri arasındaki istatistiksel fark ise $P \leq 0.001$ düzeyinde anlamlı iken, 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta anlamlı bulunmamıştır.

Toprağa 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavesinde mineralizasyon oranı tanığa göre yüksek iken 1/6 oranlı steril kompost ilavesinde ise tanığa göre daha düşük bulunmuştur. Kompostun steril edilmesiyle toprakta mineralizasyon oranı, steril olmayana göre azalma göstermiştir (Şekil 4.3). 1/6 oranlı steril kompost ilaveli toprak ile tanığın mineralizasyon oranları arasındaki farkı anlamsız iken, 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilaveli toprakta anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.001$). 1/6 ile 1/10 ve 1/6 ile 1/12 oranlı kompost ilaveleri arasındaki istatistiksel fark ise $P \leq 0.001$ düzeyinde anlamlı iken, 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta anlamlı bulunmamıştır.

Steril toprağa bakterilerin (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*) tek tek ve birlikte ilavesinde mineralizasyon oranının tanığa göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. (Şekil 4.3). Bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı hesaplanmıştır. Burada *Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.* ilavelerinde, *Bacillus sp.*+*Pseudomonas sp.* karışımına göre mineralizasyon oranı daha yüksek bulunmuş olup bunlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Steril toprak + Steril Kompost karışımına *Bacillus sp.* ilave edildiğinde mineralizasyon oranı 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta tanığa göre yüksek iken, 1/6 oranlı kompostta tanığa göre düşük olmuştur (Şekil 4.3). Sadece, tanık ile 1/12 oranlı steril kompost ilaveli toprağın mineralizasyon oranları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Steril kompostlu steril toprakların

mineralizasyon oranları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Steril toprak + Steril kompost ortamına *Pseudomonas sp.* ilave edildiğinde mineralizasyon oranı *Bacillus* ilavesinde olduğu gibi olduğu 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta tanığa göre yüksek olmuş, 1/6 oranlı steril kompostta ise tanığa göre düşük bulunmuştur. Tanık ile 1/6 ($P \leq 0.05$) ve 1/12 ($P \leq 0.01$) oranlı steril kompostlu toprakların mineralizasyon oranları arasında farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Steril toprak + steril kompost karışımına *Bacillus sp.*+*Pseudomonas sp.* ilave edildiğinde 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta mineralizasyon oranı tanığa göre yüksek bulunmuş iken, 1/6 oranlı steril kompostta ise tanığa göre daha düşük olmuştur. Bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Steril kompost ilaveli toprakların mineralizasyon oranları arasındaki fark 1/6 ile 1/10 arasında $P \leq 0.05$, 1/6 ile 1/12 arasında $P \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı iken 1/10 ile 1/12 arasında anlamlı değildir.

Steril toprak+1/6 ve 1/10 oranlı steril kompost ilaveli ortamda *Bacillus sp.* +*Pseudomonas sp.* birlikte iken mineralizasyon oranı her 2 bakteri tek tek olmalarına göre daha yüksek iken, steril toprak+1/12 oranlı steril kompost ilaveli ortamda tam tersi bir durum belirlenmiştir.

4.5. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri Karıştırılmış *Quercus coccifera* Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranlarının Kıyaslanması

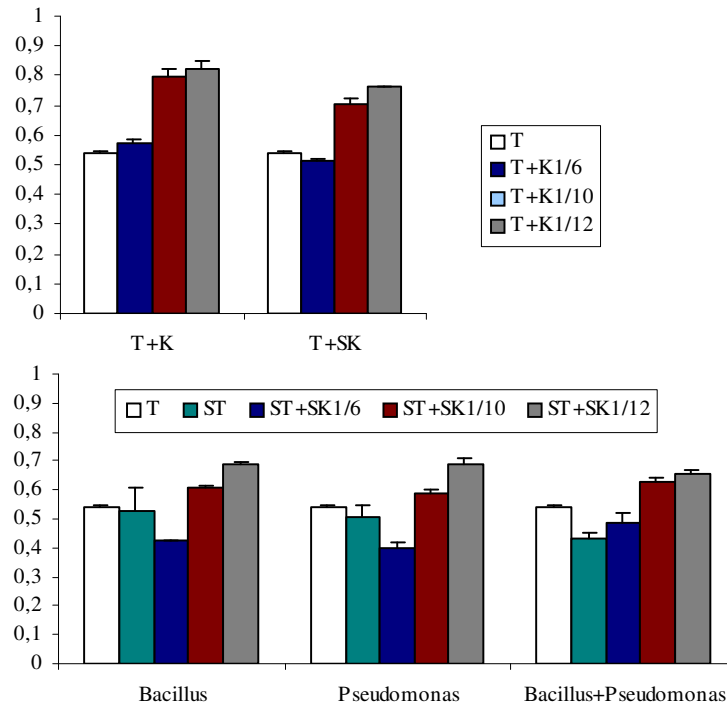
Quercus coccifera topraklarına kompost karıştırıldığında mineralizasyon oranı 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta tanığa göre yüksek iken 1/6 oranlı kompostta *Pinus* topraklarından farklı olarak tanığa göre daha düşük olmuştur (Şekil 4.4). Bu fark 1/10 ve 1/12 oranlı kompostta tanığa göre anlamlı iken ($P \leq 0.001$), 1/6 oranlı kompostta tanığa göre anlamlı bir fark bulunmamıştır. 1/6 ile 1/10 ve 1/6 ile 1/12 oranlı kompost arasındaki mineralizasyon oranı farkı çok önemli iken ($P \leq 0.001$), 1/10 ile 1/12 oranlı kompost arasındaki fark ise anlamlı bulunmamıştır.

Toprağa farklı oranda steril kompost ilave edildiğinde de kompostta olduğu gibi toprağın mineralizasyon oranı artmıştır (Şekil 4.4). 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompost ilavesinde tanığa göre mineralizasyon oranları arasındaki fark istatistiksel

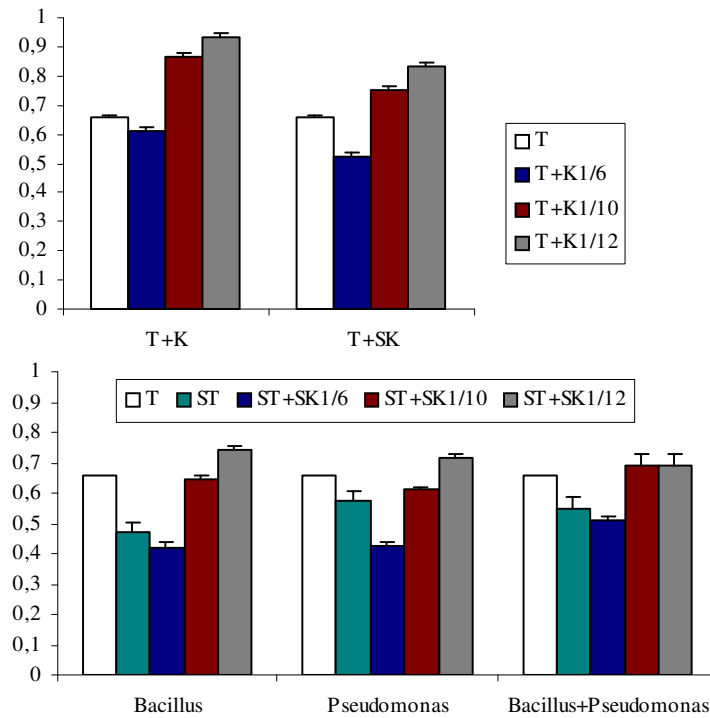
olarak $P \leq 0.001$ düzeyinde anlamlı iken, 1/6 oranlı steril kompost ilavesinde ise anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, 1/6 ile 1/10 ve 1/6 ile 1/12 oranlı kompostların mineralizasyon oranları arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli ($P \leq 0.001$) bulunmuş, 1/10 ve 1/12 oranları arasında ise önemli bulunmamıştır.

Steril toprağa *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* ve *Bacillus sp.+Pseudomonas sp.* karıştırıldığında mineralizasyon oranı tanığa göre düşük olmuştur. Tanık ile Steril toprak+*Bacillus sp.* karışımının mineralizasyon oranları arasındaki fark $P \leq 0.001$ düzeyinde anlamlı bulunmuş iken *Pseudomonas sp.* ve *Bacillus sp.+Pseudomonas sp.* ilavelerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tek tek karıştırılan bakterilerden *Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*'de mineralizasyon oranı *Bacillus sp.+Pseudomonas sp.* karışımına göre daha düşük olmuş, en düşük mineralizasyon oranı *Bacillus sp.*'de bulunmuştur. (Şekil 4.4). Bu 3 bakteri arasındaki mineralizasyon oranı farkı istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Steril toprak+steril kompost karışımına *Bacillus sp. ile Pseudomonas sp. ve Bacillus sp.+Pseudomonas sp. ilave* edildiğinde mineralizasyon oranı 1/10 ve 1/12 oranlı steril kompostta tanığa göre yüksek iken, 1/6 oranlı steril kompostta tanığa göre daha düşüktür (Şekil 4.4). Steril toprak+1/6 oranlı steril kompostlu ortamda *Bacillus sp.+Pseudomonas sp.* birlikte iken mineralizasyon oranı her 2 bakterinin tek tek olmasına göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Steril toprak+1/6 oranlı steril kompost ortamına saf halde *Bacillus sp. ve Pseudomonas sp. ilave* edildiğinde mineralizasyon oranı tanığa göre $P \leq 0.001$ düzeyinde çok anlamlı bulunmuş iken *Bacillus sp.+Pseudomonas sp. ilavesinde* $P \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte, 1/6 ile 1/10 ve 1/6 ile 1/12 oranlı steril kompost arasında $P \leq 0.001$ düzeyinde anlamlı olup 1/10 ile 1/12 oranlı steril kompost arasındaki fark ise anlamsız bulunmuştur.



Şekil 4.3. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri Uygulanmış *Pinus brutia* Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranları



Şekil 4.4. Farklı Oranlı Kompost ile Bakteri Uygulanmış *Quercus coccifera* Topraklarının Karbon Mineralizasyon Oranları

Bu çalışmada, *Quercus coccifera* toprağının karbon içeriği (Çizelge 4.1) *Pinus brutia* topraklarına göre daha az olmasına rağmen karbon mineralizasyon oranı *Pinus* toprağına göre daha yüksek gerçekleşmiştir (Şekil 4.3 ve 4.4). Burada *Quercus* toprağında organik madde kalitesinin daha iyi olduğu söylenebilir. Darıcı ve Aka (2005), da yaptıkları çalışmada, bitkilerin organik madde kalitesinin artışı ile mikrobiyal aktivitenin arttığını belirlemişlerdir.

Pinus brutia ve *Quercus coccifera* topraklarına kompost ilaveleri ile toprağın mikrobiyal faaliyetinin arttığı gözlenmiştir. Leifeld ve ark. (2002) ile Saison ve arkadaşları da (2004), toprakların mikrobiyal faaliyetinin toprağına ilave edilen kompost miktarı ile arttığını belirtmişlerdir.

Topraklara ilave edilen kompostun toprağın kendi organik maddesini de harekete geçirdiğini (dinamik hale geçirdiği) ve böylece daha fazla mineralleştiği söylenebilir. Bu anlamda 1/10 ve 1/12 oranlarındaki (kompost/toprak) ilavelerde organik madde mineralizasyonu tanığına göre daha fazla olmuş, fakat 1/6'lık kompostlu ortamda mikrocanlılar diğer oranlara göre, daha az etkili olmuşlardır. Bu azalmanın mikrocanlıların oksijen ihtiyacı veya fazla organik madde (inhibitör etki) baskısından kaynaklandığı söylenebilir.

Tüm kompost oranlarında her iki toprağın karbon miktarının mikrobiyal faaliyete yeterli düzeye ulaştığı grafiklerden anlaşılmaktadır. Gerçekten her 3 oranda da mikrobiyal respirasyon eğrileri artarak ilerlerken tanıkta aşağıya doğru azalma eğilimi gözlenmektedir. Artış hem *Bacillus sp.* hem *Pseudomonas sp.*'nin ayrı ayrı ve birlikte buldukları ortamlarda da benzer şekildedir. Hatta her iki bakterinin birlikte olduğu topraklarda bakterilerin birbirlerine sinerjik etki yaptığı (9. günden itibaren) gözlenmektedir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).

Steril toprak+steril kompost ortamına tek tek ve birlikte bakteri (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*) ilave edildiğinde tanığına göre her 3 oranlı steril kompostta mikrobiyal faaliyet artarak ilerlemiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Toprak ve kompostun mikroflorasının olmayışı *Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*'ye karşı oluşabilecek direnci yok ettiği için her iki bakteri suşunun tek tek ve birlikte iken faaliyetlerini arttırdığı düşünülebilir.

Kompostun steril edilmesiyle toprakta mikrobiyal faaliyet (Çizelge 4.2) steril olmayan komposta göre azalmıştır. Bu sonuç Saison (2004)'un bulduğu sonuçları desteklemektedir. Bu durum bize toprağın organik madde mineralizasyonunda organik madde miktarı yanında kompost kökenli mikrocanlıların da etkili olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, laboratuvar koşullarında 30 gün süre ile yürütülen inkübasyon denemesinde, toprağa farklı oranlarda karıştırılan steril ve steril olmayan kompost (toprağın 1/6, 1/10 ve 1/12'si) ile, saf ve birlikte ilave edilen 2 bakteri suşunun (*Bacillus sp.* ve *Pseudomonas sp.*) toprakta karbon mineralizasyonuna etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

Toprakların CO₂ üretimi steril toprak+bakteri uygulaması hariç, ilk 6-9 günlük ölçüm döneminde biraz yüksek bulunmuş iken inkübasyonun ilerleyen dönemlerinde azalmıştır. Bunun sebebi toprakta mikroorganizmalar tarafından kolay parçalanan organik bileşiklerin azalması olabilir (Kara, 1999).

İlave edilen kompost toprakta mikrobiyal faaliyeti arttırmıştır. Mikroorganizmaların organik maddeyi çok fazla parçalaması başlangıçta olumlu görünse de bu mikrobiyal faaliyet toprak organik maddesi, yani enerji rezervinin çabuk tükenmesine sebep olacağından inkübasyonlarda topraktaki faaliyetlerin hızla azalmasına, hatta daha ileri boyutlarda tamamen durmasına yol açabilecektir.

Her ik toprakta da, steril toprağa tek tek ve birlikte bakteri ilave edildiğinde organik madde mineralizasyonu tanığa göre düşük olmuş iken, steril toprak+steril kompost ortamına ilave edildiğinde ise tanığa göre daha yüksek bulunması toprak karbonunun yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir.

Pinus brutia toprağında gözlenen cevaplar *Quercus coccifera* toprağında da gözlenmiştir. Aslında bu olay her iki bitkinin de Akdeniz İklimi etkisi altındaki bu ekosistemin ayrılmaz bir parçası olduğunu, onunla tamamen bütünleştiğini göstermektedir. Ekosistemin farklı öğeleri gibi olsalar da aynı koşullara benzer reaksiyonlar geliştirmişlerdir. Zaten "Ekosistemin Dengesi" olarak adlandırılan da tüm bu dengenin toplamıdır.

Gerek *Pinus* gerekse *Quercus* toprağının belli bir kapasiteye sahip olduğu ilave edilen kompost oranlarına verdiği tepkiden anlaşılmaktadır. 1/10 ve 1/12 oranlı kompostlu toprakta mikrobiyal faaliyet artarken 1/6 da azalması bu durum ile açıklanabilir. İlk bakışta organik madde miktarının artışının mikrobiyal faaliyeti hızlandıracağı ve arttıracığı düşünülebilir. Böylece toprak daha fazla enerji kazanmış

olmaktadır. Fakat eğer toprakta bu enerjiyi kullanılabilir düzeyde ve yetenekte mikrocanlı yoksa bu enerji kullanılamamakta, hatta bir baskı unsuru (stres) olmaktadır. Bizim topraklarımızda gözlediğimiz de budur. Akdeniz ekosistemlerinin bilinen potansiyel düzeyi (fakirliği) bu 2 bitkinin toprağında da ortaya çıkmaktadır (Akalan, 1983).

Bu çalışmanın bizzat Akdeniz Bölgesi ve hatta diğer pek çok bölgede, farklı bitki türlerinin topraklarında daha geniş kompost serileri ve farklı bakteri suşlarının kullanılması ve ayrıca ilave edilen kompostun da karbon mineralizasyonunun belirlenerek genişletilmesinin yararlı olacağına inanıyoruz. Ayrıca, değişik bakteri suşları bizzat topraktan izole edilerek de karbon mineralizasyonuna etkileri ayrı ayrı ve birlikte incelenebilir. Bu da yerli (otokton) floranın potansiyel gücünü göstermesi açısından önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

- AJWA, H.A., TABATABAI, M.A., 1994. Decomposition of different organic materials in soils, *Biology and Fertility of Soils* 18, 175-182.
- AKALAN, İ., 1983. Toprak Bilgisi. A.Ü.Zir.Fak.Yayınları:878, Ders Kitabı:243, Toprak Bölümü. Ank. Ün. Basımevi, sf:197.
- AKAN, E., 1993. Tıbbi Mikrobiyoloji. Saray Medikal Yayıncılık, İzmir. s. 682.
- AKMAN, Y., 1993. Biyocoğrafya. Palme Yayınları, Ankara, sf. 161-193.
- ALEXANDER, M., 1977. Introduction to Soil Microbiology, Second edition. John Wiley&Sons Inc. New York. USA. 16-36.
- ALLISON, L.E. and MOODIE, C.D., 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy., Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A. 9:1379-1400.*
- ANONYMOUS, 1978. *Microbiologischen Handbuch.* E. Merck, Darmstadt.
- ARDA, M., 2000. Temel mikrobiyoloji, Medisan Yayınları, Ankara, 548.
- AŞKIN, T., KIZILKAYA, R., GÜLSER, C., BAYRAKLI, B., 2004. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Topraklarının Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 31-36.
- BECK, T., 1984. Mikrobiologische und Biochemische Charakterisierung Landwirtschaftlich genutzter B.den. *Mikrobiologischen Kennzahl. Z. Pflanzenernahrung. Bodenk*, 147:456-466,
- BELLINASO M., GREER C. W., PERALBA M., 2003. Biodegradation of the herbicide trifluralin by bacteria isolated from soil. *FEMS Microb. Ecol.*, Elsevier, 43: 191-194.
- BERNAL M. P., SANCHEZMONEDERO M. A., PAREDES C., ROIG A., 1998. Carbon Mineralization from Organic Wastes at Different Composting Stages During Their Incubation with Soil *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 69(3), 175-189.
- BOUYOUCOS, G.S., 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Mohing Mechanical Analysis of Soil. *Agron.Jour.*, 43:434-438.

- BURKE, Q. F., MCDONALD, K. O., DAVIDSON, E. W., 1983. Effect of UV light on spore viability and mosquito larvicidal activity of *Bacillus sphaericus* 1593, Applied and Environmental Microbiology, 954-956.
- ÇENGEL, M., 1983. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, Ders Teksiri. E.Ü. Ziraat Fak. No.78, Bornova.
- ÇENGEL, M., OKUR, N., 2000. Farklı Organik Atık Maddelerin ve Çöp Kompostunun Toprağın Biyolojik Aktivitesi Üzerine Etkileri. E.Ü.Z.F. Derg. Cilt: 37/1, 177-184.
- ÇOLAK, A.K., 1979. Çukurova Bölgesinde Anız Yakımının Toprağın Mikroorganizma Populasyonuna, Biyolojik Aktivitesine ve Diğer Bazı Özelliklerine Etkisi. Doçentlik Tezi. Adana
- _____, 1980. Toprak biyolojisi Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 451.
- _____, 1988. Toprak Biyolojisi Ders Notları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi. No. 99, 50-55.
- _____, 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 98
- ÇOLAK, Ö., ve ARIKAN, B., 1990. Laktoz pozitif *Enterobacteriaceae* üyelerinin teşhisi için geliştirilmiş yeni bir selektif agar besiyeri. Kükem Dergisi, 13 (12):15-21.
- DARICI, C., AKA, H., 2004. Carbon and Nitrogen Mineralization of Lead Treated Soils in The Eastern Mediterranean Region, Turkey. Soil & Sediment Contamination 13, 255-265.
- _____, 2005. Doğu Akdeniz Bölgesinde İki Farklı Ana Materyalde Yetişen *Olea europaea* L., *Pinus brutia* Ten., ve *Pistacia terebinthus* L., Topraklarında Karbon mineralizasyonu. Ekoloji Dergisi 14, 54, 20-24.
- DAVIS, P.H., 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol.1, p: 22, University Press, Edinburgh.
- _____, 1982. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol.7, p: 451, University Press, Edinburgh.
- DEMİRALAY, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum, sf: 78-89.

- DİNÇ, U., SARI, M., ŞENOL, S., KAPUR, S., ve ark., 1989. Çukurova Bölgesi Toprakları Ç.Ü.Zir.Fak.Yard. Ders Kitabı, No:26. Ç.Ü.Zir.Fak. Toprak Bölümü, ADANA, sf: 17-30
- DOMSCH. H., 1962. Bodenatmung. Sammelbericht über Methoden und Ergebnisse. Zbl. Bakt. Abt. 11. 116. 33-78.
- DUCHAUFOR, P.,1970. *Precis de Pedologie*. Masson et C^{1e}, Editeurs, p: 435-437, PARIS.
- ERDİN, E. 1998. Çevre Mikrobiyolojisi Ders Notları. Buca, İzmir. s. 8.
- ERGENE, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları. No. 635, Ders kitapları serisi. No. 47, 222-232
- FISHER, R.F., 1995. Soil Organic Matter: Clue or Conundrum? P. 1-11.-In: W.W.McFee and J.M. Kely (eds.): Carbon Forms and Functions in Forest Soils. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin USA.
- GIUSQUIANI, P.L., PAGLIAI, M., GIGLIOTTI, G., BUSINELLI, D., BENETTI, A., 1995. Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties. J. Environ. Qual. 24:175–182
- GÖKMEN H., 1973. Kapalı Tohumlular (Angiospermae). Orman Bakanlığı Yayınları Sıra no. 564, seri no. 53, Şark Matbaası, Ankara.
- GRAY, T.R.G., WILLIAMS, S.T., 1975. Soil Micro-organisms. Longman. London and Newyork. s.240.
- HIZALAN, E., 1971. Toprak Organizmaları. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayınları No. 451. Yardımcı Ders Kitabı No.153. Ankara. s. 19-20.
- HOFFMANN, 1986. Bodenzyme als Charakteristika Bioloischen Aktivitat und von Stoffumsatzen in B.den. II. Seminar: Die Anwendung Enzymatischer und Mikrobiologischer Methoden in der Bodenanalyse. 5-6 Juni, Linz.
- IGNATIEFF, V., PAGE, J.H., 1970., Gübrelerin etkili bir şekilde kullanılmaları. Çev. Nurinnisa Özbek. 2. baskı Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın No. 420 S. 378.
- JACKSON, M. L.,1958. Soil Chemical Analysis. Pretice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A., p: 1-498.

- JAGGI, W., 1976. Die Bestimmung der CO₂-Bildung als Mass der Bodenbiologischen Aktivität. Schweizer Landw. Forschung. 15. 371-380.
- JAVOREKOVA, S., STEVILKOVA, T., LABUDA, R., ONDRIČIK, P., 2001. Influence of Xenobiotics on The Biological Soil Activity. 5 tables; 1 ill., 12 ref. Journal of Central European Agriculture (Croatia). (2001). v. 2(3-4) p. 191-198. 2001
- JOERGENSEN, R.G., SCHEU, S., 1999. Response of soil microorganisms to the addition of carbon, nitrogen and phosphorus in a forest Rendzina Soil. Biol. Biochem. 31, 859–866.
- JONASSON, S., MICHELSEN, A., SCHMIDT, I.K., (1996). Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of NPK fertilizer and sugar: Implications for plant nutrient uptake. *Oecologia* 106, 507-515.
- JORGENSEN, R.G., MEYER, B., RODEN, A. & WITTKE, B. 1996. Microbial activity and biomass in mixture treatments of soil and biogenic municipal refuse compost. *Biology and Fertility of Soils*, 23, 43-49.
- KALAYLI, E. VE BEYATLI, Y., 2003. *Bacillus* Cinsi Bakterilerin Antimikrobiyal Aktiviteleri, PHB Üretimleri ve Plazmid DNA' ları. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 01(12), 24-35.
- KARA, E.E., 1999. Changes According to Incubation Periods in Some Microbiological Characteristics at Soil Samples of Some Soil Series from the Gelemen Agricultural Administration *Turk. J. Agric. For.*, 23, 459-466.
- KARA, H., 2002. Kompost Hazırlama ve Kullanma. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enst. Yayın No.11, Erdemli, Mersin.
- KAYNAR P., VE BEYATLI, Y., 2003. Balıklardan İzole Edilen *Bacillus* Cinsi Bakterilerin Bazı Metabolik Özelliklerinin Belirlenmesi, Plazmid DNA ve Protein Profillerinin İncelenmesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 04(03), Sayfa:1-30
- KURZATKOWSKI, D., MARTIUS, C., HOEFER, H., GARCIA, M., 2004. Litter decomposition, microbial biomass and activity of soil organisms in three agroforestry sites in central Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 69, 257-267.

- LEIFELD J, SIEBERT S, KOGEL-KNABNER I., 2002. Biological activity and organic matter mineralization of soil amended with biowaste composts. *J. Plant Nutr. Soil Sci* 165, 151-159.
- LELOĞLU, N., 1973. Genel Mikrobiyoloji. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yayınları No. 18. s. 3.
- LEVI-MINZI R., RIFFALDI R., SAVIOZZI A. 1990. Carbon mineralization in soil amended with different organic materials. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 31, 325-335.
- LORENZ, K., 2001. The role of microorganisms and organic matter quality for nutrient mineralization and Carbon composition of organic layers in forests as influenced by site properties and soil management, *Hohenheimer bodenkundliche Hefte*, Hohenheim Uni. Stuttgart.
- METEOROLOJİ BÜLTENİ, 1974. Ortalama ve Extrem Kıymetler. Meteoroloji Müdürlüğü Yayını. Ankara.
- MUNSELL COLOR, 1975. Munsell Soil Color Charts. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, 2441 North Calvert Street, Baltimore, Maryland-21218.
- MULLER, G., 1965. *Bodenbiologie* VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- OLAYINKA, A., ADETUNJI, A., ADEBAYO, A., 1998. Effect of Organic Amendment and Nitrojen Fixation By Cowpea. *J-Plant-Nutr.* Monticello, N. Y: Marcel Dekker Inc. V. 21 (11). P: 2455-2464.
- ÖZBEK, H., DİNÇ, U., ve KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 73, sf: 17-32.
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK. M., ve KAPTAN, H. 1993. *Toprak Bilimi* . Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 73, Ders Kitapları No: 6, sf: 585-592, Adana.
- PERUCCI, P., 1992. Eynzyme activity and microbial biomass in a field soil amended with municipal refuse. *Biology and Fertility of Soils*, 14, 55-60
- RHEINHEIMER, G., 1975. *Aquatic microbiology*. John Wiley & Sons, Ltd., New York.

- SAISON C., DEGRANGE V., OLIVER R., MILLARD P., COMMEAUX C., MONTANGE D., LE ROUX X. 2006. Alteration and resilience of the soil microbial community following compost amendment: effects of compost level and compost-borne microbial community. *Env. Microbiol.* 8: 247-257.
- SAISON C., DEGRANGE V., OLIVER R., MONTANGE, D., & LE ROUX, X., 2004. Impact of Compost Amendment on The Activity, Size and Genetic Structure of Soil Microbial Community. *European Geosciences Union.* Vol.6, 7405.
- SAVIOZZI, A., CARDELLI, R., N'KOU, P., LEVI-MINZI, R., RIFFALDI, R., 2006. Soil Biological Activity as Influenced by Green Waste Compost and Cattle Manure. *Compost Science & Utilization*, Vol. 14, No. 1, 54-58.
- SCHAEFER, R., 1967. Caracteres et evolution des Activites Microbiennes Dans Une Chaîne de Sols Hidromorphes Mesotrophiques de la Plaine d'Alsace, *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol (IV)* 4, 567-592.
- SEÇMEN, M., GEMİCİ, Y., LEBLEBİCİ, E., GÖRK, G., BEKAT, L., 1989. Tohumlu Bitkiler Sistematiği. Ege Üni. Fen Fak. Kitapları serisi no. 116, Bornova, İzmir.
- TAUBMAN, S., 1992. Genus Bacillus, *Contemporary Oral Microbiology and Immunology*, 355-356.
- TISDALE, S.L., NELSON, W.L., BEATON, J.D., HAVLIN, J.L., 2004. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çev. Nuri Güzel. 6. Baskı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 246. Ders Kitapları Yayın No. A-80.
- TIWARI, S.C., TIWARI, B.K., MISHRA, R., 1989. Microbial Community Enzyme activity and CO₂ evaluation in Pineapple Orchard Soil. *Tropical Ecology* 30:2, 265-273.
- TÜRKMEN, N., 1987. Çukurova Üniversitesi Kampüs Alanının Doğal Bitkileri, Hayat Formları ve Habitatları. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Y.Lisans. Tezi: 201.
- USTAÇELEBİ, Ş., 1999. Temel ve Klinik Mikrobiyoloji. Güneş Kitabevi, Ankara. s.1339.
- ÜNAL, H., RASHEED, M.A., 1972. Ankara Topraklarında Enzim Aktiviteleri ve Bunların Önemli Toprak özellikleri ile İlişkileri. I. Üreaz, Sakkaraz ve B-

Glikozidaz Aktiviteleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı 21. Fasikül 3-4.
592-606.

WALTER, H., ve LIETH, 1960. Kilemadiagramm-Weltatlas. Fiacher, Jena.

YALTIRIK, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı. İstanbul Üni. Orman Fak. Yayınları.,
No. 3767, İstanbul. 193-194.

ZIMMERMANN, S., FREY, B., 2002. Soil respiration and microbial properties in an
acid forest soil: the effects of wood ash. Soil Biology and Biochemistry 34,
1727-1737.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Adana'da doğdum. İlk ve orta eğitimimden sonra, 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümüne girdim. 2002 yılı Ekim ayında Biyoloji Öğretmenliği Tezsiz Yüksek lisansı ile Biyoloji Master sınavlarını kazandım. 2002-2003 döneminde hem Çukurova Üniversitesi Yabancı Diller Araştırma ve Uygulama Merkezinde (YADİM) İngilizce hazırlık sınıfına devam ettim, hem de Biyoloji Öğretmenliği Tezsiz Yüksek Lisans eğitimimi tamamladım. 2003-2004 döneminde de Biyoloji anabilim dalında yüksek lisans dersleri aldıktan sonra 2004 Ekim ayında yüksek lisans tezime başladım.