

**GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ BÖLÜMÜ**

**YAVUZELİ (GAZİANTEP) TARIM ALANLARINDA  
FOSFOLİPİT YAĞ ASİTLERİNİN (PLFA) TESPİTİ**

**BİYOLOJİ BÖLÜMÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KAMİL KAHRAMAN**

**KASIM 2014**

**KASIM 2014**

**Yüksek Lisans-Biyoloji Bölümü**

**KAMİL KAHRAMAN**

**Yavuzeli (Gaziantep) Tarım Alanlarında Fosfolipit Yağ  
Asitlerinin (Plfa) Tespiti**

**Gaziantep Üniversitesi  
Biyoloji Bölümü  
Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman**

**Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ**

**Kamil KAHRAMAN**

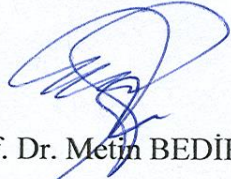
**Kasım 2014**

© 2014 [Kamil KAHRAMAN]

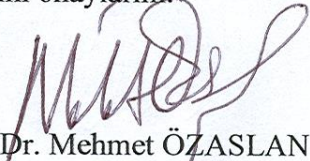
T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tezin Adı: Yavuzeli (Gaziantep) Tarım Alanlarında Fosfolipit Yağ Asitlerinin  
(PLFA) Tespiti

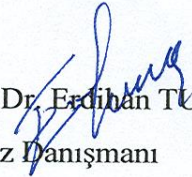
Öğrencinin, Adı Soyadı: Kamil KAHRAMAN  
Tez Savunma Tarihi: 18.11.2014  
Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

  
Prof. Dr. Mevlan BEDİR  
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

  
Prof. Dr. Mehmet ÖZASLAN  
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ  
Tez Danışmanı

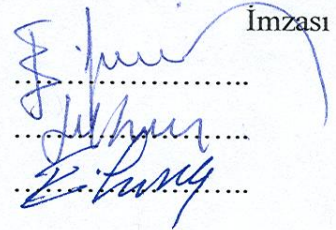
Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Doç. Dr. Mehmet Emin SÖNMEZ

Doç. Dr. İbrahim Halil KILIÇ

Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ

  
İmzası

**İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazdığımı ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.**

**Kamil KAHRAMAN**

## ÖZET

### YAVUZELİ (GAZİANTEP) TARIM ALANLARINDA FOSFOLİPİT YAĞ ASİTLERİNİN (PLFA) TESPİTİ

KAHRAMAN, Kamil

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ

Kasım 2014

46 sayfa

Bu çalışmada, Yavuzeli/Gaziantep tarım alanları topraklarında fosfolipit yağ asitlerinin (PLFA) tespiti amaçlanmıştır. Bu çalışmada bölge topraklarında komünite yapısının belirlenmesini sağlayan fosfolipit yağ asitleri (PLFA)'nın yanı sıra organik madde içeriği, bünye özellikleri, tuz oranı, kalsiyum oranı, kireç oranı ve pH içerikleri mikroorganizma çeşitliliği açısından değerlendirilmiştir. Toprakların PLFA özelliklerinin yanı sıra bazı fizikokimyasal özellikleri de araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, a15:0, i15:0, i16:0, i17:0, cy17:0, cy19:0, 16:1 $\omega$ 7t, 18:1 $\omega$ 9c, 18:1 $\omega$ 9t, 18:2 $\omega$ 6, 20:0 olmak üzere 16 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan Bakteri PLFA bioindikatör oranının, mantar PLFA bioindikatör oranından daha yoğun olduğu bulunmuştur. Ayrıca %1-4 oranında protoza PLFA bioindikatörü tespit edilmiştir. Toprakların silt oranının yüksek olduğu, alkali özellik gösterdiği, organik madde miktarının çok düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışma tarımsal uygulamaların daha sürdürülebilir olarak yapılmasına katkı sağlaması açısından çok önemlidir. Bu bölgeye uygun biyoçeşitliliği artırıcı önlemler alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Yavuzeli, Toprak ekosistemi, Mikrobiyal dinamik, PLFA

## ABSTRACT

### PHOSPHOLIPID FATTY ACIDS (PLFA) DETECTION IN AGRICULTURAL AREAS OF YAVUZELI (GAZIANTEP)

KAHRAMAN, Kamil

Master Degree Thesis, Department of Biology

Supervisor: Assist. Prof. Erdihan TUNÇ

November 2014

Page 46

In this study, it was aimed to determine phospholipid fatty acids (PLFA) in Yavuzeli /Gaziantep agricultural areas. In addition to PLFA, which enables identification of community structure in regional soils, it was evaluated organic matter content, texture properties, salt ratio, calcium ratio, lime ratio and pH contents in terms of microorganism diversity. In addition to PLFA properties, some physicochemical properties of soils were analyzed. The findings revealed 16 different fatty acids, which 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, a15:0, i15:0, i16:0, i17:0, cy17:0, cy19:0, 16:1 $\omega$ 7t, 18:1 $\omega$ 9c, 18:1 $\omega$ 9t, 18:2 $\omega$ 6, 20:0. Based on these results, it was found that bacteria PLFA bioindicator ratio was higher than PLFA bioindicator ratio. Furthermore, 1-4% protozoa PLFA bioindicator was identified. It was found that the soils had a high loam ratio, showed alkali character and that organic matter amount was very low. This study is of great importance in terms of contributing to more sustainable agricultural practices. Protection should be taken to increase suitable biodiversity for this region.

**Key words:** Yavuzeli, Soil ecosystem, Microbial dynamic, PLFA

## TEŞEKKÜR

Bu tezin başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen sürede hep yanımda olan, kendime olan güvenimi yitirdiğim zamanlarda bile başaracağıma dair inancını koruyan; bilgisi ve hoşgörüsüyle bana çok şey öğreten danışmanım, Değerli Hocam Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ'a,

PLFA analizlerimizin Almanya Trier üniversitesinde gerçekleştirilmesi sürecinde bölüm imkânlarının yanı sıra kendi bilgi ve tecrübesini bizden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Christoph EMMERLING'e, Prof. Dr. Sören Thiel-BRUHN'a laboratuvar teknik sorumlusu Petra ZIEGLER ve Elvira SIEBERGER'e,

Haritaların hazırlanmasında desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. M. Emin SÖNMEZ hocama,

Tezin yazım aşamasında desteğini hep yanımda hissettiğim ağabeyim Mehmet Emin KAHRAMAN'a,

Tecrübesinden ve sohbetinden istifade ettiğim değerli arkadaşım Barış ENEZ'e

Canım anneme, fedakâr ablama, ağabeyim Murat'a,

Hayatta olmayan ama daima hayatımda olan, bal gözlü büyükanneme çok teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
BÖLÜM 1: GİRİŞ.....	1
1.1 Toprak Ekosisteminin Yapısı Ve İçeriği.....	3
1.2 Genel Anlamda Komünite Profilleme Yöntemleri .....	4
1.3. Fosfolipid Yağ Asidi (PLFA) Nedir? .....	6
1.4. Fosfolipit Yağ Asidinin (PLFA) Analizi.....	8
1.5. Fosfolipid Yağ Asitleri (PLFA)'nın Adlandırılması.....	10
1.6 . Neden PLFA? .....	12
BÖLÜM 2: KAYNAK ÖZETLERİ .....	14
BÖLÜM 3: MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. MATERYAL.....	19
3.1.1. Çalışma Alanlarının Özellikleri .....	20
3.1.1.1. Coğrafi Konumu .....	20
3.1.1.2. İklimi .....	21
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Örnek Alma.....	23
3.2.2. Örneklerin İşleme Hazırlanması.....	23

3.2.3. Saturasyon Çamurunun Hazırlanması.....	23
3.2.4. Toprak pH'sının Belirlenmesi.....	23
3.2.5. Kireç (g/kg) İçeriğinin Belirlenmesi.....	23
3.2.6. Tuz İçeriğinin Belirlenmesi.....	25
3.2.7. Organik Madde (%) İçeriğinin Belirlenmesi.....	25
3.2.8. Toprak Strüktürünün (Yapısının) Belirlenmesi.....	26
3.2.9. Toprak (Bünye) Tayini.....	26
3.2.10. Fosfolipit Yağ Asidi Analizi.....	26
<b>BÖLÜM 4: BULGULAR .....</b>	<b>27</b>
4.1. BULGULAR .....	27
4.1.1. Çalışma Alanı Topraklarının Analiz Sonuçları.....	27
4.1.2. Çalışma Alanı Topraklarının PLFA Sonuçları.....	28
<b>BÖLÜM 5 .....</b>	<b>34</b>
5.1. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	34
5.2. ÖNERİLER.....	36
<b>KAYNAKLAR</b>	

## TABLULAR LİSTESİ

SAYFA

<b>Tablo 1.1.</b> Çoklukla kullanılan mikrobiyal komünite profil özeti.....	5
<b>Tablo 3.1.</b> Yıllık yağış verileri/ Gaziantep .....	22
<b>Tablo 3.2.</b> CaCO <sub>3</sub> için numune miktarının belirlenmesi .....	24
<b>Tablo 4.1.</b> Araştırma alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ...	27

## ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

<b>Şekil 1.1.</b> Fosfolipitlerin hücre membranındaki yeri .....	7
<b>Şekil 1.2.</b> Bir fosfolipitin kimyasal yapısı .....	8
<b>Şekil 1.4.</b> Fosfolipid yağ asitlerinin sınıflandırılması.....	11
<b>Şekil 3.1.</b> Toprak alınan bölgelere ait lokasyon haritası.....	19
<b>Şekil 3.2.</b> Yavuzeli ilçesine ait yükseklik haritası.....	20
<b>Şekil 3.3.</b> Yavuzeli ilçesi toprak türleri haritası.....	21
<b>Şekil 4.1.</b> Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerindeki yağ asitlerinin % dağılımı .....	29
<b>Şekil 4.2.</b> Şenlikçe Köyü toprak örneklerindeki yağ asitlerinin % dağılımı.....	30
<b>Şekil 4.3.</b> Kasaba Köyü toprak örneklerindeki yağ asitlerinin % dağılımı.....	31
<b>Şekil 4.4.</b> Sarılar Köyü toprak örneklerindeki yağ asitlerinin % dağılımı.....	32

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

İnsan ile toprak arasındaki ilişki ilk insanın ortaya çıkışına kadar uzanır. Beslenme ihtiyacı için toprağı ekip biçmesiyle başlayan bu serüven zamanla onu tanıma ihtiyacı doğurmuş ve toprağı çeşitli özelliklerine göre tanımlayarak sınıflandırmasına kadar devam etmiştir. Elde edilen verilere göre ilk toprak sınıflaması yaklaşık 4000 yıl önce Çinli Yu tarafından renk ve istiflenme durumuna göre yapılmıştır. Toprakların renklerine ve fiziksel özelliklerine göre Türkiye’de bilinen ilk sınıflamayı ise Sahib-ülreis Elhac İbrahim İbnülhac Mehmet Edirne’de yapmıştır. Maalesef bu sınıflamanın yer aldığı Revnak-ı Bostan isimli kitabın aslı günümüze kadar ulaşamamasına rağmen 1651 tarihli kopyası Süleymaniye Kütüphanesi’nde mevcuttur (Kantarcı,2000).

Toprakla insan arasındaki ilişki ve paylaşım, kaynaklardan anlaşıldığı üzere insanlığın varlığıyla paralellik göstermektedir. Özellikle toprağın, bilimin konusu haline gelip tanımlanmaya başlaması ise 19.yy. sonlarına rastlamaktadır. Ramann toprağı ”yeryüzünün bitki taşımaya elverişli ayrılmış üst tabakasıdır” şeklindeki tanımlarken, Toprak Bilimi’nin gelişmesiyle toprak tanımlarında da hem çeşitlilik hem de farklılıklar olmuştur. Fakat genel anlamıyla toprak, dünya yüzeyinde, kayaçların ayrışmasından oluşmuş gevşek, dağılılabılır bir katmandır. Bitkilerin yetişmesini topraktan ayrı düşünemeyeceğimize göre, katmanın aynı zamanda bitkilere durak yeri olan, besin maddesi ve diğer gelişme koşullarını sağlayan bir ortam olduğu tanımlaması kendiliğinden ortaya çıkmaktadır (Aydın ve Kılıç, 2010). Toprak tanımları önceleri yüzeysel ve toprağın katı fazını açıklayan tanımlamalar iken, ilerleyen zamanlarda toprağın içindeki tüm canlı ve cansız yapılar toprağın bileşeni olarak kabul edilmiştir.

Toprakla ilgili kabaca bir tanım belirlemek gerekirse Altınbaş'ın tanımladığı gibi “toprak; inorganik yada organik kökenli katı faz ile gaz ve sıvı şeklindeki öğelerinin koşullara bağlı olarak oranlarının değiştiği, dinamik bir denge yapısına sahip, canlı ve üç boyutlu, bitki hayvan ve mikroorganizmaların yaşam bulduğu doğal bir ortamdır” diyebiliriz (Altınbaş vd.,2008).

Toprakla ilgili tanımlara bazı kaynaklarda “mikrobiyal komüniteler” de dahil olmuştur. Çünkü bir miktar toprak alınıp kabaca incelendiğinde, bunun katı maddeler ve boşluklardan meydana geldiği, bu boşlukları dolduran su ve havadan ibaret olduğu görülmektedir. Toprağın hacim olarak yaklaşık % 50 si katı madde ve % 50 si de boşluklardan oluşmaktadır. Katı maddeler inorganik ve organik olarak ikiye ayrılmaktadır. Mineral orijinli olan inorganik maddeler bütün hacmin yaklaşık % 45'ini, organik maddeler ise % 5'ini oluşturmaktadır. Geriye kalan % 50 oranındaki boşluklar değişen oranlarda su ve hava ile doludur (Yüksel,2003)

Mineral madde, toprakların oluşmasına hizmet eden ana kaya/materyallerde bulunan minerallerin parçalanma ve ayrışmasıyla açığa çıkan ikincil minerallerden ve bu minerallerin dayanıklılığı nedeniyle toprağa olduğu gibi geçen primer minerallerden oluşmaktadır. Mineral maddeler farklı büyüklüklerde olabilir (Bakırcıoğlu, 2009). Toprağı oluşturan organik maddelerin büyük çoğunluğu, bitkisel ve hayvansal atıkların çürümesi ve mikroorganizmaların faaliyetleri ile ortaya çıkan bu organik malzemeye humus denir.

Toprak yalnızca kum, silt ve kil gibi mineral fraksiyonlardan ve çeşitli ayrışma düzeyindeki organik maddelerden oluşmamaktadır. Topraklarda hem mikroskobik boyutlarda ve hem de makroskobik nitelikte karmaşık bir canlılar dünyası bulunmaktadır. Çok sayıda bakteri, mantar, alg, virüs, protozoa gibi organizmalar yanında mikroskobik büyüklükteki toprak omurgasızlarından omurgalı canlılara kadar değişen toprak canlıları karmaşık bir etkileşim içinde toprakta bulunurlar (Haktanır ve Arcaç, 1997). Toprak, asıl dinamizmini bu organizmaların faaliyetlerinden almaktadır. Çünkü mikroorganizmalar ve toprak verimliliği arasında yakın ilişki bulunmaktadır. Malesef bünyesinde yeterli miktarda mikroorganizma barındırmayan toprakta verim düşmektedir (Asan, 1993). Ayrıca topraktaki mikroorganizma varlığı, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine, minarel

madde muhtevasına, organik madde miktarına ve mevsimlere göre farklılıklar arzeder (Beck,1968).

### **1.1. Toprak Ekosisteminin Yapısı ve İçeriği**

Toprak doğal, karmaşık ve gözenekli bir sistemden oluşmaktadır. Ayrıca toprak, katı-sıvı ve gaz fazlarından oluşan heterojen bir yapıya sahiptir. Mineral fazı oluşturan farklı toprak fraksiyonlarının birim kütle içerisindeki karışım oranları ve paketlenme düzenleri ve toprak fazları arasındaki karşılıklı ilişkiler toprağın yapısal davranışını ortaya koymaktadır (Öztaş, 2012). Toprak ekosistemi diğer ekosistem yapılarından önemli derecede farklıdır. Diğer ekosistemlerde enerji girişinin büyük bir kısmı güneş enerjisi ile sağlanmaktadır ve birincil üreticiler olan bitkiler bu enerji ile fotosentez yaparak organik madde üretmektedirler. Toprak ekosisteminde ise enerji girişi bitkisel tabanlı organik madde ile gerçekleşmektedir (Çakır ve Makineci,2011).

Topraktaki mikroorganizmaların bitki gelişimleri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle topraktaki mikroorganizmaların işlevini ortaya koymak gerekmektedir. Oysa toprak mikroorganizmalarının çeşitliliği göz önüne alındığında bu etkiyi karakterize etmenin güçlüğü de ortaya çıkmaktadır (Bever, 2002). Mikroorganizmaların çeşitliliği ve değişkenliği, topraktaki rollerini ve toprağa etkilerini ortaya çıkarmayı zorlaştıran en önemli hususların başında gelmektedir. Geçmişte toprağın fizikokimyasal özellikleri (pH, besin durumu, organik karbon) toprağın çevresindeki stres koşullarına tepkisini kontrol etmek için kullanılmıştır. Oysa toprağın fizikokimyasal özellikleri, toprağın çevresel durumlar karşısındaki değişimlerini kontrol etmek için yeterli ve hassas değildir (Atlas,1984)

Topraktaki mikroorganizmalar, toprağa dâhil olan bitkisel ve hayvansal atıkların mineralleşme süreci ve biyokimyasal dönüşümlerde etkili olup toprağın verimliliğinde de önemli bir yer tutmaktadırlar (Alexsander,1977). Bu nedenle toprağı tanımak, mikrobiyal komüniteyi ve komünal ilişkileri tanımdan geçer. Mikroorganizmaların sayıları, tür ve faaliyetleri topraktaki atık organik maddelerin bileşim ve miktarına, ortam koşullarına, toprak pH 'ına, sıcaklık ve neme bağlıdır (Kutlay vd.,2010). Substrattan mikroorganizma izolesi zor olduğundan mikrobiyal gelişimi doğrudan tespit etmek imkansızdır. Bundan ötürü, dolaylı yöntemler geliştirilmiştir. Mikrobiyal biokütleyi bulmak ve mikrobiyal oluşumları tanımlamak

için fosfolipid yağ asitleri gibi biyoindikatörler uzmanlar tarafından kullanılmıştır (Zelles ve Bai, 1993).

## **1.2. Genel Anlamda Komünite Profilleme Yöntemleri**

Toprak, mikroskobik boyuttaki canlı aleminin en büyük kaynağıdır ve bu kaynağın çeşitliliği ile ilgili bilgi edinme yolunda bazı güçlükler görülmektedir (Erdoğan, 2010). Toprakta hangi mikroorganizmaların olduğunu ve bu mikroorganizmaların topraktaki fonksiyonlarını tam anlamıyla tespit etmek imkansızdır. İşte bu durum toprak profilleme yöntemlerinin gelişmesinin önündeki en önemli engellerinden biri olmaktadır. Çünkü gerçek bir mikrobiyal kütle analizi, sadece mikrobiyal biokütle ve çeşitlilik belirlememeli, bunun yanı sıra mikrobiyal büyüme ve dağılım fonksiyonlarını da içermelidir.

Topraktaki mikrobiyal parametreler, toprak kalitesinin en önemli göstergelerindedir. Bu nedenle topraktaki mikrobiyal komünitenin nicel tanımı ilgilenilen en önemli konulardan biri olmuştur. Ancak bu durumu açıklamak toprak ekolojistlerinin karşılaştığı en zor konulardan biridir (Zelles, 1999). Bu zorluğun en önemli nedenlerinden biri daha öncede belirtildiği gibi mikroskobik boyuttaki canlıların çeşitliliğinin fazla olmasıdır. Küçük mikroorganizmalarla ilgili araştırmalar incelendiğinde geçmişte komünite araştırmaları mikroorganizmayı topraktan ayırarak kültür ortamında inceleme esasına dayandığı görülmektedir. Ancak kültüre edilebilen bakterilerin sınırlı olması ve bu yöntemin zorluğu bilim insanlarını yeni yöntemler bulmaya yöneltmiştir. Çünkü yapılan çalışmalarda toprakta bulunan mikroorganizma türlerinin yaklaşık %80-99 henüz kültive edilmediği belirtilmektedir (Zelles, 1999, Amann, 1995). Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur.

Toprak bünyesindeki mikroorganizmaları toprak yapısından ayırma sorunu, mikroorganizmaların morfolojik özellikleri nedeniyle güçtür. Mikrobiyal sınıfların değişimi ise zorluğu daha da arttırmaktadır. Ayrıca topraktaki mikroorganizmaların mikroskobik boyutları görüntülemeyi zorlaştırmaktadır (Hill vd., 2000). Fakat özellikle son yıllarda toprak mikroorganizmaları ve komünite profillemede kültür bağımsız anlayışlarda ilerleme sağlanmıştır (Ritz vd.,1994). Tabloda sıklıkla kullanılan komünite profilleme teknikleri verilmiştir.



**Tablo 1.1:** Çocuklukla kullanılan mikrobiyal komünite profil özeti (Leckie, 2005).

Metod	Genel yaklaşım	Hedef popülasyon	Yorum	Seçilen referanslar
Biyolog® mikroplagları kullanarak komünite düzeyinde fizyolojik profillemeye (CLPP).	Komünitenin fizyolojik kapasitesini belirlemek için tekli karbon kaynağı kullanımını değerlendirir.	Yetiştirilebilir hızlı büyüyen organizmalar.	Görece hızlı ve ucuz. Analizinde ve yorumunda zorluklar var.	Garland ve Mills (1991), Preston-Mafham vd., (2002)
CLPP komünite düzeyinde fizyolojik profil (SIR) tekniğiyle uygulanması.	Topraktaki komünitelerin fizyolojik kapasitelerini belirlemek için tekli karbon kaynak verimliliğini belirleme.	Aktif popülasyonlar.	Birçok substratın kullanımı zaman kaybına yol açar.	Degens ve Harris (1997), Campbell vd., (2003)
Fosfolipit yağ asidi analizi. (PLFA )	Membran lipitleri farklılıklarına göre komünite yapısını belirleme.	Tüm komünitenin hepsi.	Çok çeşitlilik mantarlardan değil bakterilerden dolayı olmuştur. PLFA belirteçlerinde gruplar içinde çakışmalar olmuştur.	Frostegård ve Bååth (1996), Zelles (1999)
DNA parmakizi bazlı (örnek; GGE, T-RFLP, RISA, ITS).	Ribozomal RNA (veya diğer) genlerde varyasyona dayalı tüm komünitelerde görsel parmak izini oluşturmak.	Tüm komünitenin hepsi ya da bir kısmı (PCR primerleri bağlı olarak).	DNA ayrıştırma ve PCR'ye bağlı olarak ön yargıların oluşması. Farklı komüniteler için çözüm yetersiz kalabilir.	Muyzer vd., (1993), Osborn vd., (2000), Ranjard vd., (2001), Dickie vd., (2002)
DNA sıralı bilgisinin analizi.	Ribozomal RNA (veya diğer) genlerin sıralı analiziyle türlerin zenginliği ve komünite bileşenlerini kataloglama.	Tüm komünite veya PCR primere bağlı olarak komünitenin bir kısmı.	DNA ayrıştırma ve PCR'ye bağlı olarak önyargıların oluşur. Pahalı ve tekli toprak örneklerinin tüm çeşitlerini sıralamak için çok zaman harcıyor.	Wintzingerode vd., (1997), Axelrood vd., (2002)

Tabloda da görüldüğü üzere farklı mikroorganizmalar farklı PLFA (fosfolipid yağ asidi) örneklerine sahiptir. Mikroorganizmalardaki PLFA örneklerinden faydalanarak, bir izolasyon yapmadan doğrudan, doğal ortamında mikrobiyal komünitenin özelliklerini belirlemek mümkün olmaktadır. PLFA profilleri mikroorganizmaların gerçek kompozisyonlarını verememesine rağmen sadece komünite yapısının genel bir resmini verebilmektedir. Bununla beraber, bazı durumlarda, belirli PLFA'ların konsantrasyonlarındaki değişimler mikroorganizmaların özel gruplarının değişiklikleriyle ilişkili olabilmektedir (Baath vd.,1992; Pennanen vd.,1996)

Anlaşıldığı üzere komünite düzeyinde yaklaşım zamanla popülaritesini arttırmıştır. Bu türlerin tanımlanmaları sorunu olmadan, mikrobiyal komünite yapısının belirlenmesi anlamına gelmektedir. Modern biyokimyasal yöntemlerde, geleneksel mikrobiyoloji de yaşanan sorunlar yoktur. Kültür bağımsız yaklaşıma ait yöntemlerde mikroorganizmanın kültüre alınması ve ortamdaki uzaklaştırılması gerekmemektedir (Tunlid ve White,1992). Bu yüzden kültür incelemelerinde başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

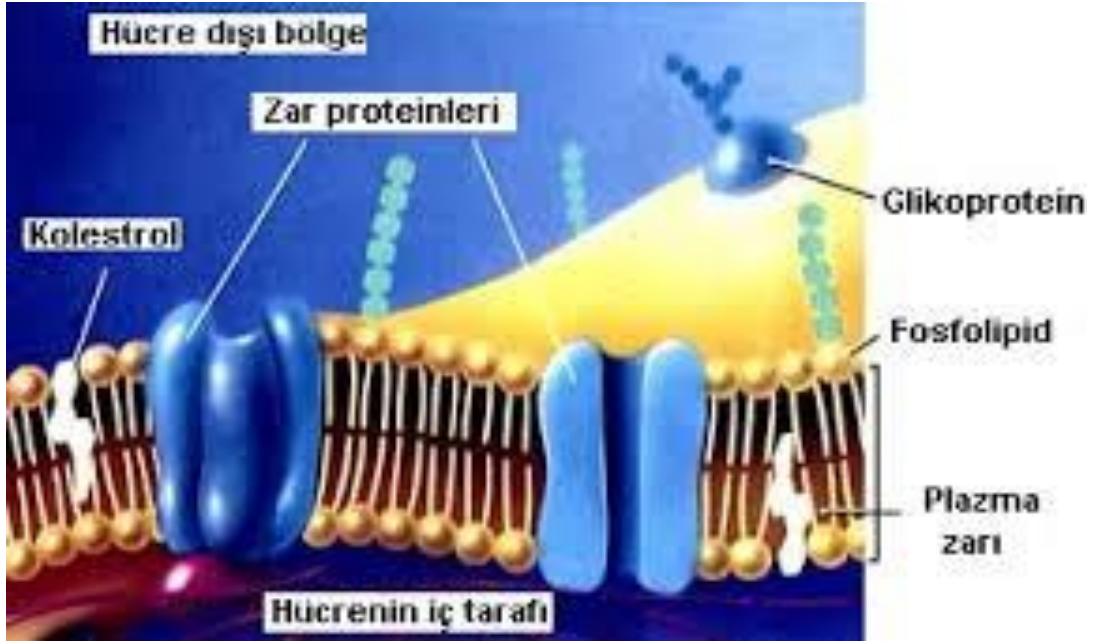
Toprağın mikrobiyal kompozisyon oluşum yapısını incelerken, kültür bağımsız bir yaklaşım olan mikrobiyal membrandaki fosfolipid yağ asidi (PLFA) bileşiklerinin analizi kullanılmaktadır (Tunlid ve White 1992; Zelles vd., 1992). Çünkü hücre zarında bulunan fosfolipid yağ asidi analizi hızlı bir yöntemdir ve komünital yapıyı tanımlamak için güvenilirdir (Frostegard, 1995). Komünital yapıyı incelerken kullanılan fosfolipid yağ asidi analizinin hızlı sonuç vermesi, araştırmaların ihtiyaca yönelik, kolay ve daha sağlıklı ilerlemesini sağlamıştır.

### **1.3. Fosfolipit Yağ Asidi (PLFA) Nedir?**

Yağ asitlerinin, tüm organizmalarda birçok biyolojik fonksiyonları vardır. Bunlar özellikle hücre ve organel zarlarının yapısında bulunmaktadır. Ayrıca biyolojik enerji için depo ve transfer maddesi olarak da kullanılabilirler (Çakmak vd., 2005). Fosfolipidler, mikrobiyal membranların ana bileşenleri olarak bilinmektedir (Uyar ve Yalçın, 2013). Bu organizmalarda iki önemli lipid çeşidi mevcuttur. Bunlar; fosfolipidler (zarın yapısında bulunur) ve nötral lipidlerdir (ökaryotların depo

lipitleri). Bu lipidlerin her ikisinde gliserol omurgasına bağlanmış yağ asitlerini içermektedir (White vd., 1997).

Hücre membranlarının esas lipidleri olan fosfolipidlerin oranı hücre membranındaki tüm maddeler arasında %24'e kadar çıkabilmektedir. Fosfolipid yağ asitleri tüm canlılarda bulunduğu için kullanışlı indikatörlerdir. Fakat fosfolipidler depolama ürünleri ya da ölü hücrelerde bulunmazlar (Lechevalier,1989). Çünkü hücre öldüğü andan itibaren hücre membranının yapısı bozulmaya başlar. Membranda ki PLFA'lar parçalanıp dağılır. Yani PLFA'lar sadece yaşayan mikrobiyal biokütlelerde kullanışlı indikatörlerdir (Hill vd., 2000).

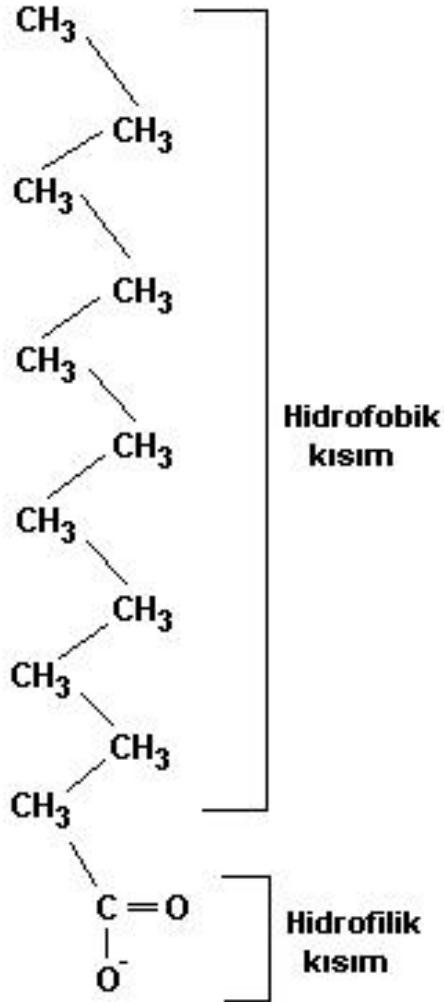


Şekil.1.1: Fosfolipidlerin hücre membranındaki yeri

([www.biyolojidünyası.net](http://www.biyolojidünyası.net)) (Erişim:06.07.2014)

#### 1.4. Fosfolipit Yağ Asidinin (PLFA) Analizi

Bir fosfolipid; bir molekül gliserol, iki yağ asidi zincirine bağlı olan iki hidroksil grubu ile üç karbonlu alkol ve bir hidrofilik fosfata bağlı baştan oluşur (Şekil 2). Hücre zarında, fosfolipid tek başına bulunmaz ve diğer fosfolipidler ile yakın ilişki içindedir. Karbonhidrat ve proteinler ile birlikte iki tabakalı yapı oluşturur. Membranda bulunan hidrofilik baş dış yüzeye yöneliktir, hidrofobik baş (ya da lipofilik) ise suyu sevmediği için iç kısma doğrudur. Bu yapı kendi sıvı doğası gereğince, çift katlı üstü dalgalı, hücre içine malzemenin kolay taşınmasını kolaylaştırır biçimdedir (Kaur vd., 2005).



Şekil 1.2. Bir fosfolipidin kimyasal yapısı. Görüntü; Biology Bölümü, Western

Bakteriyel organizmaların tanısında kullanılmak üzere toplam 200'ün üzerinde yağ asidi türü kullanılmakta olup bunlar; doymuş, doymamış, hidroksi-, siklopropan-, isove anteiso- yağ asitlerini içermektedir (Roy,1988).

Bligh ve Dayer (1959)'a göre PLFA tekniği organik solventler kullanarak yağları topraktan ayırma işlemidir. Bunu da katı faz ekstraksiyonu kullanma yoluyla, polariteye dayalı olarak fosfolipidleri diğer yağlardan ayırma işlemleri takip eder. PLFA'lar FAME'lere çevrilerek FAME'lerin çeşit ve sayılarının tespiti için GC ile analiz edilirler (Leckie, 2005). PLFA analizleri mikrobiyal komünitelerde, tarımsal kullanım (Buyer vd., 2010), suyun oranı (Williams ve Rice, 2007), pH (Rousk vd., 2009), ağır metal (Baath vd., 1998) ve daha bir çok seçenek için cevapları belirlemede kullanılır (Buyer ve Sasser, 2012).

Fosfolipidlerde yağ asitlerini bağlayan esterin niceliksel ölçümü, mikrobiyal biokütlenin ve komünite yapısının en hassas ve güvenilir kimyasal ölçüm yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Tunlid vd.,1989). Zelles ve Bai'ye göre, toprak gibi biyolojik açıdan karmaşık olan yapıların büyük oranda yağ asitleri içerdikleri tespit edilmiştir (Zelles ve Bai, 1993).

Mikroorganizmalar arasında yağ asidi farklılıkları tespit edilebilir ve öylece toprak mikrobiyal komüniteleri arasındaki farklar ortaya çıkarılarak incelenebilir (Bossio vd., 1998). Yapılan araştırmalar sonucunda prokaryotik hücrelerde genellikle tek ve çift sayılı karbon (C9-C20) içeren yağ asitleri bulunduğu tespit edilmiştir (Roy, 1988). Yağ asidi profillerindeki farklılıklar, mikroorganizmalar arasındaki genetik akrabalıkların dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Sasser, 1990).

Mikrobiyal komüniteleri tanımlamada PLFA'ların en önemli özelliği, mikroorganizmalara özgü gruplar için yağ asitlerinin farklılıklarını ortaya çıkaran bir gösterge olmasıdır (Hill vd., 2000). Bu nedenle yağ asitleri mikrobiyolojik hareketliliği incelemede kullanılabilir (Tunlid ve White, 1992). PLFA ilk kez White vd. (1979)'i tarafından sucul ortamdaki mikrobiyal komünite analizlerinde kullanıldıktan sonra Zelles bu tekniği karasal komünitelerin yapısının incelenmesinde kullandı (Zelles vd., 1992).

PLFA'nın işlevselliğinin ortaya çıkmasının ardından sırasıyla;

- Topraklarda meydana gelen alkali toz kirliliğinin tespitinde (Baath vd.,1992)
- Kireçlenmenin topraktaki etkisi ve boyutlarının araştırılmasında (Frostegard,1993a)
- Çevresel bozukluklar (ağır metal vb. nedenlerle oluşmuş) sonrası toprakta oluşan komünal değişimleri incelemede (Frostegard vd.,1996)
- Turbalık alanların mikrobiyal komünitesinin belirlenmesi (Sundh vd., 1997) gibi birçok farklı şekilde kullanıldı.

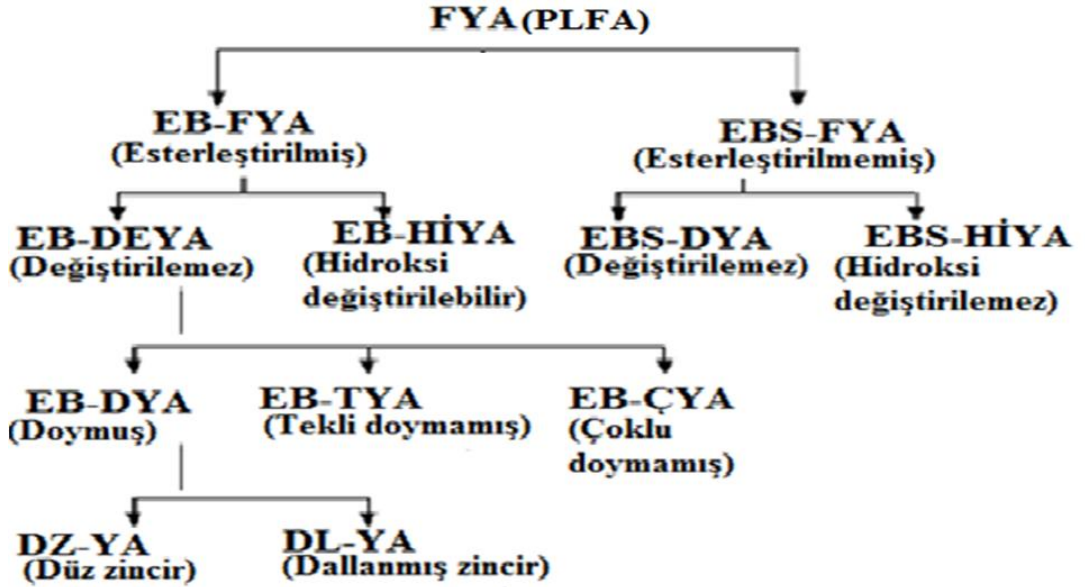
### **1.5. Fosfolipid Yağ Asitleri (PLFA)'nin Adlandırılması**

Yağ asitleri, uzunluğu 4 ile 36 karbon halkası arasında değişen hidrokarbon zincirli karboksilik asitleri olarak da tanımlanmakta ve  $(CH_3-(CH_2)_n-COOH)$  olarak formüle edilmektedirler. Yağ asitleri mikroorganizmaların hücrelerinde stoplazma ve diğer hücresel organellerin çift tabakalı membranlarında “phospholipid” (fosfolipid), “glycolipid” (glikolipid) veya “lipopolysaccharide” (lipopolisakkarid) formunda bulunan hidrokarbon yapısındaki makro moleküllerdir. Fosfolipid yağ asitleri içerdiği karbon atomu sayısına, karbon atomları arasındaki çift bağ sayısına, hangi karbon atomları arasında çift bağ olduğuna ve karbonların hidrojen atomları tarafından doyurulmuş olup olmamalarına göre farklı isimler almaktadır (Miller ve Berger, 1985).

Mikrobiyel hücrelerin tanımlanma sürecinde bu kadar fazla sayıda ve farklı özelliklere sahip PLFA bulunması nedeniyle PLFA profilinin yazı diline çevrilmesi sırasında özel bir bilimsel adlandırma kullanılması gerekmektedir. Bu dizayn genel olarak “X:Yw Z” şeklinde olup, X, hidrofobik karbon zincirindeki toplam karbon atomu sayısını, Y, zincirdeki çift bağların sayısını, Z ve  $\omega$ , çift bağın karbon zincirinin neresinde konuştüğünü belirtir. Ayrıca karbon zinciri üzerindeki izomerik yapıların (iso ve anteiso gibi ) adresi ve türü için kullanılan “i” ve “a” gibi kısaltmalar da mevcuttur. Zincir üzerindeki ‘trans’ ve ‘cis’ konfügrasyonlar “t” ve “c” harfleri ile gösterilir. “Me” lipidin bünyesindeki karbon zincirine bağlanan bir metil grubu olduğunu ifade eder (Erdoğan, 2010).

Aşağıdaki tabloda PLFA'nın bilimsel adlandırılmasında kullanılan sembol ve kısaltmaların tamamı burada verilmemekle beraber açıklamalarımızı içeren iki örnek vermek gerekirse; 10Me18:0; zincirin karboksil başından itibaren onuncu karbonunda bir metil bağlanması olan onsekiz karbonlu bir yağ asidi 18:2ω6 zincirinin metil başından itibaren altıncı karbonunda iki çift bağ bulunan onsekiz karbonlu bir yağ asidi olarak ifade edilebilir (Erdoğan, 2010).

Kaur (2005), toplam fosfolipit yağ asitlerini (FYA) olarak tanımlanmıştır. FYA; ester bağlantılı fosfolipid yağ asitleri (EB-FYA, toplamın 60-90%'ı) ve ester bağlantısız fosfolipid yağ asitleri (EBS-FYA'lar, toplamın 10– 40%'ı) içerisinde sınıflandırılabilir. EB-FYA'lar; ester bağlantılı değiştirilemez yağ asitleri (EB-DEYA'lar) ve hidroksi ikameli yağ asitleri (EB-HİYA) içerisinde alt bölümlere ayrılmıştır. EB-DEYA; doymuş (EB-DYA), tekli doymamış (EB-TYA) ve çoklu doymamış yağ asitlerini (EB-ÇYA) içermektedir. EB-DYA iki alt gruba sahiptir. Bunlar dallı zincirli yağ asitleri (DL-YA) ve düz zincirli yağ asitleri (DZ-YA). EBS-FYA'lar; değiştirilemez (EBS-DYA) ve hidroksi ikameli (EBS-HİYA) yağ asitlerinde oluşmaktadır.



**Tablo 1.4.** Fosfolipid yağ asitlerinin sınıflandırılması (Kaur, 2005).

## 1.6. Neden PLFA?

Topraktaki mikrobiyal çeşitliliğinin belirlenmesinde fosfolipidler gibi bir kimyasal madde grubunun parametre olarak kullanılabilmesi önemli şu özelliklerin sağlanmasıyla çok yakından ilgilidir;

- 1- Fosfolipidler topraktaki bütün mikroorganizma gruplarında yaygın bir şekilde bulunurlar. Bu nedenle herhangi bir topraktan ekstrakte edilen fosfolipid yağ asitleri (PLFA) hakim mikrobiyal popülasyonların hücre membranlarından sağlanmış bir karışım olduğu düşünülebilir.
- 2- PLFA değişik organizma gruplarında değerlendirilebilir ölçüde yapı ve miktar açısından farklılıklar gösterir. Örneğin bakteri, fungus ve alg gibi farklı mikroorganizma topluluklarının hücre membranında bulunan PLFA zincirlerinin uzunlukları birbirinden farklıdır. Hatta bakteriyel popülasyonları oluşturan alt gruplar (gr-pozitif, gr-negatif, ökaryotik ve prokaryotik vb.) arasında bile PLFA profili açısından farklar bulunmaktadır.
- 3- Mikroorganizmaların PLFA profili farklı toprak sistemleri arasında da ölçülebilir düzeylerde farklılıklar gösterir.
- 4- PLFA hücre yaşamı son bulduğunda kısa sürede ayrışarak yok olur veya stabil olmayan organik formlara dönüşür. Bu nedenle ekstrakte edilebilir PLFA bileşenlerinin sadece canlı olan mikrobiyel topluluklardan sağlandığı düşünülebilir (Erdoğan, 2010).

PLFA analizinin avantajlarından bir diğeri ise nükleik asitlerin hücreden ayrışmasının zorluğu ve ardışık amplifikasyonun tersine PLFA'nin kolay bir şekilde topraktan izole edilebilmesidir. PLFA mikrobiyal komünitenin karakterini temsil eder ve toprak mikrobiyal faaliyetlerinin izlenmesinde birçok nicel ve nitel bilgi sağlar (Byss vd., 2007).

Tüm olumlu yanlarına rağmen PLFA analizinin sınırlı olduğu yönleri de mevcuttur. Toprak örneklerinde organizmalar için uygun indikatörün hepsi bilinmeyebilir ve bazı durumlarda spesifik yağ asitleri ile mikroorganizma gruplarının ilgisi belirlenemeyebilir. Bu metot genelde mikroorganizmaların türünü



belirlemek için kullanılmaz. Ayrıca yöntem yağ asitleri indikatörlerine bağlı olduğu için (toplam komünite yapılarını belirlemek amacıyla) bu indikatörlerdeki herhangi bir değişim yanlış komünite tahminine sebep olur. Son olarak bakteriler ve funguslar oldukça farklı miktarda PLFA'lar ve yağ asitleri çeşitleri üretirler ki bunlarda büyüme ve çevresel streslere bağlı olarak değişir. Bu işaretli PLFA varlığı, bazı organizma grupları ile korelasyon göstermesine rağmen her koşulda sadece bu gruplara özgü olmayabilir. Sonuçta bu durum yanlış komünite topluluklarının belirlenmesine neden olabilir (Hill vd., 2000). Ancak sınırlılıklarına rağmen PLFA analizleri basit, hassas ve ucuzdur. Ayrıca toprakta bulunan canlı yapısını değerlendirmek için uygun bir tekniktir (Ruess ve Chamberlain, 2010) ve bu yönleri onu toprak komünite yapısının belirlenmesinde en kullanışlı indikatör konumuna getirmektedir.

## BÖLÜM 2

### KAYNAK ÖZETLERİ

Kültür bağımsız metodlardan olan PLFA analizi, toprağın mikrobiyal komünite yapısını incelemede kullanılır. Ayrıca PLFA analizi, ekim aktiviteleri (Zelles vd., 1992), kirlilik (Frostedgard vd., 1993b), fumigasyon (dezenfekte etme), (Macalady vd., 1998) ve toprak kalitesindeki değişimler (Bossio vd.,1998) gibi toprak bozukluklarını örnekleyecek şekilde toprak değişikliklerinin tespitinde kullanılır. Yapılan literatür taramasında ülkemizdeki topraklarda PLFA ile ilgili tez çalışması olarak Erdoğan (2010) tespit edilmiştir.

Erdoğan (2010) yaptığı çalışmada, Adana-Batman-Adıyaman bölgelerinde petrol ile kirlenmiş topraklarda bakteri, humik asit uygulamalarının PLFA metil esteri analiz (PLFA) sonuçlarını tespit etmiştir. 120 gün süren çalışma boyunca tespit edilen PLFA ajanlarının (yağ asitlerinin) gram negatif bakteriler için biomarker oldukları ve bu PLFA ajanının inkübasyonun başlangıcında yüksek değerlerde olup inkübasyonun sonunda ise meydana gelen azalmanın ortamdaki hidrokarbon kaynaklarının azalması ile ilişkili olduğunu tespit etmiştir

Yurt dışında yapılmış çalışmalar ise şöyle sıralanabilir;

Miller (1982), rutin bakteri analizlerinde, yağ asidi metil esterlerini kullanarak, bakterilerin değişen ortam şartlarına (pH vb.) tepkilerini belirlemiş, farklı sıcaklık ve pH'larda bakterilerin pik noktalarını tespit etmiştir. Bakterilerin 8°C ile 270°C arasında popülasyonlar değişimlerini kaydetmiştir. Çalışmaları sırasında 20'ye yakın yağ asidinin değişimini incelemiştir.

Bååth vd. (1992), alkali atıklar tarafından kirlenen Finlandiya ormanlık alanlarında topraktaki bakterilerin biyokütlesi, pH toleransı ve büyüme oranını, fosfolipit yağ asidi örnekleri ile çalışmışlardır. PLFA örneklemelerinin bakteri türlerindeki değişimi gösterdiğini, en büyük oransal artışın 10Me18:0 yağ asitlerinde bulunduğunu bunun da kirlenmiş alanlardaki aktinomiset sayısındaki artışı gösterdiğini, i14:0, 16:1ω5, cy17:0, 18:1ω7, ve 19:1 yağ asitlerinin seviyelerinin kirli alanlarda arttığını, ancak 15:0, i15:0, 10Me16:0, 16:1ω7t, 18:109, ve cy19:0 yağ asitlerinin seviyelerinin kirlenmemiş alanlarla kıyaslandığında, kirlenmiş alanlarda azaldığını bildirmişlerdir.

Zelles ve Bai (1993), mikrobiyal biokütle ve toplum yapısını tahmin etme amaçlı bir çalışmada, tarımsal toprakta fosfolipit (PL) ve lipopolisakkarid'den (LPS) elde edilmiş yağ asitlerinin profilinin nicel ölçümü için analitik yöntemler geliştirmiş ve değerlendirmişlerdir. Tarımsal toprakta PL'den türemiş 160'tan fazla yağ asidi, LPS'den türemiş ondan fazla hidroksi yağ asitleri bulmuşlardır. Topraktaki toplam PLFA'ların miktarı 23 µg g<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, bunun aksine, LPS'den elde edilmiş OHFA miktarı ise 519 µg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

Petersen ve Klug (1994), depolama, eleme ve inkübasyon ısısının toprak mikrobiyal komünitesinde PLFA'lar üzerindeki etkisini incelemişler, 4,5 °C'de, 7 haftalık depolamada bireysel yağ asitlerin yoğunlaşmasındaki değişikliklerin istatistiksel açıdan önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Ancak ilk elemelerde (<4 mm) mantar hiflerindeki bazı hasarlar,

biobelirteç yağ asidi 18:2ω6c'de azalma ile açıklanmıştır. Isı etkileri 3 haftaya kadar 4,5 °C, 10 °C ve 25 °C'de toprağın bekletilmesi ile inceleme yapılarak ilk 2 hafta içerisinde, 25 °C'de PLFA oluşumunda önemli bir değişiklik olduğu tespit edilmiş ancak diğer iki derecedeki değişikliğin çok az olduğu tespit edilmiştir.

Pennanen vd. (1996), uzun süreli ağır metal oluşumunun mikrobik komünite yapısına etkisi ve bakteri komünitesinin tolerans seviyesini İskandinav orman topraklarının 2 farklı gradyanında çalışmışlardır. PLFA analizi her iki kirlenmiş bölgede toprağın mikrobik komünite yapısında önemli farklılıklar olduğunu ortaya çıkarmış, PLFA'ların büyük çoğunluğunun her iki alanda metal kirliliğine bağlı olarak oranlarının değiştiğini, PLFA br18:0, br17:0, i16:0 ve i16:1'in miktarlarının,

metal yoğunluğuna bağlı olarak arttığını, bir çok mantarda baskın olan 20:4 ve 18:2ω6 yağ asidi oranlarının azaldığını, mikrobiyal biyokütlenin mantar kısmının ağır metallere karşı daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir.

Bossio vd. (1998) geleneksel tarım sistemleri uygulanan dūřuk organik girdili topraklarda fosfolipid yađ asidi profillerini ölçerek PLFA profilleri ile daha önce mikrobik biokütledeki değişikliklerin mikrobik komünitenin oluşumundaki değişikle beraber olup olmadığı bakımından karşılaştırılmış, ek olarak çevresel değişkenlerin PLFA profilleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Mikrobik komünitenin oluşumunda değişik çevresel değişkenlerin etkilerini řu şekilde sıralamışlardır; Toprak türü > zaman > zel tarım işlemleri > yönetim sistemi > varyasyon.

Steinberger vd. (1999), yaptıkları bir çalışmada Yahudiye l'ndeki iklim değişikliği süresince toprağın mikrobiyal biyoçeşitliliği, komünite yapısı ve biokütlesi gibi toprak mikrobiyal süreçlerindeki değişimleri tespit etmek için fosfolipit yağ asitleri analizi kullanmışlardır. PLFA sonuçları, l yerleşiminde mikrobiyal topluluk yapısı ve PLFA oluşumunun yüksek olduğunu ortaya koymuştur. İklm değişikliğinin neden olduğu yağ asitlerinin özel gruplarında önemli değişikler gözlemlenmiştir. PLFA'lar tarafından temsil edilen biokütlenin, yağışın arttığı durumlarda arttığı belirlenmiştir.

Hill vd. (2000), yaptıkları çalışmayla toprak mikrobiyal komüniteleri üzerine birkaç mikrobiyal yaklaşım üzerinde durmuş, onların kuvvetli ve zayıf yönlerini açıklamışlardır. Kültür-temelli yöntemler ve kültür-bağımsız yöntemleri aynı çalışmanın değişkenlerinde kullanmışlardır. Kültür temelli yaklaşımların mikrobiyal komünite çeşitlerinin tamamını kapsayacak şekilde düzenlendiğini, fakat bu yaklaşımla toprak mikrobiyal komünitelerinin %0,1'den küçük bir kısmına ancak ulaşılabildiğini, bu sorunu aşabilmek için PLFA analizi ve komünite düzeyinde fizyolojik profil yöntemlerinin kullanıldığını belirtmişlerdir.

Pennanen (2001), boreal humuslu ormanlarda yaşayan mikrobiyal komünite yapısının humus, pH değişiklikleri ve ağır metal konsantrasyonları düzeylerinde, mikrobiyal biokütle ve karbon mineralizasyon oranı üzerindeki etkilerinin çalışma alanının hemen hiçbir bölgesinde görülmediğini ya da sadece küçük blgelede görüldüğünü, humustaki PLFA dizilimlerindeki değişikliklerin bakteriler ve

mantarların ana gruplarının bolluğu ile ilgili olduğunu, aktinomisetlerde dahil olmak üzere gram negatif ve gram pozitif bakterilerin nispi oranlarda değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kaur vd. (2005), yaptıkları bir çalışma ile fosfolipid yağ asidi profilleri, organizmaları yetiştirmeden (kültüre almadan), toprak mikrobiyal komünitelerinin sayısal olarak baskın kısmını karakterize etmek için hassas ve tekrarlanabilir ölçümler sunduğunu, mikrobiyal komünite kompozisyonunun ve biokütle boyutunun tahmini için sonuçlar verdiğini ve sonuçların topraktaki doğal koşulları temsil ettiğini belirtmiş PLFA analizinin çeşitli çevresel stresleri tespit etmek için kullanılabileceğini ve diğer yöntemlere göre ayırt ediciliğinin yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Langer ve Rinklebe (2009), Elbe Nehri'nde (Almanya) mikrobiyal komüniteyi karakterize etmek için, iki uzun dönemli ve iki kısa dönemli su altında kalmış topraklarda çalışmışlardır. Uzun dönemli su altında kalmış toprak PLFA'larının tüm fraksiyonlarının, kısa dönemli su altında kalmış toprak PLFA'larından düşük olduğunu ve çoklu doymamış yağ asitleri (18:2 $\omega$ 6,9) biyoindikatörlerin uzun dönemli su altında kalmış toprak PLFA'larından 10 kat daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca uzun vadede su baskını ile ilişkili çevresel koşulların topraktaki mantar için dezavantajlı olduğunu ifade etmiş, toprağın mikrobik komünitesi kompozisyonunun selin sürekliliğine ve sıklığına adapte olduğunu, ancak hem su rejimi hem de toprak kalitesi faktörlerinin sulak alanlarda mikrobik çeşitliliğin fonksiyonunu ve yapısını düzenlemede önemli role sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Buyer ve Sasser (2012), yaptıkları bir çalışmada standart PLFA analizi metodu ve kendi geliştirdikleri yüksek verimlilik metodu kullanarak, 10 farklı toprak örneği incelemişlerdir. Yüksek verimlilik yönteminde, standart PLFA yönteminden daha düşük konsantrasyonlarda PLFA üretilmiş ancak düşük standart sapma ve daha düşük varyasyon katsayıları elde edilmiştir. Ayrıca tekrarlanabilirliği de standart PLFA metoduna kıyasla daha başarılı bulunmuştur.

Ngonadi (2013), Mildred Gölü (Kanada), Syncrude ana atık yerleşme havzası içinde mikrobiyal komüniteyi anlamak ve buradaki sülfür döngüsü ve sülfür

retimi ile ilgili olası çevresel sorunları tespit etmek için yaptığı çalışmada PLFA analizini kullanmıştır. Kompozit atık bölgesindeki site örneklerinde PLFA analizi ile hücre yoğunlukları 106 ile 107 arasında değişen tahmini konsantrasyonlar göstermiş, bu hücre yoğunluğu aralıklarının oligotropik sistemleri için beklenen bir durum olduğunu belirtmiş, ayrıca fosfolipitlerin mikropların belirli grupları için biobelirte olabileceğini bildirmiştir.

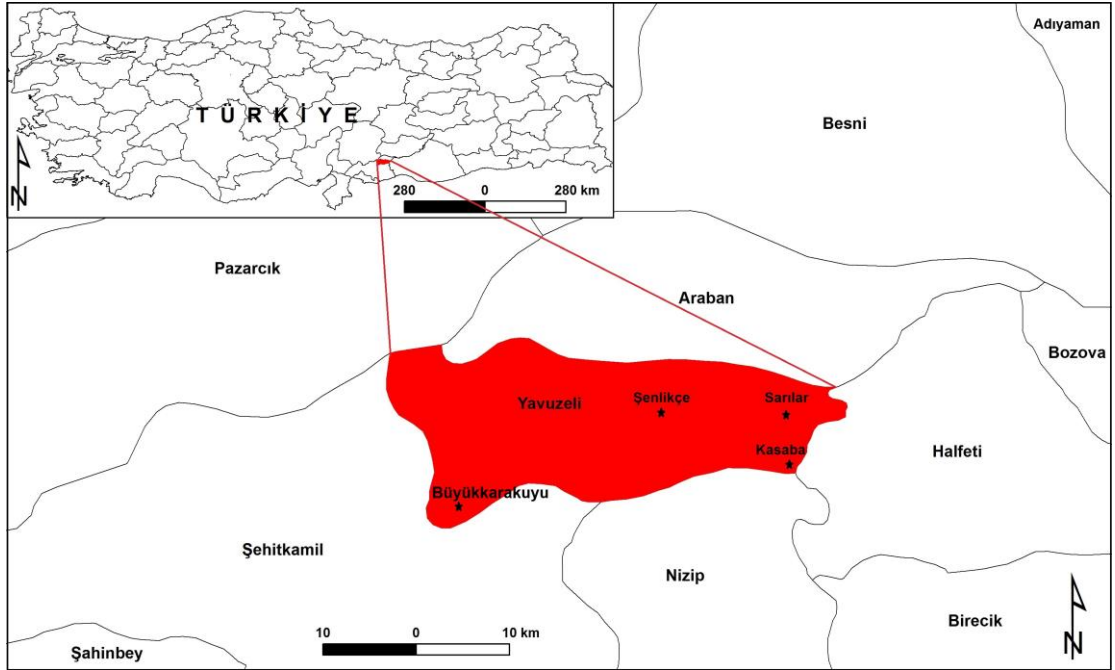
## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışma Yavuzeli tarım alanları topraklarında fosfolipit yağ asidi (PLFA) tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın materyalini, 2012-2013 yıllarında Gaziantep ilinin, Yavuzeli ilçesi tarım arazilerindeki belirlenen istasyonlardan alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır.

Aşağıdaki haritada toprak örneği alınan bölgeler belirtilmiştir.



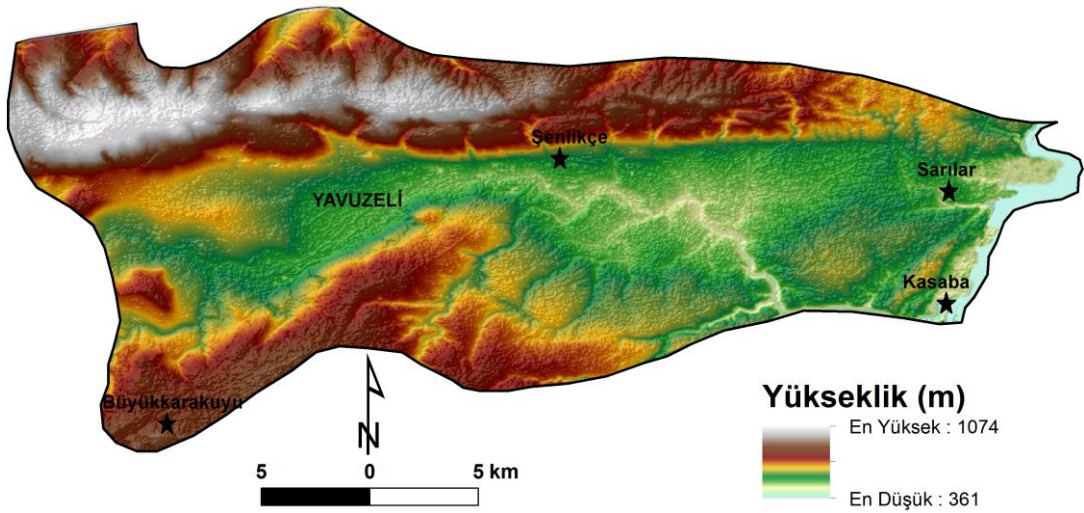
Şekil.3.1. Toprak Alınan Bölgelere Ait Lokasyon Haritası

### 3.1.1. Çalışma Alanının Özellikleri

#### 3.1.1.1. Coğrafi Özellikleri

Yavuzeli ilçesi, kuzeyde Araban, doğuda Şanlıurfa İli, kuzeybatıda Kahramanmaraş İli, güneydoğuda Nizip, Güneyinde ise Merkez Şehitkamil İlçesi ile çevrili alanda yer alır. Yavuzeli ilçesini doğusundaki Şanlıurfa İli ile sınırı Fırat Nehri ile belirlenmiştir. Yavuzeli ilçesinin denizden yüksekliği 650 metre, İl Merkezine uzaklığı 38 km'dir. Yüzölçümü 463km<sup>2</sup>'dir (<http://www.yavuzeli.gov.tr>) (Erişim:07.07.2014).

Yavuzeli ovası ve çevresinde bazaltlar geniş alan kaplar. Kuzeyindeki Karadağ oligomiyosen yaşlı formasyonlardan oluşmuştur. Yavuzeli Ovası tektonik bir çöküntü ovasıdır. Ovanın kuzey ve güneyindeki doğu-batı yönünde uzanan faylanmalarla oluşmuştur. Kuzeyde Karadağ güneyinde ise Keklik tepe vardır. Ova doğu-batı yönünde uzanmaktadır. Ovanın tabanında doğu-batı yönünde bir çizgi halinde Merzimen Deresi akmaktadır. Ovanın merkez kısmı çevreden taşınan alüvyonlardan oluşmuştur. (<http://www.yavuzeli.gov.tr>) (Erişim:07.07.2014).

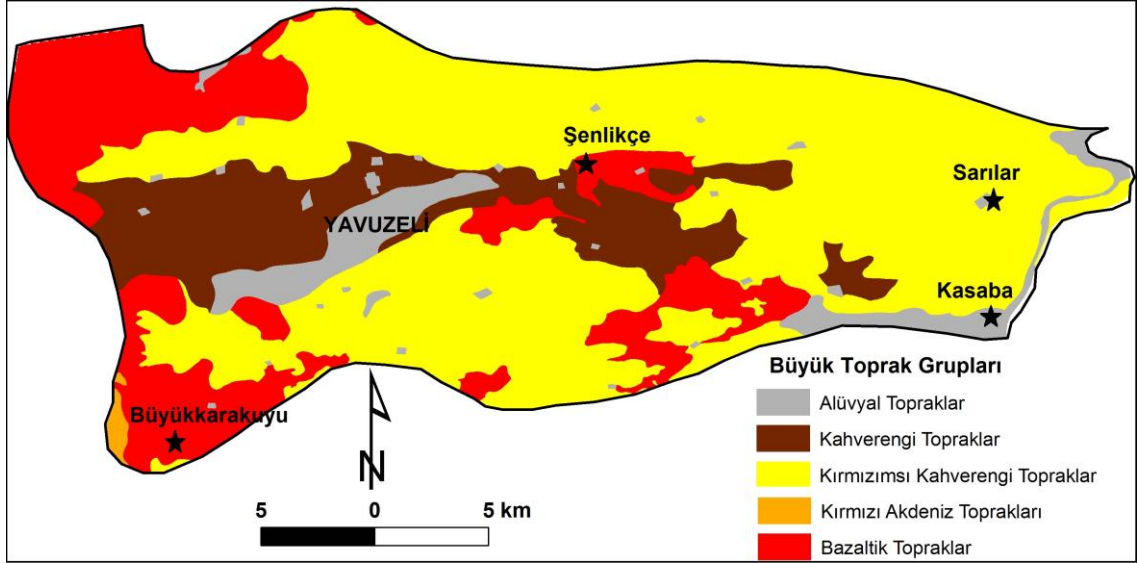


Şekil.3.2. Yavuzeli İlçesi Yükseklik Haritası

Yavuzeli Bazaltı, kalınlığı 0-50 metre arasında değişen kırmızımsı, koyu kahve,koyu gri ve siyahımsı renkli tabakasız, yer yer çok kalın tabakalı, gözenekli, gözenekler arası kalsit dolgulu olup, daha çok lav akıntısından oluşmuştur (Kaya vd., 2011)



İlçenin yarı kurak iklim özelliklerine bağlı olarak yörenin bitki örtüsü bozkırdır. Ayrıca Yavuzeli ovasının çevresindeki dağ ve tepelerde yer yer bozulmuş orman örtüsü ve fundalık-çalılıklara yer yer rastlanmaktadır. Bu vejetasyon içerisinde meşe palamudu,dağ çalısı,sakız ve melengiç ağaçları başlıca ağaçlardır (www.yavuzeli.gov.tr) (erişim:06.07.2014)



Şekil.3.3. Yavuzeli İlçesi Toprak Türleri Haritası

### 3.1.1.2 İklimi

Çalışma alanı olan Yavuzeli ilçesinde meteoroloji istasyonu bulunmadığından Gaziantep ili iklim özellikleri dikkate alınmıştır.

Gaziantep'in güneyinde ve batısında Akdeniz İkliminden yarı karasal iklim tipi özellikleri gözlenirken il merkezi ve çevresinde özellikle doğu ve kuzey kesimlerinde karasal iklim özellikleri görülmektedir. Bölgenin coğrafik ve topoğrafik yapısı nedeniyle bölge iklimi ılımanlıktan karasallığa geçiş göstermektedir (Gaziantep İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, ÇED Raporu, 2008).

**Tablo 3.1.** Yıllık Toplam Yağış Verileri / Gaziantep (www.meteor.gov.tr)

(Erişim: 07.07.2014).

Ortalama Yağış Periyodu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Toplam mm
1970 - 2010 Normali	90.1	84.5	74.5	56.2	29.6	6.5	2.5	2.6	6.2	37.7	66.8	93.6	550,8

Gaziantep'in uzun yıllar yağış ortalamasında en az yağışın 328,2 mm ile Karkamış'ta en fazla yağışın 840 mm ile İslahiye'de olduğu görülmektedir. Gaziantep'te yıllık yağış ortalaması 578,8 mm'dir. Aylık en yüksek yağış Aralık ayında görülürken, en düşük yağış ise Temmuz ayında görülmektedir.

Gaziantep'te en sıcak ay Temmuz ayı, en soğuk ay ise Ocak ayıdır. Gaziantep'te yarı karasal bir iklim görüldüğü için yaz ayları oldukça kurak geçmektedir (www.meteor.gov.tr) (Erişim: 07.07.2014).

Gaziantep il toprakları her türlü tarım ürünlerinin yetişmesine müsaittir. Platolarda kuru tarım, ovalarda sulu tarım yapılır. Antep fıstığının ve üzümün en çok yetiştiği bir ildir. İl merkezinde zeytin; il merkezi, Oğuzeli, Nizip, ve İslahiye'de uzum bağları; Araban, Nizip ve Yavuzeli'nde fıstık bahçeleri zengindir. Pirinç, pamuk, susam, tutun yetişir. Meyve ve sebzeçilik yaygındır (www.csb.gov.tr) (Erişim:07.07.2014).

Gaziantep ilinin genelinde olduğu gibi Yavuzeli ilçesinde de yazlar kurak ve sıcak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer. Yaz aylarında güneydeki çöllerden gelen sıcak hava buharlaşmayı arttırır. Buharlaşma da atmosferdeki nemi yok eder. Bundan dolayı yaz aylarında Yavuzeli'nde kuraklık yaşanır. Kar yağışları yılda birkaç kez olsa da kısa sürede eriyip ortadan kalkar (www.yavuzeli.gov.tr) (erişim:06.07.2014)

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Örnek Alma**

Yaklaşık 3 kg toprak örneği, seçilen arazilerde zikzak çizilerek tespit edilen 10-15 yerden yüzeydeki kaba örtü kaldırılarak 15 cm derinlikten, bir leğen içerisine alınmış, karıştırılarak içindeki yabancı maddelerden arındırılmış ve naylon poşetlere konarak etiketlenmiştir (Güçdemir ve Kalınbacak, 2008). Örnek alınan istasyonların genel vejetasyon örtüsü, eğimi ve toprağın genel taşlılık durumu rapor edilmiştir.

### **3.2.2. Örneklerin İşleme Hazırlanması**

Naylon torbalara konularak arazilerden getirilen topraklar ilk olarak genişçe leğenlere konulmuş ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılarak belirli aralıklarla karıştırılmıştır. Açıkta kurutulmuş toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

### **3.2.3. Saturasyon Çamurunun Hazırlanması**

Richards (1954), tarafından bildirilen esaslara göre, 100 g toprak tartılarak plastik kaplara konulmuş, içerisine az miktarda saf su ilave edilerek toprağın saf suyla iyice doyması sağlanmıştır. Bu arada her su ilavesinden sonra çamur, bir spatül yardımıyla karıştırılarak toprağın akışkan hale gelmesi sağlanmıştır. Toprağın su ile doyduğu noktada su ilavesi kesilip ölçü silindirinden o zamana kadar ilave edilen su miktarı okunarak toprağın saturasyon çamuru hazırlanması için harcanan saf su miktarı belirlenmiştir. Saturasyon çamurunun üzeri parlak ve ışığı yansıtan özellikte olmalı, spatül çamur içinde hareket ettirildiğinde çamur birleşmelidir.

### **3.2.4. Toprak pH'sının Belirlenmesi**

pH değerleri, saf su ile doymun hale getirilerek hazırlanmış saturasyon (doymunluk) çamurunda, tampon çözeltisiyle ayarlanmış pH metre Hanna marka (HI 83140 model) ile saptanmıştır (Schlichting ve Blume, 1966).

### **3.2.5. Kireç (g/kg) İçeriğinin Belirlenmesi**

Kireç içeriği, Eijelkamp M1.08.53.D marka Scheibler kalsimetresinde Scheibler yöntemine (Anonim, 1988) göre tespit edilmiştir.

Analize başlamadan önce bir kaba 2,5 g toprak örneği konularak HCl çözeltisinden damlatılmıştır. Oluşan reaksiyona göre toprak örneklerinin tartımı yapılarak analize hazırlanmıştır.

**Tablo 3.2.** CaCO<sub>3</sub> için numune miktarlarının belirlenmesi.

Hava kabarcığı varlığı	Karbonat miktarı (g/kg)	Numune miktarı
Yok veya çok az	< 20	10
Var, az süreli	20 – 200	5
Güçlü, uzun süreli	100-200	2,5
Çok güçlü, uzun süreli	> 200	≤ 1

Eijelkamp M1.08.53.D kalsimetre ölçüm aparatında bulunan beş kolondan ilkinde miktarı belirlenen toprak örneği içeren erlen, diğer ikisine 0,2 ve 0,4 g tartılmış CaCO<sub>3</sub> diğer iki kolona ise 20 şer ml saf su konulmuş erlenler konulmuştur. Saf suyun ilave edildiği erlenler haricindeki diğer erlenlerdeki kireçler ve toprak örneğinin üzerlerine 20'şer ml saf su eklenmiştir. Büretlerin seviyesi 3 ml'ye ayarlanmış yalnız saf su ilave edilen erlenlerin bulunduğu büret seviyeleri 20 ml ve 40 ml olarak ayarlanmıştır. HCl çözeltisinden 7 ml küçük cam tüplere ilave edilerek erlenlerin içine bırakılmıştır. Erlenlerin ağzı sıkıca kapatılmıştır. Cihaz ölçüm konumuna getirilmiş ve reaksiyon erlenleri hafifçe eğilerek çözeltiler sırayla boşaltılmıştır. Hava kabarcıkları bitene kadar erlenler yavaşça sallanmış ve su numune kabı ile ölçüm büretleri arasındaki mesafe eşitlenerek bulunan değerler not edilmiştir. Her erlene ait ölçüme başlamadan önce ayarlanan seviye miktarları ölçülen değerlerden çıkarılmıştır.

Kireç içeriğinin belirlenmesinde kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir;

$$\text{CaCO}_3 \text{ (g/kg)} = [1000 \times m_2 \times (V_1 - V_2)] / [m_1 \times (V_2 - V_3)] \times [(100 + W) / 100]$$

$m_1$  = Numune miktarı (g)

$m_2$  = Tartımı yapılan kireç miktarlarının ortalaması

$V_1$  = Numunenin büretinden okunan CO<sub>2</sub> miktarı

$V_2$  = Kireçlerin bulunduğu büretlerden okunan CO<sub>2</sub> miktarı ortalaması

$V_3$  = Saf suyun konulduğu büretlerden okunan CO<sub>2</sub> miktarı ortalaması

W = Numunenin % nem miktarı

### 3.2.6. Tuz İçeriğinin Belirlenmesi

Tuz içeriği, yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan saturasyon çamurunda, Crison marka (524 model) elektrikli kondaktivitimetre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

### 3.2.7. Organik Madde (%) İçeriğinin Belirlenmesi

Organik madde Walkley ve Black, (1934) tarafından bildirilen esaslara göre belirlenmiştir. Analize hazır hale gelmiş toprak örnekleri 100 mikronluk elekten geçirilmiş ve 0,5 g tartılıp 500 ml'lik erlenler içerisine konulmuştur. Üzerine 10 ml potasyum dikromat ve 20 ml sülfürik asit ilave edilerek sıcaklığı 150 °C'ye ayarlı manyetik ısıtıcı üzerinde 1 dk bekletilmiştir. Örnekler soğuduktan sonra üzerlerine 200 ml saf su ve 12-13 damla baryum difenilamin sülfonat eklenerek demir sülfat ile rengi yeşil oluncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan demir sülfat dikkate alınarak önce organik karbon daha sonra da organik madde içeriği hesaplanmıştır.

Hesaplama kullanılan formüller şu şekildedir;

$$\% \text{ Organik karbon} = [(N_1 \times A) - (N_2 \times B)] \times 0,003 \times 200 \times f_1$$

$$\% \text{ Organik madde} = \% \text{ Organik Karbon} \times f_2$$

N<sub>1</sub>: Potasyum dikromat çözeltisinin normalitesi

N<sub>2</sub>: Demir sülfat çözeltisinin normalitesi

A: Harcanan potasyum dikromat miktarı (ml)

B: Harcanan demir sülfat çözeltisinin miktarı (ml)

f<sub>1</sub>: 1,30

f<sub>2</sub>: 1,724

### **3.2.8. Toprak Strüktürünün (Yapısının) Belirlenmesi**

Araziden getirilip hava kurusu alınan toprakların agregat yapıları Anonim (1994)'e göre belirlenmiştir.

### **3.2.9. Toprak (Bünye) Tayini**

Çalışma alanı topraklarının işlemsiz toprakların bünye analizi Schmidt (1996)'a göre Retsch marka AS 200 cihazıyla tespit edilmiştir.

Toprak bünye sınıfının belirlenmesinde ise; bünye analizi yapılan toprakların kum, silt ve kil yüzde oranları tespit edildikten sonra bu sınırlara göre bünye sınıfları Anonim (1994)'e göre belirlenmiştir.

### **3.2.10. Fosfolipit Yağ Asidi Analizi**

Lipit ekstraksiyonu Zelles ve Bai, (1993)'ye göre yapıldı. Toprak örnekleri (15g) fosforik asit (pH=7,4), kloroform ve metanol (0,8:1:2 v/v/v) (toplam 143ml) ile 2 saat karıştırıldı. Silika jel doldurulmuş katı faz kartuşu (merck, Darmstadt, Germany) ve kloroform aseton ve metanol ayrıştırıcı olarak kullanılarak ekstraktlar nötr, gliko ve fosfolipitler olarak fraksiyonlarına ayrıldı. PLFA'lar 0,2M metanolik KOH ile alkali metanolize tabi tutuldu. PLFA'lar yağ asidi metil estere (YAME) çevrildi (GC'de, dedektöre hassas hale getirmek için). PLFA'ları ölçmek için iç standart (C19:0) (Methylene nonadecanoate, sigma-Aldrich, Taufkirchen, Germany) eklendi. PLFA'lar gaz kromatografisi (Carlo Erba 8180, Milano, Italy), 60x0,25mm slika kapiller kolon (Rxi-5ms Restek, Bellefonte, PA) ve dedektör FID-80 (Thermo Eloelectron, Rodanp, Italy) kullanılarak ayrıştırıldı. He 1,5 ml/dak. akış oranı ile taşıyıcı gaz olarak kullanıldı. Fırının ilk sıcaklık programı 70°C (2 dk) dakikada 40°C arttırılarak 160 °C'ye çıkarıldı sonra dakikada 3°C arttırılarak 280°C 'ye çıkarıldı. (enjektör sıcaklığı 290 °C). Pik noktaları dış standart olarak bakteriyel asit metil ester CP- karışımı (Supelco, Taufkirchen, Germany) kullanılarak belirlendi.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR

#### 4.1. BULGULAR

##### 4.1.1. Çalışma Alanı Topraklarının Analiz Sonuçları

Analiz sonuçlarına göre, tarım topraklarının pH değerleri 7,62 ile 7,76 arasında değişiklik göstermektedir. Çalışma alanı topraklarının pH içeriklerinin alkali özellik gösterdiği tespit edilmiştir. (Tablo 4.1).

Kireç içerikleri oldukça yüksek bulunmuştur (%13 ile %22 arasında).

Toprakların, % tuz içerikleri ise 0,06 ile 0,09 arasında değişmektedir ( Tablo 4.1).

Toprakların % organik madde içerikleri 0,52 ile 2,3 arasında tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Tablo 4.1’de çalışma topraklarının organik madde içerikleri Boden (2005)’e göre; çok düşük tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi bölge topraklarının organik madde içerikleri genellikle düşüktür ve agregat kararlılığı, organik madde miktarı açısından olumsuz etkilenmektedir.

**Tablo 4.1.** Araştırma alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

	pH	EC %	Ca mg/kg	CaCO <sub>3</sub> %	Organik madde %	Kum %	Silt %	Kil %
Yavuzeli/ Büyükkarakuyu	7,6	0,09	4543	21	1,6	30,71	23,04	46,26
Yavuzeli/ Şenlikçe	7,76	0,09	4466	13	0,65	42,10	20,71	37,19
Yavuzeli/ Kasaba	7,68	0,07	5999	22	0,52	53,11	30,69	16,21
Yavuzeli/ Sarılar	7,62	0,06	4868	21	2,3	19,18	49,94	30,89

#### 4.1.2. Çalışma Alanı Topraklarının PLFA Sonuçları

Gaz kromatografisi sonucu elde edilen değerlerin istatistiksel analizinde SPSS.16.0 paket programından faydalanılmıştır. Bağımsız örneklem tek yönlü varyans analizi (ONE WAY ANOVA) kullanılmıştır. ANOVA ikiden fazla grubun ortalamaları karşılaştırmak için kullanılır. Varyans analizi grupların birbirinden farklı olup olmadığını gösterir. Ancak farklılıkların hangi gruplar arasında olduğuna ilişkin bilgi içermez. Bunun için varyans analizine ilave olarak, Post Hoc multiple comparisons seçeneğinde LSD testi yapılmıştır.

Çalışmamızda dört köyden alınan toprak örneklerinde bulduğumuz yağ asitlerini şu şekilde gruplandırabiliriz;

14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0 (Düz zincirli doymuş yağ asitleri <20C; Genel olarak bakteri) (Langer ve Rinklebe, 2009), a15:0, i15:0, i16:0, i17:0 (terminal dallı doymuş yağ asitleri; Gram pozitif bakteri) (O'Leary ve Wilkinson, 1988), cy17:0, cy19:0 (Doymamış siklopropan yağ asitleri; Gram negatif bakteri) (Wilkinson, 1988), 16:1 $\omega$ 7t (Doymamış monoenik yağ asitleri; Gram negatif bakteri) (Wilkinson 1988), 20:0 (Düz zincirli doymuş yağ asitleri >20C, protozoa) (Zelles, 1999).

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, toprak örneklerinin alındığı bölgeler arasında;

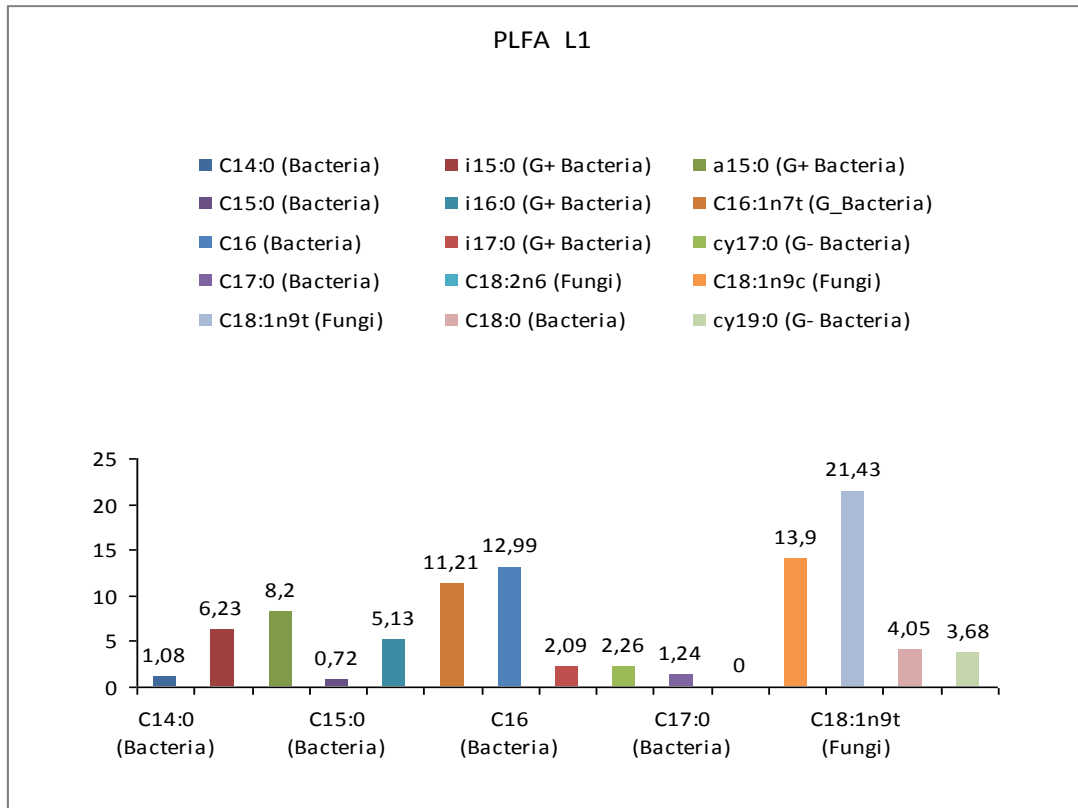
L1'de: (C16:0, C16:17t, C18:1 $\omega$ 9t, C18:1 $\omega$ 9c) yağ asit oranları (%9-23 arasında) standart değer olan 19:0 (ISTD) yağ asidine (%7-8) göre yüksek oranlarda bulunmuşlardır. Bunun yanında diğer yağ asitlerinin (C14:0, C15:0, i16:0, i17:0, cy17:0, C17:0, C18:0, cy19:0) oranları (%0-6 arasında) ise standart değere (19:0) göre genel olarak düşük bulunmuşlardır.

L2'de: (C16:0, C16:1 $\omega$ 7t, C18:  $\omega$ 19t, C18:  $\omega$ 19c) yağ asit oranları (%8-22 arasında) standart değer olan 19:0 (ISTD) yağ asidine (%7-8) göre yüksek oranlarda bulunmuşlardır. Bunun yanında diğer yağ asitlerinin (C14:0, C15:0, C17:0, C18:0, C18:2 $\omega$ 6, C20:0, cy17:0, cy19:0, i15:0 i16:0, i17:0) oranları (%0-6 arasında) ise standart değere (19:0) göre genel olarak düşük bulunmuşlardır.



L3'de: (C16:0, C18:1 $\omega$ 9t, C18: 2 $\omega$ 9c) yağ asit oranları (%9-35 arasında) standart değer olan 19:0 (ISTD) yağ asidine (%7-8) göre yüksek oranlarda bulunmuşlardır. Bunun yanında diğer yağ asitlerinin (C17:0, C18:0, C16:1 $\omega$ 7t, C18:2 $\omega$ 6, cy17:0, cy19:0, a15:0, i15:0, i17:0 ) oranları (%0-6 arasında) ise standart değere (19:0) göre genel olarak düşük bulunmuşlardır

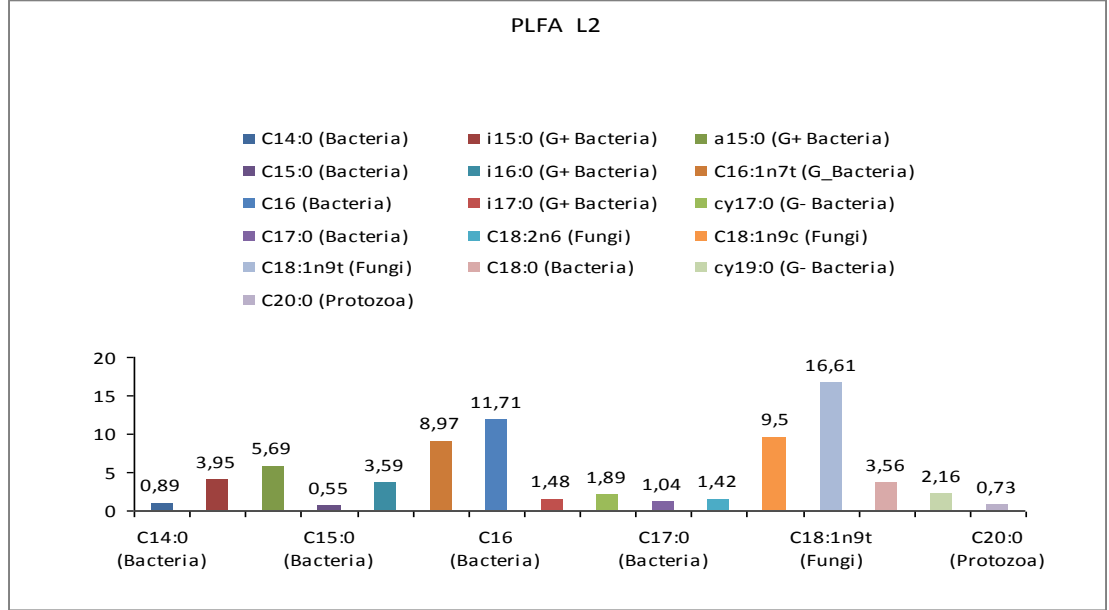
L4'de : (C16:0, C16:1 $\omega$ 7t, C18:1 $\omega$ 9t, C18:1 $\omega$ 9c, a15:0) yağ asit oranları (%10-17 arasında) standart değer olan 19:0 (ISTD) yağ asidine (%7-8) göre yüksek oranlarda bulunmuşlardır. Bunun yanında diğer yağ asitlerinin (C14:0, C15:0, C20:0, i17:0, cy17:0, C17:0, C18:0, cy19:0) oranları (%0-6 arasında) ise standart değere (19:0) göre genel olarak düşük bulunmuştur.



Şekil.4.1. Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerinde yağ asitlerinin % dağılımı

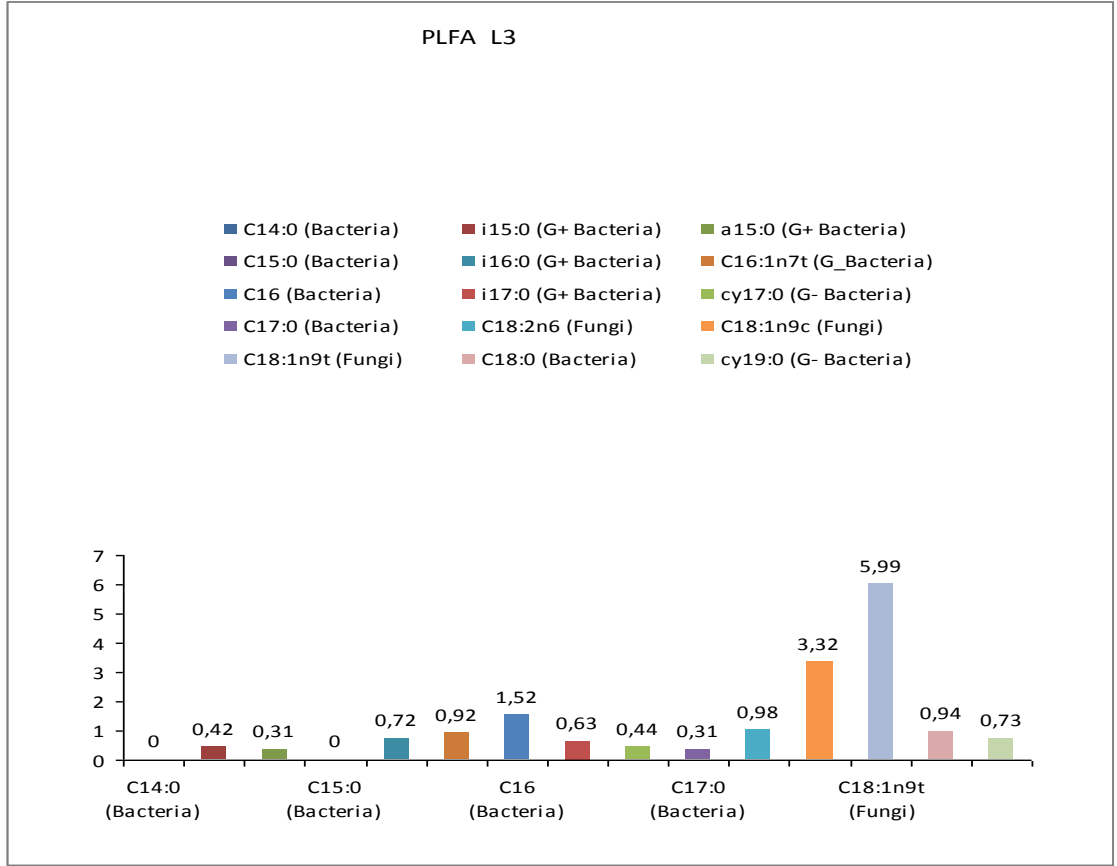
Şekil 4.1 incelendiğinde Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerinde, bakteri biyoindekatörü yağ asitlerinin (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, i15:0, a15:0, i16:0, 16:1 $\omega$ t, i17:0, cy17:0,cy19:0) toplam oranı %62 olarak bulunmuştur. Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerindeki yağ asitleri içerisinde, Gram pozitif bakterilerin biyoindekatörü yağ asitlerinin toplam oranı %23 iken, Gram negatif bakteri

biyoindikatörü yağ asidi toplam oranı ise %18 çıkmıştır. Genel olarak bakteri biyoindikatörü olan yağ asidi toplam oranı ise %21'dir. Mantar biyoindikatörü olan yağ asitlerinin (18:1 $\omega$ 9t, 18:1 $\omega$ 9c, 18:2 $\omega$ 6) toplam oranı ise %38 olarak görülmektedir. Burada 18:2 $\omega$ 6 yağ asidi oranı %0 olarak görülmektedir. Protozoa biyoindikatörü 20:0 yağ asidi oranı ise ancak %0 çıkmıştır. (Şekil 4.1).



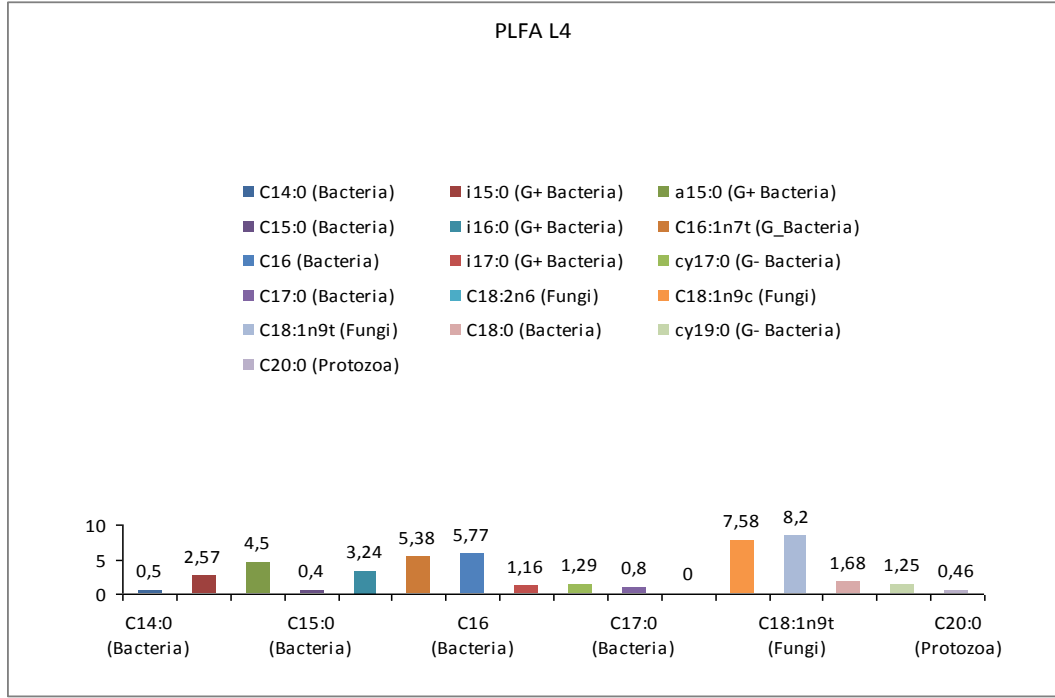
Şekil.4.2. Şenlikçe Köyü toprak örneklerinde yağ asitlerinin % dağılımı.

Şenlikçe Köyü toprak örneklerinde bakteri biyoindikatörü olan yağ (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, i15:0, a15:0, i16:0, 16:1 $\omega$ t, i17:0, cy17:0,cy19:0) toplam oranı %62 olarak bulunmuştur. Şenlikçe Köyü toprak örneklerinde, yağ asitleri içerisinde Gram pozitif bakteri biyoindikatörü yağ asitlerinin toplam oranı %20 iken, Gram negatif bakteri biyoindikatörü yağ asitlerinin toplam oranı ise %18 çıkmıştır. Genel olarak bakteri biyoindikatörü yağ asitlerinin toplam oranı ise %24 olarak çıkmıştır. Mantar biyoindikatörü olan yağ asitlerinin (18:1 $\omega$ 9t, 18:1 $\omega$ 9c, 18:2 $\omega$ 6) toplam oranı ise %37 olarak görülmektedir. Protozoa biyoindikatörü 20:0 yağ asidi oranı ise %1'dir (Şekil.4.2).



Şekil.4.3. Kasaba Köyü toprak örneklerinde yağ asitlerinin % dağılımı.

Şekil 4.3'te Kasaba Köyü toprak örneklerinde bakteri biyoindikatörü olan yağ asitleri (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, i15:0, a15:0, i16:0, i17:0, cy17:0, cy19:0, 16:1 $\omega$ 7t,) toplam oranı %40 olarak bulunmuştur. Kasaba Köyü toprak örneklerindeki yağ asitleri içerisinde Gram pozitif ve gram negatif bakterileri biyoindikatörleri yağ asidi oranı eşit ve %12 çıkmıştır. Genel olarak bakteri biyoindikatörü olan yağ asidi toplam oranı ise %16 olarak bulunmuştur. Mantarları simgeleyen yağ asitlerinin (18:2 $\omega$ 6,9c, 18:1 $\omega$ 9t, 18:1 $\omega$ 9c) toplam oranı ise %60 olarak görülmektedir. Bu oran diğer toprak örneklerinden daha fazladır. Kasaba Köyü topraklarında mantar biyoindikatörü olan, 18:2 $\omega$ 6 yağ asidi %2 oranında bulunmuştur. Protozoa biyoindikatörü olan 20:0 yağ asidi oranı ise %1 olarak görülmektedir (Şekil .4.3.).



Şekil.4.4. Sarılar Köyü toprak örneklerinde yağ asitlerinin % dağılımı.

Sarılar Köyü toprak örneklerinde bakteri biyoindikatörü olan yağ asitlerinin (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, i15:0, a15:0, i16:0, i17:0, cy17:0, cy19:0, 16:1 $\omega$ 7t) toplam oranı %65 olarak bulunmuştur. Sarılar Köyü toprak örnekleri içerisinde, Gram pozitif bakterilerin biyoindikatörü olan yağ asidinin toplam oranı %26 iken, Gram negatif bakterilerin biyoindikatörü olan yağ asidinin toplam oranı %18 çıkmıştır. Genel olarak bakteri biyoindikatörü olan yağ asitlerinin toplam oranı ise %21 olarak bulunmuştur. Mantarları simgeleyen yağ asitlerinin (18:2 $\omega$ 6, 18:1 $\omega$ 9t, 18:1 $\omega$ 9c) toplam oranı ise % 34 olarak görülmektedir. Bu köyün toprak örneklerinde de mantar biyoindikatörü 18:2 $\omega$ 6 yağ asidine rastlanılmamıştır. Protozoa biyoindikatörü 20:0 yağ asidi oranı ise %1'dir(Şekil.4.4)

Çalışma yapılan tüm çalışma alanları göz önüne alındığında;

Normal doymuş yağ asitleri olan 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0 yağ asitleri ise genel olarak bakteri biyoindikatörleridir (Langer ve Rinklebe, 2009) ve genel bakteri indikatörü yağ asidi en fazla Şenlikçe Köyü topraklarında (%24) tespit edilmiştir. Gram pozitif bakteri biyoindikatörü; a15:0, i15:0, i16:0, i17:0 yağ asidi (O'Leary ve Wilkinson, 1988) miktarı en fazla Sarılar Köyü topraklarında (%18) tespit edilmiştir. Gram negatif bakteri biyoindikatörü olan 16:1 $\omega$ 7t, cy17:0, cy19:0 yağ asidi

(Wilkinson, 1988) miktarı Büyükkarakuyu Köyü, Şenlikçe Köyü, Sarılar Köyü topraklarında (%18) eşit bulunmuştur.

Toprak örneklerimizde 18:2 $\omega$ 6, 18:1 $\omega$ 9c, 18:1 $\omega$ 9t mantar (Olsson, 1999) yağ asidinin sadece Kasaba Köyü toprakları örneklerinde yüksek bir oranda (%60 ) mevcut olduğu görülmektedir. Diğer üç köyde mantar indikatörü yağ asitleri oranları %34 ile %38 arasındadır.

Protozoa belirteci olan 20:0 (Zelles, 1999) yağ asidi, miktarı ise dört köyden alınan toprak örneklerinde, bakteri ve mantar biyoindikatörü olan yağ asitlerine göre çok düşük olarak %0-2 arasında çıkmıştır.

Toprak örneklerinde, genel olarak aktinomiset biyoindikatörü olan 10Me16:0, 10Me17:0 ve 10Me18:0 (Frostegård ve Bååth, 1996), yağ asitlerine rastlanılmamıştır.

## BÖLÜM 5

### 5.1. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Gaziantep ili Yavuzeli ilçesinin tarım alanlarında PLFA tespiti yapılmıştır. Çalışma sonucunda Yavuzeli ilçesine ait toprak örneklerinde; 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0, a15:0, i15:0, i16:0, i17:0, cy17:0, cy19:0, 16:1 $\omega$ 7t, 18:1 $\omega$ 9c, 18:1 $\omega$ 9t, 18:2 $\omega$ 6, 20:0 olmak üzere 16 farklı yağ asidi tespit edilmiştir.

Değişik PLFA biyo-indikatörleri bakteri, mantar, gr-negatif bakteriler, gr-pozitif bakteriler gibi toprak mikro-faunasının pekçok üyesi ile ilgili bilgi toplamada kullanılmıştır. Bu ajan maddelerin toprak mikroorganizmalarının pek çok çevre olayı ile ilgili olarak gerçekleştirdikleri lipid sentezi hakkında ipuçları sağladıklarını bildirmişlerdir (Vestal ve White 1989)

Bazı araştırmacılar %1'in üzerinde bulunan tuzluluk oranının enzim aktivitesini baskıladığını (Gabbasova vd. 2002) bildirmişlerdir. Analiz yapılan 4 bölgeye ait tuz oranları %0,06 ile %0,09 arasında değişmektedir. Yani topraktaki tuzluluk miktarının mikrobiyal komüniteyi tehdit edecek miktarda olmadığını söyleyebiliriz.

Organik maddeler toprağı nötral seviyede tutarken toprak bakterileri alkaliliğe eğilimli hareket ederler. Margesin vd. (2000), Margesin vd. (1999), biyolojik iyileştirme için uygun olan toprak pH'nın hafif alkali ile nötr pH arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Analiz topraklarının pH'larının 7.62 ile 7.76 arasında değişken alkali karakterde olması ve organik madde yüzdelerininin %0,52 ile %2,3 arasında düşük değerler vermesi Margesin vd.'nin çalışmalarına paralel sonuçlar elde ettiğimizi göstermektedir.

Yaptığımız çalışmada toprak örneklerinin alındığı köylerin topraklarındaki kil oranları %16 ile %46 arasında değerler almıştır. Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerinde kil oranı %46, Şenlikçe Köyü toprak örneklerinde kil oranı %37, Kasaba Köyü toprak örneklerinde kil oranı %16 ve Sarılar Köyü toprak örneklerinde kil oranı ise %30 çıkmıştır. Killi toprakların, yoğun oranda dallı yağ asitlere (i14:0, i15:0, a15:0, i17:0, ve a17:0) ve düz zincirli yağ asitlere (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, ve 20:0) sahip olduğu Bossio vd., (1998) tarafından belirtilmiştir. Toprak örneklerimizde genellikle dallı yağ asitleri ve düz zincirli yağ asitlerinin oranı diğer yağ asitlerine göre fazla çıkmıştır. Bu durumda topraklardaki yağ asitleri çeşitliliği ve kil oranları arasında bir uyum olduğunu ve sonuçların killi topraklar için uygun olduğunu söyleyebiliriz.

16:1w7c, 18:1w7c, 16:1w7t, 18:1w7t baskın olan yağ asitlerinin gram negatif bakterilerin indikatör yağ asidi olduklarını (White vd.,1998) belirlemiştir. Topraklarımızda gram negatif bakteri oranları sırasıyla şu şekildedir;

Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerinde %18, Şenlikçe Köyü toprak örneklerinde %18, Kasaba Köyü toprak örneklerinde %12 ve Sarılar Köyü toprak örneklerinde %18 çıkmıştır.

Bazı araştırmacılar i15:0 ve a15:0 yağ asitlerini gram pozitif bakteriler için indikatör olarak bildirmişlerdir (Ringelberg vd. 2008).

Topraklarımızda gram pozitif bakteri oranları şu şekilde sıralanmaktadır;

Büyükkarakuyu Köyü toprak örneklerinde %23, Şenlikçe Köyü toprak örneklerinde %20, Kasaba Köyü toprak örneklerinde %12 ve Sarılar Köyü toprak örneklerinde %26 çıkmıştır. Alınan toprakların analizleri incelendiğinde gram pozitif bakteri oranlarının farklılığı göze çarpmaktadır.

Ancak bakteriler arasında gram negatif/gram pozitif oranı tüm lokalitelerde kıyaslanırsa, Büyükkarakuyu Köyü 18/23, Şenlikçe Köyü 18/20, Kasaba Köyü 12/12, Sarılar Köyü 18/26 oranlarını elde ederiz. Bu sonuçlar arasında Kasaba Köyü hariç diğer üç köyde de gram pozitif bakterilerin miktarının gram negatif madde miktarından yüksek olduğu görülür. Kasaba Köyünde ise gram pozitif ve negatif bakterilerin miktarı eşittir.

Bir grup araştırmacı 18:1ω9c, 18: 1ω9t ve 18:2ω6 yağ asitlerinin toprak mantarlarının yapısında bulunduğunu belirtmişlerdir (Zak vd. 1996, Zogg vd. 1997, Madan vd. 2002). Analiz edilen toprak örneklerindeki mantar içerikleri; Büyükkarakuyu Köyü %38, şenlikçe Köyü %37, Kasaba Köyü %60, Sarılar Köyü % 34 şeklinde bulunmuştur. Kaur vd. (2005) topraklarda otlatma, yanma ve derin sürüm gibi toprak ekosisteminin bozulmasına sebep olan olayların mantar oranını azalttığını tespit etmişlerdir. Bu verilere dayanarak Kasaba Köyü (%60) haricindeki üç köydeki toprakların otlatma, derin sürüm ve yanma olaylarına maruz kaldığı sonucunu çıkarabiliriz.

Mantarlar organik maddeyi arttırarak toprak kalitesine önemli ölçüde katkıda bulunur (Kaur vd., 2005). Ancak elde ettiğimiz sonuçlarda mantar oranıyla organik madde miktarı arasında bir korelasyon kurulamamıştır. Örneğin mantar oranının en yüksek olduğu (%60) Kasaba Köyünde organik madde miktarı lokaliteler arasında en düşük seviyededir (0,52).

Çalışmamızda protozoa indikatörü olan 20:0 (Zelles, 1999) yağ asidi, miktarı ise bakteri ve mantar oranı karşısında çok az bulunmuştur. Protozoa biyoindikatörünün yağ asidine Büyükkarakuyu Köyü ve Kasaba Köyü topraklarında rastlanamazken; şenlikçe Köyü ve Sarılar Köyü topraklarında ise sadece %1 oranındadır.

Kirlenmenin fazla olduğu topraklarda 10Me18:0 yağ asidi yüksek oranlarda tespit edilmiştir (Baath vd., 1992). Bizim toprak örneklerimizde 10Me18:0 yağ asidine rastlanılmaması Tunç ve Gül (2014)'ün belirttiği gibi kirlenmenin artan oranlarda olmadığının göstergesidir.

## 5.2. ÖNERİLER

İnsanlığın dününde ve bugününde olduğu gibi yarınında da toprak yaşamın vazgeçilmez bir unsuru olacaktır. Gelişen teknoloji ile beraber hedef topraktan maksimum verimi elde etmektir. Verimli bir toprağın ise tüm bileşenleriyle beraber sağlıklı olması gerekir. Bunun içinde toprağın bileşenlerini tanımalı ve takip etmeliyiz. Ancak toprağın değişimini incelemek ve değerlendirmek oldukça zordur. Çünkü toprağın mikrobiyal komünitesindeki dinamik yapı incelemeyi zorlaştırmaktadır.



PLFA mikrobiyal komünitenin nicel ölçümünde kullanılan en etkili biyoindikatörlerden biridir. Ayrıca diğer komünite belirleme teknikleriyle kıyaslandığında hızlı, kullanışlı ve ucuz bir yöntemdir. Koşulların hızla değiştiği dünyamızda analizlerin bu hıza ayak uydurması gerekir ve tam da bu noktada PLFA, hızıyla, diğer komünite profillemeye yöntemlerinin önüne geçmektedir.

Topraktaki mikroorganizma çeşitliliğinin ve toprağın çevresel stres faktörlerine verdiği tepkilerin bilinmesi, tarımsal uygulamalarda birçok açıdan avantaj sağlayacaktır. Uygulanacak tarımsal yöntemlerin toprağın yapısına uygun seçilmesiyle beraber toprak verimli bir şekilde kullanılacak ve ürün kalitesi arttırılabilecektir.

## KAYNAKLAR

Altınbaş Ü., Çengel M., Uysal H., Okur B., Okur N., Kurucu Y., Delibacak S. (2008). Toprak bilimi. 557. İzmir. Ege üniversitesi basımevi

Amann, R., Ludwig, W., and Schleifer KH. (1995). Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiology Revulution*. 59, 143–149.

Anonim, (1988). Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. T.C.T.O.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No:151.

Anonim, (1994). AG Bodenkundliche Kartieranleitung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), 4. Auflage, Hannover.

Asan A.(1993). Toprak oluşumunda biyolojik faktörler, *Ekololoji dergisi*, sayı:8, sayfa 36-39

Atlas R.M. (1984). Use of microbial diversity measurements to assess the environmental stress. In *Current Perspectives in Microbiol Ecology* (Eds. Klug, M. J. and Reddy, C. A.), American Society for Microbiology, Washington, DC.

Aydın M.,Kılıç Ş. (2010). Toprak bilimi.1568. İstanbul. Nobel yayın dağıtım Alexander M. (1977). Introduction to soil microbiology. 2<sup>nd</sup> Edition John Wiley. Sons. Inc. New York, USA, 115-147.

Bååth, E., Frostegård, A. and H. Fritze. (1992). Soil bacterial biomass, activity, phospholipid fatty acid pattern, and pH tolerance in an area polluted with alkaline dust deposition. *Applied and Environmental Microbiology*. 58, 4026–31

Bååth, E., Frostegård, Å., Pennanen, T. and Fritze, H. (1995). Microbial community structure and pH response in relation to soil organic matter quality in wood-ash fertilized. *Soil Biology and Biochemistry*. Volume 27, Issue 2, Pages 229-240

Bååth, E., Diaz-Ravina, M., Frostegård, Å. and Campbell, C.D. (1998). Effect of metal-rich sludge amendments on the soil microbial community. *Applied and Environmental Microbiology*. 64, 238–245.

Bakırcıoğlu D. (2009). Toprakta macro ve mikro element tayini. Yayınlanmamış doktora tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Turkey.

Boden A.G. (2005). *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5<sup>th</sup> edn., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Beck T. (1968). *Mikrobiologia des Bodens*. Bayerischer Landwirtschafts Verlag, München Basel Wien. *Behavior Therapy*. Volume 1, Issue 2, Page 184-200

Bever J.D. (2002). Soil community feedback and the coexistence of competitors: conceptual frameworks and empirical tests, *new phytologist*, 465-473

Bossio, D.A., Scow, K.M., Gunapala, N., and Graham, K.J. (1998). Determinants of soil microbial communities: effects of agricultural management, season, and soil type on phospholipid fatty acid profiles. *Microbial Ecology*. 36, 1-12.

Buyer, J.S., Teasdale, J.R., Roberts, D.P., Zasada, I.A. and Maul, J.E. (2010). Factors affect-ing soil microbial community structure in tomato cropping systems. *Soil Biology & Biochemistry*. 42, 831–841.

Buyer, J. S. and Sasser, M. (2012). High throughput phospholipid fatty acid analysis of soils. *Applied Soil Ecology*. 61, 127-130

Byss, M., Třiska, J. and Elhottová, D. (2007). GC–MS analysis of bacterial fatty acids in heavily creosote-contaminated soil samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 387, 1573-1577.

Çakır M ve Makineci E. (2011). Toprak faunası: sınıflandırılması ve besin ağındaki yeri, *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 61 (2), 139-152.

Çakmak Ö., Başhan M., Bolu H. (2005). *Monosteira lobulifera* reut. (heteroptera: tingidae)' nin fosfolipid ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, (4), 637-643,

Erdoğan E. E. (2010). Petrol ile kirlenmiş toprakların biyolojik olarak iyileştirilmesinin laboratuvar koşullarında denenmesi, doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Erdoğan E.E., Şahin F., Namlı A. (2013). Phospholipid fatty acids analysis-fatty acid methyl ester (PLFA-FAME) changes during bioremediation of crude oil contamination soil, *African Journal of Soil Science*, vol. 1, 001-008

Frostegård, Å. and Bååth, E. (1996) The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biology Fertility Soils*.22, 59–65.

Frostegård, Å., Bååth, E., and Tunlid, A. (1993a). Shifts in the structure of soil microbial communities in limed forest as revealed by phospholipid fatty acid analysis. *Soil Biology & Biochemistry*. 25,723–730.

Frostegård, Å., Bååth, E., and Tunlid, A. (1993b). Phospholipid fatty acid composition, biomass, and activity of microbial communities from two soil types experimentally exposed to different heavy metals. *Applied and Environmental Microbiology*. 59, 3605–3617

Frostegård, A., Tunlid, A. and Bååth, E. (1996). Changes in microbial community structure during long-term incubation in two soils experimentally contaminated with metals. *Soil Biology & Biochemistry*.28, 55–63

Frostegård Å. (1995). Phospholipid fatty acid analysis to detect changes in soil microbial community structure. PhD thesis. Lund University, Sweden

Gabbasova, I.M., Khaziev, F.K. and Khakimov, V.Y. (2002). The effect of sewage water from an oil field on the properties and biological activity of typical chernozem, *Pochvovedenie*, No:1, pp: 93-99.

Gaziantep İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, ÇED Raporu, (2008).

Güçdemir, İ.H. ve Kalımbacak, K. (2008). *Toprak, Su ve Bitki Analizi için Numune Alınması* (Genişletilmiş Yeni Baskı.), Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No: 68, Çiftçi Yayınları No: 3 Ankara

<http://www.biyolojidünyası.net>, Fosfolipidlerin hücre membranındaki yeri,  
(Erişim: 06.07.2014)

<http://www.cbs.gov.tr>, Gaziantep tarım ürünleri, (Erişim:07.07.2014)

<http://www.meteor.gov.tr>, Gaziantep iklimi , (Erişim:06.07.2014)

<http://www.yavuzeli.gov.tr>, Yavuzeli Ovası, (Erişim: 07.07.2014)

<http://www.yavuzeli.gov.tr>, İlçemizin Coğrafi Yapısı, (Erişim: 07.07.2013)

<http://www.yavuzeli.gov.tr>, Yavuzeli İklim Özellikleri, (Erişim: 07.07.2014)

<http://www.yavuzeli.gov.tr> Yavuzeli İlçesi Coğrafi Özellikleri,  
(Erişim:07.07.2014)

Haktanır K. ve Arcak S..(1997). Toprak biyolojisi: Toprak ekosistemine giriş. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi ders kitabı. No:447. Ankara

Hill, G.T., Mitkowski, N.A., Aldrich-Wolfe, L., Emele, L.R., Jurkonie, D.D., Ficke, A. and Nelson, E.B. (2000). Methods for assessing the composition and diversity of soil microbial communities. *Applied Soil Ecology*. 15, 25-36.

Kaur, A., Chaudhary, A., Kaur, A., Choudhary, R., and Kaushik, R. (2005). Phospholipid fatty acid-A bioindicator of environment monitoring and assessment in soil ecosystem. *Current Science-Bangalore*. 89, 1103

Kantarıcı M.D. (2000). Toprak ilmi. 4261. İstanbul. İstanbul üniversitesi yayıncılık

Kaya A., Tel A.Z.,Avcı A., Ilgaz Özuslu E., Yağmur E. A., İzler F., Koç H., Toprak H.H.C., Sevgili H., Toyran K., Öztekin M., Kırmacı M., Üzüm N., Birecikligil S.S., Bozacı V. (2011). Gaziantep'in biyolojik çeşitliliği, cilt no:3, Gaziantep, GNG ofset matbaa

Kutlay A., Darıcı C. ve Aka Sağlıker, H. (2010). Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetişen Capparis Spinosa L. Topraklarında Organik Madde Mineralizasyonu. *Tünav Bilim Dergisi* 3, (3), 259-263

Langer, U. and Rinklebe, J. (2009). Lipid biomarkers for assessment of microbial communities in floodplain soils of the Elbe River (Germany). *Wetlands*. 29, 353–362.

Lechevalier MP. (1989). Lipids in bacterial taxonomy. In: O’Leary WM (Eds.), *Practical handbook of microbiology*. CRC, Boca Raton, Fla., pp 455–561.

Leckie, S. E. (2005). Methods of microbial community profiling and their application to forest soils. *Forest Ecology and Management*. 220, 88-106

Macalady, J.L., Fuller, M.E. and Scow, K.M. (1998). Effects of metan sodium fumigation on soil microbial activity and community structure. *Journal of Environmental Quality*. 27, 53–63

Margesin, R., Zimmerbauer, A. and Schinner, F. (1999). Soil lipase activity-a useful indicator of oil biodegradation. *Biotechnology Techniques*. 13: 859-863

Margesin, R., Zimmerbauer, A. and Schinner, F. (2000). Monitoring of bioremediation by soil biological activities. *Chemosphere*. Vol.40, Issue 4, p. 339-346.

Miller L. T., (1982). Single derivatization method for esters, including hydroxy acids. Whole-cell fatty acids. Hewlett-packard gas chromatography application note, hewlett-packard co., Alto, CA., 228-238

Miller, I., and Berger, T. (1985). Bacteria identification by gas chromatography of whole cell fatty acids. Hewlett-Packard Gas Chromatography Application Note, Hewlett-Packard Co., Alto, CA., 228-238

Ngonadi, N. (2013). Using PLFA to constrain microbial distribution related to S-cycling in oil-sands composite tailings during reclamation. *Mineralogical Magazine*, Page 2165.

O’Leary WM. and Wilkinson SG. (1988). Gram-positive bacteria. In: Ratledge C, Wilkinson SG (Eds.), *Microbial lipids*, vol 1. Academic Press, London, pp 117–202

Pennanen, T., Frostegard, A. S. A., Fritze, H. and Baath, E. (1996). Phospholipid fatty acid composition and heavy metal tolerance of soil microbial communities along two heavy metal-polluted gradients in coniferous forests. *Applied and Environmental Microbiology*. 62, 420-428

Pennanen, T. (2001). Microbial communities in boreal coniferous forest humus exposed to heavy metals and changes in soil pH - a summary of the use of

phospholipid fatty acids, BiologH and 3H-thymidine incorporation methods in field studies. *Geoderma.*, 100, 91–126

Petersen, S.O. and Klug, M.J. (1994). Effects of sieving, storage, and incubation temperature on the phospholipid fatty acid profile of a soil microbial community. *Applied and Environmental Microbiology.* 60, 2421-2430

Ramann E, 1911. *Bodenkunde.* 531 pp Yaalon D.H., (1995) dan soils in the mediterranean region: different?. *Catena.* Volume 28, issue 3-4, February, 1997. Pages 157-169

Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Salinity Lab., US Department of Agriculture Handbook 60. California, USA  
Ruess, L. and Chamberlain. P.M. (2010). The fat that matters: soil food web analysis using fatty acids and their carbon stable isotope signature. *Soil Biology & Biochemistry.* 42, 1898–1910.

Ringelberg, D., Richmond, M., Foley, K. and Reynolds, C. (2008). Utility of lipid biomarkers in support of bioremediation efforts at army sites. *Journal of microbiological methods.* 74(1): 17-25

Ritz K, Dighton J. and Giller KE. (1994). Beyond the Biomass: Compositional and Functional Analysis of Soil Microbial Communities. John Wiley and Sons, Chichester.

Ruess, L. and Chamberlain. P.M. (2010). The fat that matters: soil food web analysis using fatty acids and their carbon stable isotope signature. *Soil Biology & Biochemistry.* 42, 1898–1910.

Rousk, J; Brookes, PC; Baath, E. (2009). Contrasting Soil pH Effects on Fungal and Bacterial Growth Suggest Functional Redundancy in Carbon Mineralization. *Applied And Environmental Microbiology.* 149(3):1589-1596.

Roy, M. A. (1988). Use of fatty acids for the identification of phytopathogenic bacteria. *Plant Dis.*, 72, 460.

Sasser, M. (1990). Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids.  
Tech. Note. 101. Microbial ID, Newark, DE.

Schlichting, M. and Blume, E. (1966). *Bodenkundliches Practium: eine einfuhrung in pedologisches arbeiten fur okologen, insbeson dere land- und forswirte und fur geowissenschaftler*. 209 p.

Sundh, I., Nilsson, M. and Borgå, P. (1997). Variation in microbial community structure in two boreal peatlands as determined by analysis of phospholipid fatty acid profiles. *Applied and Environmental Microbiology*. 63, 1476–1482.

Steinberger, Y., Zelles, L., Bai, Q.Y., von Lützow, M. and Munch, J. C. (1999). Phospholipid fatty acid profiles as indicators for the microbial community structure in soils along a climatic transect in the Judean Desert. *Biology and Fertility of Soils*. 28, 292-300.

T.C Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2012). 2012 yılı Gaziantep İl Çevre Durum Raporu

Tunç E., Gül Ö.,(2014). Analysis of phospholipid fatty acids (PLFA) as a soil bioindicator in Karkamış/Gaziantep pistachio orchards, *Fresenius Environmental Bulletin*, volume 23-no:2, 385-394.

Tunlid, A., Hoitink, H.A.J., Low, C. and White, D.C. (1989). Characterization of bacteria that suppress *Rhizoctonia* damping-off in bark compost media by analysis of fatty acid biomarkers. *Applied and Environmental Microbiology*. 55, 1368–1374.

Tunlid A, and White DC. (1992). Biochemical analysis of biomass, community structure, nutritional status, and metabolic activity of microbial communities in soil. In: Stotzky, G., Bollag, J.-M. (Eds.), *Soil Biochemistry*. Marcel Dekker, New York, pp. 229–262.

Uyar E. ve Yalçın H.T. (2013). Mikrobiyal Biyosümfaktanlar, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6, 93–102

Vestal, R.J. and White, D.C. 1989. Lipid analysis in microbial ecology. *Bioscience* 39: 535-541. Vidali M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure Appl. Chem. Vol. 73*, No. 7, pp. 1163–1172, 2001.



Walkley, A. and Black, L.A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. **39**, 29-38.

Wilkinson S.G. (1988). Gram-negative bacteria. In: Ratledge, C., Wilkinson, S.C. (Eds.), *Microbial Lipids*. Academic Press, London, pp. 299–488

White, D.C., Davies, W.M., Nickels, J.S., King, J.D. and Bobbie, R.J. (1979). Determination of the sedimentary microbial biomass extractable lipid phosphate. *Oecologia*. **40**, 51–62.

White, D.C., Stair, J.O. and Ringelberg, D.B. (1997). Quantitative comparisons of in situ microbial biodiversity by signature biomarker analysis. *Journal of Industrial Microbiology*. **17**, 185-196.

Williams, M.A. and Rice, C.W. (2007). Seven years of enhanced water availability influences the physiological, structural, and functional attributes of a soil microbial community. *Applied Soil Ecology*. **35**, 535–545.

Yüksel M. (2003). Farklı yükseklik, iklim ve ana meteryaller üzerinde oluşmuş toprakların fiziksel, kimyasal ve minerolojik özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **9** (3), 365-369

Zak, D.R., Ringelberg, D.B., Pregitzer, K.S., Randlett, D.L., White, D.C. and Curtis, P.S. (1996). Soil microbial communities beneath *Populus grandidentata* grown under elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Ecological Applications* **6**, 257–262.

Zelles, L., Bai, Q.Y., Beck, T. and Beese, F. (1992). Signature fatty acids in phospholipids and lipopolysaccharides as indicators of microbial biomass and community structure in agricultural soils. *Soil Biology & Biochemistry*. **24**, 317–323.

Zelles, L. and Bai, Q.Y. (1993). Fractionation of fatty acids derived from soil lipids by solid phase extraction and their quantitative analysis by GC-MS. *Soil Biology & Biochemistry*. **25**, 495–507.

Zelles, L. (1999). Fatty acid patterns of phospholipids and lipopolysaccharides in the characterisation of microbial communities in soil: a review. *Biology and Fertility of Soils*. **29**, 111–129.

Zogg, G.P., Zak, D.R., Ringelberg, D.B., MacDonald, N.W., Pregitzer, K.S.  
and White,  
D.C. (1997). Compositional and functional shifts in microbial communities  
due to soil warming. *Soil Science Society of America* 61, 475–481.