

**FARKLI ANA MATERYALLER  
ÜZERİNDE OLUŞMUŞ  
TOPRAKLARIN BİYOPEDOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ**

**AYLİN ERKOÇAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ABD**

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ANA MATERYALLER ÜZERİNDE OLUŞMUŞ TOPRAKLARIN  
BİYOPEDOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

**AYLİN ERKOÇAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA**

**SAMSUN-2012**

**T.C.**  
**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Bu çalışma jürimiz tarafından 25/01/2012 tarihinde yapılan sınav ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Başkan: Doç. Dr. Orhan DENGİZ**

**Üye: Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA**

**Üye: Yrd. Doç. Dr. E. Selim KÖKSAL**

**ONAY:**

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.**

**..../..../2012**

**Prof. Dr. Ümit SERDAR**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## FARKLI ANA MATERYALLER ÜZERİNDE OLUŞMUŞ TOPRAKLARIN BİYOPEDOLOJİK ÖZELLİKLERİ

### ÖZET

Bu çalışmada, Samsun ili Havza İlçesi Kuşkonağı köyü sınırları içerisinde yer alan Kuşkonağı Havzasında, havzayı temsil edebilecek 6 farklı noktada açılan toprak profillerinde; (i) toprak sınıflandırılması yapılarak, toprak profili boyunca biyolojik özelliklerde meydana gelen değişim, (ii) toprak profillerinin yüzey horizonlarından yapılan örnekleme ile farklı büyüklükteki doğal toprak agregatlarında meydana gelen biyolojik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma alanındaki topraklar, *Typic Haploxerept*, *Typic Calcixerept*, *Lithic Xertorthent*, *Vertic Xerofluvent* ve *Chromic Haploxerent* olarak sınıflandırılmıştır. Toprak profillerinde horizon esasına göre yapılan toprak örneklemeinde, mikrobiyal biyomas (Cmic), mikrobiyal solunum (MS), metabolik katsayı ( $qCO_2$ ), dehidrogenaz aktivitesi ve katalaz aktivitesi gibi biyolojik toprak özellikleri belirlenmiş ve genellikle alt toprak katlarına inildikçe toprakların biyolojik özelliklerinde önemli azalmaların olduğu saptanmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonunda, toprakların biyolojik özellikleri ile pH, EC, organik madde, N, P ve K arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Bu araştırmada profillerin yüzey örnekleri kuru eleme yöntemine göre 8 ayrı büyüklükte doğal agregatlarına ayrılmış ve makroagregatların mikroagregatlardan çok daha fazla oranlarda bulunduğu belirlenmiştir. Makroagregatlar içerisinde ise en fazla >6.3 mm ve 2.00 - 4.75 mm'lik agregatların diğerlerine göre daha fazla oranlarda olduğu saptanmıştır. Doğal toprak agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiş ve agregatların biyolojik özelliklerinin agregatların büyüklüğüne göre homojen bir dağılım göstermediği saptanmıştır. Mikrobiyal biyomasın genellikle <250 µm mikroagregatlar ile 250 - 425 µm çapındaki makroagregatlarda daha yüksek seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, agregat çapları küçüldükçe mikrobiyal solunum, Corg:Cmic,  $qCO_2$  ve enzim aktivitelerinin daha yüksek seviyelerde bulunduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Toprak, agregat, profil, mikrobiyal biyomas, mikrobiyal solunum

## BIOPEDOLOGICAL PROPERTIES OF SOILS FORMED ON DIFFERENT PARENT MATERIALS

### ABSTRACT

In this study, Kuskonagi Watershed located within the boundaries of Kuskonagi village in Havza district of Samsun Province, by classifying soil in soil profiles opened at six different sites as number of representing the Watershed, determining changes that occurred in biological properties (i) throughout soil profile and (ii) in the different sizes of natural soil aggregates with sampling which are made from surface horizons of soil profiles were aimed.

Soils in the study area were classified as *Typic Haploxerept*, *Typic Calcixerept*, *Lithic Xertorthent*, *Vertic Xerofluvent* ve *Chromic Haploxerent*. In the soil sampling which was made on the basis of horizon in the soil profiles, soil biological properties such as microbial biomass (Cmic), microbial respiration (MS), metabolic coefficient (qCO<sub>2</sub>), dehydrogenase activity and catalase activity were determined, and significant reductions with increasing depth, in the biological properties of soils were found. As a result of the correlation analysis, significant relationships were found between biological properties of soil and pH, EC, organic matter, N, P and K.

Surface samples of the profiles in this research were separated 8 different sizes of natural aggregates with the *dry-sieving technique* and were found whether rates of macroaggregates were much greater than rates of microaggregates. Among macroaggregates, no more than > 6.3 mm and 2.00 - 4.75 mm aggregates were found to be more proportions than others. Microbiological characteristics of natural soil aggregates were determined, and it was found that biological properties of aggregates did not reflect a homogeneous distribution on sizes of aggregates. Microbial biomass at <250 µm microaggregates and 250-425 µm macroaggregates were found at higher levels. Consequently, microbial respiration, Corg:Cmic, qCO<sub>2</sub> and enzyme activities were found at higher levels in the smaller aggregate diameters.

**Keywords:** Soil, aggregate, profile, microbial biomass, microbial respiration

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sırasında fikirleriyle ve bilimsel katkılarıyla daima yanımda olan maddi ve manevi desteğini, sabrını, hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım saygıdeğer ve sevgili danışman hocam Sayın **Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA**'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince yakın ilgi ve desteğini her zaman hissettiğim, bilgi ve deneyimlerini hiç esirgmeden benimle paylaşan çok değerli hocam Sayın **Doç. Dr. Orhan DENGİZ**'e ayrıca teşekkür ederim.

Laboratuvar ortamında her zaman ilgi ve hoşgörüsüyle bana destek olan, çalışmalarımın her an aşamasında bir an olsun beni yalnız bırakmayan **Araş. Gör. Elif ÖZTÜRK**'e ve sevgili arkadaşlarım, toprak bilimi ve bitki besleme bölümü yüksek lisans öğrencileri **Murat DURMUŞ**, **Tuba ALPASLAN** ve **Vildan IŞILDAK**'a ve tanıştığım ilk günden itibaren her türlü desteklerini yanımda hissettiğim canım arkadaşlarım **Safiye Gündoğdu** ve **Nilay Güven**'e çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen, karşıma çıkan bütün zorluklarda beni aydınlatan ve bu noktaya gelmemi sağlayan annem ve babam **Senem** ve **Ali ERKOÇAK**'a, beni her şekilde mutlu etmeye çalışan, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim canım abim **Rıza ERKOÇAK** ve sevgili ablalarım **Aysun** ve **Aysel ERKOÇAK**'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	viii
<b>EKLER LİSTESİ</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1. Toprak Profili Boyunca Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler .....	3
2.2. Agregatlaşma ve Toprakların Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler .....	8
2.3. Toprakların Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler .....	12
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	14
3.1. Çalışma Alanı .....	14
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması.....	14
3.3. Doğal Toprak Agregatlarının Ayrılması.....	15
3.4. Toprak Analizleri .....	16
3.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri .....	16
3.4.2. Biyolojik Toprak Analizleri.....	16
3.4.2.1. Mikrobiyal Solunum .....	16
3.4.2.2. Mikrobiyal Biyomas C.....	17
3.4.2.3. $C_{org}/C_{mic}$ oranı .....	17
3.4.2.4. Metabolik katsayı.....	17

3.4.2.5. Katalaz Aktivitesi .....	17
3.4.2.6. Dehidrogenaz Aktivitesi .....	18
3.5. İstatistiksel Değerlendirmeler .....	18
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>19</b>
4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	19
4.2. Toprakların Biyolojik Özellikleri .....	24
4.2.1. Profil Boyunca Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler.....	24
4.2.2. Toprakların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler .....	29
4.2.3. Yüzey Topraklarının Doğal Toprak Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	30
4.2.3.1. Yüzey Topraklarındaki Doğal Agregatların Dağılımı .....	30
4.2.3.2. Doğal Agregatlardaki Mikrobiyolojik Özelliklerin Değişimi .....	32
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>38</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>40</b>
<b>7. EKLER .....</b>	<b>46</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>58</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Agregatlaşma Üzerine Etkili Canlı Grupları .....	8
Şekil 2.2. Agregatlardaki Boşluklar.....	10
Şekil 2.3. Toprak Agregatlarının Yapısı ve Mikroorganizma Dağılımları .....	10
Şekil 3.1. Çalışma Alanı Haritası ve Toprak Profillerinin Açıldığı Noktaların Alansal Dağılımı .....	15
Şekil 4.1. Açılan Profil Çukurlarının Resimleri .....	20
Şekil 4.2. Profil 1'in Biyolojik Özellikleri .....	24
Şekil 4.3. Profil 2'nin Biyolojik Özellikleri .....	25
Şekil 4.4. Profil 3'ün Biyolojik Özellikleri.....	25
Şekil 4.5. Profil 4'ün Biyolojik Özellikleri.....	25
Şekil 4.6. Profil 5'in Biyolojik Özellikleri .....	26
Şekil 4.7. Profil 6'nın Biyolojik Özellikleri .....	26
Şekil 4.8. Profillerden Alınan Yüzey Topraklarının Doğal Agregat Dağılımları .....	31
Şekil 4.9. Profil 1'in Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Mikrobiyolojik Özellikleri .....	33
Şekil 4.10. Profil 2'nin Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Mikrobiyolojik Özellikleri .....	33
Şekil 4.11. Profil 3'ün Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Mikrobiyolojik Özellikleri .....	34
Şekil 4.12. Profil 4'ün Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Mikrobiyolojik Özellikleri .....	34
Şekil 4.13. Profil 5'in Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Mikrobiyolojik Özellikleri .....	35

Şekil 4.14. Profil 6'nın Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Mikrobiyolojik Özellikleri .....	35
Şekil 4.15. Profillerin Yüzey Topraklarının Doğal Agregatlarının Enzim Aktiviteleri .....	36

**ÇİZELGELER LİSTESİ**

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Çizelge 4.1. Açılan Profillerden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	22
Çizelge 4.2. Korelasyon Analizi Sonuçları.....	29

**EKLER LİSTESİ**

	<b><u>Sayfa No</u></b>
EK 1. Samsun Meteoroloji İstasyonu Uzun Yıllar İklim Verileri .....	46
EK 2. Kuşkonacı Havzası Eş Yükselti Haritası.....	47
EK 3. Kuşkonacı Havzası Genel Karakteristik Özellikleri .....	48
EK 4. Kuşkonacı Göleti Havzası Arazi Kullanma Durumu.....	48
EK 5. Profil 1'in Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler .....	49
EK 6. Profil 2'nin Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler .....	49
EK 7. Profil 4'ün Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler.....	50
EK 8. Profil 5'in Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler .....	50
EK 9. Profil 6'nın Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler .....	51
EK 10. Profil 1'in Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	52
EK 11. Profil 2'nin Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	53
EK 12. Profil 3'ün Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	54
EK 13. Profil 4'ün Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	55
EK 14. Profil 5'in Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	56
EK 15. Profil 6'nın Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri .....	57

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla çoğalması, mevcut toprakların erozyona uğraması sonucu besin kayıplarının ve yapısal bozulmanın ortaya çıkması tarımın yapılabilmesi için gerekli toprakların nitelik ve niceliklerini zayıflatmaktadır (Church 2001). Bu nedenle toprak yaşamın kaynağını oluşturması bakımından ekosistemin en önemli öğelerinden birisini oluşturmaktadır. İnsan beslenmesindeki ve ekolojik denge içerisindeki yeri dikkate alındığında toprakların sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Hatalı tarım tekniklerinin uygulanması toprakların bozulmasında başlıca etmenlerden birisidir. Jeomorfolojik açıdan baktığımızda ise ülkemiz topraklarının önemli bir kısmının eğimli araziler üzerinde bulunması nedeniyle tarımsal faaliyetlerin daha bilinçli bir şekilde yapılması ve toprakların yapısal özelliklerinin geliştirilerek korunmaları gerekmektedir. Bu bakımdan topraklardaki agregatlaşma ve agregatların stabil olması önemlidir. Toprakta meydana gelen agregatlaşma ve agregatların stabilitesi; mikrobiyal topluluklar, topraktaki organik ve inorganik mineraller, yüzeyde birikmiş olan bitkisel atıkların doğası ve ekosistemdeki değişikliklere bağlı olabilmektedir. Topraklardaki agregatlaşma; toprakların su tutma ve havalanma kapasitesi, suyun ve havanın toprak içerisindeki hareketi, kök gelişimi ve dağılımı ile mikrobiyal toplulukların aktivitesi gibi toprak özellikleri üzerine etkili olurken, agregat stabilitesi önemli toprak fiziksel özelliklerinden birisi olup, toprak erozyonunun önlenmesi üzerine de etkili olmaktadır (Tate, 1995).

Toprakların uzun yıllar verimli ve üretken bir şekilde kullanımını amaçlayan sürdürülebilir tarım yaklaşımları önemini giderek arttırmaktadır. Sürdürülebilir tarımda toprağın sürdürülebilir kullanımı onun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirmek ve korumakla mümkündür. Özellikle artan mekanizasyon ve yoğun tarımsal faaliyetler toprakların fiziksel ve mekanik özelliklerinde bozulmalara neden olmaktadır. Ayrıca organik gübre kullanımının yetersizliği ve yoğunlaşan kimyasal gübreler de bu bozulmayı hızlandırmaktadır. Topraklarda hacim ağırlığı artışı, gözenekliliğin azalması, hava ve su iletkenliğinin düşmesi, yüzeyde kaymak tabakası oluşumu, toprak agregatlarının dayanıklılıklarını kaybetmesi fiziksel ve mekanik bozulmanın göstergeleri arasındadır. Özellikle organik madde azalmasıyla birlikte ortaya çıkan bozulmalar üretkenliği daha fazla etkilemektedir. Tarım alanlarında toprakların sürdürülebilir kullanımı için fiziksel yapının korunması veya geliştirilmesi son derece önemlidir. Genellikle topraklardaki yapısal bozulmalar çok yoğun bir şekilde işlenen

topraklarda, toprak organik maddesinin azalmasından dolayı meydana gelmektedir (Grandy ve ark. 2002). Toprak işleme hem mikrobiyal biyomas karbon (C), hem de mineralize olabilir C üzerinde etkilidir. Toprak işleme, topraktaki organik C'nun hızlı bir şekilde parçalanmasına neden olarak agregasyonda ve organik madde miktarında azalmaya yol açabilmektedir (Beare ve ark. 1994; Sainju ve ark. 2006; Bossuyt ve ark. 2002). Devamlı toprak işleme yapılan alanlarda organik maddenin ciddi şekilde azalmasıyla toprağın strüktürel durumu bozularak granüler yapısını kaybetmekte ve agregat oluşumu engellenmektedir. Toprak strüktüründe meydana gelen bu bozulma neticesinde strüktürle ilgili özellikler olumsuz yönde etkilenmektedir. Bütün bunların sonucu olarak verim ve kalitede düşüşler olmaktadır. Bu nedenle toprakların agregat dağılımları ve stabilite ölçümleri toprakların bir kalite göstergesi olarak kabul edilmektedir (Six ve ark, 2000). Ayrıca agregat stabilitesi ölçümleri toprak agregatlarının bozulmayı oluşturan çevresel etmenlere karşı direncinin belirlenmesinde de önemli bir parametredir (Hillel, 1982). İyi bir toprak strüktürü ise, topraktaki primer parçacıkların birleşerek agregatlar şeklinde depolanmasıyla oluşmaktadır. Agregat oluşumuna toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra, biyolojik özellikleri de büyük oranda etki etmektedir. Söz konusu etkide ise, toprak organik maddesi kritik rol oynamaktadır. Organik madde biyolojik ayrışmaya uğramaksızın agregatlaşma ve toprak strüktürü üzerinde çok az etkilidir. Mikroorganizmalar da enerji kaynağı olarak organik maddenin bulunmadığı durumlarda agregasyonda etkisizdirler. Toprağa organik materyal ilave edildikten sonra yoğun bir mikrobiyal aktivite görülür ve mikroorganizmaların sayısı artar. Mantar ve aktinomisetler miseller üretirler ve tüm mikrobiyal grupların metabolik faaliyetleri sonucunda kompleks organik bileşikler sentezlenir. Organik materyallerin parçalanma ürünleri ise toprakta kalır. Bu işlemler süresince ise stabil agregatların oluşumu sağlanır. Bu agregatlar sadece toprak organik maddesini fiziksel olarak korumakla kalmayıp (Tisdall ve Oades, 1982), aynı zamanda mikrobiyal yapıları da etkilemektedir (Hattori, 1988).

Bu tez çalışmasında, Samsun ili Havza İlçesi Kuşkonağı köyü sınırları içerisinde yer alan Kuşkonağı Havzasında, havzayı temsil edebilecek 6 farklı noktada açılan toprak profillerinde; (i) toprak sınıflandırılması yapılarak, toprak profili boyunca biyolojik özelliklerde meydana gelen değişim, (ii) toprak profillerinin yüzey horizonlarından yapılan örnekleme ile farklı büyüklükteki doğal toprak agregatlarında meydana gelen biyolojik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Toprak Profili Boyunca Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

Toprağın en üst katı olan A horizonu; mikroorganizma, solucan gibi canlıların daha yoğun olarak yaşadığı katman olmakla beraber genellikle bitkisel kökenli organik artıkların ayrışması ile oluşmuştur. Bu nedenle üst toprak katmanları organik madde bakımından daha zengindir (Sposito, 1989). Böylece toprakta mevcut olan mikroorganizma ve küçük canlıların besin maddelerini oluşturur. Bu vesileyle oluşacak biyolojik aktivite, toprak yapısının hem kimyasal hem de fiziksel özelliklerinin belirlenmesini sağlar. Dolayısıyla bitkilerin iyi gelişmesi için gerekli olan toprak yapısının sağlanması, ancak toprakta yeterince organik madde olmasıyla mümkündür. Toprak agregatlarını bir arada tutan dengeleyici materyallerden önemli bir kısmı organik maddenin ayrışmasıyla meydana gelmektedir. Yapılan çeşitli araştırmalar şunu göstermiştir ki; organik maddenin parçalanması ile önce enerji ve protein daha sonra besin elementleri ve yapışkan sıvılar açığa çıkmaktadır. Bu yapışkan sıvılar toprak parçacıklarını birbirine bağlayarak stabil agregatları meydana getirmektedir. Yapışkan özellik ayrışma sırasında açığa çıkan humik ya da ulmik asitlerden veya bunlara benzer bileşiklerden ya da organik maddenin ayrışması sırasında oluşan belirli polisakkarit ve poliüronidlerin varlığı ile de ilişkili olabilmektedir (Öztürk ve Özdemir, 2006).

Agregat büyüklük dağılımı veya agregasyon arasındaki ilişkiler toprak yönetimi, ana materyal, organik madde içeriği, vejetasyon, iklim, topoğrafya gibi pek çok çevresel faktörden etkilenebilir. Aşkın ve Kızılkaya (2009), üç arazi pozisyonunda (tepe, hafif eğimli ve dağ eteği) makroagregatların içeriğinin (özellikle 841-1190  $\mu\text{m}$  ve 1190-1680  $\mu\text{m}$  çapındaki makroagregatlar) mikroagregatlardan daha yüksek bulunduğunu belirlemişlerdir.

Çelik (2005), Akdeniz platosunda agregat büyüklük dağılımı, doymuş hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı ve organik madde gibi bazı toprak özellikleri üzerinde arazi kullanım çeşidinde meydana gelen değişimlerin etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla doğal mera toprakları, parçalanmış ormanlar, meralardan dönüştürülen ekili toprakları içeren 3 komşu arazi kullanım çeşidi seçilmiştir. Ekili topraklar 0,5 mm'den küçük agregat büyüklüğünden oluşmasına rağmen mera ve orman topraklarında 4 mm'den büyük agregatların baskın olduğu belirlenmiştir.

Beare ve ark. (1997), topraktaki mikrobiyal toplulukların bileşimlerinin; agregasyon, organik madde içeriği, işleme ve ürün yönetimi ile önemli derecede etkilenebileceğini bildirmiştir. Bu amaçla yaptıkları bir çalışmada işlenmemiş toprakların 0-5 cm'lik yüzey kısımlarının daha fazla > 250 µm agregatlara sahip olduğu ve konvensiyonel topraklarla karşılaştırıldığında fungal misellerinin yoğunluğunun daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Toprak içerisindeki mikrobiyal toplulukların çeşitliliği, miktarı ve bileşimi toprak derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Toprakların biyolojik aktivitesi 0-15 cm'lik üst toprakta alt derinliklere göre daha yüksek seviyededir. Alt toprak derinliklerine doğru inildikçe biyolojik aktivite azalmaya başlamakta, toprak bünyesine bağlı olarak değişmekle beraber biyolojik aktivite tamamen ortadan kalkabilmektedir. Örneğin bakteriyel biyomas (Fierer ve ark. 2003), 16S rRNA bakteri genlerinin konsantrasyonu (Kemnitz ve ark. 2007; Zhou ve ark. 2004), parça uzunluk polimorfizm noktaları (Konneke ve ark. 2005), denatüre jel elektroforez bantları (Agnelli ve ark. 2004), gram negatiflerin gram pozitif bakterilere oranı (Fierer ve ark. 2003) alt toprak derinliklerinde üst toprağa göre daha düşük seviyelerdedir.

Toprak derinliği ile birlikte mikrobiyal toplulukların yapısındaki değişimler; alt toprakta mikroorganizmaların verdiği tepkilere bağlıdır (Holden ve ark. 2005). pH (Eichorst, ve ark. 2007), parçacık büyüklüğü (Sessitsch ve ark. 2001), organik C içeriği (Zhou ve ark. 2002), besin maddesi kapsamı (Fierer ve ark. 2003), su içeriği (Treves ve ark. 2003) ve oksijen konsantrasyonu (Ludemann ve ark. 2000) gibi parametreler yüzey ve yüzeyaltı topraklarında önemli değişiklikler gösterdiği için buna bağlı olarak mikrobiyal toplulukların fizyolojisi ve metabolik potansiyelleri de toprak profili boyunca büyük değişiklikler gösterebilmektedir.

Toprağın biyolojik aktivitesi ya toprakta yaşayan mikroorganizmaların sayıları ya da bunların solunumları sırasında açığa çıkan karbondioksit miktarı gibi indirekt metodlar ile ölçülmektedir. Topraklardaki biyolojik aktivite sadece topraktaki mikroorganizmaların sayısına değil aynı zamanda enzimlerin sayıları ve aktivitelerine bağlıdır. Hatta enzimlerin çoğu mikroorganizmalar mevcut olmadan da faaliyet göstermektedir. Topraktaki biyolojik aktivitenin büyük kısmı hücre dışında bulunan ve toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilmiş enzimler sayesinde gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak toprakların biyolojik aktiviteleri enzimlerin aktivitelerinin ölçülmesiyle yapılmıştır. Genel olarak fazla organik madde içeren topraklarda biyolojik



aktivite yüksek bulunmuştur. Alt toprak katmanlarında ise enzim aktivitesi üst toprağa nazaran daha düşüktür. Lorenz ve Kandeler (2004), kentsel alanlardaki toprakların besin maddesi dönüşümlerini ortaya koymak amacıyla, Almanya'nın Stuttgart şehrinde bahçe alanlarında açılan 10 toprak profilinde, toprakların biyolojik özelliklerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda üst toprak katlarında toprak organik maddesi ile arilsülfataz ve üreaz aktivitesinin yüksek seviyelerde bulunduğu, alt toprak derinliklerine inildikçe hem organik maddenin hem de enzimlerin aktivitesinde önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir.

Fierer ve ark. (2003), toprak profili boyunca elde edilen agregatlar içerisindeki fonksiyonel ve mikrobiyal toplulukların bileşimi ve çeşitliliğini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada toprak profilinde derinlikle birlikte gram pozitif bakterilerin oransal miktarında bir artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. % 12 satire edilmiş C horizonunda bakteriyel diziler oluşmuş iken A, B ve satire edilmemiş C horizonunda ise bakteriyel diziler oluşmamıştır. *Alpha* ve *Deltaproteobacteria* A horizonunda ve satire edilmiş C horizonunda önemli derecede yüksek bulunmuştur. B horizonunun ise yaklaşık % 40'ı *Acidobacteria* filyuma bağlı olduğu saptanmıştır.

Lorenz ve Kandeler (2004), kentsel toprak yönetimi hakkında bilgi alt yapısını geliştirmek ve kentsel alanlardaki toprakların besin maddesi dönüşümlerini ortaya koymak amacıyla, Almanya'nın Stuttgart şehrinde bahçe alanlarından yoğun trafik yükünün bulunduğu alanlara değin değişen noktalarda açılan 10 toprak profilinde, toprakların biyolojik biyokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonunda, üst toprak katlarındaki mikrobiyal biyomas C'nun  $0.17-1.64 \text{ g C kg}^{-1}$  ve mikrobiyal biyomas N'un ise  $0.01-0.30 \text{ g N kg}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmesine karşın, 170-190 cm derinliğe inildikçe, mikrobiyal biyomas C'nun  $0.12 \text{ g C kg}^{-1}$  ve mikrobiyal biyomas N'un ise  $0.05 \text{ g N kg}^{-1}$ 'e düştüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde, üst toprak katlarında toprak organik maddesi ile arilsülfataz ve üreaz aktivitesinin de yüksek seviyelerde bulunduğu, alt toprak derinliklerine inildikçe hem organik maddenin hem de enzimlerin aktivitesinde önemli azalmaların olduğu saptanmıştır.

Dengiz ve ark (2007) tarafından, Çankırı-Acıçay nehrinin her iki yakasında spesifik arazi formları ve farklı eğimlerde toprak özellikleri ile enzim aktiviteleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışmada entisol, inceptisol, mollisol içerisinde sınıflandırılan 6 farklı toprak tipi belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, erozyon ve organik madde kapsamı ile beraber topografik pozisyonundaki değişimlere

bağlı olarak toprak profili ve eğim boyunca üreaz, alkalın fosfataz ve arilsülfataz enzim aktivitesinde önemli değişimlerin olduğu, tüm toprak profillerinde ise alt toprak katlarına inildikçe toprak enzimlerinin aktivitelerinde önemli azalmaların meydana geldiği saptanmıştır.

Kızılkaya ve ark (2007) tarafından, Ankara-Çatalkaya havzasında toprak profili boyunca  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesinde meydana gelen değişim ve  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi ile toprakların fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Toprak örnekleri yarı kurak araştırma bölgesinde inseptisol, entisol ve vertisol olarak tanımlanan 6 toprak profilinin farklı horizonlarından alınmıştır. Toprakların  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi değerlerinin 2.032 – 153.104  $\mu\text{g}$  p-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  arasında değiştiiği (ortalama 38.106  $\mu\text{g}$  p-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$ ) saptanmıştır. Çalışma sonunda toprak profili boyunca  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesinin azaldığı ve organik C, toplam N, alınabilir P ve değişebilir K arasında pozitif ilişkiler belirlenmesine karşın  $\beta$ -Glikosidaz aktivitesi ile toprak tekstürü, pH, KDK, EC ve kireç arasında ise ilişki belirlenmemiştir.

Marinari ve Antisari (2010), farklı yüksekliklerdeki kumtaşları üzerinde oluşmuş kahverengi orman topraklarının kireçli ve kireçsiz toprak profillerindeki mikrobiyal aktivitede meydana gelen değişimleri araştırmışlar ve farklı yükseltilerdeki kahverengi orman topraklarının toprak profilleri boyunca karbonatların toprakların biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu amaçla, 2 tanesi kireçli ve 2 tanesi ise kumtaşları üzerinde gelişmiş kireçsiz toprak profili üzerinde çalışmışlar, toprakların mikrobiyal aktivitesi ile biyokimyasal özelliklerini belirlemek için de, toplam ve suda çözünür organik C'nun yanı sıra mikrobiyal biyomas C ve N, asit fosfataz,  $\beta$ -Glikosidaz ve kitinaz enzim aktivitelerini ise indikatör parametre olarak kullanmışlardır. Araştırma sonunda, toprakların mikrobiyal biyomas içerikleri üzerine toprak profili boyunca dağılım gösteren kirecin herhangi bir etkisinin bulunmadığı, toprak organik C içeriğinin mikrobiyal biyomas içeriğini etkileyen temel toprak özelliği olduğu belirlenmiştir. Toprak enzimleri içinde asit fosfataz aktivitesi hariç diğer enzimler için de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Asit fosfataz aktivitesinin ise, toprakların karbonat içeriğinden önemli oranda etkilendiği saptanmıştır. Araştırmada aynı zamanda, üst toprak katlarının mikrobiyal aktivitesi ile biyokimyasal özelliklerinin alt derinliklere göre daha fazla seviyelerde olduğu da saptanmıştır.

Antisari ve ark (2010), farklı bitki örtülerinin epipedonlardaki toprak organik maddesi stabilitesi şeklinde toprak profilinin gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır.

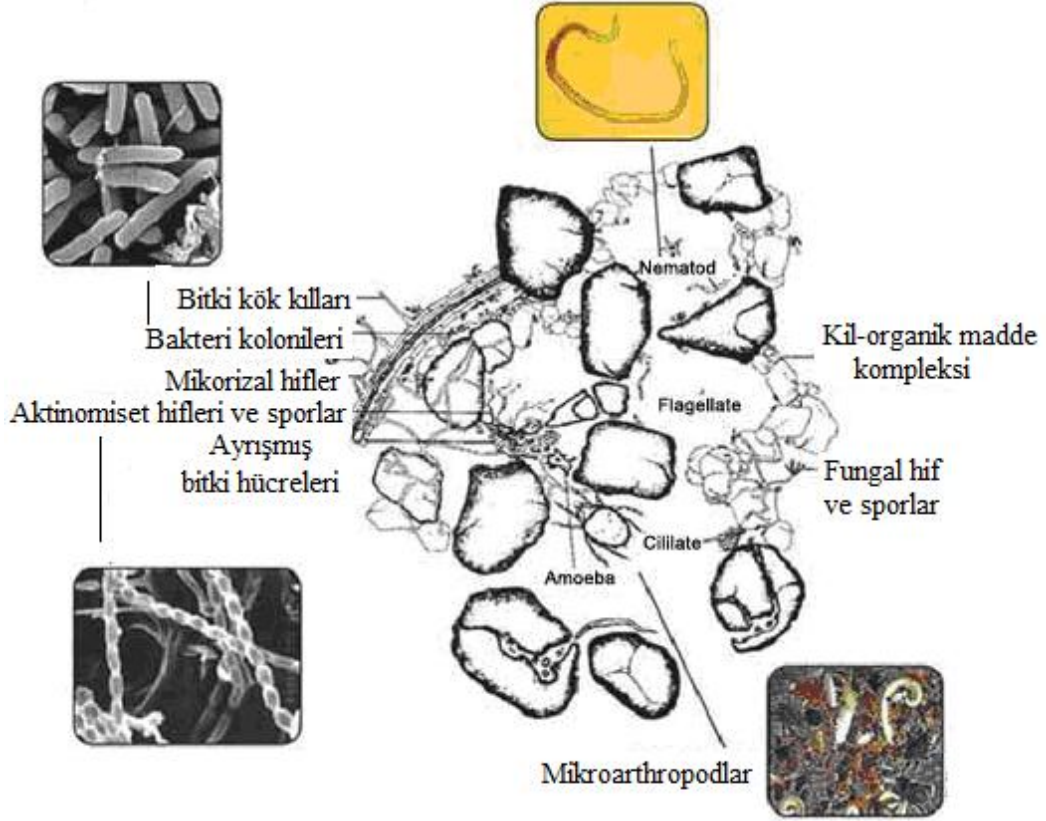
Araştırmada, pek çok fiziksel ve kimyasal parametrenin yanı sıra, biyolojik indikatör olarak organik C içerisindeki biyomas C'nin oranı (C<sub>mic</sub>:C<sub>org</sub>), metabolik katsayı (qCO<sub>2</sub>) ve hidrolitik toprak enzimleri kullanılmıştır. Araştırma sonunda indikatör biyolojik parametrelerin alt toprak derinliklerine inildikçe azaldığı saptanmış, bu parametreler ile bazı toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında önemli ilişkiler belirlenmemesine karşın sadece toprak organik maddesi ve N arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Farklı bitkisel örtü materyallerinin toprağın organik madde kapsamında meydana getirdiği etkilerden dolayı toprakların mikrobiyal özelliklerinde değişimler oluşturduğu saptanmıştır.

Kızılkaya ve ark. (2010) tarafından Çankırı, Uludere'de farklı arazi kullanımının (orman, mera ve tarımsal kullanım) ve arazideki bitki örtüsünün toprakların mikrobiyal biyomas C ve toprak solunumu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, dört toprak profili açılmış ve bu profiller taksonomik olarak Lithic Xerorthent, Typic Dystroxerept ve Typic Haploxerept olarak tanımlanmıştır. Çalışmada toprak profili boyunca alınan örneklerde alt toprak katlarına inildikçe organik madde, mikrobiyal biyomas C ve toprak solunumu içeriğinin azaldığı, mikrobiyal biyomas C ve toprak solunumu içeriğinin en fazla orman topraklarında bulunduğu saptanmıştır.

Babu ve ark. (2010), Hindistan'ın Karnataka bölgesindeki kurak iklim bölgesinde organik ve konvensiyonel tarım sistemleri ile toprak derinliğinin enzim aktiviteleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, < 3 yıl, 3-6 yıl ve > 6 yıl'dır organik tarım yapılan parsellerde açılan toprak profillerinde asit fosfataz, alkalın fosfataz ve dehidrogenaz aktivitesinde meydana gelen değişimleri araştırmışlardır. Araştırma sonunda, organik tarım yapılan toprakların enzim aktivitelerinin konvensiyonel tarım yapılan parsellere göre daha yüksek seviyelerde olduğu, > 6 yıldır organik tarım yapılan toprakların ise en fazla enzim aktivitesi düzeylerinde bulunduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, açılan tüm profillerin üst toprak katlarında alt katlara göre daha yüksek enzim aktivitesi seviyeleri saptanmıştır.

## 2.2. Agregatlaşma ve Toprakların Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Topraktaki kil, silt ve kum fraksiyonlarının organik materyal ve toprak mikroorganizmaları ile bunların sentez ürünleri sayesinde oluşturdukları en küçük doğal toprak parçasına “agregat” adı verilmektedir. Toprak fraksiyonlarının bir araya gelerek agregatı oluşturmalarına ise “agregatlaşma” denilmektedir. Agregatlar yapılarındaki organik maddeden dolayı bitki yaşamı için daha uygun koşulların oluşmasını sağlamaktadırlar. Toprak agregatları agregat çapına göre mikro agregatlar (<250 µm) ve makro agregatlar (>250 µm) olarak iki genel gruba ayrılmaktadır (Oades, 1984). Agregatlaşma üzerine funguslar, bakteriler, aktinomisetler, nematodlar, protozoalar, mikroarthropodlar gibi çok sayıda canlı grubu etki etmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Agregatlaşma üzerine etkili canlı grupları

Toprak mikroorganizmaları arasında funguslar agregatların hem oluşumunda hem de stabilizasyonunda diğerlerine göre daha önemlidir (Lynch ve Bragg, 1985). Bakteriler kil ve silt parçacıklarının stabilizasyonunu sağlarken (Lynch ve Bragg, 1985; Dorioz ve ark. 1993; Tisdall, 1994) funguslar daha geniş toprak parçacıklarını bağlayıcı unsurları (Tisdall ve Oades, 1982; Oades ve Waters, 1991) içermektedirler. Funguslar mikro ve makroagregatlar içerisindeki toprak parçacıklarını bağlayan organik

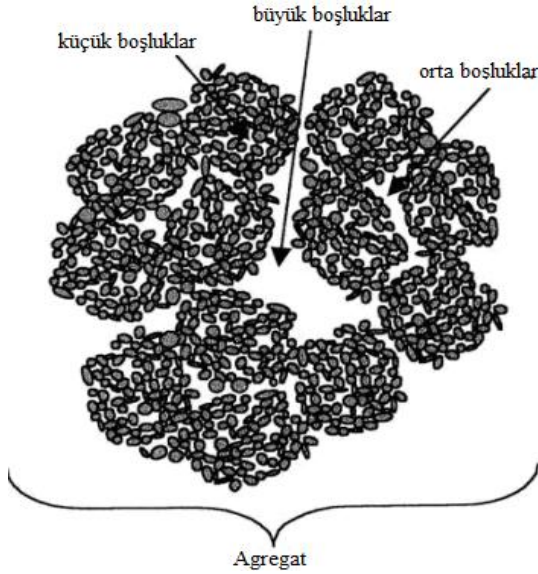
substratları üreterek agregat oluşumunu başlatan mikroorganizmalardır (Tisdall ve Oades, 1982; Chenu, 1989; Beare ve ark. 1997). Saprofit funguslar ile VA mikorizal fungusların hifleri mikroagregatlar içerisindeki toprak parçacıklarını yapıştırıcı organik substratlar üretirler. Bu yapı stabil agregatlar içerisindeki organik maddenin korunmasında ve depolanmasında önemli rol oynamaktadır (Elliott 1986; Gupta ve Germida, 1988; Beare ve ark. 1994). Agregatlar arasındaki hiflerin ayrımı ve gözenekler içerisindeki fungal bağlayıcı bileşenler nedeniyle funguslar oldukça etkili agregat stabilizatörleridir. Toprak mikroorganizmaları özellikle funguslar makroagregatların oluşumu ve stabilizasyonunda önemli rol oynar (Gupta ve Germida, 1988; Tisdall 1994). Miller ve Jastrow (1990) ve Tisdall (1994) pek çok topraktaki makroagregat stabilitesinin hif uzunluğu ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Çok sayıda fungus hif ağı ile stabil makroagregatlar içerisindeki mikroagregatları bağlayan ekstraselüler polisakkaritler üretmektedirler (Tisdall, 1994). Elliott (1986), makroagregatlar içerisindeki mikroagregatları bağlayan organik madde sayesinde makroagregatların C konsantrasyonlarını yükselttiğini ve kültivasyonun bir sonucu olarak organik madde fraksiyonunun azaldığını saptamıştır.

Agregasyonda, başta funguslar olmak üzere, diğer mikroorganizmalar da etkilidir. Taksonomik sınıflandırmada, bakteriler içerisinde yer alan aktinomisetler (filamentli bakteriler) ise filament oluşturmeyen diğer bakterilere göre agregasyonu daha fazla arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar, agregasyonu etkilemede mikroorganizmaların fungus > aktinomiset > bakteri şeklinde etkide bulunduğunu ortaya koymuştur (McCalla, 1945, 1946). Agregatların stabilizasyonunda genel olarak makroagregatların stabilizasyonunda funguslar, mikroagregatların stabilizasyonunda ise bakterilerin etkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Tisdall, 1994).

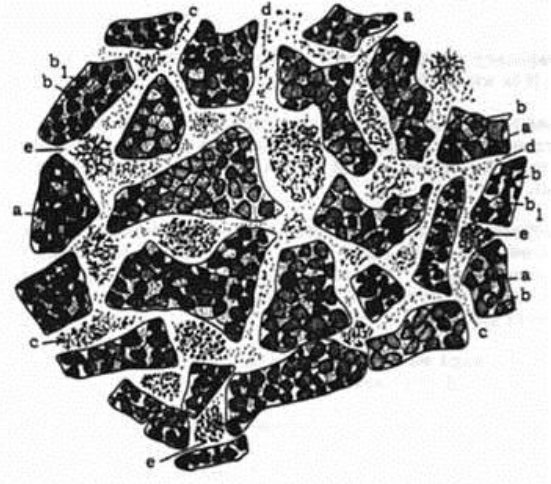
Agregatlaşma üzerine etkili olan mikroorganizmaların meydana getireceği etki büyük ölçüde C ihtiyacını sağladığı kaynak ile toprak boşluklarının havalanma seviyeleridir. Mikrobiyal gelişmeyi ortamın serbest oksijen seviyesi büyük oranda etkilemektedir. Boşluklardaki serbest oksijen seviyesi ise boşluk hacmi ile orantılıdır. Boşluk hacmi mikrobiyal gelişmeyi kontrol edebileceği gibi mikrobiyal popülasyonun kompozisyonu üzerine de etki etmektedir (Şekil 2.2, Şekil 2.3).

Mikroagregatlar (2-20  $\mu\text{m}$ ) pek çok toprak çeşidinde bakteriler için en uygun ortamlar olarak ifade edilmektedir (Ranjard ve ark. 2001). Bu nedenle iç agregat fraksiyonundaki mikroporlar içerisinde bulunan bakteriler daha yüksek miktardadır

(Hattori, 1988; Ranjard ve ark. 2000). Bakteriye çeşitlilik üzerine toprak struktürünün etkisi az bilinmesine rağmen mikrobiyal topluluğun bileşimi; toprak agregatlarının büyüklüğü (Kanazawa ve ark. 1986; Sessitsch ve ark. 2001; Vaisanen ve ark. 2005) ve konumunun (Jocteur-Monrozier ve ark. 1991; Ranjard ve ark. 1997) bir fonksiyonu olarak farklılıklar göstermektedir.



Şekil 2.2. Agregatlardaki boşluklar



Şekil 2.3. Toprak agregatlarının yapısı ve mikroorganizma dağılımları

- a) Pek çok mikroagregatın bir araya gelmesi ile oluşan agregatlar;
- b) Bakteriler ile doldurulmuş mikroagregatlar arasındaki boşluklar (b<sub>1</sub>);
- c) Agregatlar arasında gelişen hücreler;
- d) Mikrobiyal koloniler -bakteri, fungus ve aktinomisetler-

Tisdall ve Oades (1982), agregat stabilitesinden sorumlu farklı konumlarda rol alan üç çeşit çimentolayıcı maddenin varlığından söz etmişlerdir. Bu çimentolayıcı maddelerin **a)** hızlı bir biçimde parçalanan bitkilerden ve mikrobiyal üretim sonucu meydana gelen kısa süreli etkisi ile agregat stabilitesinden sorumlu olan polisakaritler, **b)** agregat stabilitesini geçici olarak etkileyen bitki köklerindeki hifler ve özellikle de mikorizal etmenler **c)** agregat stabilitesine kalıcı ve uzun süreli etki eden polivalent metal katyonlar içerisinde en etkilileri olan amorf alüminyum ve demirin aromatik humik materyale katılımıyla oluşan bileşiklerin olduğu bildirilmektedir. Bu bileşenlerin

agregatların yapısal organizasyonunda değişik yerlerde farklı çimentolayıcı madde olarak etki ettiği, köklerin ve mantar hiflerinin makro agregatlarda stabilize edici olarak ( $>250 \mu\text{m}$  çaplı agregatlarda) görev yaptığı ve bu nedenle makro agregat oluşumunun toprak yönetimi tarafından kontrol edilebileceği bildirilmektedir. Topraktaki bu etkinin yetiştirilen bitkinin kökleri ve organik karbonun oksidasyonunun etkilenmesi ile meydana geldiği belirtilmiştir. Mikro agregatlardaki suya dayanıklılığın etkisinin organik çimentolayıcı maddelerin varlığına ve toprak yönetiminden bağımsız olarak toprakların karakteristiklerine bağlı olduğu bildirilmiştir.

Miller ve Dick (1995), 1989 yılında iki farklı yetiştiricilik (kırmızı üçgül ve bakla) ve toprak yönetiminde (geleneksel ve alternatif rotasyon) bitkisel üretim yapılmaya başlanılan alandan, 1991 ve 1993 yılları arasında 10 cm'lik toprak derinliğinden örnekleme yapılarak beş farklı agregat büyüklük dağılımındaki (1.00 mm-2.00 mm, 0.50 mm-1.00 mm, 0.25 mm-0.50 mm, 0.10 mm-0.25 mm ve  $0.10 \text{ mm} >$ ) kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin değerlendirilmesini yapmışlardır. İki yıl içerisinde alternatif rotasyon sistemindeki (kırmızı üçgül ve bakla rotasyonu) doğal agregat büyüklük dağılımındaki temel değişimin mikro agregatlarda % 35'lik bir azalmayı, makro agregat oranında ise ( $>0.25 \text{ mm}$ ) % 35'e yakın bir artış sağladığını belirlemişlerdir. Tüm toprakta organik girdilerdeki değişimin topraktaki mikrobiyal biyomas içerisindeki geniş artışı ile toprak karbon oranında da yüksek bir artış sağladığı bildirilmiştir. Her iki örnekleme yılı içinde alternatif rotasyon sistemindeki yarayışlı organik madde miktarının geleneksel tarım sistemindeki yarayışlı organik madde miktarından daha yüksek değerlerde bulunduğu tespit edilmiştir. Makro agregatların yüksek oranda mikrobiyal biyomas karbon ( $C_{\text{mic}}$ ), mikrobiyal biyomas karbon ve toplam organik karbon oranı ( $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ) ve düşük düzeyde  $\text{CO}_2$  içerdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak topraktaki agregasyonu geliştirmede topraktaki organik karbon düzeyini arttırıcı veya var olan düzeyi koruyucu toprak yönetim sisteminin önemli olduğu bildirilmektedir.

### 2.3. Toprakların Fiziko-Kimyasal Özellikleri ile Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Frankberger ve ark. (1982) tarafından yapılan bir çalışmada, 11 toprak enzimi ile mikrobiyal solunum, mikrobiyal biyomas, canlı hücre sayımı ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmak için 10 değişik yüzey toprağından örnekler alınmıştır. Çalışma sonunda yapılan korelasyon analizleri sonucunda, mikrobiyal solunum ve mikrobiyal biyomas ile toprakların alkalın fosfataz, katalaz, amidaz,  $\alpha$ -glukosidaz, dehidrogenaz, asit fosfataz, fosfodiesteraz, arilsülfataz, amidaz, üreaz ve invertaz aktiviteleri arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bununla beraber, enzim aktiviteleri ile organik C, katyon değişim kapasitesi, toplam N ve tekstür arasında da önemli ilişkiler saptanmıştır.

Pascual ve ark. (2001), yarı kurak iklim koşullarındaki topraklarda uzun süreli yapılan monokültür tarımın toprakların mikrobiyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kurak koşullarda yapılan tarımsal pratiklerin toprakların mikrobiyal biyomas ve toprak solunumunu azalttığı, işlenen arazilerde ise daha yüksek  $qCO_2$  değerinin belirlendiğini saptamışlardır. Ayrıca, yarı kurak bölgelerde yapılan monokültür uygulamalarının toprakların enzim aktivitelerinde önemli oranda azalmalara sebep olduğu ve bu alanların mikrobiyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin işlenmeyen doğal topraklara göre daha düşük seviyelerde olduğu da belirlenmiştir.

Levi-Minzi ve ark. (2002), Akdeniz bölgesi tarım alanlarındaki topraklarda toprakların biyolojik ve fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerin saptanması amacıyla yaptıkları çalışmada, Tuscany bölgesinin değişik yerlerinden özellikleri birbirinden farklı olan toplam 14 adet toprak örneği almışlardır. Laboratuvar analizleri sonunda, toprak örnekleri arasında katalaz aktivitesinin 14 kat,  $\beta$ -glukosidaz aktivitesinin ise 577 kat farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonunda, toprakların biyolojik özelliklerinin birbirleri arasında herhangi bir korelasyon göstermemesine karşın, bazı biyolojik parametrelerin toprak organik madde kapsamı, su tutma kapasitesi, katyon ve anyon değişim kapasitesi ve toplam N içerikleri ile önemli pozitif ilişki gösterdiği belirlenmiştir.

Muhammad ve ark (2007), Pakistan'da Punjab'a bağlı 6 bölgede tekstür, tuzluluk, alkalilik özellikleri bakımından birbirlerinden farklı 29 noktadan aldıkları toprak örneklerinde, tuzluluk ve alkalilik ile toprakların mikrobiyolojik özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Çalışma sonunda, tüm toprakların pH'sının



8.1 – 10.4 arasında değiştiği (ort. 9.2), toprak pH'sı ile toprak organik C içeriği arasında önemli negatif korelasyon bulunmasına karşın toprak mikrobiyal özellikleri ile ilişki içerisinde bulunmadığı belirlenmiştir. Tuzluluk ve alkaliliğin, mikrobiyal biyomas C ve mikrobiyal biyomas P arasında ilişki içerisinde bulunmadığı belirlenmesine karşın, artan tuzluluk ve alkalilikle mikrobiyal biomass N ve toprak solunumunun azaldığı belirlenmiştir.

Ananyeva ve ark. (2007), yarı kurak iklim bölgelerinden kutup iklim bölgelerine kadar Rusya'nın Avrupa'da kalan kısmındaki temel toprak çeşitlerinin (gleyic Cryosols, umbric Albeluvisols, albic Luvisols, luvic Chernozems, Kastanozems) mikrobiyal solunum seviyelerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, doğal (orman, mera ve nadas) ve farklı tarımsal arazi kullanım şekillerindeki alanlardan 0-5 cm ve 5-10 cm'lik toprak derinliklerinden örnekler almışlardır. Bu amaçla alınan toprak örneklerinde toprak solunumu ve mikrobiyal biyomas C içerikleri belirlenmiştir. Araştırma sonunda, kutup bölgelerine yakın noktalar ile (gleyic Cryosols) ılıman (albic Luvisols, luvic Chernozems) bölgelerden alınan toprakların daha yüksek mikrobiyal biyomas ve toprak solunumu kapsadığını saptamışlardır.

Okur ve ark. (2008) tarafından, Akdeniz iklim koşullarında organik ve konvansiyonel tarım altındaki bağ topraklarında mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesinin araştırıldığı çalışmada, toprak organik C, mikrobiyal biyomas C, proteaz, üreaz, alkalik fosfataz ve dehidrogenaz aktivitelerinin konvansiyonel sisteme oranla organik sistemde önemli ölçüde yüksek çıktığını belirlemişlerdir. Ayrıca mikrobiyal biyomas C'nin organik C'ye oranı da aynı şekilde organik sistemde yüksek olduğunu, bu toprakların organik C içeriğinin, konvansiyonel topraklara oranla % 13-23 arasında arttığını tespit etmişlerdir.

Cerri ve ark. (2008), Brezilya'nın Amazonlar'ındaki mera topraklarındaki toplam C ve N, mikrobiyal biyomas C, N dönüşümünün (mineralizasyon ve nitrifikasyon) mevsimsel değişimini araştırdıkları çalışmada, yağmurlu mevsimlerde 0-5 ve 5-10 cm'lik toprak derinliklerindeki mikrobiyal biyomasın kurak dönemlere göre daha yüksek olduğunu ve genellikle 0-5 cm'lik st toprak katlarında daha fazla mikrobiyal biyomas bulunduğunu saptamışlardır. Ayrıca, kurak mevsimlerde toprakların amonyum azotu konsantrasyonunun yağışlı mevsimlere göre daha fazla miktarda bulunmasına karşın nitrat azotu konsantrasyonunun yağışlı dönemde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu saptamışlardır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Orta Karadeniz Bölgesinin iç kesiminde, Samsun ili Havza İlçesi Kuşkonağı köyü sınırları içerisinde Silcan deresi üzerindeki Kuşkonağı Göleti ve havzası olup deniz seviyesinden ortalama 742 m kotundadır. Gölet Havza İlçe merkezine 7 km Samsun İlçe merkezine 91 km uzaklıktadır. Havza büyüklüğü 1156.3 ha'dır. Göletin maksimum su seviyesi (dolu savak seviyesi) 755.10 m, ölçülen maksimum derinlik 747.85 m ve göletin maksimum derinliği 7.25 m dir. Kuşkonağı havzası 4548-4544 kuzey ve 718-724 (UTM-km) doğu boylamında yer almaktadır. Çalışma alanının iklim özellikleri, kartoğrafik materyaller ve havza topoğrafik karakteristikleri, havza jeolojisi ve hidrojeolojisi, havzanın arazi kullanma ve bitki örtüsü durumuna ait bilgiler EK 1'de verilmiştir.

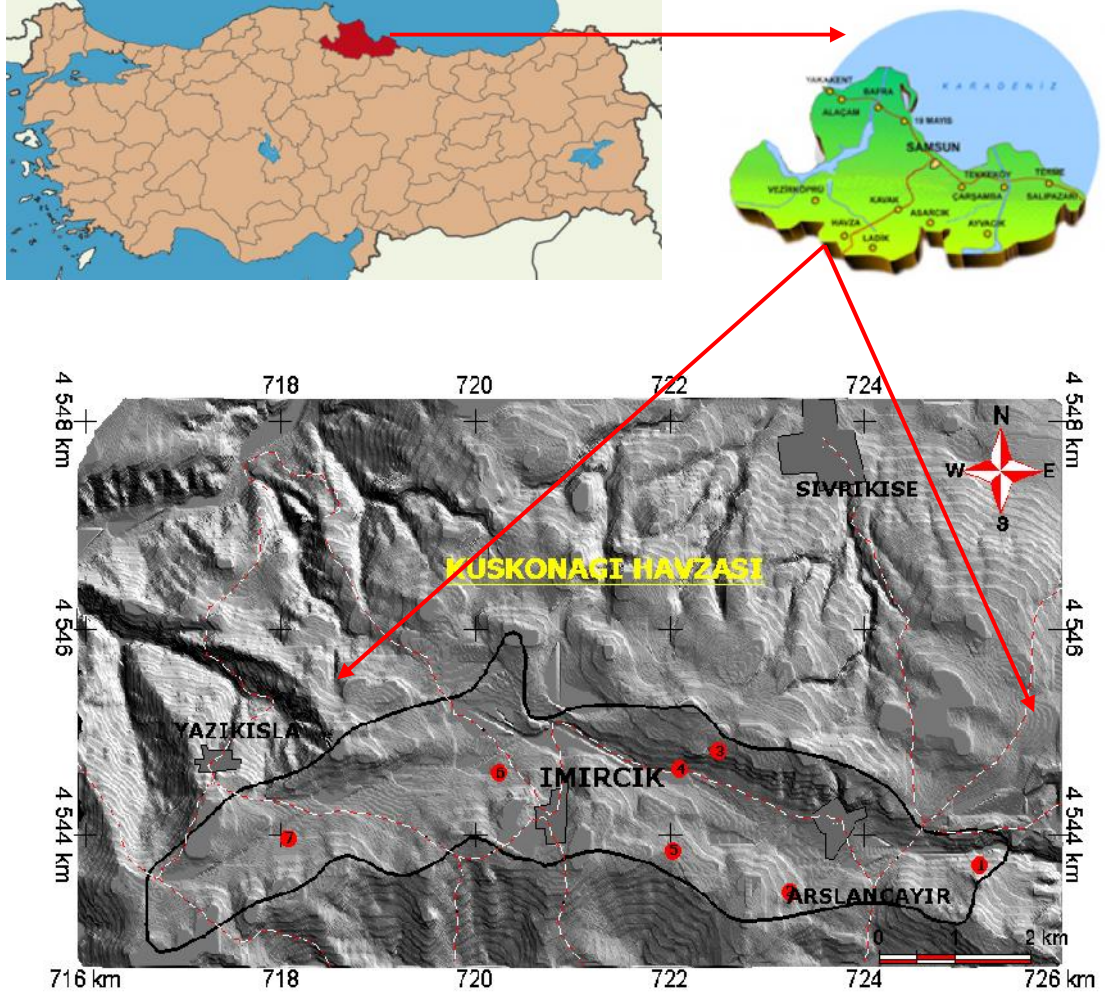
#### 3.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Çalışma alanını oluşturan Kuşkonağı Havzası'nda EK 1'deki veriler de kullanılarak havzayı temsil edebilecek 7 farklı noktadan toprak profilleri açılmıştır. Açılan profillerden bir tanesi benzer özellik göstermesi nedeniyle 6 farklı profil tanımlaması yapılmıştır. Toprak profillerinin açıldığı noktalar Şekil 3.1.'de verilmiştir. Açılan profillerden 2010 yılı Ağustos ayı içerisinde toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleme 2 ayrı şekilde yapılmıştır.

*a) Toprak profillerinden horizon esasına göre yapılan örnekleme:* Bu örneklemede amaç, toprakların sınıflandırmasını yapmak ve toprak profili boyunca biyolojik özelliklerde meydana gelen değişimi belirlemektir. Horizon esasına göre yapılan örneklemede alınan toprak örnekleri 2'ye bölünmüştür. Birinci kısım topraklar, fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılması amacıyla laboratuarda tutulmuştur. İkinci kısım ise, toprakların biyolojik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla örnekler buzdolabında +4<sup>0</sup>C'de analiz sırası gelinceye değin saklanmıştır.

*b) Toprak profillerinin yüzey horizonlarından (Ap 0-15 cm) yapılan örnekleme:* Bu örneklemede amaç, yüzey topraklarının doğal agregatlarının dağılımı ile bu agregatlardaki biyolojik özelliklerin dağılımını saptamaktır. Bu amaçla yüzey horizonlarından yaklaşık 2000 gr toprak örneği alınmıştır. Örnek alım esnasında kullanılan bel küreği her seferinde % 95'lik etil alkol ile steril edilerek kullanılmış,

alınan örnekler hemen laboratuara nakledilmiş ve doğal agregatlarına kuru eleme yöntemi ile ayrılmıştır. Doğal agregatların biyolojik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla örnekler buzdolabında  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de analiz sırası gelinceye değin depolanmıştır.



Şekil 3.1. Çalışma alanı haritası ve toprak profillerinin açıldığı noktaların alansal dağılımı

### 3.3. Doğal Toprak Agregatlarının Ayrılması

Toprak profillerinin yüzey horizonlarından alınan örneklerin doğal agregatları kuru eleme metodu ile Tisdall ve Oades (1982) tarafından bildirildiği şekli ile belirlenmiştir. Bu amaçla, otomatik elek sallayıcısına  $< 0.250$  mm,  $0.425$  mm,  $1.00$  mm,  $1.40$  mm,  $2.00$  mm,  $4.75$  mm,  $6.30$  mm açıklığındaki elekler üst üste konularak  $1000$  gr'lık toprak  $2$  dk boyunca elenmiştir. Eleme işlemi sonucunda  $8$  büyüklük sınıfında

doğal agregatlar elde edilmiştir: Bunlar, i)  $> 6300 \mu\text{m}$ , ii)  $6300-4750 \mu\text{m}$ , iii)  $4750-2000 \mu\text{m}$ , iv)  $2000-1400 \mu\text{m}$ , v)  $1400-1000 \mu\text{m}$ , vi)  $1000-425 \mu\text{m}$ , vii)  $425-250 \mu\text{m}$  ve viii)  $< 250 \mu\text{m}$ 'dur. Daha sonra her bir fraksiyon tartılmış ve örnekler biyolojik analizlerin yapılması amacıyla buzdolabında  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de analiz sırası gelinceye kadar saklanmıştır.

### **3.4. Toprak Analizleri**

#### **3.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri**

Profillerden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılabilmesi amacıyla, gölgede kurutulan, dövülen ve  $2 \text{ mm}$ 'lik elekten elenen toprak örneklerinde; tekstür, hidrometre yöntemi ile (Bouyoucus 1951), pH ve EC 1:2,5 (w/v) toprak: su karışımında pH-metre ve EC-metre ile (Peech, 1965; Bower ve Wilcox, 1965), kireç Scheibler kalsimetresi ile (Çağlar, 1958), organik madde Walkley-Black yöntemi ile (Rowell, 1996), toplam N Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965) alınabilir fosfor  $0,5 \text{ M NaHCO}_3$  ekstraksiyonunda (Olsen ve ark. 1954), değişebilir Na, K, Ca ve Mg,  $1 \text{ N NH}_4\text{OAc}$  ekstraksiyonunda, kation değişim kapasitesi ise Bower yöntemine göre (Rowell, 1996) belirlenmiştir. Ayrıca, toprak profillerinin yüzey horizonlarından alınan örneklerin her bir doğal agregatlarında organik madde kapsamı Walkley-Black yöntemi ile (Rowell, 1996) saptanmıştır.

Toprakların belirlenen fiziksel ve kimyasal analizleri ile EK1'de verilen bilgiler doğrultusunda açılan profillerin sınıflandırılması Soil Survey Staff (1999); tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır.

#### **3.4.2. Biyolojik Toprak Analizleri**

Profillerden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde ve toprak profillerinin yüzey horizonlarından alınan örneklerin her bir doğal agregatlarında aşağıda detayları verilen biyolojik analizler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

##### **3.4.2.1. Mikrobiyal Solunum (MS)**

Toprak ve agregat örneklerinin mikrobiyal solunumları ( $\text{CO}_2$  üretimleri) Anderson (1982) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Bu amaçla, 24 saatlik inkübasyon boyunca  $25^{\circ}\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılan toprak örneklerinden üretilen  $\text{CO}_2$

alkali tarafından  $(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{BaCl}_2)$  tutularak arta kalan  $\text{OH}^-$ , kesin konsantrasyonu bilinen  $\text{HCl}$  ile fenol ftaleyn indikatörü eşliğinde titrasyona tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar  $\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} 24 \text{ h}$  kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

#### 3.4.2.2. Mikrobiyal Biyomas C ( $C_{\text{mic}}$ )

Toprak ve agregat örneklerinin mikrobiyal biyomas C içerikleri SIR (Substrate Induced Respiration) yöntemine göre Anderson ve Domsch (1978) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak örnekleri üzerine glikoz'un belirli miktarları ilave edilerek belirli zaman sonunda üretilen  $\text{CO}_2$  miktarından biyomas C,  $40.04 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} + 0.37$  eşitliği yardımı ile hesaplanmış ve sonuç  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \cdot 24 \text{ h}$  kuru toprak olarak ifade edilmiştir.

#### 3.4.2.3. $C_{\text{org}}/C_{\text{mic}}$ oranı

Toprak ve agregat örneklerinin  $C_{\text{org}}/C_{\text{mic}}$  oranları toplam organik karbonun 1 saatlik mikrobiyal biyomas karbona oranlanması şeklinde hesaplanmıştır (Santruskova ve Straskraba, 1991).

#### 3.4.2.4. Metabolik katsayı ( $q\text{CO}_2$ )

Toprak ve agregat örneklerinin metabolik katsayısı Anderson ve Gray (1991) tarafından bildirildiği şekli ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$q\text{CO}_2 (\mu\text{g CO}_2/\text{mg } C_{\text{mic}}/\text{d}) = \text{MS}_{\text{rates}} / C_{\text{mic}}$$

#### 3.4.2.5. Katalaz Aktivitesi (KA)

Toprak ve agregat örneklerinin katalaz aktiviteleri Beck (1971) tarafından bildirildiği şekli ile volumetrik olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak örnekleri üzerine 0,2 M fosfat tamponu (pH 6,8) ilave edilerek 30 dk bekletilmiştir. Toprak-tampon çözelti karışımı üzerine ilave edilen %3'lük  $\text{H}_2\text{O}_2$  çözeltisinden 3 dak. sonunda açığa çıkan oksijen volumetrik olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar  $\mu\text{l O}_2 \text{ g}^{-1}$  kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

### 3.4.2.6. Dehidrogenaz Aktivitesi (DA)

Toprak ve agregat örneklerinin dehidrogenaz aktiviteleri Pepper ve ark. (1995) tarafından bildirildiği şekli ile belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak örneği üzerine glikoz ve %3'lük TTC (2,3,5-triphenyltetrazolium chlorid) çözeltisinden ilave edilmiş ve 25<sup>0</sup>C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan TPF (triphenylformazan) metanol ile ekstrakte edilmiş ve oluşan kırmızı rengin intensitesi standart TPF serisine karşılık 485 nm de spektrofotometrede belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

### 3.5. İstatistiksel Değerlendirmeler

Elde edilen bulgulara ait istatistiksel değerlendirmeler ve Pearson Korelasyon analizleri SPSS 11.0 paket programında yapılmıştır. Varyans analizi (ANOVA), tek faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış, elde edilen *F*-değerine göre önemli çıkan sonuçlara ait LSD testi  $P<0.01$  önem düzeyinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise Yurtsever (1984) tarafından öngörüldüğü şekilde değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Samsun ili Havza İlçesi Kuşkonağı köyü sınırları içerisinde yer alan Kuşkonağı Havzasında, havzayı temsil edebilecek 6 farklı noktadan açılan toprak profillerinin resimleri Şekil 4.1.'de verilmiştir. Açılan her bir profil çukurlarından horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Açılan profil çukurlarından alınan toprak örneklerinin kum içerikleri % 21,43 – % 74,47 arasında, silt içerikleri % 10,02 – 34,94 arasında, kil içeriklerinin ise % 10,56 – 57,84 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna ilave olarak, toprakların pH'sı 6,94 – 8,18 (ort. 7,55) arasında olup genellikle hafif alkalin reaksiyonlu, EC'si 0,04 – 0,34 dSm<sup>-1</sup> (ort. 0,19 dSm<sup>-1</sup>) arasında olup tuzsuz, organik madde içeriği % 0,24 – 3,48 (ort. % 1,23) arasında olup genellikle düşük, kireç içeriği % 0,63 – 16,03 (ort. % 3,69) arasında olup genellikle az kireçlidir. Üst toprak katlarında toprak organik madde seviyesinin alt toprak katlarına göre daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin toplam azot içeriği % 0,04 – 0,25 (ort. % 0,12) arasında olup alt toprak katlarına inildikçe toprağın N içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde alınabilir P içeriğinin, 0,01 – 29,19 mg kg<sup>-1</sup> (ort. 8,58 mg kg<sup>-1</sup>) arasında değiştiği belirlenmiş, üst toprakta P'nin alınabilir miktarının daha fazla olduğu alt toprak katlarına inildikçe ise alınabilir P içeriğinin azaldığı, işlenen kısımdaki P'nin ise bitkisel üretim açısından yeterli seviyede bulunduğu saptanmıştır.

Toprak örneklerinin değişebilir Na, K, Ca ve Mg içeriklerinin ise sırasıyla: 0,03 – 0,22 cmol kg<sup>-1</sup> (ort.0,14 cmol kg<sup>-1</sup>), 0,13 – 1,20 cmol kg<sup>-1</sup> (ort.0,52 cmol kg<sup>-1</sup>), 10,25 – 57,84 cmol kg<sup>-1</sup> (ort.36,06 cmol kg<sup>-1</sup>), 2,47 – 14,48 cmol kg<sup>-1</sup> (ort.8,00 cmol kg<sup>-1</sup>) arasında değiştiği belirlenmiştir. Değişebilir K'nın da tıpkı N ve P'de olduğu gibi 4 nolu profil hariç, genellikle üst toprak katlarında daha fazla seviyelerde olduğu saptanmıştır. Ayrıca toprakların katyon değişim kapasitelerinin 15,33 – 69,90 cmol kg<sup>-1</sup> (ort.47,78 cmol kg<sup>-1</sup>) arasında değiştiği de belirlenmiştir.



Horizon/Derinlik

Ap (0-19 cm)

Bw1 (19-50 cm)

Bw2 (50-78 cm)

R (78+ cm)

**Profil no:1 (Typic Haploxerept)**

*Mevkii:* Gölet sırtı

*Koordinat:* 4543731 m N-725323 m E

*Arazi kullanımı:* Kuru tarım (buğday), bozuk orman, göletin kuzey sırtlarının bir kısmı mera

*Fizyografya:* Etek-yamaç ; *Çevre Arazi:* Tepelik

*Denizden yükseklik:* 761 m ; *Profil eğim:* % 15

*Drenaj:* İyi ; *Erozyon:* Az ; *Tuzluluk:* Yok

*Yüzey taşlılık:* Az ; *Profil içi taşlılık:* Az

*Ana materyal:* Marn, bazalt karışımı



Horizon/Derinlik

Ap (0-19 cm)

A2 (16-35 cm)

Bw (35-60 cm)

Bk (60-89 cm)

C1 (89-110 cm)

C2k (110+ cm)

**Profil no:2 (Typic Calcixerept)**

*Mevkii:* Düz tarla sırtı

*Koordinat:* 4543455 m N-723225 m E

*Arazi kullanımı:* Kuru tarım (buğday, ayçiçeği)

*Fizyografya:* Yamaç; *Çevre Arazi:* Tepelik- ondüleli

*Denizden yükseklik:* 788 m ; *Profil eğim:* % 8

*Drenaj:* İyi ; *Erozyon:* Orta ; *Tuzluluk:* Yok

*Yüzey taşlılık:* Yok ; *Profil içi taşlılık:* Yok

*Ana materyal:* Marn, kireç taşı



Horizon/Derinlik

A (0-16 cm)

R (16+ cm)

**Profil no: 3 (Lithic Xertorthent)**

*Mevkii:* Taşlık Tepe ve Tuzla tepe arası

*Koordinat:* 4557122 m N-256041 m E

*Arazi kullanımı:* Orman, mera kısmen kuru tarım

*Fizyografya:* Yamaç ; *Çevre Arazi:* Tepelik

*Denizden yükseklik:* 635 m ; *Profil eğim:* % 20+

*Drenaj:* Aşırı ; *Erozyon:* Şiddetli ; *Tuzluluk:* Yok

*Yüzey taşlılık:* Taşlı ; *Profil içi taşlılık:* Çok taşlı

*Ana materyal:* Kumtaşı, marn

Şekil 4.1. Açılan profil çukurlarının resimleri





<u>Horizon/Derinlik</u>	<b>Profil no: 4 (Vertic Xerofluvent)</b>
Ap (0-19 cm)	<i>Mevkii:</i> tarla sırtı
A2 (19-43 cm)	<i>Koordinat:</i> 4557122 m N-256041 m E
C1 (43-98 cm)	<i>Arazi kullanımı:</i> Sebzeler (fasulye, lahana, soğan, domates vb) ve buğday, ayçiçeği
2C2 (98+ cm)	<i>Fizyografya:</i> Düz ; <i>Çevre Arazi:</i> Dalgalı
	<i>Denizden yükseklik:</i> 779 m ; <i>Profil eğim:</i> % 2
	<i>Drenaj:</i> Zayıf ; <i>Erozyon:</i> Yok ; <i>Tuzluluk:</i> Yok
	<i>Yüzey taşlılık:</i> Az taşlı ; <i>Profil içi taşlılık:</i> Taşlı
	<i>Ana materyal:</i> Taşınmış ince ve çakıllı sediment



<u>Horizon/Derinlik</u>	<b>Profil no:5 (Typic Calcixerert)</b>
Ap (0-18 cm)	<i>Mevkii:</i> Gökçeşme sırtı
Bss1 (18-56 cm)	<i>Koordinat:</i> 4543741 m N-722312 m E
Bss2 (56-125 cm)	<i>Arazi kullanımı:</i> Kuru tarım (buğday)
Ckss (125+ cm)	<i>Fizyografya:</i> Düz, düzeyakın; <i>Çevre Arazi:</i> Tepelik
	<i>Denizden yükseklik:</i> 799 m ; <i>Profil eğim:</i> % 8
	<i>Drenaj:</i> Zayıf ; <i>Erozyon:</i> Yok ; <i>Tuzluluk:</i> Yok
	<i>Yüzey taşlılık:</i> Taşlı ; <i>Profil içi taşlılık:</i> Yok
	<i>Ana materyal:</i> Bazalt



<u>Horizon/Derinlik</u>	<b>Profil no: 6 (Chromic Haploxerert)</b>
Ap (0-15 cm)	<i>Mevkii:</i> Değirmencioğlu çeşme
A2 (15-39 cm)	<i>Koordinat:</i> 45447972 m N-720405 m E
Bss1 (39-70 cm)	<i>Arazi kullanımı:</i> Kuru tarım (buğday)
Bss2 (70-120 cm)	<i>Fizyografya:</i> Düz ; <i>Çevre Arazi:</i> Tepelik
Css (120+ cm)	<i>Denizden yükseklik:</i> 792m ; <i>Profil eğim:</i> % 2
	<i>Drenaj:</i> Zayıf ; <i>Erozyon:</i> Şiddetli ; <i>Tuzluluk:</i> Yok
	<i>Yüzey taşlılık:</i> Yok ; <i>Profil içi taşlılık:</i> Yok
	<i>Ana materyal:</i> İnce kil birikintisi

Şekil 4.1. Açılan profil çukurlarının resimleri (devam)

Çizelge 4.1. Açılan Profillerden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Horizon /Derinlik	Tekstür			pH	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	O.M. %	Kireç %
	Kum,%	Silt,%	Kil,%				
Profil no:1 (Typic Haploxerept)							
Ap (0-19 cm)	34,54	21,66	43,80	7,06	0,10	2,54	1,03
Bw1 (19-50 cm)	37,02	18,77	44,21	7,01	0,08	0,24	0,99
Bw2 (50-78cm)	30,27	21,45	48,29	7,22	0,15	0,96	0,82
Profil no:2 (Typic Calcixerept)							
Ap (0-16 cm)	24,21	22,28	53,51	8,06	0,31	1,94	2,67
A2 (16-35 cm)	22,78	27,47	49,75	7,71	0,29	0,82	8,13
Bw (35-60 cm)	23,97	34,94	41,08	7,80	0,25	0,48	13,20
Bk (60-89 cm)	38,91	33,39	27,70	7,98	0,23	0,37	16,03
C1 (89-110 cm)	74,47	14,97	10,56	8,18	0,14	0,32	6,13
Profil no: 3 (Lithic Xertorthent)							
Ap (0-16 cm)	66,52	18,57	14,92	8,08	0,17	1,06	5,53
Profil no: 4 (Vertic Xerofluvent)							
Ap (0-19 cm)	57,83	21,29	20,87	6,94	0,07	1,38	1,26
Bw (19-43 cm)	47,61	21,47	30,92	7,02	0,07	1,03	0,71
C1 (43-98 cm)	45,28	19,64	35,08	7,23	0,09	0,99	1,38
C2 (98+ cm)	70,67	10,02	19,31	7,14	0,04	1,30	1,28
Profil no:5 (Typic Calcixerert)							
Ap (0-18 cm)	22,93	24,65	52,42	7,16	0,16	2,35	1,39
Bss1 (18-56 cm)	21,43	22,46	56,10	7,55	0,19	1,03	0,95
Bss2 (56-125 cm)	21,74	20,42	57,84	7,75	0,34	0,98	0,63
Ckss (125+ cm)	22,05	23,40	54,55	8,11	0,34	0,39	10,66
Profil no: 6 (Chromic Haploxerert)							
A1 (0-15 cm)	26,97	24,33	48,69	7,03	0,31	3,48	1,47
A2 (15-39 cm)	26,41	22,35	51,23	7,27	0,11	1,51	0,67
Bss1(39-70 cm)	25,44	23,27	51,29	7,45	0,15	1,32	0,88
Bss2(70-120cm)	25,13	22,38	52,48	7,82	0,16	1,01	0,88
Css (120+ cm)	25,27	21,26	53,46	8,02	0,32	0,58	1,47

Çizelge 4.1. Açılan Profillerden Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (devam)

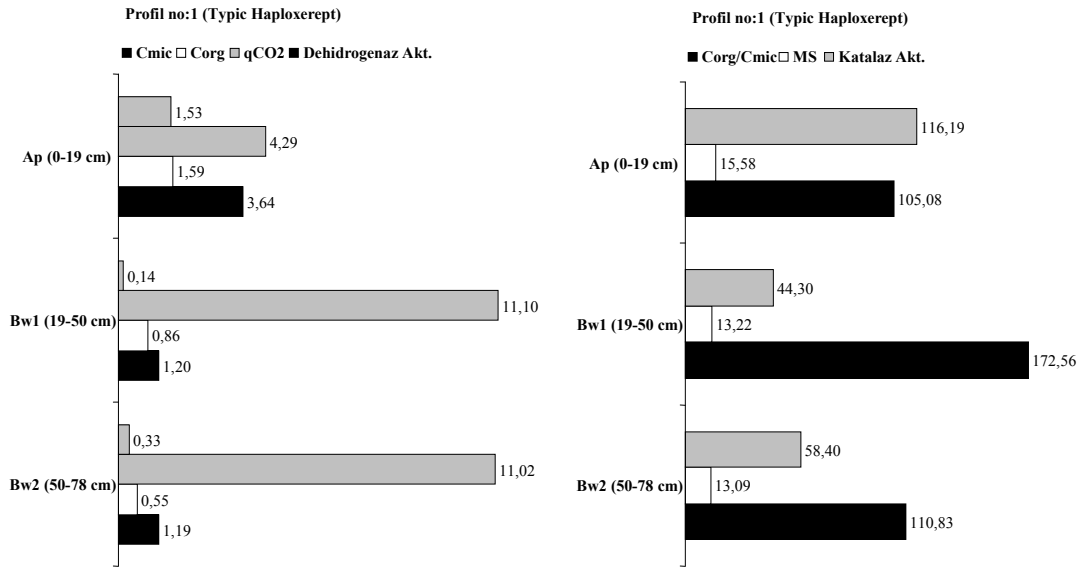
Horizon /Derinlik	Toplam N, %	Alınabilir P, mg kg <sup>-1</sup>	Değişebilir Katyonlar, cmol kg <sup>-1</sup>				KDK cmol kg <sup>-1</sup>
			Na	K	Ca	Mg	
Profil no:1 (Typic Haploxerept)							
Ap (0-19 cm)	0,19	29,19	0,13	0,78	20,95	6,59	43,74
Bt1 (19-50 cm)	0,14	6,62	0,19	0,33	23,68	8,00	56,05
Bt2 (50-78cm)	0,11	1,60	0,20	0,38	29,83	9,91	55,58
Profil no:2 (Typic Calcixerept)							
Ap (0-16 cm)	0,18	6,13	0,08	0,73	48,84	5,48	58,06
A2 (16-35 cm)	0,12	0,38	0,16	0,38	56,58	6,24	69,90
Bw (35-60 cm)	0,09	3,31	0,14	0,28	57,84	6,43	53,27
Bk (60-89 cm)	0,07	2,81	0,12	0,19	52,49	5,38	32,91
C1 (89-110)	0,04	0,01	0,10	0,13	38,48	4,80	19,29
Profil no: 3 (Lithic Xertorthent)							
Ap (0-16 cm)	0,07	6,96	0,06	0,38	44,29	3,46	26,81
Profil no: 4 (Vertic Xerofluvent)							
Ap (0-19 cm)	0,10	13,76	0,03	0,53	10,25	2,47	15,33
Bw (19-43 cm)	0,12	4,60	0,07	0,66	16,85	3,75	30,66
C1 (43-98 cm)	0,13	19,40	0,13	0,86	20,72	5,22	43,80
C2 (98+ cm)	0,05	10,74	0,08	0,75	16,39	4,82	27,46
Profil no:5 (Typic Calcixerert)							
Ap (0-18 cm)	0,19	22,05	0,11	1,20	35,29	10,59	47,47
Bss1 (18-56 cm)	0,12	0,38	0,18	0,42	37,23	11,78	64,81
Bss2(56-125cm)	0,10	0,38	0,21	0,37	37,91	12,60	60,19
Ckss (125+ cm)	0,06	0,01	0,22	0,30	54,65	14,48	57,65
Profil no: 6 (Chromic Haploxerert)							
A1 (0-15 cm)	0,25	28,52	0,12	1,08	29,37	9,47	42,38
A2 (15-39 cm)	0,16	17,82	0,18	0,47	30,97	9,23	51,08
Bss1(39-70 cm)	0,15	5,68	0,15	0,34	31,88	9,43	59,42
Bss2(70-120cm)	0,10	2,01	0,14	0,30	32,56	9,33	62,32
Css (120 + cm)	0,07	0,01	0,14	0,30	40,53	10,93	40,48

## 4.2. Toprakların Biyolojik Özellikleri

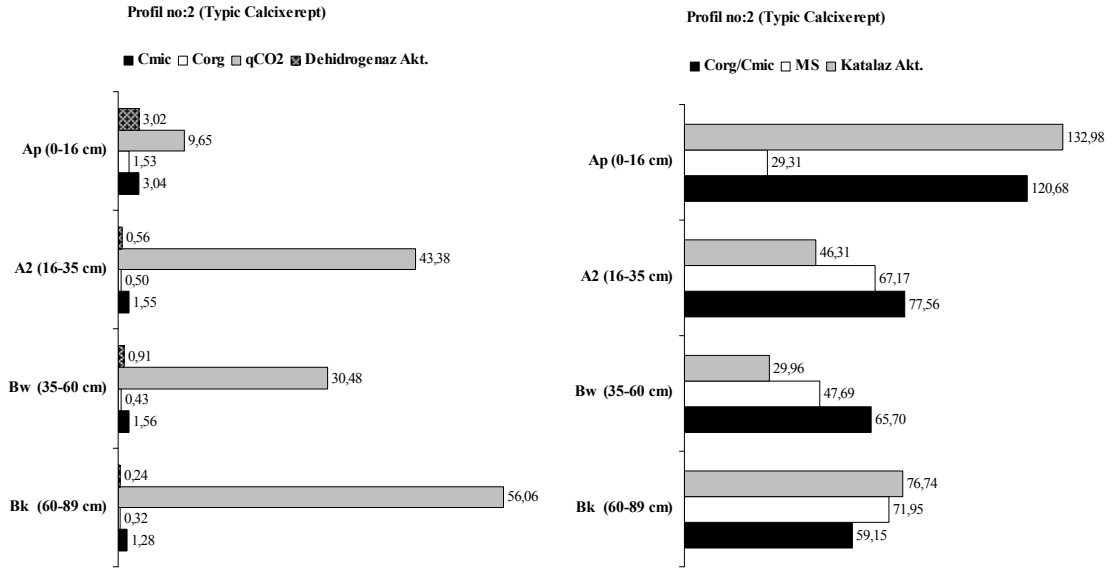
Toprakta gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlar mikroorganizmalar tarafından katalizlenmektedir. Aynı zamanda büyük bir çoğunluğu heterotrof olan toprak mikroorganizmaları sentezledikleri enzimler ile organik maddenin yapısında bulunan protein, nişasta, selüloz ve lignin gibi bileşikleri bitkilerin ve mikroorganizmaların kullanabileceği formlara dönüştürmektedir (Jonasson ve ark. 1996). Toprakların biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde çok çeşitli parametreler kullanılabilir. Topraktaki toplam mikroorganizma sayısı (bakteriler, aktinomisetler ve mantarlar) ve dağılımının direkt mikroskopik yöntemlerle veya indirekt sayım yöntemleri ile belirlenmesi çoğu zaman hatalı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, toprakların biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde i) mikrobiyal biyomas ve aktivitesi ii) mikrobiyal O<sub>2</sub> tüketimine bağlı olarak CO<sub>2</sub> üretimi iii) toprak enzimlerinin aktiviteleri yaygın olarak kullanılan indikatörlerdir.

### 4.2.1. Profil Boyunca Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

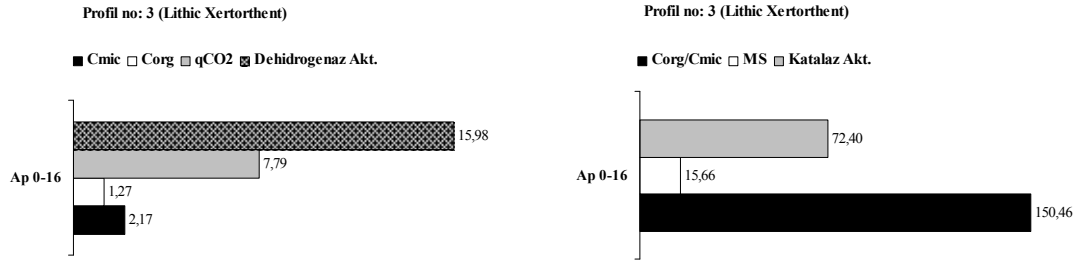
Açılan her bir profil çukurlarından horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan biyolojik analiz sonuçları Şekil 4.2., 4.3., 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7’de verilmiştir (EK 2,3,4,5,6).



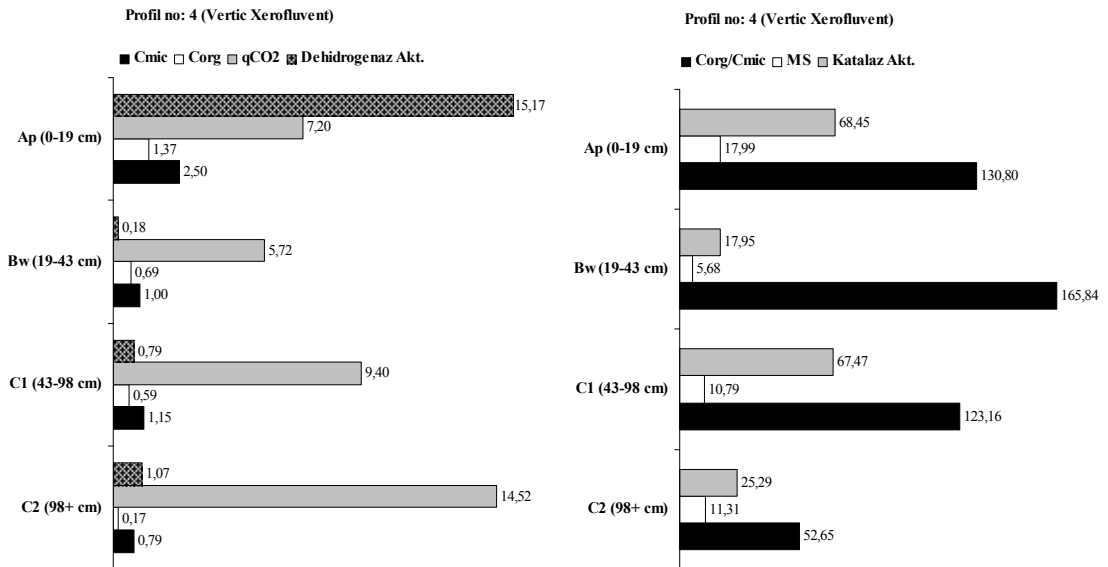
Şekil 4.2. Profil 1 (Typic Haploxerept)'in biyolojik özellikleri



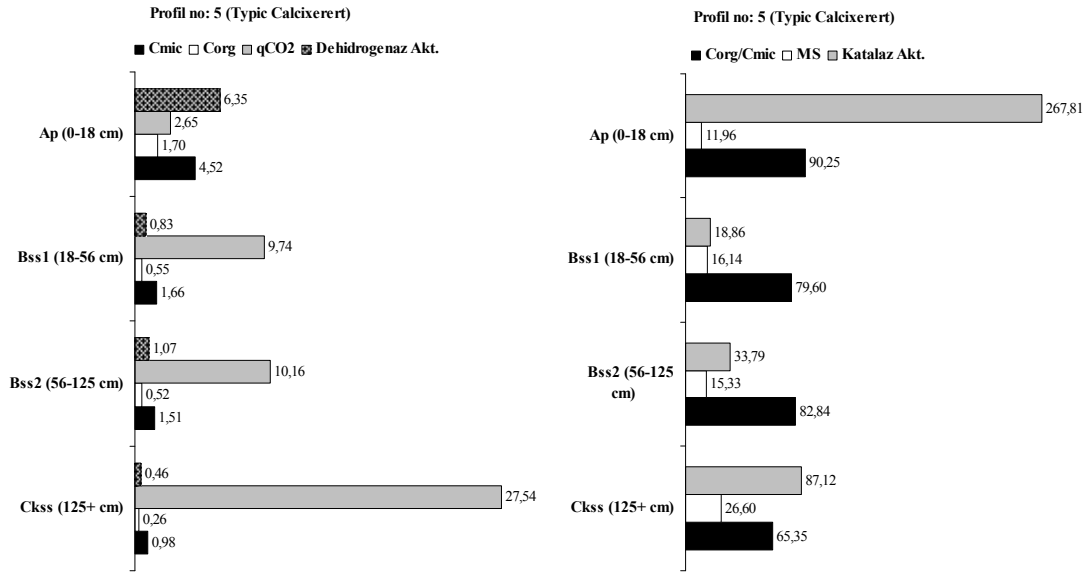
Şekil 4.3. Profil 2 (Typic Calcixerept)'nin biyolojik özellikleri



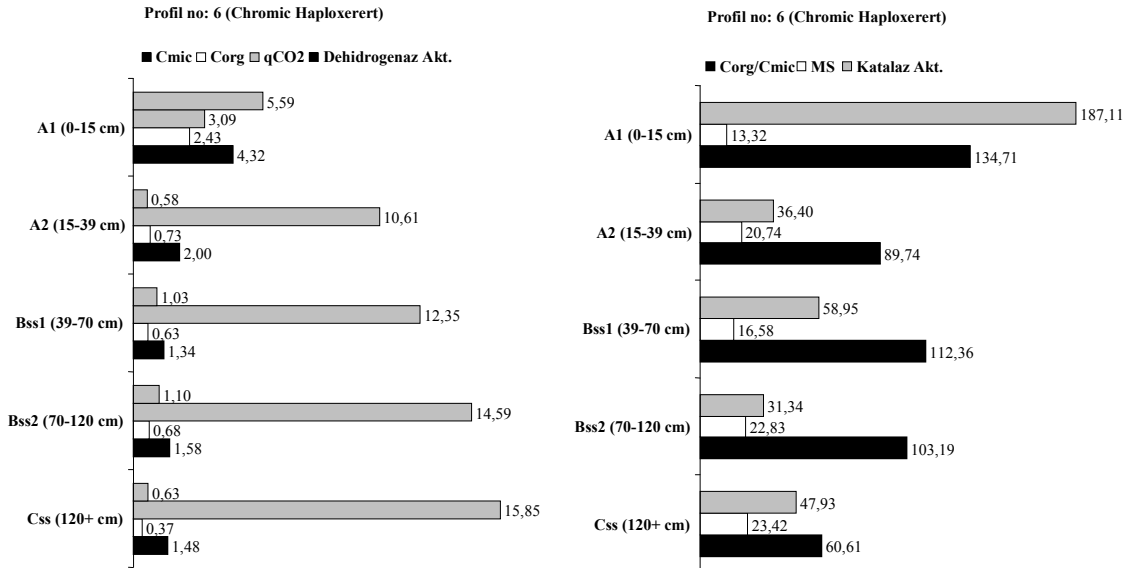
Şekil 4.4. Profil 3 (Lithic Xertorthent)'ün biyolojik özellikleri



Şekil 4.5. Profil 4 (Vertic Xerofluvent)'ün biyolojik özellikleri



Şekil 4.6. Profil 5 (Typic Calcixerert)'in biyolojik özellikleri



Şekil 4.7. Profil 6 (Chromic Haploxerert)'nin biyolojik özellikleri

Elde edilen sonuçlara göre genel olarak, hem toplam organik C ( $C_{org}$ ) hemde mikrobiyal biyomas C ( $C_{mic}$ ), mikrobiyal solunum, dehidrogenaz aktivitesi ve katalaz aktivitesinin alt toprak katlarına inildikçe azaldığı, metaobolizm katsayısının ise ( $qCO_2$ ) alt toprak katlarına inildikçe arttığı saptanmıştır (Şekil 4.2., 4.3., 4.4., 4.5., 4.6 ve 4.7).

Mikrobiyal biyomas C, toplam organik karbonunun canlı olan kısmıdır yani, toprak içerisinde C, N, P ve S'ün biyojeokimyasal dönüşümlerini sağlayan mikroorganizmaların biyokütelleri toplamıdır (Lagomarsino ve ark. 2009). Üst toprak katlarında mikrobiyal biyomasın alt toprak katlarına göre daha yüksek olduğu, yani üst

toprakta daha yoğun bir mikroorganizma aktivitesinin bulunduğu saptanmıştır. Bu durum kuşkusuz üst toprakta daha yüksek miktarda bulunan organik maddenin mikroorganizmalar tarafından C ve enerji kaynağı olarak kullanılması ile yine üst toprak katlarında N, P ve K gibi besin maddelerinin alınabilir miktarlarının daha yüksek konsantrasyonlarda bulunması ile ilgilidir (Çizelge 4.1).

Mikrobiyal solunum (MS), toprakların biyolojik aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametredir (Anderson, 1982). Hem aerobik hemde anaerobik şartlarda topraktan CO<sub>2</sub> çıkışına toprak solunumu denilmekte, şayet bitkinin bulunmadığı bir toprak araştırılıyor ise, mevcut solunumun kaynağı çok büyük oranda mikroorganizmalar olduğu için bu solunum, mikrobiyal solunum olarak adlandırılmaktadır. Yüzey topraklarında ya da üst toprak katlarında daha yüksek olan solunum, bu kısımlarda daha fazla olan bir biyolojik aktivitenin varlığını ortaya koymaktadır. Bu durum mikroorganizmalara C, enerji ve besin maddesi kaynağı olan elementlerin üst toprakta daha fazla miktarlarda bulunması ile ilgilidir.

Toplam organik C içerisinde mikrobiyal biyomas C'nin oranını belirlemek için hesaplanan C<sub>org</sub>:C<sub>mic</sub>, tıpkı C<sub>mic</sub> ve MS'deki gibi üst toprak katlarında daha yüksek olarak belirlenmiştir. Üst toprak katlarında daha yüksek miktarlarda bulunan C<sub>org</sub> içerisinde daha fazla miktarda C<sub>mic</sub> bulunuyor anlamı çıkmaktadır. Ya da C<sub>org</sub>'ta meydana gelen artıştan daha fazla miktarda C<sub>mic</sub>'de artış ortaya çıkmaktadır.

Metabolik katsayı ( $qCO_2$ ), enerji optimizasyon hipotezi ile ilgili olup çevresel stresin ortaya konulmasında kullanılan bir indikatördür ve çevresel değişimlere karşı çok hassastır (Anderson ve Domsch, 1986). Alt toprak derinliklerine inildikçe  $qCO_2$ 'nin arttığı saptanmıştır. Bu durum, alt toprak katlarının mikrobiyal gelişme için çevresel koşulların uygun olmadığı sonucunu ortaya çıkartmaktadır.

Dehidrogenaz aktivitesi, topraktaki canlı mikrobiyal hücrelerin içerisinde bulunan intraselüler bir enzim (Trevors, 1984) olup toprakta mikrobiyal aktivitenin değerlendirilmesinde kullanılan bir indikatördür (Garcia ve ark., 1994). Üst toprak katlarında daha yüksek olarak belirlenen dehidrogenaz aktivitesi, bu toprakların daha fazla mikrobiyal aktivite kapsadığını ortaya koymaktadır. Kuşkusuz bu durum, tıpkı mikrobiyal biyomas ve mikrobiyal solunumda olduğu gibi mikrobiyal beslenme ve gelişmede önemli olan organik C ve enerji kaynağı ile besin maddelerinin üst toprak katlarında daha yüksek oluşu ile ilgilidir.

Katalaz enzimi, hidrojen peroksitin ( $H_2O_2$ ), su ve moleküler oksijene parçalanma reaksiyonunu katalizlemektedir.  $H_2O_2$ , canlı organizmaların solunum süreçlerinde ve organik maddenin oksidasyona uğradığı çeşitli biyokimyasal süreçler sonunda oluşmaktadır. Katalaz enzimi, toprakta aerob mikrobiyal populasyonun değerlendirilmesinde kullanılan intrasellüler bir enzimdir (Kızılkaya ve ark. 2004). Katalaz aktivitesinin üst toprak katlarında daha yüksek belirlenmesinin temel sebebi, söz konusu mikrobiyal aktivitenin aerob oluşu ile ilgilidir.

Benzer şekilde, Lorenz ve Kandeler (2004), Dengiz ve ark (2007), Kızılkaya ve ark (2007, 2010), Marinari ve Antisari (2010), Antisari ve ark (2010), Babu ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmalar ile üst toprak katlarının organik madde ve besin maddesine bağlı olmak üzere daha yüksek mikrobiyal aktivite ve enzim aktivitesi kapsadığını saptamışlardır.



#### 4.2.2. Toprakların Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Profil çukurlarından horizon esasına göre alınan toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal özellikleri ile biyolojik özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Korelasyon analizi sonuçları (\*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ )

n = 22	$C_{mic}$	MS	$C_{org}/C_{mic}$	$qCO_2$	Katalaz	Dehidrogenaz
Kum	-0,264	-0,263	0,184	-0,017	-0,432*	-0,100
Silt	0,293	0,530**	-0,446*	0,194	0,352	-0,099
Kil	0,204	0,120	-0,057	-0,049	0,380	0,152
pH	-0,170	0,604**	-0,300	0,575**	0,308	0,065
EC	0,138	0,675**	-0,487*	0,428*	0,700**	0,187
OM	0,639**	-0,108	0,522**	-0,580**	0,220	0,420*
Kireç	-0,042	0,693**	-0,548**	0,627**	0,334	-0,324
N	0,623**	-0,074	0,277	-0,578**	0,242	0,363
P	0,548**	-0,228	0,394	-0,581**	-0,040	0,259
Na	-0,224	-0,027	-0,236	0,206	0,150	-0,221
K	0,564**	-0,203	0,516**	-0,510*	0,230	0,220
Ca	0,122	0,769**	-0,595**	0,496*	0,607**	-0,004
Mg	-0,028	0,002	-0,093	0,156	0,277	-0,011
KDK	0,069	0,149	-0,150	0,010	0,396	-0,010

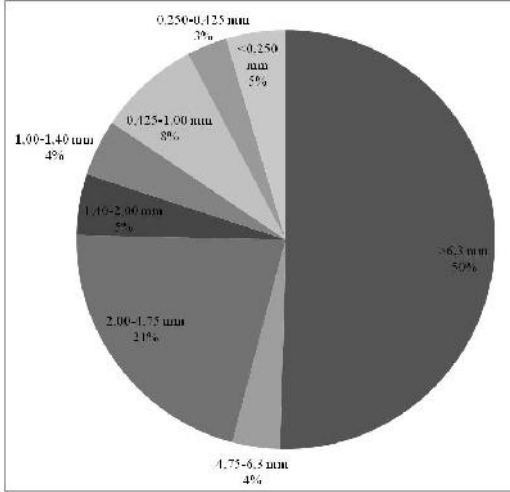
Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, mikrobiyal biyomas C ( $C_{mic}$ ) ile organik madde, N, P, K arasında önemli pozitif; mikrobiyal solunum (MS) ile silt içeriği, pH, EC, kireç ve Ca arasında önemli pozitif;  $C_{org}/C_{mic}$  oranı ile organik madde, kireç ve K arasında önemli pozitif; silt içeriği, EC ve Ca arasında önemli negatif; metabolik katsayı ( $qCO_2$ ) ile pH, EC, kireç ve Ca arasında önemli pozitif; organik madde, N, P, K arasında önemli negatif; katalaz aktivitesi (CA) ile kum içeriği arasında negatif; EC ve Ca arasında önemli pozitif; dehidrogenaz aktivitesi ile organik madde arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Tüm mikrobiyolojik parametrelerde genel olarak toprakların mikrobiyolojik özelliklerini etkileyen en temel faktörün toprak organik maddesi ile toplam N, alınabilir P ve alınabilir K olduğu; mikrobiyal gelişmeyi

kısıtlayan ve mikrobiyal strese neden olabilen toprak özelliklerinin ( $qCO_2$ 'den hareketle) pH, EC ve toprağın kireç içeriği olduğu söylenebilmektedir. Toprakların biyolojik özelliklerini bünye, pH, EC gibi özellikler etkileyebilmekte; ancak toprak mikroorganizmalarının populasyonları ve bunların aktiviteleri üzerine hem C hem de enerji kaynağı olması açısından toprak organik maddesinin miktarı, N, P ve K gibi besin maddelerinin alınabilir miktarları doğrudan mekanizmalar ile çok daha büyük oranlarda etki etmektedir. Özellikle toprak organik maddesi, toprakların diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mikroorganizmaların yaşadığı ortamın özelliklerini düzelttiği için, bu özelliğin etkisi hem doğrudan hem de dolaylı yollar ile olmaktadır. Toprakta organik madde eksikliğinde veya topraklara organik madde ilavesi yapıldığında, toprakların mikrobiyolojik özellikleri diğer toprak özelliklerine göre daha belirgin bir şekilde etkilenebilmektedir. Bu çalışma sonunda toprakların biyolojik özellikleri ile organik madde ve besin maddeleri arasında saptanan önemli pozitif ilişkilere benzer şekilde De Luca ve Keeney (1993), Leiros ve ark. (2000) ve Kızılkaya ve ark. (2004) toprakların mikrobiyal biyomas, solunum ve enzim aktiviteleri gibi biyolojik özellikleri ile organik madde ve besin maddelerinin alınabilir miktarları arasında önemli ilişkiler saptamışlardır.

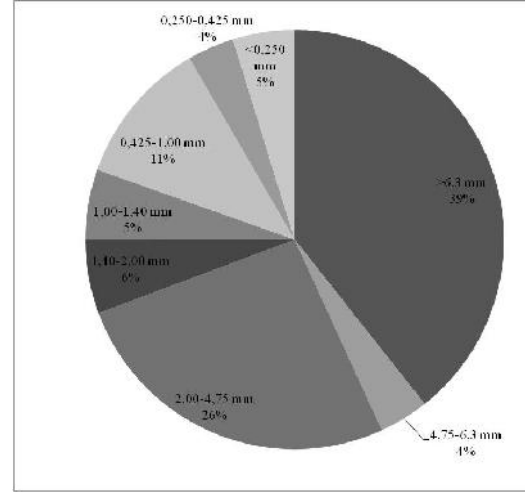
#### **4.2.3. Yüzey Topraklarının Doğal Toprak Agregatlarının Biyolojik Özellikleri**

##### **4.2.3.1. Yüzey Topraklarındaki Doğal Agregatların Dağılımı**

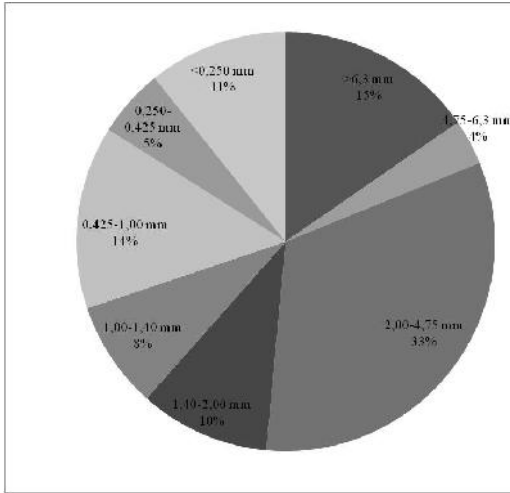
Toprak profillerinin yüzey horizonlarından alınan örneklerin doğal agregatları kuru eleme metodu ile Tisdall ve Oades (1982) tarafından bildirildiği şekli ile belirlenmiş ve her bir agregat grubunun % olarak dağılımı Şekil 4.8'de verilmiştir.



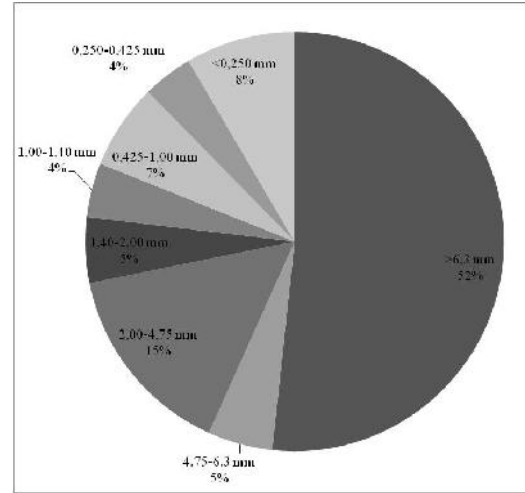
Profil 1 (Typic Haploxerept)



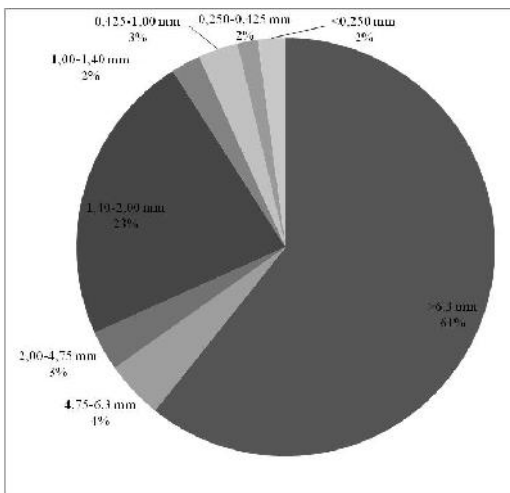
Profil 2 (Typic Calcixerert)



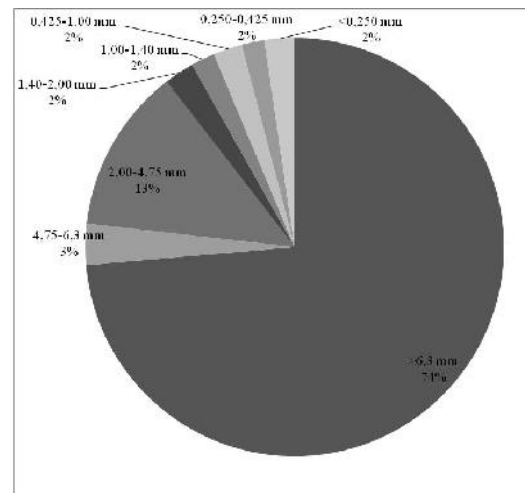
Profil 3 (Lithic Xertortent)



Profil 4 (Vertic Xerofluvent)



Profil 5 (Typic Calcixerert)



Profil 6 (Chromic Haploxerert)

Şekil 4.8. Profillerden alınan yüzey topraklarının doğal agregat dağılımları

Elde edilen sonuçlara göre (Şekil 4.8), tüm profillerin yüzey topraklarından alınan örneklerde yapılan kuru eleme sonucunda makroagregatların ( $>250\mu\text{m}$ ), mikroagregatlardan ( $<250\mu\text{m}$ ) daha fazla bulunduğu belirlenmiştir. Makroagregatlar içerisinde ise, 3 nolu profilin yüzey toprağı hariç en fazla makroagregatın  $> 6.3 \text{ mm}$ 'lik agregatlardan oluştuğıu saptanmış olup, en fazla oranlarda bulunan ilk 3 makroagregatın sıralanışı ise aşağıdaki gibidir.

<i>Profil 1 (Typic Haploxerept)</i>	: $> 6.3 \text{ mm} - 2.00-4.75 \text{ mm} - 0.425-1.00 \text{ mm}$
<i>Profil 2 (Typic Calcixerept)</i>	: $> 6.3 \text{ mm} - 2.00-4.75 \text{ mm} - 0.425-1.00 \text{ mm}$
<i>Profil 3 (Lithic Xertorthent)</i>	: $2.00-4.75 \text{ mm} - > 6.3 \text{ mm} - 0.425-1.00 \text{ mm}$
<i>Profil 4 (Vertic Xerofluvent)</i>	: $> 6.3 \text{ mm} - 2.00-4.75 \text{ mm} - 0.425-1.00 \text{ mm}$
<i>Profil 5 (Typic Calcixerert)</i>	: $> 6.3 \text{ mm} - 1.40-2.00 \text{ mm} - 4.750-6.30 \text{ mm}$
<i>Profil 6 (Chromic Haploxerert)</i>	: $> 6.3 \text{ mm} - 2.00-4.75 \text{ mm} - 4.750-6.30 \text{ mm}$

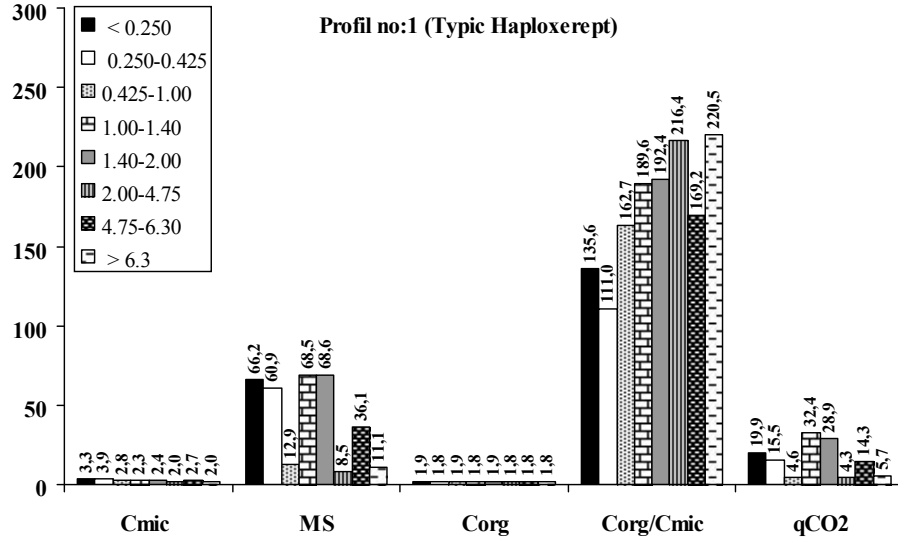
Aşkın ve Kızılkaya (2006) tarafından, merada eğim boyunca 3 farklı topografik pozisyondan (taban, yamaç ve tepe) ve 0-5 cm derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Her bir topografik pozisyondan alınan toprak örneklerindeki toprak agregatları büyüklükleri esas alınarak 8 farklı agregat büyüklüğüne ayrılmış ve organik C analizleri yapılmıştır. Çalışma sonunda, tüm pozisyonlarda makroagregatların (özellikle 841-1190 ve 1190-1680  $\mu\text{m}$ ) mikroagregatlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

#### **4.2.3.2. Doğal Agregatlardaki Mikrobiyolojik Özelliklerin Değişimi**

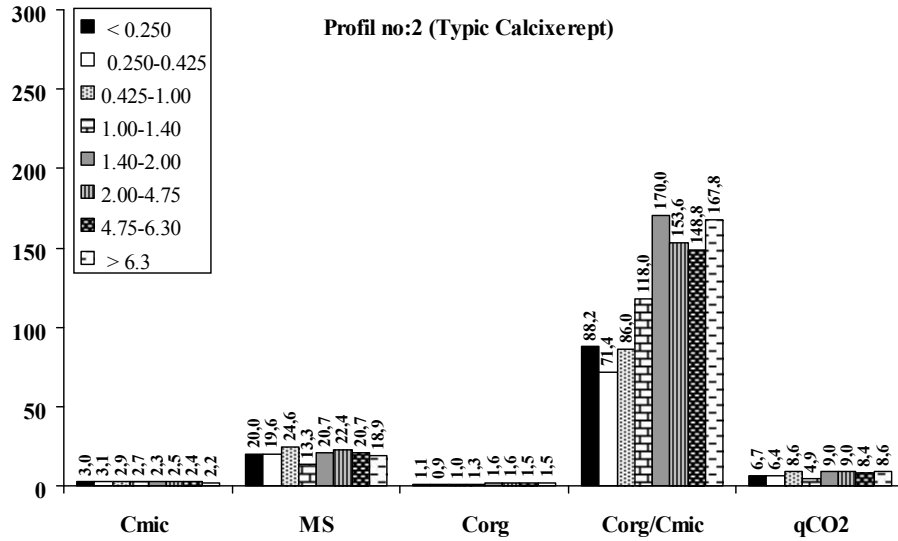
Toprak profillerinin yüzey horizonlarından alınan örneklerin doğal agregatlarındaki mikrobiyolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülen analizler sonucu elde edilen bulgular Şekil 4.9 - 4.15'te verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, tüm profillerin yüzey horizonlarından alınan toprakların doğal agregatlarının mikrobiyolojik özelliklerinin homojen bir dağılım göstermediğı belirlenmiştir. Söz konusu topraklarda genellikle 6.3 mm, 2.00-4.75 mm, 0.425-1.00 mm ve 4.750-6.30 mm'lik makro agregatlar daha fazla miktarlarda olmasına karşın, bu agregatların mikrobiyolojik özelliklerinin düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır. Makroagregatların büyüklüğü küçüldükçe mikrobiyolojik özellik

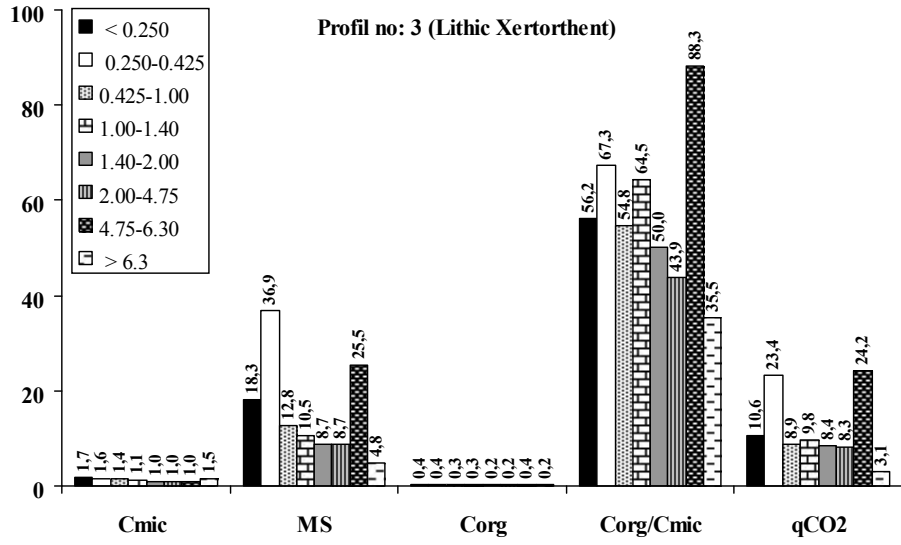
açısından daha yoğun bir ortam olduğu belirlenmiştir. Pek çok toprakta ise, mikroagregatların (<250 µm) daha fazla mikrobiyolojik özellik kapsadığı saptanmıştır.



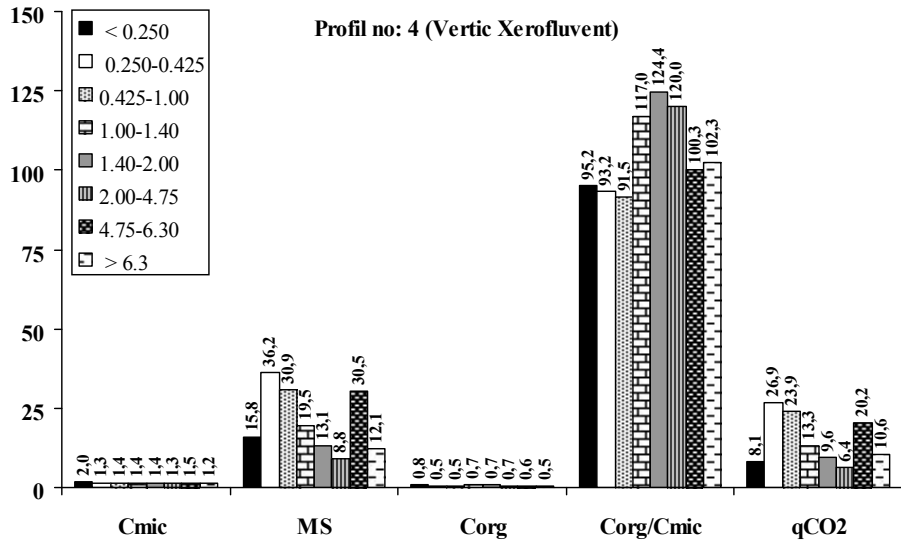
Şekil 4.9. Profil 1 (Typic Haploxerept)'in yüzey toprağının doğal agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri



Şekil 4.10. Profil 2 (Typic Calcixerept)'nin yüzey toprağının doğal agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri



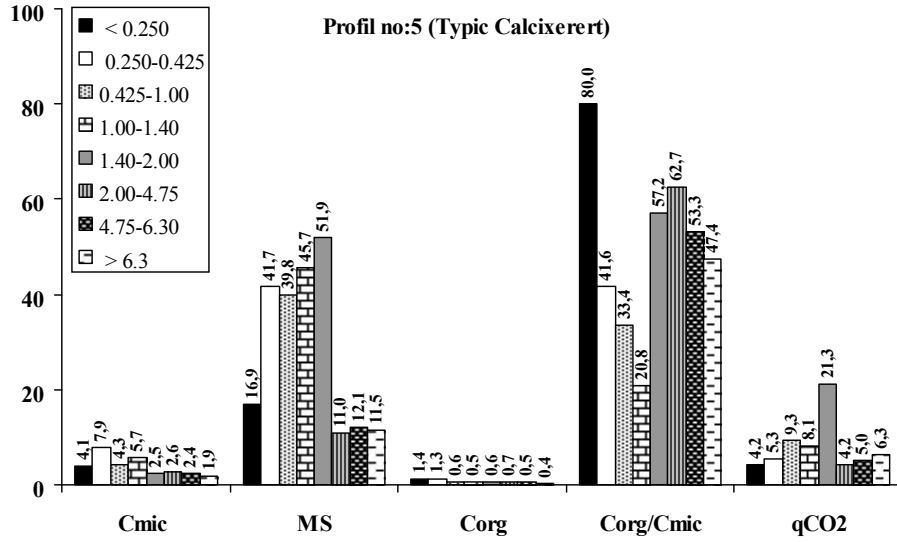
Şekil 4.11. Profil 3 (Lithic Xertorthent)'ün yüzey toprağının doğal agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri



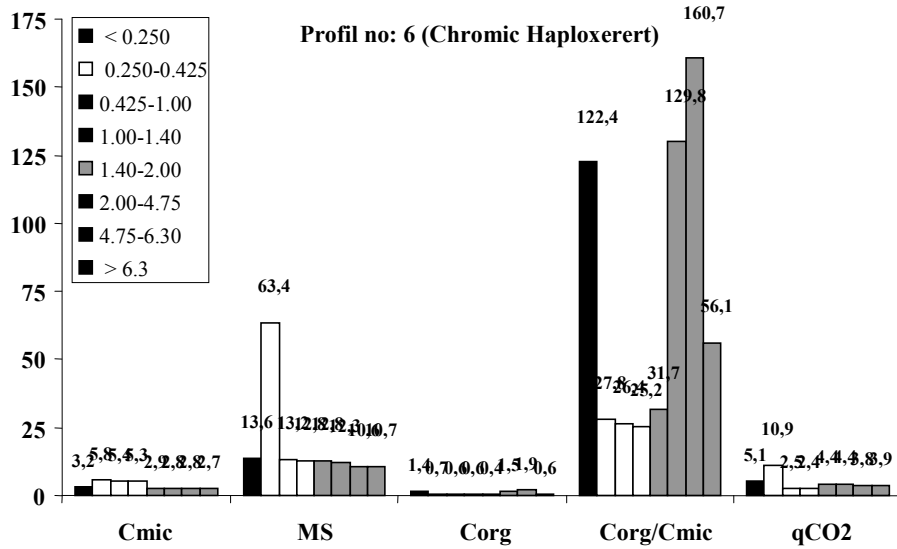
Şekil 4.12. Profil 4 (Vertic Xerofluvent)'ün yüzey toprağının doğal agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri

Benzer şekilde, Aşkın ve Kızılkaya (2006), merada eğim boyunca toprak agregatlarındaki mikrobiyal biyomas C ve organik C'nin değişiminin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, genellikle mikrobiyal biyomas C'nin mikroagregatlarda (<250  $\mu\text{m}$ ) daha fazla olduğu saptanmasına karşın, agregat büyüklüğü arttıkça agregatlardaki mikrobiyal biyomas C'nin azaldığı saptanmıştır.

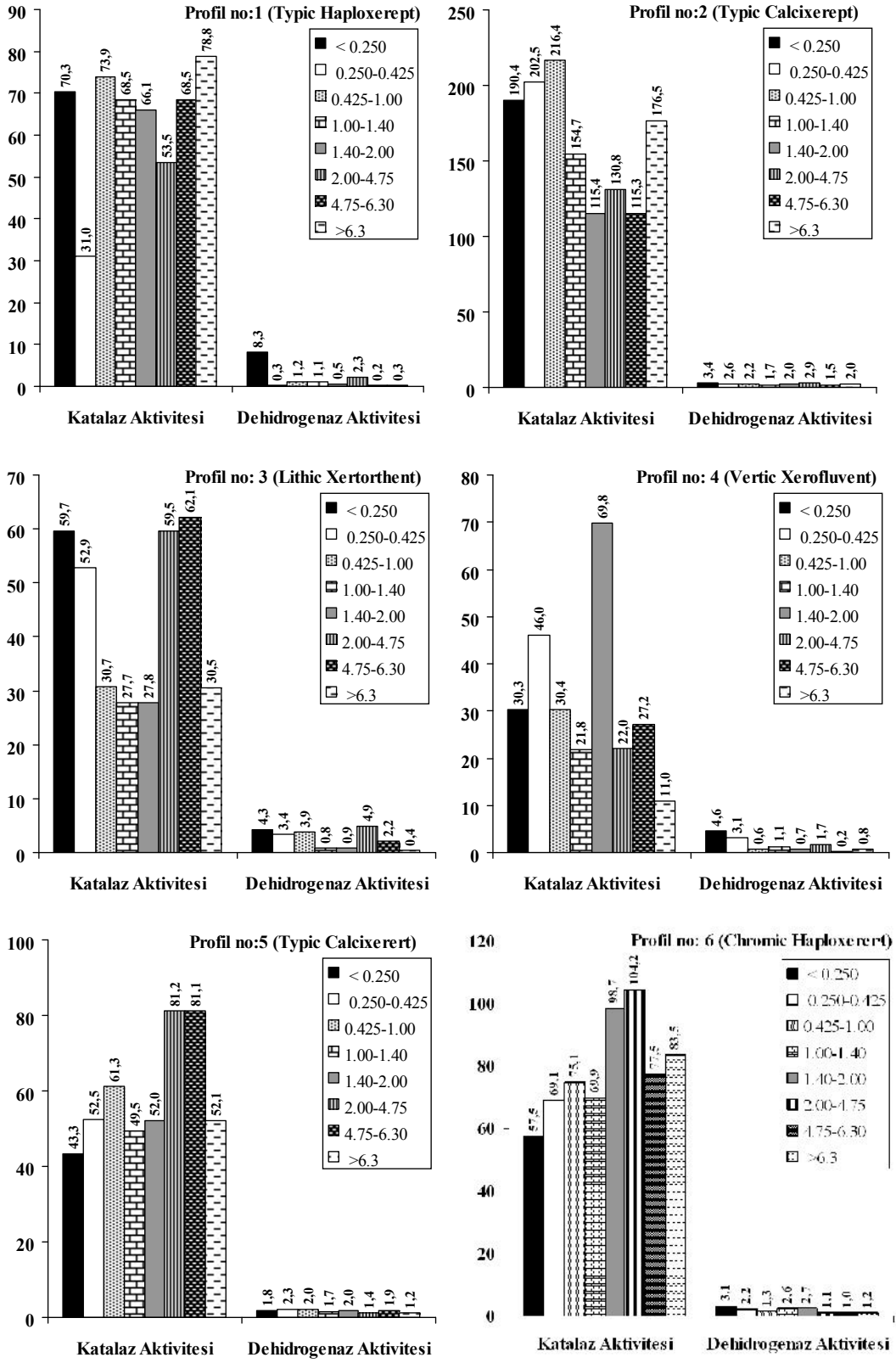
Çalışmada sonuç olarak, makroagregatların daha fazla düzeyde organik C kapsamına karşın, organik C içerisindeki mikrobiyal biyomas C'nin oranının azaldığı saptanmıştır.



Şekil 4.13. Profil 5 (Typic Calcixerert)'in yüzey toprağının doğal agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri



Şekil 4.14. Profil 6 (Chromic Haploxerert)'nin yüzey toprağının doğal agregatlarının mikrobiyolojik özellikleri



Şekil 4.15. Profillerin yüzey topraklarının doğal agregatlarının enzim aktiviteleri



Bununla beraber Aşkın ve Kızılkaya (2009), mera topraklarındaki makroagregatların mikroagregatlara göre daha fazla miktarlarda bulunduğunu, doğal agregatlardaki mikrobiyal solunum ve dehidrogenaz aktivitesinin ise en fazla <250 µm'lik agregatlarda yani mikroagregatlarda daha yoğun olarak bulunduğunu saptamışlardır. Araştırmada, makroagregatların büyüklüğü küçüldükçe daha yoğun enzim aktivitesi ve mikrobiyal solunum belirlemişlerdir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Samsun ili Havza İlçesi Kuşkonağı köyü sınırları içerisinde Silcan deresi üzerindeki Kuşkonağı Göleti ve havzasında bulunan araziler üzerinde 6 farklı noktada açılan toprak profillerinde, toprak profili boyunca biyolojik özelliklerde meydana gelen değişim ile toprak profillerinin yüzey horizonlarından yapılan örnekleme ile farklı büyüklükteki doğal toprak agregatlarında meydana gelen biyolojik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, topraklar; *Typic Haploxerept*, *Typic Calcixerept*, *Lithic Xertorthent*, *Vertic Xerofluvent* ve *Chromic Haploxerert* olarak sınıflandırılmıştır. Toprak profillerinde horizon esasına göre yapılan toprak örneklemeinde, mikrobiyal biyomas ( $C_{mic}$ ), mikrobiyal solunum (MS), metabolik katsayı ( $qCO_2$ ), dehidrogenaz aktivitesi ve katalaz aktivitesi gibi biyolojik toprak özellikleri belirlenmiş ve genellikle alt toprak katlarına inildikçe toprakların biyolojik özelliklerinde önemli azalmaların olduğu saptanmıştır. Profil boyunca meydana gelen değişimlerin ise istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda toprakların biyolojik özellikleri ile pH, EC, organik madde, N, P ve K arasında önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir.

Profillerden alınan yüzey toprak örnekleri 8 ayrı büyüklükte doğal agregatlarına ayrılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, tüm yüzey örneklerinde makroagregatların ( $>250 \mu m$ ) mikroagregatlardan ( $<250 \mu m$ ) çok daha fazla oranlarda bulunduğu, makroagregatlar içerisinde ise en fazla  $> 6.3 \text{ mm}$  ve  $2.00-4.75 \text{ mm}$ 'lik agregatların diğerlerine göre daha fazla oranlarda olduğu saptanmıştır.

Doğal toprak agregatlarının mikrobiyal biyomas ( $C_{mic}$ ), mikrobiyal solunum (MS), metabolik katsayı ( $qCO_2$ ), dehidrogenaz aktivitesi ve katalaz aktiviteleri belirlenmiş ve agregatların biyolojik özelliklerinin agregatların büyüklüğüne göre homojen bir dağılım göstermediği saptanmıştır. Mikrobiyal biyomasın genellikle  $<250 \mu m$  mikroagregatlar ile  $250-425 \mu m$  çapındaki makroagregatlarda daha yüksek seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir.

Topraktaki mikroorganizma sayısı, bunların biyomasları ve aktiviteleri üzerine toprakların tekstürel yapısı, topraklara ilave edilen organik maddeler ile katı toprak taneciklerinin yüzey alanları da etki etmektedir. Toprakların kil içeriği arttıkça bu toprakların yüzey alanları da artmaktadır. Yüzey alanları büyük olan topraklarda, kile bağlı olarak besin maddelerinin adsorbsiyon ve desorbsiyon gibi kimyasal dengeleri daha yoğun olarak gerçekleşmekte, bunun sonucunda ise mikroorganizmalar bu besin maddelerinden daha fazla istifade etmektedirler. Dolayısıyla, yüzey alanları daha fazla olan killi toprakların mikrobiyolojik özellikleri daha fazla olmaktadır. Benzer şekilde, mikroagregatların yüzey alanları makroagregatlara göre daha fazladır. Tıpkı toprakta olduğu gibi benzer özelliklerden kaynaklanan etkilerden dolayı mikroagregatların makroagregatlara göre daha fazla mikrobiyolojik özellik içerdiği düşünülmektedir. Bu nedenle genellikle, agregat çapları küçüldükçe mikrobiyal solunum,  $C_{org}:C_{mic}$ ,  $qCO_2$  ve enzim aktivitelerinin daha yüksek seviyelerde bulunduğu saptanmıştır. Yapılan çalışma sonunda, hakim agregat büyüklüğü ile agregatlardaki biyolojik özellikler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunmadığı, buna karşın toprak tipine bağlı olarak biyolojik özelliklerde meydana gelen değişimlerin de önemli farklılıklar gösterdiği, bu anlamda değerlendirme yapılabilmesi için, her toprak tipinin kendi içerisinde değerlendirilmesinin daha doğru olacağı sonucu ortaya çıkmıştır. Bir bölgede, yakın mesafelerde büyük oranlarda değişen toprak özellikleri sonunda toprak sınıflandırması da değişmektedir. Ancak, aynı toprak sınıflandırma sistemi içerisinde yer alan toprakların bile birbirlerinden farklı biyolojik özellik içerebileceği de kuşkusuzdur. Agregatlaşma gibi toprakların fiziksel özellik kazanmasında etkili olan mikrobiyolojik özellikler toprakların karakteristik özellikler kazanması üzerine de büyük oranda etkili olabilmektedir. Bu nedenle mikrobiyal aktiviteyi arttırıcı yönde etki eden organik madde ilavesi gibi uygulamaların alana özgü yöntemler ile beraber uygulanması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Agnelli, A., Ascher, J., Corti, G., Ceccherini, M.T., Nannipieri P., Pietramellara, G. 2004. Distribution of microbial communities in a forest soil profile investigated by microbial biomass, soil respiration and DGGE of total and extracellular DNA. *Soil Biology and Biochemistry* 36, 859–868.
- Ananyeva, D.N., Suysan, A.E., Chernova, V.O., Wirth, S., 2007. Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia. *European Journal of Soil Biology* 44, 147 – 157.
- Anderson, J.P.E., Domsch, K.H., 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 10, 215-221.
- Anderson, J.P.E., 1982. Soil respiration. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, (Page, A.L. (ed.), ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, p. 831-871.
- Anderson, T.H., Domsch, K.H., 1986. Carbon link between microbial biomass and soil organic matter. In: Megusar, F., Gantar, M., (Eds.) *Proceedings of the Fourth International Symposium on Microbial Ecology*. Slovene Society for Microbiology, Ljubljana, Yugoslavia. pp. 467–471.
- Anderson, T.H., Gray, T., 1991. Soil microbial carbon uptake characteristics in relation to soil management. *FEMS Microbiology Ecology* 74, 11-19.
- Antisari, V.L., Marinari, S., Dell'Abate M.T., Baffi, C., Vianello, G., 2010. Plant cover and epipedon SOM stability as factors affecting brown soil profile development and microbial activity. *Geoderma* 161, 212-224.
- Aşkın, T., Kızılkaya, R., 2006. Organic and microbial biomass carbon contents of aggregates in a toposequence of pasture soil. *Asian Journal of Chemistry* 18(2), 1500-1508.
- Aşkın, T., Kızılkaya, R., 2009. Soil basal respiration and dehydrogenase activity of aggregates: a study in a toposequence of pasture soils. *Zemdirbyste-Agriculture* 96(1), 98–112.
- Babu, V.S.M., Parma, V., Kumar Anil S., 2010. enzymes activities in soils under central dry agro climatic zone of Karnataka, India as influenced by soil depth, organic and conventional management systems. *European Journal of Soil Biology* 3(1), 50-53.
- Beare, M.H., Cabrera, M.L., Hendrix, P.F., Coleman, D.C., 1994. Aggregate protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal* 58, 787–795.
- Beare, M. H., Hu, S., Coleman, D.C., Hendrix, P.F., 1997. Influences of mycelial fungi on soil aggregation and organic matter storage in conventional and no-tillage soils. *Applied Soil Ecology* 5, 211–219.
- Beck, T.H., 1971. Die Messung der Katalaseaktivität von Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 130, 68-81.
- Bossuyt, H., Six, J., Hendrix, P.F., 2002. Aggregate-protected carbon in no-tillage and conventional tillage agroecosystems using carbon-14 labeled plant residue. *Soil Science Society America Journal* 66, 1965-1973.

- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43, 434-438.
- Bower, C.A., Wilcox, L.V., 1965. Hydrogen-ion activity, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. C.A. Black, D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds.), Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 933-951.
- Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. C.A. Black, D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F. E. Clark (Eds.), Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 1149-1176.
- Cerri, C.E.P., Piccolo, M.C., Feigl, B.J., Paustion, K., Cerri, C.C., Victoria, R.L., Melillo, J.M., 2008. Interrelationships among soil total C and N, microbial biomass, trace gas fluxes and internal N-cycling in soils under pasture of the amazon region. *Journal of Sustainable Agriculture* 27(4), 45-69.
- Chenu, C., 1989. Influences of a fungal polysaccharide, scleroglucan, on clay microstructures. *Soil Biology and Biochemistry* 21, 299–305.
- Church, N., 2001. Effect of Organic Farming on Soil Nutrients and Structure <http://www.acad.carleton.edu/curricular/GEOL/classes/geo258/studentwork/Church.html>. (July 2001).
- Çağlar, K.Ö., 1958. Toprak Bilimi. Ankara Üniversitesi Yayınları No. 10. Ankara.
- Çelik, I., 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil and Tillage Research* 83, 270-277.
- De Luca, T.H., Keeney, D.R., 1993. Soluble antrone-reactive carbon in soils: effect of carbon and nitrogen amendments. *Soil Science Society America Journal* 57, 1296-1300.
- Dengiz, O., Kızılkaya, R., Göl, C., Hepşen, Ş., 2007. Effects of different topographic positions on soil properties and soil enzymes activities. *Asian Journal of Chemistry* 19(3), 2295-2306.
- Dorioz, J. M., Robert, M., Chenu, C., 1993. The role of roots, fungi and bacteria on clay particle organization. An experimental approach. *Geoderma* 56, 179–194.
- Eichorst, S.A., Breznak, J.A., Schmidt, T.M., 2007. Isolation and characterization of soil bacteria that define *Terriglobus* gen. nov. in the phylum *Acidobacteria*. *Applied and Environmental Microbiology* 73, 2708–2717.
- Elliott, E.T., 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soil. *Soil Science Society of America Journal* 50, 627–633.
- Fierer, N., Schimel, J.P., Holden, P.A., 2003. Controls on microbial CO<sub>2</sub> production: a comparison of surface and subsurface soil horizons. *Global Change Biology* 9, 1322–1332.
- Fierer, N., Schimel, J.P., Holden, P.A., 2003. Variations in microbial community composition through two soil depth profiles. *Soil Biology and Biochemistry* 35, 167–176.
- Frankenberger W.T., Dick W.A., 1982. Relationships between enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil. *Soil Science Society of America Journal* 47(5), 945-951.

- Garcia, C., Hernandez T., Costa F., Ceccanti, B., 1994. Biochemical parameters in soils regenerated by the addition of organic wastes. *Waste Management and Research* 12, 457–466.
- Grandy, A.S., Porter, G.A., Erich, M.S., 2002. Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Science Society of America Journal*, 66, 1311-1319.
- Gupta, V.V.S.R., Germida, J.J., 1988. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biology and Biochemistry* 20, 777-786.
- Hattori, T., 1988. Soil aggregates in microhabitats of microorganisms. *Report of the Institute of Agricultural Research, Tohoku University* 37, 23–36.
- Hillel, D., 1982. *Introduction to Soil Physics*. 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, San Diego.
- Holden, P.A., Fierer, N., 2005. Microbial processes in the vadose zone. *Vadose Zone Journal* 4, 1–21.
- Jocteur-Monrozier, L., Ladd, J.N., Fitzpatrick, A.W., Foster, R.C., Raupach, M., 1991. Components and microbial biomass content of size fractions in soils of contrasting aggregation, *Geoderma* 49, 37–62.
- 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.
- Kanazawa, S., Filip, Z., 1986. Distribution of microorganisms, total biomass, and enzyme activities in different particles of brown soil. *Microbial Ecology* 12, 205–215.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T., Bayraklı, B., Sağlam, M., 2004. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology* 40, 95-102.
- Kızılkaya, R., Dengiz, O., Hepşen, Ş., Başkan, O., 2007.  $\beta$ -Glucosidase enzyme activity and its relationships with physico-chemical properties in Çatalkaya basin, Ankara. *Ninth baku International Congress, Energy, Ecology, Economy*, 7–9 June 2007, Baku, Azerbaijan.
- Kızılkaya, R., Dengiz, O., Alpaslan, T., Durmuş, M., Işıldak, V., Aksu, S., 2010. Changes of soil microbial biomass C and basal soil respiration in different land use and land cover. In: *Proceedings of the International Soil Science Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality*. R.Kizilkaya, C.Gulser, O.Dengiz (eds.), May 26-28, 2010. Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey. pp. 1039-1046.
- Kemnitz, D., Kolb, S., and Conrad, R., 2007. High abundance of *Crenarchaeota* in a temperate acidic forest soil. *FEMS Microbiology Ecology* 60, 442–448.
- Konneke, M., Bernhard, A.E., de la Torre, J.R., Walker, C.B., Waterbury, J.B., Stahl, D.A., 2005. Isolation of an autotrophic ammonia-oxidizing marine archaeon. *Nature* 437, 543-546.
- Lagomarsino, A., Moscatelli, M.C., Di Tizio, A., Mancinelli, R., Grego, S., Marinari, S., 2009. Soil biochemical indicators as a tool to assess the short-term impact of agricultural management on changes in organic C in a Mediterranean environment. *Ecological Indicators* 9(3), 518–527.

- Leirós, M.C., Trasar-Cepeda, C., Seoane, S., Gil-Sotres, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): General parameters, *Soil Biology and Biochemistry* 32, 733-745.
- Levi Minzi R., Alessandro S., Cardelli R., Riffaldi R., 2002. Relationships between biological and physico-chemical soil characteristics in a mediterranean agricultural area. *Archives of Agronomy and Soil Science* 48, 279–288.
- Lorenz, K., Kandeler, E., 2004. Biochemical characterization of urban soil profiles from Stuttgart, Germany. *Soil Biology and Biochemistry* 37, 1373–1385.
- Ludemann, H., Arth, I., Liesack, W., 2000. Spatial changes in the bacterial community structure along a vertical oxygen gradient in flooded paddy soil cores. *Applied and Environmental Microbiology* 66, 754–762.
- Lynch, J.M., Bragg, E., 1985. Microorganisms and soil aggregate stability. *Advances in Soil Sciences* 2, 134–170.
- Marinari, S., Vittori Antisari L., 2010. Effect of lithological substrate on microbial biomass and enzyme activity in brown soil profiles in the Northern Apennines (Italy). *Pedobiologia* 53, 313–320.
- McCalla, T.M., 1945. Influence of micro-organisms and of some organic substances on soil structure. *Soil Science* 59, 287-97.
- McCalla, T.M., 1946. Influence of some microbial groups on stabilizing soil structure against falling water drops. *Soil Science Society of America Proceedings* 11, 260-3.
- Miller, R.M., Jastrow, J.D., 1990. Hierarchy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. *Soil Biology and Biochemistry* 22, 570-584.
- Miller, M., Dick, R.P., 1995. Dynamics of soil C and microbial biomass in whole soil and aggregates in two cropping systems. *Applied Soil Ecology, A Section of Agriculture, Ecosystems and Environment* 2, 253-261.
- Muhammad, S., Müller T., Joergensen R.G., 2007. Relationships between soil biological and other soil properties in saline and alkaline arable soils from the Pakistani Punjab. *Journal of Arid Environments* 72, 448–457.
- Oades, J.M., 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76, 319–337.
- Oades, J.M., Waters, A.G., 1991. Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal of Soil Research* 29, 815–828.
- Okur, N., Altındışli, A., Çengel, M., Göçmez, S., Kayıkçıoğlu, H.H., 2008. Microbial biomass and enzyme activity in vineyard soils under organic and conventional farming systems. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 33, 413-423.
- Olsen, S.R., Cola, G.V., Watanabe, F.S., Dean, H.C., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate *U.S. Department of Agronomy Circular No. 939*. Washington D.C. USA.
- Öztürk, E., Özdemir, N., 2006. Topraklarda Kabuk Tabakası Oluşumu, Çeşitleri ve Önlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 21(2), 275–282.
- Pascual, J.A., Ros, M., Hernandez, M., Garcia, C., 2001. Effect of long-term monoculture on microbiological and biochemical properties in semiarid soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32(3&4), 537–552.

- Peech, M., 1965. Hydrogen-ion activity, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. C.A. Black, D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds.), Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 914-925.
- Pepper, I. L., Gerba, C.P., Brendecke, J.W., 1995. *Environmental Microbiology: A laboratory Manual*. Academic Press, New York, pp. 175.
- Ranjard, L., Richaume, A., Jocteur-Monrozier, L., Nazaret, S., 1997. Response of soil bacteria to Hg(II) in relation to characteristics and cell location. *FEMS Microbiology Ecology* 24, 321–331.
- Ranjard, L., Nazaret, S., Gourbiere, F., Thioulouse, J., Linet, P., Richaume, A., 2000. A soil microscale study to reveal the heterogeneity of Hg(II) impact on indigenous bacteria by quantification of adapted phenotypes and analysis of community DNA fingerprints. *FEMS Microbiology Ecology* 31, 107–115.
- Ranjard, L., Richaume, A., 2001. Quantitative and qualitative microscale distribution of bacteria in soil. *Research in Microbiology* 152, 707–716.
- Rowell, D.L., 1996. *Soil Science: Methods and Applications*. 3<sup>rd</sup> Edition Longman. London, UK.
- Santruskova, H., Straskaba, M., 1991. On the relationships between specific respiration activity and microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 23, 525-532.
- Sainju, U.M., Lenssen, A., Caesar-Tonthat, T., Waddell, J., 2006. Tillage and crop rotation effects on dryland soil and residue carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 70, 668–678.
- Sessitsch, A., Weilharter, A., Gerzabek, M.H., Kirchmann, H., Kandeler, E., 2001. Microbial population structures in soil particle size fractions of a long-term fertilizer field experiment. *Applied Environmental Microbiology* 67, 4215–4224.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. Soil structure and soil organic matter: a normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Science Society of America Journal* 64, 1042-1049.
- Soil Survey Staff, 1999, *Soil Taxonomy*. A basic of soil classification for making and interpreting soil survey, USDA Handbook No: 436, Washington D,C, USA.
- Sposito, G., 1989. *The Chemistry of Soils*. Oxford University Press, New York, 277 p.
- Tate, R.L., 1995. *Soil Microbiology*. John Wiley & Sons, New York.
- Tisdall, J.M., Oades, J.M., 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33, 141-163.
- Tisdall, J.M., 1994. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil* 159, 115–121.
- Treves, D.S., Xia, B., Tiedje, J.M., 2003. A two-species test of the hypothesis that spatial isolation influences microbial diversity in soil. *Microbial Ecology* 45, 20–28.
- Trevors, J.T., 1984. Dehydrogenase activity in soil. A comparison between the INT and TTC assay. *Soil Biology and Biochemistry* 16, 673-674.
- Vaisanen, R.K., Roberts, M.S., Garland, J.L., Frey, S.D., Dawson, L.A., 2005. Physiological and molecular characterisation of microbial communities associated



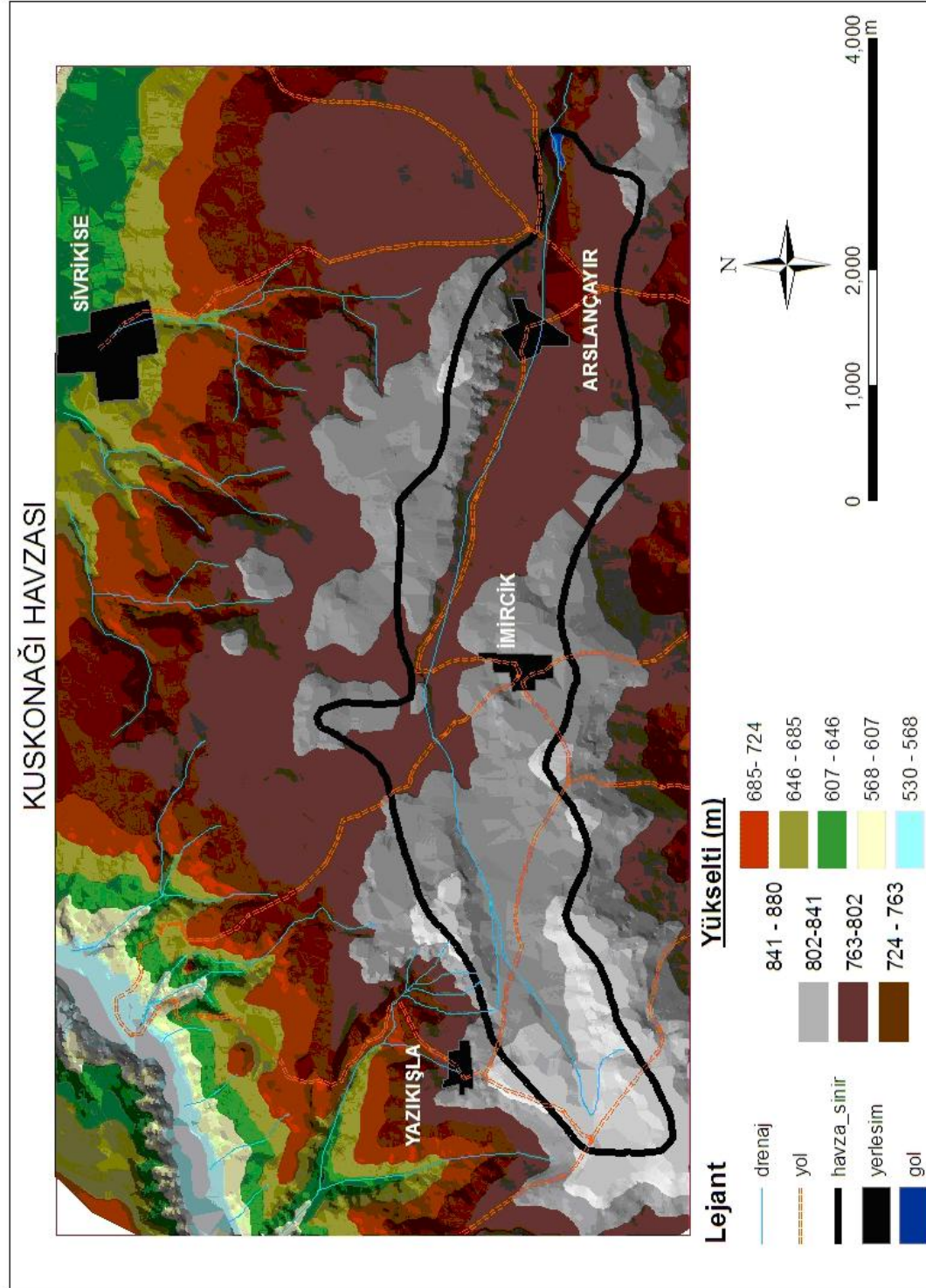
- with different water-stable aggregate size classes. *Soil Biology and Biochemistry* 37, 2007–2016.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel istatistik metodları. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. s.623.
- Zhou, J., Xia, B., Treves, D.S., Wu, L.Y., Marsh, T.L., O'Neill, R.V., Palumbo, A.V., Tiedje, J.M., 2002. Spatial and resource factors influencing high microbial diversity in soil. *Applied Environmental Microbiology* 68, 326–334.
- Zhou, J., Xia, B., Huang, H., Palumbo A.V., Tiedje, J.M. 2004. Microbial diversity and heterogeneity in sandy subsurface soils. *Applied and Environmental Microbiology* 70, 1723–1734.

## 7. EKLER

EK 1. Samsun Meteoroloji İstasyonu Uzun Yıllar İklim Verileri (DMİ 1974-2006)

Meteorolojik Elemanlar	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Yıllık
Yağış,mm	85.8	81.0	73.6	59.4	48.4	55.9	60.5	50.3	48.9	30.7	34.5	51.0	680.0
Yağışlı Günler Sayısı	12	13	14	13	14	15	15	12	10	6	7	10	141
Ortalama Sıcaklık, °C	15.9	11.9	9.0	7.0	6.6	7.8	11.2	15.3	20.0	23.2	23.3	19.9	14.2
En Yüksek Sıcaklık, °C	20.0	16.3	13.0	10.6	10.6	11.5	15.1	18.5	23.0	26.0	26.5	23.6	18.1
En Düşük Sıcaklık, °C	12.6	8.6	5.9	4.0	3.4	4.5	7.7	11.6	15.8	18.9	19.4	16.3	10.7
Ortalama Nisbi Nem,%	75.8	70.6	66.6	67.9	70.2	75.9	79.4	80.8	76.5	73.6	73.9	75.0	73.9
En Düşük Nisbi Nem,%	5	10	8	12	2	6	14	20	33	20	36	18	2
Ort.Rüzgar Hızı, m/s	2.2	2.5	3.3	3.4	3.0	2.5	2.0	1.8	2.0	2.4	2.4	2.3	2.5
En Hızlı Rüzgar Yönü	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	NNW	NNW	NNE	NNE	NNE	NNE	SSW	SSW

EK 2. Kuşkonağı Havzası Eş Yükselti Haritası



**EK 3. Kuşkonacı Havzası Genel Karakteristik Özellikleri**

- Havza alanı (A)	:	11.563 km <sup>2</sup>
- Havza Çevre Uzunluğu	:	22.5 km
- Havza uzunluğu (LH)	:	9.50 km
- Havza genişliği	:	1.22 km
- Havza maksimum yüksekliği (h <sub>max</sub> )	:	889 m
- Havza minimum yüksekliği (h <sub>min</sub> )	:	742 m
- Havza röliefi (r)	:	147 m
- Havza yöneyi	:	Doğu-Batı
- Havza median yüksekliği (h <sub>m</sub> )	:	810.0 m
- Havza ortalama yüksekliği (h <sub>ort</sub> )	:	815.0 m
- Havza ortalama eğimi (SH)	:	% 7.1
- Havza eğim indisi (Ip)	:	% 0.115
- Ana su yolu uzunluğu (Ls)	:	10.2 km
- Toplam su yolları uzunluğu (Lu)	:	12.2 km
- Ana su yolu profil ve eğimi (Ss)	:	% 1

**EK 4. Kuşkonacı Göleti Havzası Arazi Kullanma Durumu**

Arazi Kullanma Durumu ve Bitki Örtüsü	Alan	
	ha	%
Buğday	347.0	30
Ayçiçeği	289.0	25
Mısır	231.3	20
Nadas	289.0	25

**EK 5. Profil 1 (Typic Haploxerept)'in Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler**

Horizon/ Derinlik	Profil no:1 (Typic Haploxerept)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
Ap (0-19cm)	3,643 <sup>A</sup> (0,087)	15,582 <sup>A</sup> (4,042)	1,594 <sup>A</sup> (0,022)	105,078 <sup>B</sup> (3,187)	4,294 <sup>B</sup> (1,216)	116,190 <sup>A</sup> (13,311)	1,534 <sup>A</sup> (0,596)
Bw <sub>1</sub> (19-50 cm)	1,199 <sup>B</sup> (0,068)	13,225 <sup>A</sup> (1,572)	0,859 <sup>B</sup> (0,042)	172,562 <sup>A</sup> (18,249)	11,100 <sup>A</sup> (1,925)	44,297 <sup>B</sup> (27,010)	0,140 <sup>A</sup> (0,035)
Bw <sub>2</sub> (50-78cm)	1,194 <sup>B</sup> (0,085)	13,085 <sup>A</sup> (1,291)	0,549 <sup>C</sup> (0,005)	110,835 <sup>B</sup> (9,278)	11,018 <sup>A</sup> (1,616)	58,403 <sup>AB</sup> (6,542)	0,328 <sup>A</sup> (0,206)
F-değeri	1104,815 <sup>***</sup>	0,713	2509,71 <sup>***</sup>	55,024 <sup>**</sup>	16,678 <sup>*</sup>	17,994 <sup>*</sup>	11,407 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,277	10,820	0,070	32,838	3,755	58,472	1,458

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\* P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 6. Profil 2 (Typic Calcixerept)'nin Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler**

Horizon/ Derinlik	Profil no:2 (Typic Calcixerept)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
Ap (0-16cm)	3,038 <sup>A</sup> (0,109)	29,310 <sup>C</sup> (0,266)	1,527 <sup>A</sup> (0,006)	120,682 <sup>A</sup> (4,088)	9,654 <sup>C</sup> (0,353)	132,978 <sup>A</sup> (13,850)	3,020 <sup>A</sup> (1,463)
A <sub>2</sub> (16-35)	1,547 <sup>B</sup> (0,085)	67,166 <sup>AB</sup> (8,671)	0,499 <sup>B</sup> (0,012)	77,557 <sup>B</sup> (2,852)	43,378 <sup>AB</sup> (4,407)	46,307 <sup>B</sup> (5,635)	0,562 <sup>B</sup> (0,190)
Bw (35-60)	1,565 <sup>B</sup> (0,010)	47,688 <sup>BC</sup> (6,913)	0,428 <sup>C</sup> (0,010)	65,698 <sup>BC</sup> (1,386)	30,475 <sup>B</sup> (4,308)	29,960 <sup>B</sup> (0,069)	0,908 <sup>B</sup> (0,523)
B <sub>k</sub> (60-89)	1,283 <sup>C</sup> (0,003)	71,953 <sup>A</sup> (8,675)	0,316 <sup>D</sup> (0,044)	59,153 <sup>C</sup> (8,053)	56,063 <sup>A</sup> (6,710)	76,741 <sup>AB</sup> (40,826)	0,243 <sup>B</sup> (0,045)
F-değeri	422,328 <sup>***</sup>	20,685 <sup>**</sup>	3142,246 <sup>***</sup>	81,511 <sup>***</sup>	48,342 <sup>***</sup>	11,674 <sup>**</sup>	6,627 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,203	22,531	0,053	16,078	14,940	69,601	1,687

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\* P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 7. Profil 4 (Vertic Xerofluvent)'ün Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler**

Profil no: 4 (Vertic Xerofluvent)							
Horizon/ Derinlik	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
Ap (0-19cm)	2,504 <sup>A</sup> (0,058)	17,986 <sup>A</sup> (2,075)	1,365 <sup>A</sup> (0,074)	130,797 <sup>B</sup> (4,373)	7,198 <sup>B</sup> (1,005)	68,445 (41,380)	15,170 <sup>A</sup> (5,919)
B <sub>w</sub> (19-43)	0,996 <sup>B</sup> (0,009)	5,685 <sup>B</sup> (1,628)	0,688 <sup>B</sup> (0,035)	165,845 <sup>A</sup> (9,629)	5,717 <sup>B</sup> (1,661)	17,946 (8,973)	0,181 <sup>B</sup> (0,016)
C <sub>1</sub> (43-98)	1,148 <sup>B</sup> (0,010)	10,787 <sup>AB</sup> (1,515)	0,589 <sup>B</sup> (0,001)	123,164 <sup>B</sup> (0,887)	9,397 <sup>AB</sup> (1,300)	67,466 (5,696)	0,790 <sup>B</sup> (0,550)
C <sub>2</sub> (98+cm)	0,787 <sup>C</sup> (0,067)	11,308 <sup>AB</sup> (2,994)	0,174 <sup>C</sup> (0,048)	52,651 <sup>C</sup> (10,951)	14,523 <sup>A</sup> (4,532)	25,294 (11,018)	1,069 <sup>B</sup> (0,352)
F-değeri	711,228 <sup>***</sup>	13,180 <sup>**</sup>	242,348 <sup>***</sup>	125,940 <sup>***</sup>	5,621 <sup>*</sup>	4,280 <sup>NS</sup>	18,389 <sup>**</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,153	7,292	0,166	22,169	5,625		8,873

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon): %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi): µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi): µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\* P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 8. Profil 5 (Typic Calcixerert)'in Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler**

Profil no:5 (Typic Calcixerert)							
Horizon/ Derinlik	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
Ap (0-18 cm)	4,525 <sup>A</sup> (0,040)	11,957 <sup>B</sup> (2,311)	1,701 <sup>A</sup> (0,018)	90,247 <sup>A</sup> (0,986)	2,646 <sup>B</sup> (0,534)	267,808 <sup>A</sup> (4,814)	6,349 <sup>A</sup> (2,061)
B <sub>ss1</sub> (18-56cm)	1,658 <sup>B</sup> (0,009)	16,143 <sup>B</sup> (2,293)	0,550 <sup>B</sup> (0,026)	79,597 <sup>A</sup> (3,333)	9,740 <sup>B</sup> (1,431)	18,859 <sup>B</sup> (13,113)	0,834 <sup>B</sup> (0,734)
B <sub>ss2</sub> (56-125cm)	1,510 <sup>B</sup> (0,095)	15,329 <sup>B</sup> (1,019)	0,520 <sup>B</sup> (0,005)	82,835 <sup>A</sup> (5,371)	10,155 <sup>B</sup> (0,278)	33,786 <sup>B</sup> (11,262)	1,075 <sup>B</sup> (0,046)
C <sub>kss</sub> (125+ cm)	0,980 <sup>C</sup> (0,124)	26,600 <sup>A</sup> (4,166)	0,263 <sup>C</sup> (0,015)	65,353 <sup>B</sup> (10,275)	27,541 <sup>A</sup> (6,562)	87,121 <sup>B</sup> (64,922)	0,457 <sup>B</sup> (0,517)
F-değeri	2506,020 <sup>*</sup> **	14,475 <sup>**</sup>	3709,789 <sup>*</sup> **	10,026 <sup>*</sup>	30,220 <sup>**</sup>	32,336 <sup>***</sup>	27,007 <sup>**</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,167	8,722	0,055	11,412	10,104	105,541	2,818

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon): %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi): µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi): µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\* P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 9.** Profil 6 (Chromic Haploxerert)'nin Biyolojik Özellikleri ve İstatistiksel Analizler

Horizon/ Derinlik	Profil no: 6 (Chromic Haploxerent)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
A <sub>1</sub> (0-15)	4,325 <sup>A</sup> (0,089)	13,316 (3,240)	2,427 <sup>A</sup> (0,016)	134,713 <sup>A</sup> (2,857)	3,087 <sup>B</sup> (0,790)	187,111 <sup>A</sup> (40,714)	5,594 <sup>A</sup> (1,104)
A <sub>2</sub> (15-39)	2,002 <sup>B</sup> (0,349)	20,745 (2,002)	0,732 <sup>B</sup> (0,115)	89,741 <sup>B</sup> (21,622)	10,608 <sup>A</sup> (2,330)	36,403 <sup>B</sup> (5,865)	0,581 <sup>B</sup> (0,171)
Bss <sub>1</sub> (39-70)	1,343 <sup>C</sup> (0,004)	16,584 (3,983)	0,628 <sup>B</sup> (0,003)	112,355 <sup>AB</sup> (0,495)	12,349 <sup>A</sup> (2,946)	58,952 <sup>B</sup> (5,880)	1,028 <sup>B</sup> (0,317)
Bss <sub>2</sub> (70-120)	1,579 <sup>BC</sup> (0,078)	22,826 (9,591)	0,678 <sup>B</sup> (0,065)	103,187 <sup>B</sup> (11,475)	14,593 <sup>A</sup> (6,528)	31,340 <sup>B</sup> (0,144)	1,103 <sup>B</sup> (0,313)
Ckss (120+cm)	1,478 <sup>C</sup> (0,006)	23,417 (1,455)	0,373 <sup>C</sup> (0,026)	60,613 <sup>C</sup> (4,333)	15,845 <sup>A</sup> (1,002)	47,932 <sup>B</sup> (6,563)	0,628 <sup>B</sup> (0,319)
F-değeri	170,504 <sup>***</sup>	2,095 <sup>NS</sup>	715,033 <sup>***</sup>	20,818 <sup>***</sup>	5,911 <sup>*</sup>	30,963 <sup>***</sup>	44,686 <sup>***</sup>
LSD <sub>0.1</sub>	0,452		0,147	28,598	6,728	55,464	1,520

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\*\*) P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 10.** Profil 1 (Typic Haploxerept)'in Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri

Agregat büyüklüğü, mm	Profil no:1 (Typic Haploxerept)						
	$C_{mic}$	MS	$C_{org}$	$C_{org}/C_{mic}$	$qCO_2$	KA	DHA
<0,250	3,3252 <sup>AB</sup>	66,1755 <sup>A</sup>	1,879 <sup>A</sup>	135,646 <sup>CD</sup>	19,919 <sup>BC</sup>	70,270 <sup>AB</sup>	8,284 <sup>A</sup>
	(0,0728)	(4,5145)	(0,000)	(2,991)	(1,640)	(31,925)	(0,697)
0,250-0,425	3,9146 <sup>A</sup>	60,8731 <sup>A</sup>	1,808 <sup>A</sup>	110,962 <sup>D</sup>	15,533 <sup>CD</sup>	31,003 <sup>B</sup>	0,259 <sup>B</sup>
	(0,1677)	(9,7857)	(0,023)	(3,759)	(2,303)	(4,882)	(0,058)
0,425-1,00	2,8157 <sup>BC</sup>	12,8723 <sup>C</sup>	1,904 <sup>A</sup>	162,695 <sup>BC</sup>	4,572 <sup>D</sup>	73,921 <sup>A</sup>	1,205 <sup>B</sup>
	(0,1908)	(0,9773)	(0,0241)	(9,611)	(0,152)	(17,870)	(0,196)
1,00-1,40	2,2857 <sup>CDE</sup>	68,4673 <sup>A</sup>	1,785 <sup>A</sup>	189,616 <sup>AB</sup>	32,352 <sup>A</sup>	68,510 <sup>AB</sup>	1,145 <sup>B</sup>
	(0,3448)	(38,9681)	(0,095)	(22,761)	(23,976)	(14,767)	(0,164)
1,40-2,00	2,3732 <sup>CDE</sup>	68,6011 <sup>A</sup>	1,898 <sup>A</sup>	192,394 <sup>AB</sup>	28,875 <sup>AB</sup>	66,098 <sup>AB</sup>	0,491 <sup>B</sup>
	(0,1509)	(31,1619)	(0,059)	(11,648)	(12,856)	(27,812)	(0,208)
2,00-4,75	2,0143 <sup>DE</sup>	8,5052 <sup>C</sup>	1,804 <sup>A</sup>	216,417 <sup>A</sup>	4,268 <sup>D</sup>	53,541 <sup>AB</sup>	2,312 <sup>B</sup>
	(0,2637)	(0,1126)	(0,172)	(23,481)	(0,521)	(9,709)	(3,075)
4,75-6,30	2,6936 <sup>BCD</sup>	36,1375 <sup>B</sup>	1,812 <sup>A</sup>	169,165 <sup>BC</sup>	14,253 <sup>CD</sup>	68,465 <sup>AB</sup>	0,209 <sup>B</sup>
	(0,7262)	(2,9251)	(0,048)	(43,230)	(4,925)	(22,463)	(0,142)
>6,30	1,9501 <sup>E</sup>	11,1435 <sup>C</sup>	1,783 <sup>A</sup>	220,496 <sup>A</sup>	5,699 <sup>D</sup>	78,795 <sup>A</sup>	0,304 <sup>B</sup>
	(0,1665)	(1,5182)	(0,039)	(18,886)	(0,327)	(12,892)	(0,204)
F-değeri	276,396 <sup>***</sup>	25,049 <sup>***</sup>	1637,340 <sup>***</sup>	203,672 <sup>***</sup>	16,010 <sup>***</sup>	137,947 <sup>***</sup>	3,013 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,713	20,023	0,142	35,060	11,562	41,765	2,279

$C_{mic}$  (Mikrobiyal Biyomas Karbon):  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} 24\text{h}$

MS (Mikrobiyal Solunum) :  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} 24\text{h}$

$C_{org}$  (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) :  $\mu\text{g TPF } 1\text{gr}^{-1}$

KA (Katalaz Aktivitesi) :  $\mu\text{lt O}_2 \text{gr}^{-1}$

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\* $P < 0.001$ , \*\* $P < 0.01$ , \* $P < 0.05$ )



**EK 11. Profil 2 (Typic Calcixerept)'nin Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri**

Agregat büyüklüğü, mm	Profil no:2 (Typic Calcixerept)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
<0,250	3,0075 <sup>AB</sup> (0,2500)	20,0355 <sup>A</sup> (0,7877)	1,099 <sup>C</sup> (0,029)	88,181 <sup>CD</sup> (8,980)	6,691 <sup>A</sup> (0,596)	190,447 <sup>AB</sup> (4,463)	3,354 <sup>A</sup> (2,726)
0,250-0,425	3,0695 <sup>A</sup> (0,2135)	19,5510 <sup>A</sup> (3,4798)	0,910 <sup>D</sup> (0,004)	71,360 <sup>D</sup> (4,809)	6,432 <sup>A</sup> (1,484)	202,535 <sup>A</sup> (13,840)	2,624 <sup>A</sup> (1,402)
0,425-1,00	2,8620 <sup>ABC</sup> (0,1442)	24,6329 <sup>A</sup> (0,4334)	1,022 <sup>CD</sup> (0,069)	86,018 <sup>CD</sup> (9,330)	8,624 <sup>A</sup> (0,527)	216,437 <sup>A</sup> (2,764)	2,167 <sup>A</sup> (0,938)
1,00-1,40	2,6950 <sup>ABC</sup> (0,0876)	13,3212 <sup>A</sup> (9,3290)	1,323 <sup>B</sup> (0,244)	117,990 <sup>BC</sup> (22,075)	4,878 <sup>A</sup> (3,337)	154,673 <sup>BC</sup> (32,218)	1,686 <sup>A</sup> (0,203)
1,40-2,00	2,3097 <sup>BC</sup> (0,0480)	20,7184 <sup>A</sup> (7,0504)	1,635 <sup>A</sup> (0,000)	169,985 <sup>A</sup> (3,565)	9,002 <sup>A</sup> (3,162)	115,415 <sup>C</sup> (46,421)	1,956 <sup>A</sup> (0,242)
2,00-4,75	2,4993 <sup>ABC</sup> (0,1398)	22,4167 <sup>A</sup> (2,2191)	1,596 <sup>A</sup> (0,010)	153,610 <sup>A</sup> (8,368)	8,972 <sup>A</sup> (0,820)	13,804 <sup>C</sup> (7,626)	2,868 <sup>A</sup> (0,107)
4,75-6,30	2,4426 <sup>ABC</sup> (0,1719)	20,6841 <sup>A</sup> (5,3738)	1,509 <sup>A</sup> (0,019)	148,818 <sup>AB</sup> (12,143)	8,392 <sup>A</sup> (1,676)	115,293 <sup>C</sup> (65,825)	1,517 <sup>A</sup> (0,447)
>6,30	2,1886 <sup>C</sup> (0,1038)	18,8601 <sup>A</sup> (4,6974)	1,529 <sup>A</sup> (0,035)	167,764 <sup>A</sup> (4,206)	8,648 <sup>A</sup> (2,316)	176,533 <sup>AB</sup> (0,725)	2,009 <sup>A</sup> (0,390)
F-değeri	276,396 <sup>***</sup>	25,049 <sup>***</sup>	1637,340 <sup>***</sup>	203,672 <sup>***</sup>	16,010 <sup>***</sup>	137,947 <sup>***</sup>	3,013 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,713	20,023	0,142	35,060	11,562	41,765	2,279

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\*\*) P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 12.** Profil 3 (Lithic Xertorthent)'ün Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri

Agregat büyüklüğü, mm	Profil no: 3 (Lithic Xertorthent)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
<0,250	1,7178 <sup>A</sup>	18,2698 <sup>ABC</sup>	0,403 <sup>AB</sup>	56,241 <sup>AB</sup>	10,638 <sup>B</sup>	59,654 <sup>A</sup>	4,340 <sup>AB</sup>
	(0,0622)	(1,1361)	(0,045)	(5,506)	(0,625)	(8,534)	(0,676)
0,250-0,425	1,5800 <sup>A</sup>	36,9309 <sup>A</sup>	0,443 <sup>A</sup>	67,298 <sup>AB</sup>	23,369 <sup>A</sup>	52,871 <sup>A</sup>	3,357 <sup>AB</sup>
	(0,0049)	(16,0476)	(0,044)	(6,862)	(10,145)	(4,692)	(2,153)
0,425-1,00	1,4399 <sup>A</sup>	12,7969 <sup>BC</sup>	0,328 <sup>ABC</sup>	54,831 <sup>AB</sup>	8,869 <sup>B</sup>	30,730 <sup>A</sup>	3,867 <sup>AB</sup>
	(0,0680)	(1,5107)	(0,029)	(6,100)	(0,620)	(4,839)	(0,091)
1,00-1,40	1,0785 <sup>A</sup>	10,5208 <sup>BC</sup>	0,288 <sup>BC</sup>	64,470 <sup>AB</sup>	9,785 <sup>B</sup>	27,726 <sup>A</sup>	0,763 <sup>C</sup>
	(0,0641)	(0,3434)	(0,030)	(10,539)	(0,805)	(12,601)	(0,357)
1,40-2,00	1,0300 <sup>A</sup>	8,6579 <sup>BC</sup>	0,214 <sup>C</sup>	50,009 <sup>B</sup>	8,407 <sup>B</sup>	27,813 <sup>A</sup>	0,917 <sup>C</sup>
	(0,0077)	(0,2343)	(0,031)	(7,650)	(0,276)	(4,852)	(0,533)
2,00-4,75	1,0360 <sup>A</sup>	8,7367 <sup>BC</sup>	0,188 <sup>C</sup>	43,922 <sup>B</sup>	8,257 <sup>B</sup>	59,511 <sup>A</sup>	4,933 <sup>A</sup>
	(0,1120)	(3,4945)	(0,005)	(5,305)	(2,626)	(9,130)	(2,721)
4,75-6,30	1,0446 <sup>A</sup>	25,5165 <sup>AB</sup>	0,376 <sup>AB</sup>	88,349 <sup>A</sup>	24,221 <sup>A</sup>	62,097 <sup>A</sup>	2,202 <sup>BC</sup>
	(0,1982)	(8,0790)	(0,010)	(15,642)	(5,716)	(9,277)	(2,240)
>6,30	1,5325 <sup>A</sup>	4,7748 <sup>C</sup>	0,227 <sup>C</sup>	35,473 <sup>B</sup>	3,105 <sup>B</sup>	30,456 <sup>A</sup>	0,432 <sup>C</sup>
	(0,0966)	(1,8663)	(0,036)	(4,662)	(1,122)	(4,890)	(0,435)
F-değeri	276,396 <sup>***</sup>	25,049 <sup>***</sup>	1637,340 <sup>***</sup>	203,672 <sup>***</sup>	16,010 <sup>***</sup>	137,947 <sup>***</sup>	3,013 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,713	20,023	0,142	35,060	11,562	41,765	2,279

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\*\*) P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 13.** Profil 4 (Vertic Xerofluvent)'ün Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri

Agregat büyüklüğü, mm	Profil no: 4 (Vertic Xerofluvent)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
<0,250	1,9547 <sup>A</sup>	15,8288 <sup>BC</sup>	0,775 <sup>A</sup>	95,217 <sup>A</sup>	8,094 <sup>D</sup>	30,301 <sup>AB</sup>	4,562 <sup>A</sup>
	(0,0492)	(0,9760)	(0,025)	(5,378)	(0,336)	(4,741)	(0,060)
0,250-0,425	1,3445 <sup>AB</sup>	36,1742 <sup>A</sup>	0,521 <sup>CD</sup>	93,235 <sup>A</sup>	26,883 <sup>A</sup>	46,047 <sup>AB</sup>	3,080 <sup>AB</sup>
	(0,0969)	(6,5757)	(0,005)	(6,592)	(4,481)	(37,532)	(1,450)
0,425-1,00	1,3796 <sup>AB</sup>	30,8814 <sup>AB</sup>	0,508 <sup>D</sup>	91,469 <sup>A</sup>	23,903 <sup>AB</sup>	30,400 <sup>AB</sup>	0,623 <sup>C</sup>
	(0,2900)	(6,3448)	(0,007)	(21,784)	(10,858)	(17,259)	(0,183)
1,00-1,40	1,4198 <sup>AB</sup>	19,4557 <sup>ABC</sup>	0,687 <sup>AB</sup>	116,960 <sup>A</sup>	13,290 <sup>BCD</sup>	21,832 <sup>B</sup>	1,144 <sup>BC</sup>
	(0,1472)	(10,9664)	(0,019)	(11,897)	(6,004)	(9,482)	(0,343)
1,40-2,00	1,3785 <sup>AB</sup>	13,1051 <sup>BC</sup>	0,712 <sup>AB</sup>	124,429 <sup>A</sup>	9,642 <sup>CD</sup>	69,842 <sup>A</sup>	0,723 <sup>C</sup>
	(0,1013)	(7,3627)	(0,001)	(9,756)	(5,508)	(4,662)	(0,583)
2,00-4,75	1,3224 <sup>AB</sup>	8,8474 <sup>C</sup>	0,657 <sup>ABC</sup>	120,005 <sup>A</sup>	6,427 <sup>D</sup>	21,958 <sup>B</sup>	1,674 <sup>BC</sup>
	(0,1356)	(7,5686)	(0,011)	(11,301)	(4,911)	(4,711)	(0,621)
4,75-6,30	1,5107 <sup>AB</sup>	30,4697 <sup>AB</sup>	0,624 <sup>BCD</sup>	100,252 <sup>A</sup>	20,236 <sup>ABC</sup>	27,198 <sup>B</sup>	0,186 <sup>C</sup>
	(0,1507)	(11,3655)	(0,080)	(19,434)	(7,726)	(4,847)	(0,049)
>6,30	1,1524 <sup>B</sup>	12,1264 <sup>BC</sup>	0,489 <sup>D</sup>	102,294 <sup>A</sup>	10,641 <sup>CD</sup>	10,963 <sup>B</sup>	0,827 <sup>BC</sup>
	(0,0578)	(7,4200)	(0,036)	(12,029)	(6,807)	(4,747)	(0,880)
F-değeri	276,396 <sup>***</sup>	25,049 <sup>***</sup>	1637,340 <sup>***</sup>	203,672 <sup>***</sup>	16,010 <sup>***</sup>	137,947 <sup>***</sup>	3,013 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,713	20,023	0,142	35,060	11,562	41,765	2,279

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\*\*) P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 14.** Profil 5 (Typic Calcixerert)'in Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri

Agregat büyüklüğü, mm	Profil no:5 (Typic Calcixerert)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
<0,250	4,0692 <sup>C</sup>	16,9464 <sup>A</sup>	1,356 <sup>A</sup>	80,026 <sup>A</sup>	4,173 <sup>B</sup>	43,335 <sup>A</sup>	1,769 <sup>A</sup>
	(0,1797)	(5,8285)	(0,065)	(3,667)	(1,451)	(14,956)	(1,092)
0,250-0,425	7,8507 <sup>A</sup>	41,7138 <sup>A</sup>	1,340 <sup>A</sup>	41,622 <sup>BC</sup>	5,331 <sup>B</sup>	52,547 <sup>A</sup>	2,262 <sup>A</sup>
	(1,0266)	(4,9638)	(0,067)	(7,635)	(0,415)	(8,758)	(0,307)
0,425-1,00	4,3042 <sup>C</sup>	39,7711 <sup>A</sup>	0,593 <sup>BC</sup>	33,431 <sup>BC</sup>	9,294 <sup>B</sup>	61,288 <sup>A</sup>	2,009 <sup>A</sup>
	(0,4377)	(0,8123)	(0,036)	(5,531)	(0,810)	(0,141)	(0,946)
1,00-1,40	5,7159 <sup>B</sup>	45,6631 <sup>A</sup>	0,495 <sup>CD</sup>	20,782 <sup>C</sup>	8,065 <sup>B</sup>	49,493 <sup>A</sup>	1,652 <sup>A</sup>
	(0,4290)	(4,8995)	(0,040)	(0,662)	(1,526)	(10,085)	(0,897)
1,40-2,00	2,4588 <sup>DE</sup>	51,9348 <sup>A</sup>	0,585 <sup>BC</sup>	57,179 <sup>AB</sup>	21,255 <sup>B</sup>	52,000 <sup>A</sup>	1,959 <sup>A</sup>
	(0,1095)	(19,0240)	(0,006)	(2,014)	(8,296)	(8,667)	(0,378)
2,00-4,75	2,6361 <sup>D</sup>	10,9732 <sup>A</sup>	0,681 <sup>B</sup>	62,675 <sup>AB</sup>	4,167 <sup>B</sup>	81,249 <sup>A</sup>	1,363 <sup>A</sup>
	(0,1851)	(0,5882)	(0,120)	(15,461)	(0,138)	(5,125)	(0,818)
4,75-6,30	2,4043 <sup>DE</sup>	12,0726 <sup>A</sup>	0,534 <sup>C</sup>	53,312 <sup>ABC</sup>	5,036 <sup>B</sup>	81,146 <sup>A</sup>	1,896 <sup>A</sup>
	(0,0710)	(1,8540)	(0,014)	(2,809)	(0,896)	(5,438)	(0,651)
>6,30	1,9001 <sup>E</sup>	11,5028 <sup>A</sup>	0,357 <sup>D</sup>	47,448 <sup>ABC</sup>	6,332 <sup>B</sup>	52,104 <sup>A</sup>	1,214 <sup>A</sup>
	(0,4968)	(0,7766)	(0,010)	(13,548)	(1,605)	(37,923)	(1,248)
F-değeri	276,396 <sup>***</sup>	25,049 <sup>***</sup>	1637,340 <sup>***</sup>	203,672 <sup>***</sup>	16,010 <sup>***</sup>	137,947 <sup>***</sup>	3,013 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,713	20,023	0,142	35,060	11,562	41,765	2,279

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon): µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

MS (Mikrobiyal Solunum) :µg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> 24h

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) : µg TPF 1gr<sup>-1</sup>

KA (Katalaz Aktivitesi) : µlt O<sub>2</sub> gr<sup>-1</sup>

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\*\*) P<0.001, \*\* P<0.01, \* P<0.05)

**EK 15.** Profil 6 (Chromic Haploxerent)'nin Yüzey Toprağının Doğal Agregatlarının Biyolojik Özellikleri

Agregat büyüklüğü, mm	Profil no: 6 (Chromic Haploxerent)						
	C <sub>mic</sub>	MS	C <sub>org</sub>	C <sub>org</sub> /C <sub>mic</sub>	qCO <sub>2</sub>	KA	DHA
<0,250	3,1901 <sup>B</sup>	13,6101 <sup>A</sup>	1,351 <sup>C</sup>	122,405 <sup>B</sup>	5,137 <sup>A</sup>	57,544 <sup>B</sup>	3,102 <sup>A</sup>
	(1,3922)	(0,6337)	(0,122)	(71,770)	(2,996)	(4,983)	(0,850)
0,250-0,425	5,8142 <sup>A</sup>	63,3986 <sup>B</sup>	0,674 <sup>D</sup>	27,804 <sup>C</sup>	10,891 <sup>A</sup>	69,120 <sup>AB</sup>	2,232 <sup>A</sup>
	(0,1474)	(6,0173)	(0,137)	(5,3100)	(0,780)	(8,640)	(0,595)
0,425-1,00	5,3766 <sup>A</sup>	13,1805 <sup>B</sup>	0,590 <sup>D</sup>	26,355 <sup>C</sup>	2,456 <sup>A</sup>	75,051 <sup>AB</sup>	1,296 <sup>A</sup>
	(0,1427)	(1,2273)	(0,026)	(0,864)	(0,288)	(5,00)	(0,729)
1,00-1,40	5,2508 <sup>A</sup>	12,7781 <sup>B</sup>	0,551 <sup>D</sup>	25,216 <sup>C</sup>	2,441 <sup>A</sup>	69,916 <sup>AB</sup>	2,602 <sup>A</sup>
	(0,2747)	(1,9644)	(0,003)	(1,253)	(0,420)	(26,219)	(1,624)
1,40-2,00	2,8944 <sup>B</sup>	12,8108 <sup>B</sup>	0,383 <sup>E</sup>	31,721 <sup>C</sup>	4,425 <sup>A</sup>	98,710 <sup>AB</sup>	2,703 <sup>A</sup>
	(0,0131)	(0,7383)	(0,035)	(2,971)	(0,239)	(27,998)	(0,715)
2,00-4,75	2,7967 <sup>B</sup>	12,3302 <sup>B</sup>	1,508 <sup>B</sup>	129,836 <sup>AB</sup>	4,424 <sup>A</sup>	104,250 <sup>A</sup>	1,101 <sup>A</sup>
	(0,1343)	(0,7256)	(0,124)	(15,610)	(0,478)	(8,688)	(0,294)
4,75-6,30	2,8294 <sup>B</sup>	10,6074 <sup>B</sup>	1,890 <sup>A</sup>	160,702 <sup>A</sup>	3,755 <sup>A</sup>	77,538 <sup>AB</sup>	0,974 <sup>A</sup>
	(0,1700)	(1,3275)	(0,005)	(9,436)	(0,495)	(29,845)	(0,598)
>6,30	2,7298 <sup>B</sup>	10,6900 <sup>B</sup>	0,635 <sup>D</sup>	56,087 <sup>C</sup>	3,936 <sup>A</sup>	83,470 <sup>AB</sup>	1,219 <sup>A</sup>
	(0,2490)	(0,2950)	(0,000)	(4,869)	(0,343)	(10,073)	(1,393)
F-değeri	276,396 <sup>***</sup>	25,049 <sup>***</sup>	1637,340 <sup>***</sup>	203,672 <sup>***</sup>	16,010 <sup>***</sup>	137,947 <sup>***</sup>	3,013 <sup>*</sup>
LSD <sub>%1</sub>	0,713	20,023	0,142	35,060	11,562	41,765	2,279

C<sub>mic</sub> (Mikrobiyal Biyomas Karbon):  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} 24\text{h}$

MS (Mikrobiyal Solunum) :  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} 24\text{h}$

C<sub>org</sub> (Toplam Organik Karbon) : %

DHA (Dehidrogenaz Aktivitesi) :  $\mu\text{g TPF } 1\text{gr}^{-1}$

KA (Katalaz Aktivitesi) :  $\mu\text{lt O}_2 \text{gr}^{-1}$

\* Parantez içerisindeki rakamlar, analiz sonuçları arasındaki standart sapmayı, harfler ise horizonlar arasındaki karşılaştırmayı (düşey karşılaştırma) göstermektedir (\*\*\*)  $P < 0.001$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*  $P < 0.05$ )

## 8. ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Aylin ERKOÇAK  
**Doğum Yeri** : BAKIRKÖY  
**Doğum Tarihi** : 21.04.1986  
**Medeni Hali** : Bekâr  
**Bildiği Yabancı Diller** : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

**Lise** : Yabancı Dil Ağırlıklı 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi (2000-2004)  
**Lisans** : Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü (2005-2009)  
**Yüksek Lisans** : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı (2009-2012)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Dizayn Grup Ar-Ge Çalışanı (2010-2011)

### İletişim Bilgileri

**Adres** : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun  
**Tel** : 0362 3121919 - 1413  
**E-mail** : aylinerkocak@gmail.com