

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

FARKLI ARAZİ KULLANIMININ MİKROBİYAL SOLUNUM ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma BARDAK

Artvin-2016

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

FARKLI ARAZİ KULLANIMININ MİKROBİYAL SOLUNUM ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma BARDAK

**Danışman
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin-2016

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI ARAZİ KULLANIMININ MİKROBİYAL SOLUNUM ÜZERİNE
ETKİSİ**

Fatma BARDAK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.06.2016

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 29.06.2016

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Lokman ALTUN

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 29/06/2016 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2016 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2016

Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Fındık, Kivi, Tarla ve Orman Gibi Farklı Bitki Örtülerinde Mikrobiyal Solunumun Belirlenmesi” adlı bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak İlmi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Tez konusunun belirlenmesinde, yönlendirilmesinde ve sonuçlanmasında bana destek olan danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU’na, tezin içeriklerinin belirlenmesinde önerilerini aldığım ve laboratuvar çalışmalarında bilgileri ile beni yönlendiren sayın hocam Yrd. Doç Dr. Mehmet KÜÇÜK’e, tezin son halinin verilmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Lokman ALTUN’a, laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan Filiz AKDAĞ’a, Bafra-Darboğaz Köyünde arazilerinden yararlandığım İdris-Cevriye MÜRTEZAOĞLU’na ve arazi çalışmalarında bana yardımcı olan kayınpederim Ümral BARDAK ve kayınvalidem Naciye BARDAK’a ayrı ayrı teşekkür ederim.

Bu süreç boyunca her konuda fikirlerinden ve bilgilerinden yararlandığım ve yardımlarını esirgemeyen Değerli eşim Selahattin BARDAK’a ve her türlü desteklerinden dolayı EKİZ aileme teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Fatma BARDAK

Artvin – 2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	VII
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
2.1. Konuyla İlgili Yapılan Çalışmalar	7
3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI	10
3.1. Coğrafi Konum	10
3.2. İklim	11
3.3. Jeolojik ve Jeomorfolojik Durum	12
4. MATERYAL VE YÖNTEM	14
4.1. Materyal	14
4.2. Yöntem.....	15
4.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazır Hale Getirilmesi.....	16
4.2.1.1. Mekanik (Tekstür) Tayini	17
4.2.1.2. Toprak Reaksiyonu (pH) Tayini	18
4.2.1.3. Organik Madde Tayini	19
4.2.1.4. Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Solunum (Bazal Solunum) Belirlenmesi	19
4.2.1.5. Toprak Nemi Tayini.....	22
4.2.1.6. İstatistiksel Analiz.....	22
5. BULGULAR	23
5.1. Mekanik Analize İlişkin Bulgular.....	23
5.1.1. Kum Miktarına İlişkin Bulgular.....	23
5.1.2. Kil Miktarına İlişkin Bulgular	24
5.1.3. Toz Miktarına İlişkin Bulgular	25

5.2.	pH ilişkin Bulgular.....	26
5.3.	Organik Maddeye İlişkin Bulgular	27
5.4.	Toprak Nemine İlişkin Bulgular	28
5.5.	Mikrobiyal Solunuma İlişkin Bulgular	29
6.	TARTIŞMA.....	31
6.1.	Mekanik Analize İlişkin Tartışma	31
6.1.1.	Kum Miktarına İlişkin Tartışma	31
6.1.2.	Kil Miktarı İlişkin Tartışma	32
6.1.3.	Toz Miktarına İlişkin Tartışma	32
6.2.	pH İlişkin Tartışma	32
6.3.	Organik Maddeye İlişkin Tartışma	33
6.4.	Toprak Nemine İlişkin Tartışma.....	34
6.5.	Mikrobiyal Solunuma İlişkin Tartışma.....	35
7.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	38
	KAYNAKLAR	41
	ÖZGEÇMİŞ.....	46

ÖZET

Bu çalışmada; farklı arazi kullanımının mikrobiyal solunum üzerine etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda zamansal farklılığın ve farklı arazi kullanımının bazı toprak özellikleri ve mikrobiyal solunum üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan deney toprakları orman, fındık, kivi ve tarla alanlarından Temmuz 2015, Ekim 2015, Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde alınmıştır. Çalışma kapsamında topraktaki kum, kil ve toz miktarı, pH, organik madde miktarı, toprak nemi ve mikrobiyal solunum belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler dikkate alındığında, kum (%46,63) orman, kil (%29,05) fındık, toz (%36,96) kivi, pH (7,33) tarla, organik madde (%4,48) miktarları ile mikrobiyal solunum değerlerinin ($0,83 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ toprak h}^{-1}$) kivi ve toprak nemi (%30,03) miktarının ise tarla alanlarında en yüksek değerleri aldığı görülecektir.

Yapılan varyans analizleri sonucu farklı arazi kullanımı kum, kil ve toz miktarı ve pH üzerinde tüm dönemlerde, organik madde miktarı üzerinde Mart 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde ve toprak nemi Ocak 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde önemli bulunmuştur. Buna karşın farklı arazi kullanım şekillerinin mikrobiyal solunum üzerinde etkili olmadığı istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Yine yapılan varyans analizi sonucu zamansal farklılık kum miktarı üzerinde orman ve kivi alanları hariç tüm alanlarda, kil miktarı üzerinde fındık alanı hariç tüm alanlarda, toz miktarı üzerinde orman alanı hariç tüm alanlarda ve pH, organik madde miktarı, toprak nemi ve mikrobiyal solunum üzerinde ise tüm alanlarda önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak, mikrobiyal solunum, farklı arazi, zamansal farklılık.

SUMMARY

EFFECT OF DIFFERENT TERRITORY USAGE ON MICROBIAL RESPIRATION

In this study, effect of different territory usage on microbial respiration was investigated. Also, the effects of time difference and different territory usage on some soil properties and microbial respiration was investigated. The experiment soils used in this study were taken from forest, hazelnut, kiwi, and field territories in July 2015, October 2015, January 2016, and March 2016. Sand, clay, and dust amount, pH, organic substance amount, soil moisture, and microbial respiration in the soil was determined in this study.

According to parameters obtained in studies, the highest values were found sand (46,63%) in forest territory, clay (29.05%) in hazelnut territory, dust (36,96%), pH (7,33), organic substance (4,48%), and microbial respiration values (0,83 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ soil h^{-1}) in kiwi territory, and soil moisture (30,03%) in field territory.

According to results of variance analysis; during all periods different territory usage was found importantly for sand, clay, and dust amount, and pH, organic substance amount except March 2016, and soil moisture except January 2016. However, different territory usage was exhibited insignificant on microbial respiration according to statistical analysis. According to another variance analysis results; in all territories, time difference was found importantly for sand amount except forest and kiwi territories, clay amount except hazelnut territory, dust amount except forest territory, and pH, organic substance amount, soil moisture, and microbial respiration.

Keywords: Soil, microbial respiration, different territory, time difference.

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bafra Ovasının Meteorolojik Verileri.....	12
Tablo 2. Ortalama Kum Miktarı Değerleri (%)	23
Tablo 3. Ortalama Kil Miktarı Değerleri (%)	24
Tablo 4. Ortalama Toz Miktarı Değerleri (%)	25
Tablo 5. Ortalama pH Değerleri.....	26
Tablo 6. Ortalama Organik Madde Miktarı Değerleri(%)	27
Tablo 7. Ortalama Toprak Nemi Değerleri (%).....	28
Tablo 8. Ortalama Mikrobiyal Solunum Değerleri ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1}).....	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

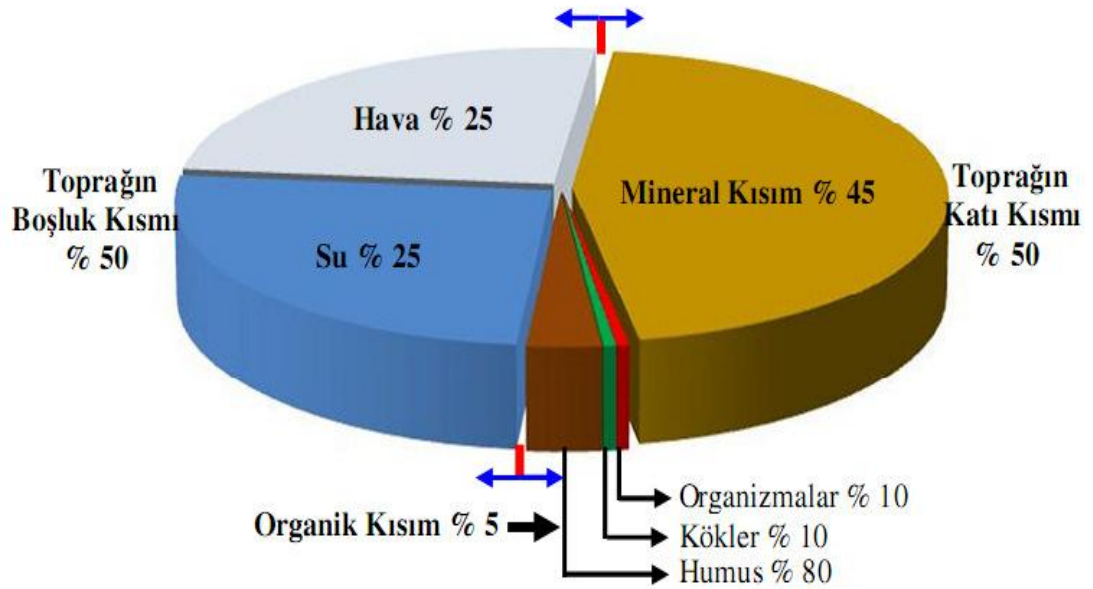
Sayfa No

Şekil 1. Toprağı Oluşturan Asıl Unsurlar	1
Şekil 2. Toprak Solunumu ve Ekosistem Solunumu.....	5
Şekil 3. Türkiye Haritasında Samsun'un Konumu	10
Şekil 4. Türkiye Haritasında Bafra'nın Samsun İçindeki Konumu	11
Şekil 5. Toprak Alınan Araziler	14
Şekil 6. Silindir Yardımıyla Toprak Alımı	15
Şekil 7. Araziden Toprak Alım Şeması.....	16
Şekil 8. Toprakların Kurutma Alanı.....	16
Şekil 9. (A) Toprakların Porselen Havanda Öğütülmesi, (B) Toprakların 2mm'lik Elekten Elenmesi	17
Şekil 10. Tekstür Analizinin Yapım Aşaması.....	27
Şekil 11. Toprak Reaksiyonu Ölçüm Aşaması	18
Şekil 12. Organik Madde Tayininin Yapım Aşaması	19
Şekil 13. Üst Toprak Örneklerinde Yapılan İnkübasyon İşlemi	20
Şekil 14. (A) Yedi Gün Süreyle İnkübasyona Tabi Tutulan Örnekler ve (B,C) Bu Örneklerin Bazal Solunum Ölçümlerinde Oluşan İlk ve Son Renkleri.....	21
Şekil 15. Ortalama Kum Miktarı Değerleri Değişimi	24
Şekil 16 Ortalama Kil Miktarı Değerleri Değişimi.....	25
Şekil 17. Ortalama Toz Miktarı Değerleri Değişimi.....	26
Şekil 18. Ortalama pH Değerleri Değişimi	27
Şekil 19. Ortalama Organik Madde Değerleri Değişimi.....	28
Şekil 20. Ortalama Toprak Nemi Değerleri Değişimi	29
Şekil 21. Ortalama Mikrobiyal Solunumu Değerleri Değişimi	30

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Toprak karasal ekosistemlerin fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için gerekli fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler arasındaki dengeyi sağlayan, yasayan, dinamik ve doğal bir varlıktır. Toprak çok yavaş bir şekilde oluşmaktadır. 1 cm'lik bir üst toprağın oluşabilmesi için ortalama olarak 100 ile 400 yıl arasında bir zamanın geçmesi gerekmektedir. Toprak; iklim, canlılar (bitki örtüsü), yeryüzü şekli ve anakayanın (ana materyal) zamanla etkileşimi sonucunda oluşmaktadır. Sayılan beş ana faktörün değişen fonksiyonları toprak oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Toprağın asıl unsurlarını; inorganik maddeler (kum, kil ve toz), ayrılmış bitki ve hayvan artıklarından (toprak biyotaşı) meydana gelen aktif ve stabil biçimdeki organik maddeler, gazlar (CO₂, O₂, N₂, NO_x, ve CH₄), canlılar (solucan, böcek, bakteri, mantar, alg, nematodlar gibi yasayan organizmalar) ve su oluşturmaktadır. (Jenny, 1980; Lal 1994; Atalay, 2006; Luo ve Zhou, 2006). Toprağı oluşturan unsurlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Toprağı Oluşturan Asıl Unsurlar (Brady, 1990; Pidwirny, 2006).

Anakayanın cinsi, mineralojik bileşimi, minerallerin iri ya da ince taneli, killi ya da kumlu, katı ya da gevsek oluşu toprak oluşum sürecini önemli derecede etkilemektedir. Toprak oluşum sürecinde etkin olan faktörler, farklı özellikteki anakayaları etkileyerek toprak oluşum sürecinde farklılıklar meydana getirmektedir. Yani bu faktörlerden bazıları diğerlerine göre daha fazla önemli olabilir. Örneğin, toprak oluşumunun temel maddesi olan anakaya toprak yapan en önemli faktördür. Fakat anakayanın toprağın gelişimindeki etkinliği bölgesel olarak değişmektedir. Özellikle serin ve nemli iklimin etkisi altındaki bölgeler ile sıcak ve nemli iklim etkisi altında olan bölgelerde, toprağın gelişiminde anakayanın cinsi iklimden daha az etkilidir. Diğer bir ifade ile aynı anakayadan farklı iklim etkisi altında farklı topraklar oluşabilir. İklim etkisinin çok kuvvetli olduğu yörelerde ise farklı anakayalardan oluşmuş topraklar benzer (veya aynı) genetik gelişimler göstermektedir (Kantarıcı, 2000; Atalay, 2006).

Bitki örtüsü ana iklim koşullarını etkilememekle beraber, belli bir dereceye kadar toprak yüzeyinde kendine özgü bir mikro-klima oluşturmaktadır. Bitki örtüsünün toprak oluşumu ve gelişimindeki etkisi genel olarak orman ve otlak alanlarındaki topraklarda farklılıklara sebep olmaktadır. Esas itibarıyla ormanın yetişmesine uygun topraklar ile otlakların bulunduğu topraklar birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Bu yüzden aynı iklim etkisi altında aynı anakayadan oluşmuş toprakların orman toplumu ile otlak toplumu arasındaki özellikleri arasında farklar bulunmaktadır. Hatta doğal ve iklims bitki toplumu karakterinde olan ormanlarda ağaç ve çalı türlerinin değişimi toprak özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Topoğrafya yani arazi şekli, eğim ve bakı suyun hareketini ve rejimini, toprağın yıkanmasını, toprak derinliğini, toprak rengini, materyal taşınımını ve tipini, toprak reaksiyonunu ve toprak sıcaklığını etkiler. Bu yüzden de farklı topoğrafya (relief) üzerinde gelişen topraklar farklı özellikler gösterirler (Kantarıcı, 2000; Coyne ve Thompson, 2006; Atalay, 2006). Bitki türleri, ekosistem içerisinde meydana gelen besin döngüsü, mikrobiyal biyokütle, biyokütlenin yapısı ve toprak enzim aktivitesi gibi olayları etkilemektedir (Dornbush, 2007).

Fakat bitki türlerinin etkileri sonucunda meydana gelen bu olaylar yeterli bir şekilde anlaşılammıştır. Esas olarak, bitki örtüsü ile mikroorganizmaların karşılıklı etkileşimleri sonucunda toprak içerisinde yukarıda bahsedilen olaylar meydana

gelmektedir. Örneğin, bitki ile bitkinin içinde bulunduğu ortam; toprağın pH'sını, sıcaklığını, nemini, bitki besin maddelerinin alınabilirliğini ve toprak üzerine düşen ölü örtü miktarını değiştirmektedir. Bütün bunların bir sonucu olarak da mikrobiyal biyokütle bu değişikliklerden potansiyel olarak etkilenmektedir (Paul ve Clark, 1996).

Mikrobiyal biyokütlenin miktarı toprak tekstürü, sıcaklık, arazi kullanım biçimi, toprak nemi, pH ve organik maddenin kalitesine göre değişiklik göstermektedir. Diğer bir ifadeyle mikrobiyal biyokütlenin kompozisyonu ve sayısı toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişikliklere karşı çok hassastır. Ayrıca, toprak mikrobiyal biyokütle C ve N miktarının farklı orman yönetimlerinden etkilendiği, hatta orman verimliliğinin artmasıyla beraber oransal olarak artış gösterdiği bilinmektedir (Sparling, 1997; Bauhus ve ark, 1998; Kara ve Bolat, 2008). Benzer olarak, ağaç türlerinin toprak verimliliği ve mikrobiyal topluluğun yapısı üzerinde etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Dickinson ve Pugh, 1974; Swift ve ark, 1979). Bu yüzden, toprak mikrobiyal biyokütle C'u, özellikle mikrobiyal C/organik C yüzdesi, orman topraklarının C içeriği üzerinde mikroorganizmaların işlevini yansıtmaktadır (Insam ve Domsch, 1988; Kara ve ark, 2008).

Mevsimsel değişiklikler toprak sıcaklığını, kök aktivitesini, toprak nemini, kök çevresinde biriken ve bitkilerden düşen ölü örtünün ayrışması sonucunda toprağa karışan organik madde miktarını etkilemekte ve böylece toprak içerisinde dalgalanmalara yol açmaktadır (Kramer ve Green, 2000). Bu değişimler aynı zamanda toprak tipi, arazideki bitki örtüsünün çeşidi ve miktarı, arazi kullanımı ve yönetimi gibi faktörlere göre de farklılık göstermektedir (Chen ve ark, 2003).

Toprak içerisindeki biyolojik faaliyetler derinliği birkaç cm'den 30 cm'ye kadar değişim gösteren üst toprakta yoğunlaşmıştır. Üst topraktaki canlılar toplam toprak hacminin % 5 gibi çok küçük bir parçasını oluşturur ve toplam organik maddenin de % 10'undan daha düşük bir kısmını meydana getirmektedirler. Toprağın canlı kısmının büyük bir çoğunluğu toprak mikroorganizmalarından meydana gelmiştir. Mikroorganizmalar toprağın çok küçük bir kısmını oluşturmasına karşılık azot, fosfor ve kükürt döngüleri ile organik artıkların ayrıştırılması işlemlerini

gerçekleştiren en önemli canlı grubudur. Topraktaki mikroorganizma faaliyetleri toprak özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bundan dolayı, mikroorganizmalar yerkürenin karbon ve bitki besin elementi döngüsünü sağlayan en önemli grubudur (Pankhurst ve ark, 1997).

Mikrobiyal solunum küresel karbon döngüsünde önemli bir aşamadır. Mikrobiyal solunumunun toprak sıcaklığına ve toprak nem içeriğine cevap verme fonksiyonlarının tam bilinmesi toprak karbon döngüsünün güvenilir tahminleri için önemlidir (Bauer ve ark, 2011)

Mikrobiyal solunum topraktaki organik bileşiklerin biyolojik ayrışması ile ilişkili olan toprak mikro florasının aktivitesini yansıtmaktadır (Brohon ve ark, 2001, Jiang ve ark, 2009).

Mikroorganizmalar besin döngüsü, bitki üretkenliği, organik madde ayrışması gibi ekosistem süreçlerini yönlendiren başlıca toprak ayrıştırıcılarıdır (Pandey ve Singh, 2004, Devare ve ark, 2007, Eisenhauer ve ark, 2009).

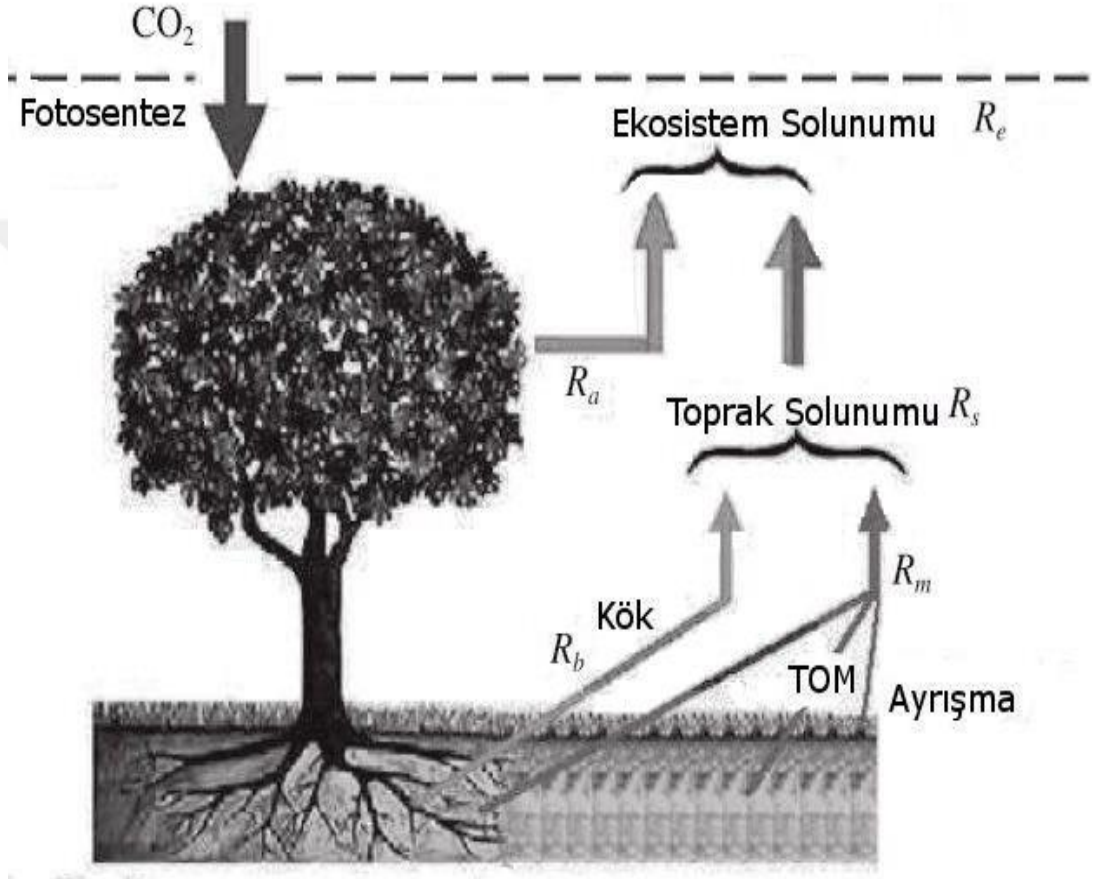
Toprak organik maddesinin mikrobiyal ayrıştırılması karasal ekosistemlerdeki CO₂ akışının temel sürecidir ve iklim değişimine geri besleme olarak etki eder. İklim ve karbon modelleri atmosfer yüzeyindeki sıcaklık artışının toprak CO₂'nin serbest kalmasını hızlandıracağını öngörmesine rağmen bu geri beslenmenin büyüklüğü belirsizdir ve çoğunlukla organik madde ayrışmasında mikroorganizmaların sıcaklığa karşı gösterdiği hassasiyetdeki belirsizlikten kaynaklanmaktadır (Suseela ve ark, 2012).

Toprağın mikrobiyolojik aktivitesi; mobilizasyon, çözünme, mineralizasyon ve besin varlığı için temeldir. Aynı topraktaki bu aktiviteyi farklı kullanımlar etkiler ve topraktaki mikrobiyolojik aktivitenin durumunu bu bakımdan bilmek önemlidir (Borie ve ark., 1999, Johnson ve ark., 2003, Canizales-Paredes ve ark, 2012).

Mikrobiyal aktivite kuvvetli şekilde topraklara ve topraktaki organik madde varlığına bağlıdır. Bundan dolayı toprak taneciklerindeki mikroorganizmaların gruplaşması organik karbon dinamiklerinde anahtar rol oynar. Çünkü organik maddeye biyolojik

erişim ayrışma için önkoşuldur ve kısmen ayrılmış organik materyalin varlığı mikrobiyal aktiviteyi teşvik eder (Lagomarsino ve ark, 2012).

Ekosistemdeki karbon döngüsü bitkilerin havadan CO₂ bağlaması ve bunu fotosentez vasıtasıyla organik karbon bileşiklerine çevirdiği zaman başlar. Toprak ve ekosistem solunumu Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Toprak Solunumu ve Ekosistem Solunumu (Luo ve Zhou, 2006).

Bazı organik karbon bileşiklerinin bir kısmı bitki dokularının büyümesi için, bir kısmı da bitkiye enerji sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Bu işlem süresince CO₂ bitki solunumu vasıtasıyla atmosfere geri bırakılır. Büyüyen dokulara yapraklar, gövde ve kökler dahildir. Yapraklar ve kökler genellikle ölmeden önce birkaç aydan birkaç yıla kadar canlı kalır. Oysa odunsu dokular ormanda yüzlerce yıl yaşayabilir. Ölü bitki materyalleri (ölü yaprak, gövde, dal ve kökler) mikrobiyal kütle artımı ve diğer aktivitelere enerji sağlamak için mikroorganizmalar tarafından parçalanır. CO₂ aynı zamanda mikrobiyal solunum vasıtasıyla da atmosfere geri bırakılmaktadır. Canlı mikrobiyal kütle toprak organik maddesindeki ölü mikroorganizmalar ve ölü

bitki artıkları ile karışmaktadır. Toprak organik maddesi mikrobiyal solunum ile ayrışmadan önce yüzlerce yıl toprakta karbon olarak depolanabilir. Karbon döngüsü içinde CO₂ hem bitki solunumu hem de artıkların parçalanması süresince oluşan mikrobiyal solunum ile üretilmektedir. Bitki solunumu genel olarak ototrofik solunum olarak isimlendirilmekte ve toprak üstü bitki solunumu ve yer altı solunumu (yer altı solunumu kök solunumu ve rizosferdeki mikrobiyal solunumun toplamına eşittir) olarak ayrılabilir. Mikrobiyal solunum hetetrofik solunum olarak isimlendirilmektedir. Toprak yüzeyinden çıkan CO₂ oranı diğer bir deyişle kök solunumu ve mikrobiyal solunum yoluyla ortaya çıkan CO₂'in toplamıdır (Luo ve Zhou, 2006).

Toprak solunumu çevre ile ilgili yapılan çalışmalarda yaygın olarak kullanılan biyolojik bir çeşit yöntem olup, iki farklı şekilde belirlenmektedir. Bunlardan birincisi, arazide topraktaki bütün canlılar tarafından kümülatif olarak yayılan karbondioksitin (CO₂) ölçülmesidir. Diğer ise laboratuvar ortamında cam kavanoz içerisinde belirlenen ve bazal solunum olarak bilinen, büyük bitki kökleri ile hayvanların olmadığı toprak örneğinden yayılan karbondioksitin (CO₂) ölçülmesidir.

Bazal solunumun ölçülmesinde, toprağa herhangi bir besin maddesi ya da C ilavesi yapılmadan elenmiş topraktan yayılan CO₂ ölçülmektedir. Dolayısıyla toprağın kendine özgü enerji kaynaklarına bağlı olan solunum faaliyetinin ölçülmesidir. Diğer bir ifade ile bazal solunum, toprak mikroorganizmaları için toprakta karbonun varlığının ve alınabilirliğinin bir göstergesi olmaktadır. Bu yüzden de karbon döngüsüyle yakın bir ilişki gösterir. Çok eski ama hala geçerli bir yöntem olan bazal solunum topraktaki toplam mikrobiyal faaliyetin tahmin edilmesinde yararlanılmaktadır (Alef, 1995; Insam ve ark, 1996; Vanhala ve ark, 2005; Ananyeva, 2008). Sparling (1997) topraklar arasında doğru bir karşılaştırma yapılabilmesi için, solunum ölçümlerinin bazı şartların kontrol edilebildiği ortamlar olan laboratuvar şartlarında yapılmasının daha doğru olacağına işaret etmektedir. gerekmektedir. Çünkü nem ve sıcaklığın sınırlandırılmadığı şartlarda, karbondioksit (CO₂) yayılım hızı organik madde kalitesinin bir göstergesi durumundadır. Ayrıca toprak şartlarının ayrışma süreçleri için uygun bir ortam olup olmadığını da ifade etmektedir (Bolat, 2011).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Konuyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde topraktaki mikrobiyal solunumu belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar fazla değildir. Yapılan literatür araştırmasında bulunan bazı mikrobiyal solunumla ilgili özet bilgiler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

Bolat (2011) tarafından yapılmış olan “Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın Meşcerelerinde Üst Toprak ve Ölü Örtüdeki Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}), Azot (N_{mic}), Fosfor (P_{mic}) ve Mikrobiyal Solunumun Mevsimsel Değişimi” adlı doktora tezinde mikrobiyal solunumunda incelemiş ve mikrobiyal solunumun mevsimlere göre değişiklik gösterdiğini ve gökmar meşceresinde diğer meşcerelere göre daha yüksek olduğunu bulmuştur.

Akburak (2013) tarafından yapılan “Meşe ve Gürgen Meşcerelerinde Aralamanın Toprak Solunumu ve Mikrobiyal Solunum Üzerine Etkileri” adlı doktora tezinde topraktaki mikrobiyal solunumu incelemiştir. Yapılan çalışmada toprak mikrobiyal solunumu iki yılın tamamı değerlendirildiğinde hem meşe hem de gürgen aralama alanlarında kontrol alanlarına nazaran daha yüksek olmasına rağmen anlamlı bir fark olmadığını bulmuştur.

Küçük (2013) tarafından yapılan “Farklı Eğim ve Bakı Gruplarında Bulunan Meşe Meşcerelerinde ve Mera Alanlarında Azot Mineralizasyonu ve Toprak Solunumunun Belirlenmesi” isimli doktora tezinde toprak özellikleri, solunum ve mineralizasyon üzerinde eğim bakı ve bitki örtüsü farklılığının etkili olduğu görülmüştür. Özellikle nem ve pH değişimi azot mineralleşmesinde belirleyici faktör olduğunu tespit etmiştir.

Kayıkçıoğlu ve Okur (2013) tarafından yapılan çalışmada Ekim, Ocak, Nisan ve Temmuz aylarında alınan toprak örneklerinde; toprak solunumu, mikrobiyal biyokütle-C, N ve P’ u, mineralize azot formları ve alınabilir fosfor miktarları saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek mikrobiyal biyokütle çayır mera arazisinden alınan toprak örneklerinde, en düşük mikrobiyal biyokütlenin ise buğday ekili araziden alınan toprak örneklerinde olduğu mevsimsel olarak bakıldığında en

yüksek mikrobiyal biyokütlenin Nisan ayına ait topraklarda en düşük ise Ocak ayına ait topraklarda olduğu tespit edilmiştir.

2016 yılında yapılan bir çalışmada, belediye katı atık uygulamasının killi ve kumlu topraklarda mikrobiyal solunumun artışına neden olduğu ve killi topraklardan daha yüksek artış meydana getirdiği sonucuna varılmıştır. (Yazdanpanah ve ark, 2016).

Chao Ju ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmada miklobütanil oranı farklı (04 mg kg^{-1} , 1.2 mg kg^{-1} ve 4 mg kg^{-1}) farklı 3 çeşit toprakta mikrobiyal solunum incelenmiştir. Çalışma sonucunda 04 mg kg^{-1} , 1.2 mg kg^{-1} oranının topraktaki mikrobiyal solunum üzerinde kısa dönemde etkili olduğu, uzun dönemde ise etkili olmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın 4 mg kg^{-1} oranının ise kısa ve uzun dönemde etkili olduğu ortaya konulmuştur. (Ju ve ark, 2016).

Cook ve Orchard, (2008) yapmış oldukları çalışmada mikrobiyal solunum ile toprak neminin ters orantılı ve toprak solunumu ile doğru orantılı olduğunu belirlemişlerdir.

Suseela ve arkadaşları (2012) Amerika Birleşik Devletleri Boston'daki iklim deneylerinde mikrobiyal solunumun sıcaklık hassasiyeti ve oranını ısınma ve değişen yağışla nasıl etkileyeceğini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışma sonucunda; mikrobiyal solunumunun hem yıllık olarak hem de vejetasyon periyodu süresince kuraklıkla azalmış olduğunu ve sıcaklık artışının yalnızca ilkbaharın başında mikrobiyal solunumu arttırdığını belirlemişlerdir. Mikrobiyal solunumun en yüksek olduğu yaz süresince, toprak nemine duyarlılıkları ve eşik değerler bulunmuştur. Mikrobiyal solunumun toprak nemi % 15 altına düştüğünde ya da % 26 üzerine çıktığı zaman hızlı bir şekilde azalmış olduğu tespit edilmiştir.

Mariani ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada ise toprak mikrobiyal solunum, C, N, C/N, Cmic ve Nmic parametrelerinin birbirleriyle pozitif ilişkili olduğunu fakat C/N ve N arasındaki ilişkinin negatif olduğunu belirlemişlerdir.

Zimmermann ve Frey (2002) ladin ormanlarında yaptığı odun külü uygulaması ile toprağın mineral kısmındaki mikrobiyal solunumun değişimini izlemişler ve uygulamayla birlikte pH artışına paralel olarak solunum oranının da arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca bu artışın uygulamadan sonraki ilk günlerde toplam azot ve

organik karbondaki azalmayı takiben muhtemel olarak mineralizasyondaki artışla ilişkili olabileceği konusu üzerinde durmuşlardır (Zimmermann ve Frey, 2002).

Mikrobiyal solunumun her 10 cm toprak derinliğinde yaklaşık olarak 1/50 oranında azalmakta olduğunu belirlemiştir (CanizalesParedes ve ark, 2012).

2009 yılında yapılan bir çalışmada Avrupa Rusya'sında farklı ana toprak tiplerinde (gleyic Cryosols, umbric Albeluvisols, albic Luvisols, luvic Chernozems ve Kastanozems) mikrobiyal solunumu incelemiş ve toprakların 0-5 cm derinliğinde mikrobiyal solunumun toprak organik karbonu ve azot içeriği ile ilişkili olduğunu ortaya konulmuştur (Ananyeva ve ark, 2009).

Fernandes ve arkadaşları (2005) solunum değerlerinin ilk 10 cm'de 10-20 cm toprak derinliğindekinden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Jiang ve arkadaşları (2009) tarafından farklı zamanlarda terkedilmiş alanlarda yapılan çalışmada alanlar arasında toprak mikrobiyal solunumunun önemli olarak değiştiğini ve en düşük değeri iki yıl önce terkedilmiş alanın üst toprağında ve en yüksek değeri doğal mera alanlarının üst toprağında olduğunu belirlemiştir.

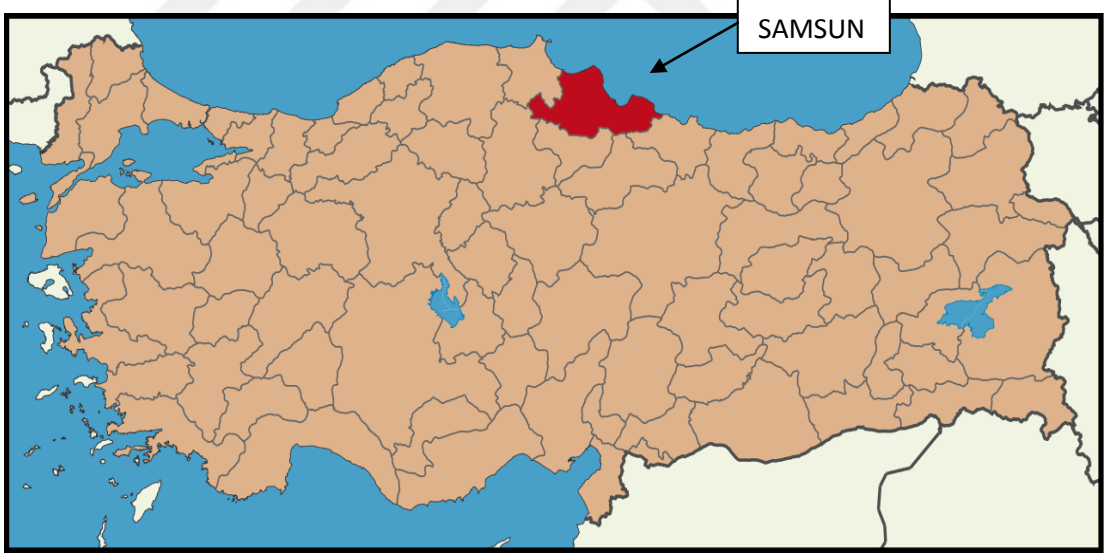
2007 yılında yapılan bir çalışmada mikrobiyal solunumun degrade olmamış orman ve mera alanlarında degrade olmuş mera ve orman alanlarından daha yüksek değere sahip olduğunu belirlemiştir (Zornoza ve ark, 2007).

Chen ve arkadaşları tarafından 2003 yılında yapılan çalışmada karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve mera alanına (*Festuca novae-zealandiae* ve *Agrostis capillaris* L.) ait üst toprakların (0-5 cm) mikrobiyal solunum miktarı belirlenmiştir. Karışık çam ormanına ait toprakların bazal solunumu 0,17-0,65 (ortalama 0,43) $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değiştiği tespit edilmiştir. Mera alanına ait toprakların bazal solunum değerleri ise 0,11-0,84 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişiklik göstermektedir. Bazal solunum, her iki alanda da zaman ile artış göstererek ilkbahar mevsiminin sonunda en yüksek noktaya ulaşmış daha sonra bir azalışa geçerek sonbahar ve kış mevsiminde en düşük seviyeye inmiştir.

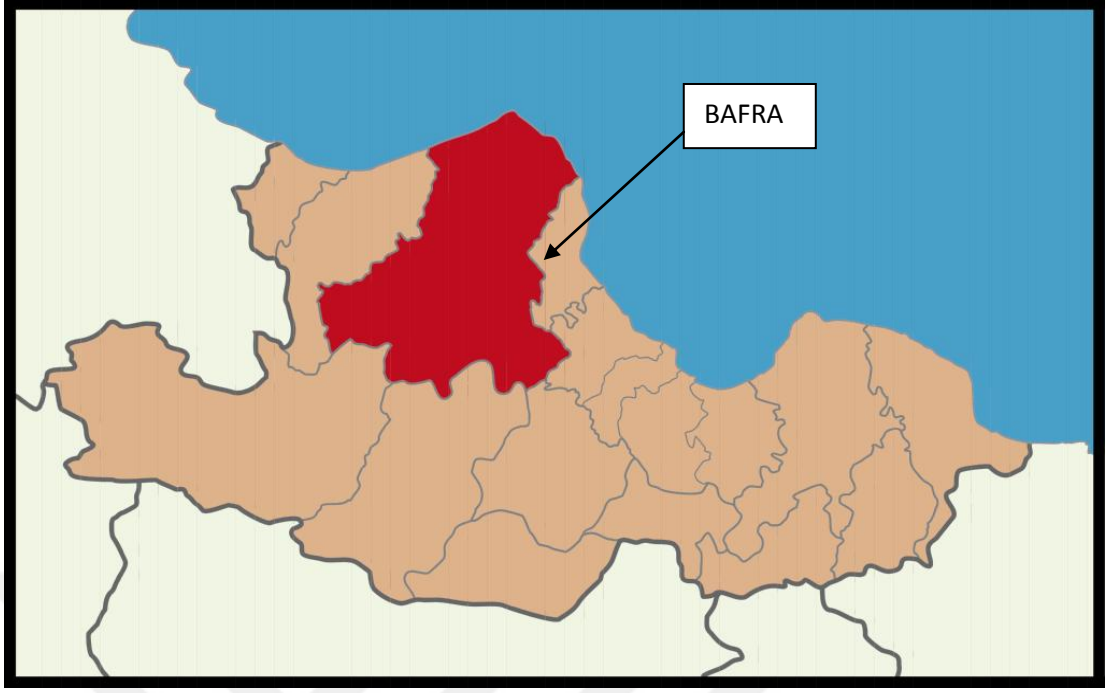
3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

3.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı, ülkemizin kuzeyinde Orta Karadeniz Bölgesinde 41° 28'- 41° 45' kuzey enlemleri ve 35° 43'-35° 58' doğu boylamları arasında Kızılırmak ile yan derelerin oluşturduğu delta ovasında yer almaktadır. Bafra Ovası, Samsun İlinin 23 km batısındaki Çakırlar mevkiinden başlayıp, batıda Yakakent mevkiine kadar uzanmaktadır. Güneyde Canik sıra dağlarının uzantıları ile sınırlandırılmıştır. Ovaya adını veren Bafra ilçesi Kızılırmak' ın kenarında bulunup Samsun iline 50 km uzaklıktadır. Ovanın sol tarafındaki en yüksek tepeleri Derbent tepesi (240 m), Kozağız sırtları (350 m), Aktekke (210m), Gümüşağılı tepesi (180 m) dir. Çalışma alanının en önemli su kaynağını oluşturan Kızılırmaktan başka, Alaçam, Doyran, Bedeş, Harız, Paşaboğazı, Mülk boğazı dereleri bulunur (Arpacı ve Yüksel, 1996). Samsun ve Bafra'nın Türkiye haritasındaki yeri Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Türkiye Haritasında Samsun'un Konumu



Şekil 4. Türkiye Haritasında Bafra'nın Samsun İçindeki Konumu

3.2. İklim

Bafra Ovasında Orta Karadeniz Bölgesinde görülen ılıman iklim özellikleri hakimdir. Karadeniz Bölgesi Kuzeybatı Avrupa'daki alçak basınç ile Sibirya'daki yüksek basıncın etkisi altında kalmaktadır. Alçak basıncın etkisinde kaldığında bölgede yağış görülürken, yüksek basıncın etkisi olduğu zamanlarda yağış görülmez. Bafra Ovası ile ilgili ortalama meteorolojik veriler Şekil 1. de verilmiştir (Arpacı ve Yüksel, 1996).

Tablo 1. Bafra Ovasının Meteorolojik Verileri (1963-1989)

Aylar/veriler	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Yağış (mm)	87.4	60.5	63.5	58.6	44.2	43.7	34.6	49.3	55.2	95.2	98.5	100.5
Sıcaklık (°C)	5.8	6.5	7.4	11.1	15.4	20	21.7	22.2	19	14.8	11.4	8
Nisbi nem (%)	69	71	76	77	77	72	70	72	74	76	71	69
Buharlaşma (mm)	6.5	6.9	8	13.9	10.3	17.3	19.5	19.7	16.7	13.2	9.7	7.5
Rüzgar (m/sn)	2.9	2.5	2.1	1.7	2.0	1.8	1.9	1.7	1.6	1.6	2.1	2.9

3.3. Jeolojik ve Jeomorfolojik Durum

Araştırma alanının jeolojisini taban ve yamaç araziler oluşturur. Taban araziler IV. jeolojik zamana ait alüvyonlardır. Bu alüvyonlar kum, silt, kil ve bir miktar çakıl içeren karışımlardır. Yamaç arazilerde neojen devre ait sedimanter kayalar (marn, kiltası, silttaşı ve çakıllı seriler) ve eosen devrine airflişler (kumtaşı, kiltası , marn ve kısmen de kireç taşları) yer almıştır. Mesozoik formasyonlar, araştırma alanının doğusunda gri renkte, ince ve orta tabakalanmalı kumtaşı, kiltası, marn katmanlarının sıralanmasıyla oluşur. Kırıklı ve kıvrımlıdır. Eğim ve doğrultuları değişir. Gevşek ve kırılabilir yapıdadırlar. Araştırma alanında Derbent barajı yakın çevresinde görülen Eosen formasyonlarından bazalt ve andezitler konglomera, volkanik breş ve tüfleri içerisinde dayk ve lav akmaları şeklinde görülür. Bazalt ve andezitler sert sağlam ve kırıklı, aglomera, volkanik breş ve tüfler ayrışmalı, kırıklı, parçalı yapıdadırlar. Bölgede yaygın olarak görülen Neojen kaya birimleri Eosen yaşlı fliş serisi üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Yüzeyde gri kahverenkli siltli kil, daha derinde silttaşı, marn ve konglomera seviyeleri görülür. Kuaterner formasyonu olarak, Alüvyon - Teras depoziti, ovada eski ve yeni alüvyon olmak üzere geniş bir alanı kaplar. Bafra Ovası Kızılıрмаğın oluşturduğu bir delta ovasıdır. Ovayı kesen Kızılırmak ve diğer dereler boyunca taşkın alanında alüvyon, siltli, kumlu çakıl niteliğindedir. Çakıllar

çoğunlukla volkanik ve kireç taşından oluşur. Taşkın yatakları dışında alüvyon siltli kil, kumlu kil, kil özelliğindedir. Teras depozitleri, az sıkışmış siltli kumlu çakıllı seviyeler halinde Kızılıрмаğın sağ ve sol tarafında yer yer görülür (Arpacı ve Yüksel, 1996). Akkan (1970)'e göre araştırma alanı jeomorfoloji yönünden 5 ana bölüme ayrılmıştır. Bunlar sırasıyla, delta düzlüğü ve dar kıyı ovaları, Kızılırmak eski deltası, eski kıyı aşınım yüzeyi, yamaçlar ve yüksek aşınım düzlükleridir. Bunlardan en yaygın olanları delta düzlüğü ve Kızılırmak eski deltasıdır.



4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Bu çalışma Samsun ili Bafra ilçesi Darboğaz köyünde fındık bahçesi, kivi bahçesi, tarla ve ormandan aynı yükseklikten aynı bakıdan(güney bakı) ve farklı zamanlarda (ağustos, ekim, ocak ve mart aylarında) toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneği alınan alanların fotoğrafları Şekil 5’de verilmiştir.



a) Kivi bahçesi



b) orman



c) Tarla



d) Fındık Bahçesi

Şekil 5. Toprak Alınan Araziler

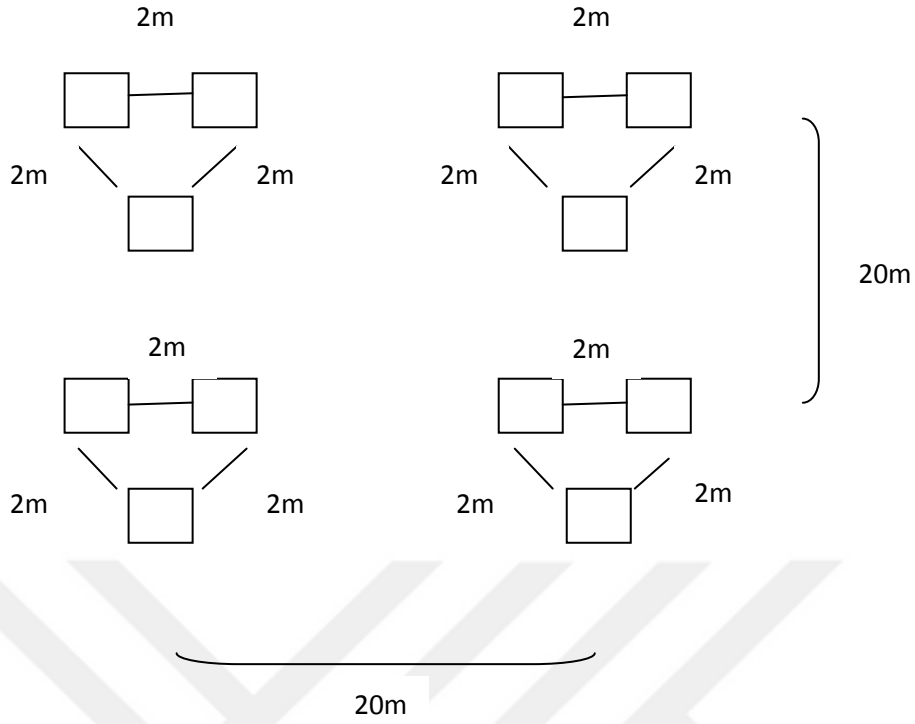
4.2. Yöntem

Çalışma kapsamında toprakların alımında şu yol izlenmiştir. Her bir arazi kullanım şeklinde toprak üzerindeki bitki ve ölü örtü temizlenmiştir. Daha sonra ; 10 cm'lik cm'lik silindir ile hacim ve torba örnekleri alınmıştır. Silindir yardımıyla toprak alma Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Silindir Yardımıyla Toprak Alımı

Arazide 2m aralıklarla oluşturulan eşkenar üçgenin köşe noktalarından 3 adet örnek alınmıştır. bu noktadan yaklaşık 20m uzaklıkta benzer şekilde toprak örnekleri alınmıştır. araştırma kapsamında 4 farklı arazi kullanım şekline toplam olarak 12 adet farklı örnek alınmış olup, bu topraklar T_{1_1} - T_{1_2} - T_{1_3} , T_{2_1} - T_{2_2} - T_{2_3} , T_{3_1} - T_{3_2} - T_{3_3} , T_{4_1} - T_{4_2} - T_{4_3} şeklinde etiketlenmiştir. Ayrıca her bir arazi kullanım şeklini temsilen tarla için "T",orman için "O", kivi için "K", fındık için "F" simgeleri kullanılmıştır. Araziden toprak alım şeması Şekil 7'de gösterilmiştir



Şekil 7. Araziden Toprak Alım Şeması

4.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazır Hale Getirilmesi

Araziden getirilen torba ve hacim örnekleri, laboratuvarın toprak kurutma alanında kağıtlar üzerine serilmiş ve hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma alanı Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Toprakların Kurutma Alanı

Kurutma sonrası toprak örnekleri, porselen havanlarda usulüne uygun olarak öğütülmüştür. Daha sonra 2 mm’lik elekten geçirilen örnekler polietilen torbalara

konularak analize hazır hale getirilmiştir (Irmak, 1954; Altun, 1995). Toprakların öğütülüp elenmesi Şekil 9 (a,b) de gösterilmiştir.



Şekil 9. (a) Toprakların Porselen Havanda Öğütülmesi, (b) Toprakların 2mm'lik Elekten Elenmesi

4.2.1.1. Mekanik (Tekstür) Tayini

Analize hazır hale getirilmiş toprak örneklerinin Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre mekanik analize tabi tutularak kum, toz ve kil oranları belirlenmiştir. Daha sonra bulunan kum, toz ve kil oranlarının toprak türü (tekstürü) sınıflarının ayırımı için hazırlanmış olan özel uluslararası tekstür üçgenine (E.C. Tommerup'a) uygulanarak toprak türü belirlenmiştir (Gülçur, 1974). Tekstür analizinin yapım aşaması Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Tekstür Analizinin Yapım Aşaması

4.2.1.2. Toprak Reaksiyonu (pH) Tayini

Toprak örneklerinin reaksiyonları (pH), İnoLab pH level I pH metresi yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Aktüel asitlik için yapılan analiz 1/2,5 oranında arı suda gerçekleştirilmiştir (Gülçur, 1974). Toprak reaksiyonu ölçüm aşaması Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11. Toprak Reaksiyonu Ölçüm Aşaması

4.2.1.3. Organik Madde Tayini

Topraktaki organik madde, modifiye edilmiş Walkley - Black ıslak yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Gülçur, 1974). Organik madde tayinin yapım aşaması Şekil 12’de gösterilmiştir.





Şekil 12. Organik Madde Tayininin Yapım Aşaması

4.2.1.4. Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Solunum (Bazal Solunum) Belirlenmesi

Toprak solunumu mikrobiyal faaliyetin belirlenmesinde kullanılan en eski ve geçerli yöntemlerden biridir. Yapılan bu çalışmada farklı arazilere ait üst toprakların mikrobiyal faaliyetini ortaya koymak için bazal solunum ölçümleri yapılmıştır. Bu yöntemin esası toprak örnekleri kapalı kaplarda 7 gün süreyle inkübasyona bırakılır. Diğer bir ifade ile mikrobiyal faaliyet (solunum) kapalı bir sistem içerisinde inkübasyon boyunca topraktan yayılan CO₂'in miktarı 10 ml 1 M sodyum hidroksit (NaOH) ile tahmin edilerek belirlenir. Karbon dioksit (CO₂) sodyum hidroksit çözeltisi tarafından yakalanır, daha sonra sodyum hidroksit çözeltisi hidroklorik asit ile titre edilir ve açığa çıkan CO₂ miktarı hesaplanır (Rowell 1994; Alef 1995).

Yöntemde 2 mm'lik elekten geçirilmiş (<2 mm) % 50–55 su tutma kapasitesinde 30 g taze toprak örneği 500 ml'lik cam kavanoz içerisine tartılır. 25 ml'lik beher içerisine 10 ml 1 M sodyum hidroksit ilave edilir. Beher, cam kavanozun tam ortasına altında toprak şekilde yerleştirilir. Cam kavanozun ağzı sıkı bir şekilde (kavanoz içerisine hava giriş ve çıkışı olmamasına son derece dikkat edilir) kapatılarak parafilm ile sarılır. İçerisinde toprak olmayan (kontrol=kör) ve sadece 10 ml 1 M sodyum hidroksit olan 2 adet cam şise de aynı şekilde hazırlanır. Şekil 13'de üst toprak örneklerinde yapılan inkübasyon işlemi gösterilmiştir.



Şekil 13. Üst Toprak Örneklerinde Yapılan İnkübasyon İşlemi

Kavanozlar etüve dikkatli bir şekilde yerleştirilir. Etüvde 25 °C’de, 7 gün süreyle inkübasyona tabi tutulurlar (daha uzun inkübasyon sürelerinde anaerobik koşullar meydana gelmektedir). Sürenin sonunda cam şişeler etüvden çıkarılır, dikkatli bir şekilde kapakları açılır ve cam şişenin içerisindeki beherde bulunan sodyum hidroksit 100 ml’lik erlene dökülür. 100 ml’lik erlende bulunan sodyum hidroksit solüsyonuna 0,5 M baryum kloritten ($BaCl_2$) 5 ml eklenir. Elde edilen çözeltiliye 10 damla fenol fitaleyn indikatöründen damlatılır ve çözeltinin rengi mavimsi pembe olur. Çözeltinin son rengi renksiz oluncaya kadar 1 N hidroklorik asit ile dijital büret yardımıyla titrasyon yapılır. Rengin döndüğü anda harcanan sarfiyat kaydedilir. Yedi gün süreyle inkübasyona tabi tutulan örnekler (a) ve bu örneklerin bazal solunum ölçümlerinde oluşan ilk ve son renkler (b,c) Şekil 14 de gösterilmiştir (Alef 1995).



Şekil 14. (a) Yedi Gün Süreyle İnkübasyona Tabi Tutulan Örnekler ve (b,c) Bu Örneklerin Bazal Solunum Ölçümlerinde Oluşan İlk ve Son Renkleri

Ölü örtü veya topraktaki solunum aşağıdaki formül (esitlik 3) yardımıyla $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü (toprak) h^{-1} olarak hesaplanır (Alef 1995).

$$\text{CO}_2 (\mu\text{g}) \text{ SW}^{-1} \text{ f}^{-1} = \frac{(V_0 - V) \times N \times 2,2 \times 1000}{d_{\text{wt}} \times h} \quad (3)$$

Burada;

SW = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

t = İnkübasyon süresi (saat = h)

V_o = Titrasyonda kör için harcanan hidroklorik asitin (HCl) hacmi (ml)

V = Titrasyonda örnek için harcanan hidroklorik asitin (HCl) hacmi (ml)

2,2 = Çevirme katsayısı (1 ml 0,1 M NaOH = 2,2 mg CO₂)

N = Hidroklorik asitin (HCl) gerçek normalitesi

1000 = miligramı mikrograma çevirme katsayısı

d_{wt} = nemli toprağın kuru ağırlığı (g)

h = İnkübasyon süresi (saat)

4.2.1.5. Toprak Nemi Örneklemesi Yöntemi

Toprak solunumu için her periyotta 12 adet olmak üzere toplam 48 adet nem örnekleme yapılmıştır. Toprak nemi belirlemek için bir miktar toprak alınarak, etiketlenmekte ve naylon torbalara ağızları sıkıca kapatılarak aktarılmakta ve laboratuara getirilmektedir(Özbayram 2006).

4.2.1.6. İstatistiksel Analiz

Arazi farklılığı ve zamansal değişimin kum, kil, toz, pH, organik madde, nem ve mikrobiyal solunum üzerinde etkili olup olmadığı SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Mekanik Analize ilişkin bulgular

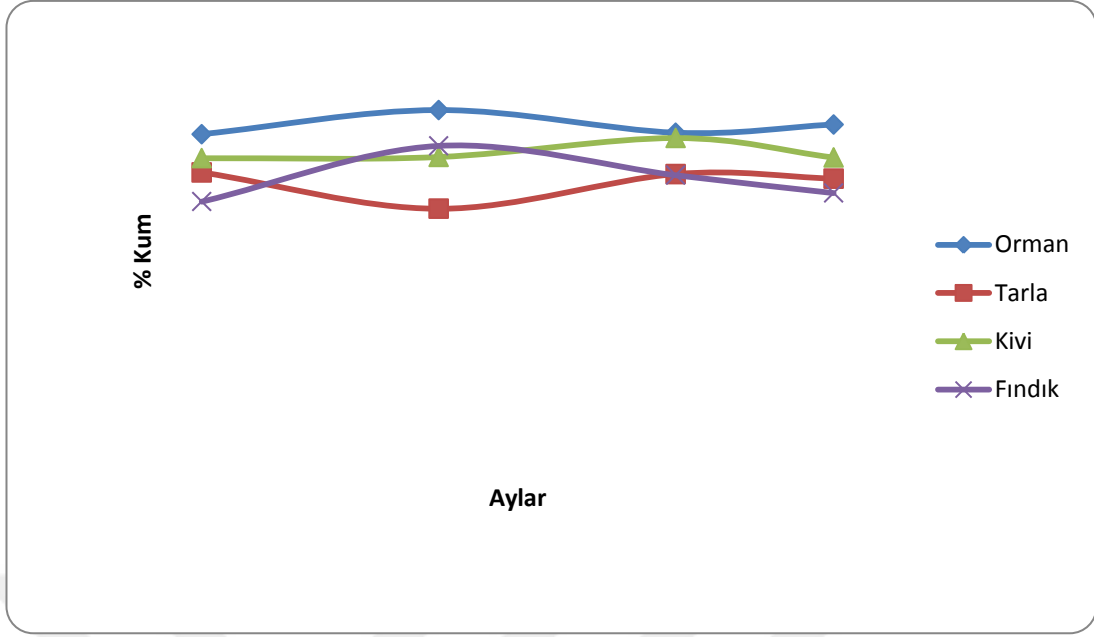
5.1.1. Kum Miktarına ilişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda kum miktarı tüm dönemler boyunca en fazla orman alanında belirlenmiştir. En düşük kum miktarının ise Ekim 2015 dönemi hariç fındık alanlarında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında kum miktarı en yüksek orman en düşük ise tarla alanında olduğu ortaya çıkmıştır. Kum miktarı değişimi Tablo 2’de ve Şekil 15’de verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, kum miktarları üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler göstermiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın tarla ve fındık alanlarındaki kum miktarları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 2. Ortalama Kum Miktarı Değerleri (%)

Bitki Örtüsü	Kum (%)				Genel Ortalama
	Temmuz.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	45,46	48,66	45,65	46,74	46,63
Tarla	40,38	35,58	40,16	39,56	38,92
Kivi	42,29	42,45	44,97	42,38	43,02
Fındık	36,53	43,93	40,03	37,66	39,54



Şekil 15. Ortalama Kum Miktarı Değerleri Değişimi

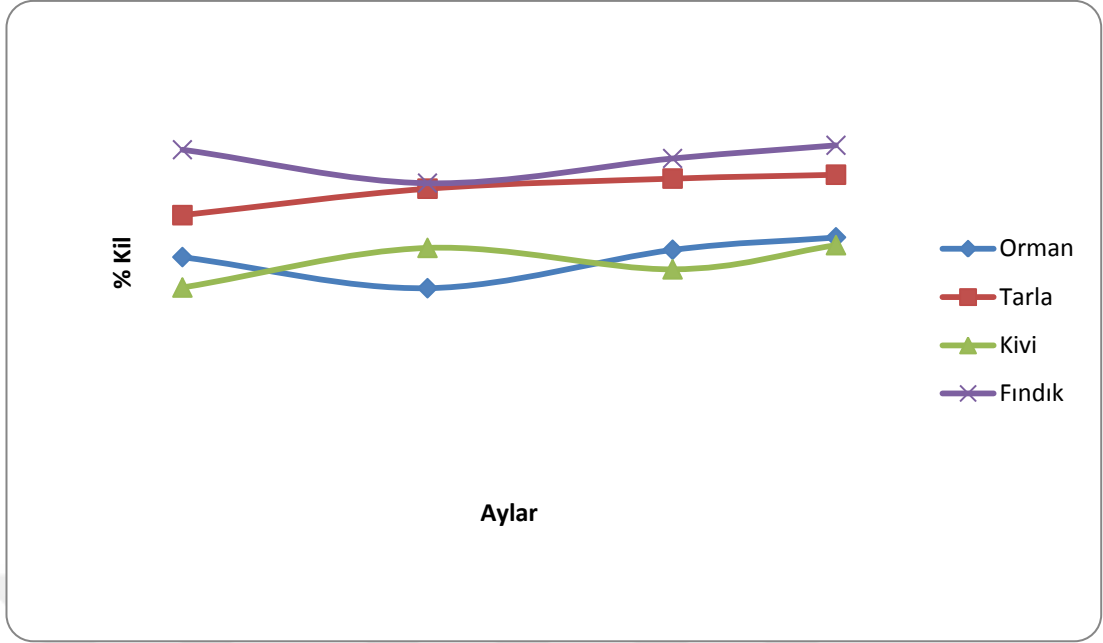
5.1.2. Kil Miktarına İlişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda kil miktarı tüm dönemler boyunca en fazla fındık alanında bulunmuştur. En düşük kil miktarı ise Ekim 2015 dönemi hariç kivi alanlarında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında kum miktarı en yüksek fındık alanında en düşük ise kivi alanında bulunmuştur. Kil miktarı değişimi Tablo 3’de ve Şekil 16’da verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, kil miktarları üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler göstermiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın fındık alanlarındaki kil miktarları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3. Ortalama Kil Miktarı Değerleri (%)

Bitki Örtüsü	Kil (%)				Genel Ortalama
	Tem.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	20,49	17,77	21,13	22,22	20,40
Tarla	24,16	26,47	27,35	27,69	26,42
Kivi	17,84	21,30	19,42	21,53	20,02
Fındık	29,88	26,96	29,11	30,26	29,05



Şekil 16. Ortalama Kil Miktarı Değerleri Değişimi

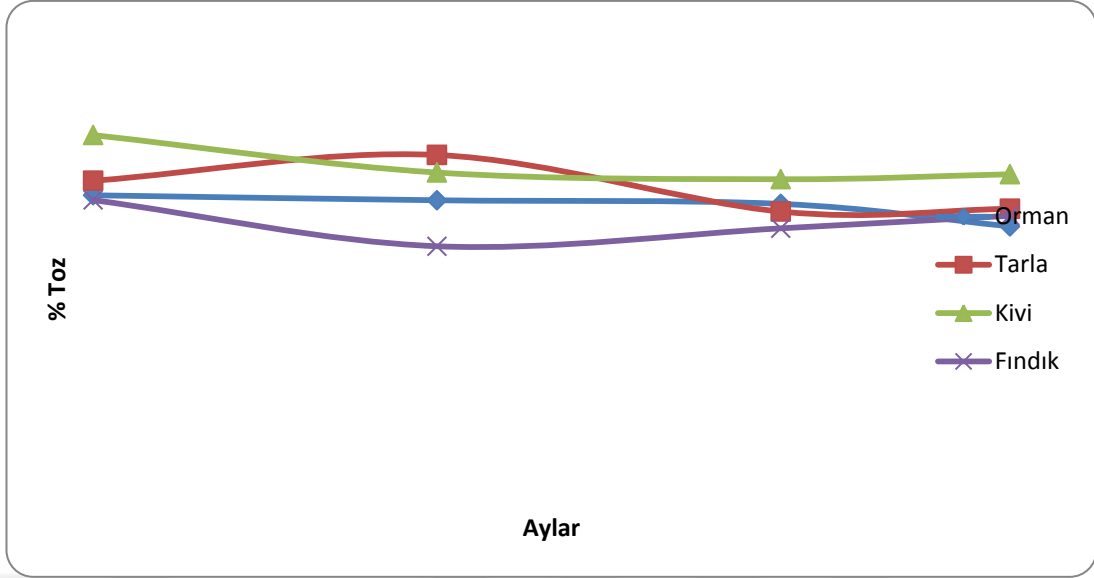
5.1.3. Toz Miktarına İlişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda toz miktarı Ekim 2015 dönemi hariç en fazla kivi alanında bulunmuştur. En düşük toz miktarı ise Mart 2016 dönemi hariç fındık alanlarında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında toz miktarı en yüksek kivi alanında en düşük ise fındık alanında bulunmuştur. Toz miktarı değişimi Tablo 4’de ve şekil 17’de verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, toz miktarları üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler göstermiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın orman alanı haricinde bütün türlerde toz miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4. Ortalama Toz Miktarı Değerleri (%)

Bitki Örtüsü	Toz (%)				Genel Ortalama
	Tem.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	34,05	33,57	33,22	31,04	32,97
Tarla	35,46	37,95	32,48	32,75	34,66
Kivi	39,88	36,25	35,61	36,09	36,96
Fındık	33,60	29,12	30,86	32,08	31,41



Şekil 17. Ortalama Toz Miktarı Değerleri Değişim

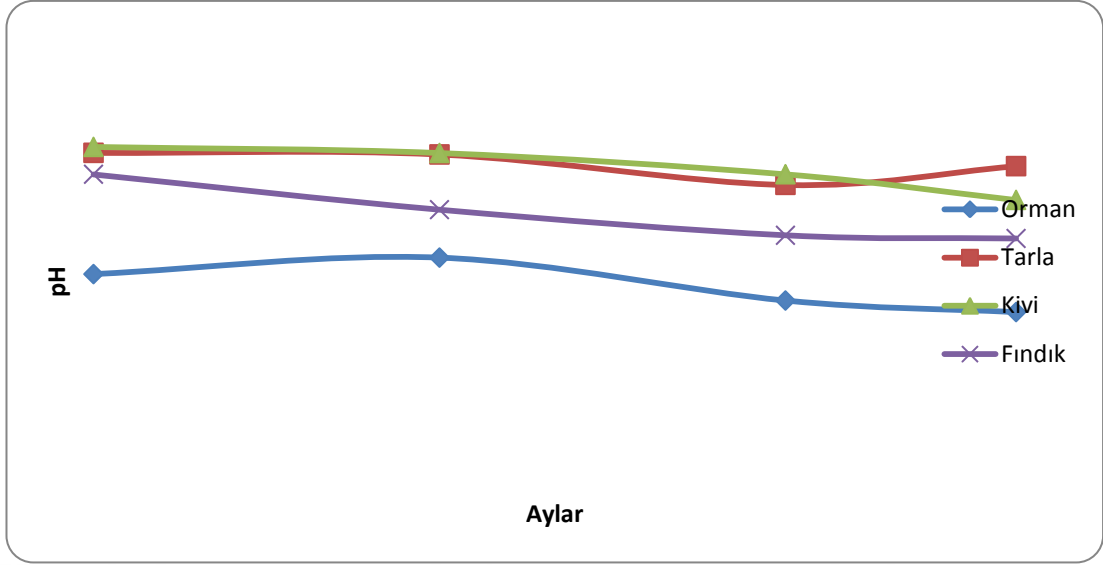
5.2. pH ilişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda pH değeri Mart 2016 dönemi hariç en fazla kivi alanında bulunmuştur. En düşük pH değeri bütün dönemlerde ormanlık alanlarında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında toz miktarı en yüksek tarla alanında en düşük ise orman alanında bulunmuştur. pH değişimi Tablo 5’de ve Şekil 18’de verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, pH miktarları üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler göstermiştir ($p < 0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın bütün alanlarda pH değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 5. Ortalama pH Değerleri

Bitki Örtüsü	pH				Genel Ortalama
	Tem.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	5,15	5,48	4,63	4,40	4,91
Tarla	7,56	7,53	6,93	7,30	7,33
Kivi	7,68	7,56	7,14	6,63	7,25
Fındık	7,14	6,43	5,92	5,86	6,34



Şekil 18. Ortalama pH Değerleri Değişimi

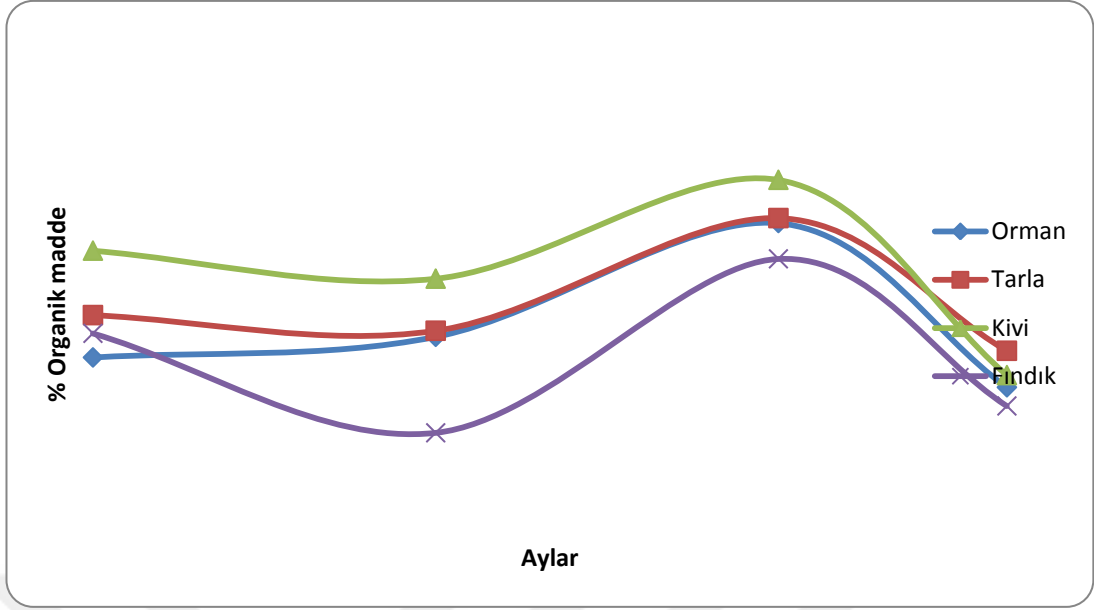
5.3. Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda organik madde miktarı Mart 2016 dönemi hariç en fazla kivi alanında bulunmuştur. En düşük organik madde miktarı Temmuz 2015 dönemi hariç fındık alanında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında organik madde miktarı en yüksek kivi alanında en düşük ise fındık alanında bulunmuştur. Organik madde değişimi Tablo 6’da ve Şekil 19’ da verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, Mart 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde organik madde miktarı üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler göstermiştir ($p < 0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın bütün alanlarda organik madde değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 6. Ortalama Organik Madde Miktarı Değerleri (%)

Bitki Örtüsü	Organik Madde (%)				Genel Ortalama
	Tem.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	3,22	3,52	5,18	2,78	3,67
Tarla	3,84	3,61	5,25	3,31	4,00
Kivi	4,78	4,37	5,81	2,96	4,48
Fındık	3,57	2,12	4,66	2,51	3,21



Şekil 19. Ortalama Organik Madde Değerleri Değişimi

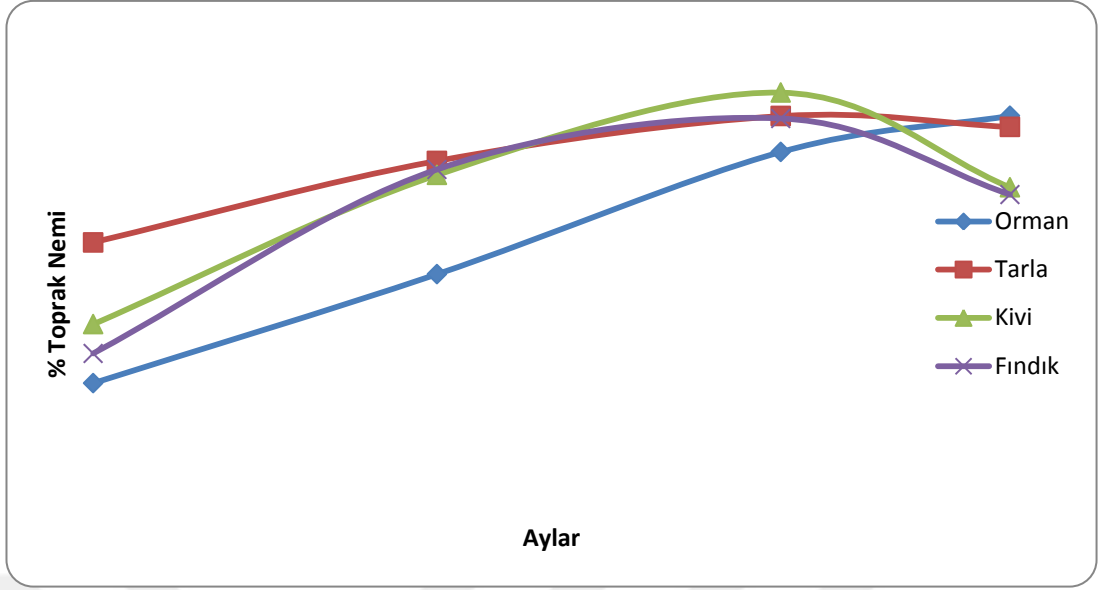
5.4. Toprak Nemine İlişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda toprak nemi değerleri en çok Ocak ve Mart 2016 döneminde tarla alanlarında, Ocak 2016 döneminde kivi alanında ve Ocak 2016 döneminde fındık alanında bulunmuştur. En düşük toprak nemi değeri mart 2016 dönemi hariç orman alanında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında toprak nemi değeri en yüksek tarla alanında en düşük ise orman alanında bulunmuştur. Toprak nemi değişimi Tablo 7' de ve Şekil 20' de verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, Ocak 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde toprak nemi değeri üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler göstermiştir ($p < 0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın bütün alanlarda toprak nemi değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 7. Ortalama Toprak Nemi Değerleri (%)

Bitki Örtüsü	Nem (%)				Genel Ortalama
	Tem.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	13,22	21,49	30,77	33,51	24,75
Tarla	23,90	30,08	33,50	32,67	30,03
Kivi	17,70	29,03	35,28	28,08	27,52
Fındık	15,47	29,43	33,30	27,53	26,43



Şekil 20. Ortalama Toprak Nemi Değerleri Değişimi

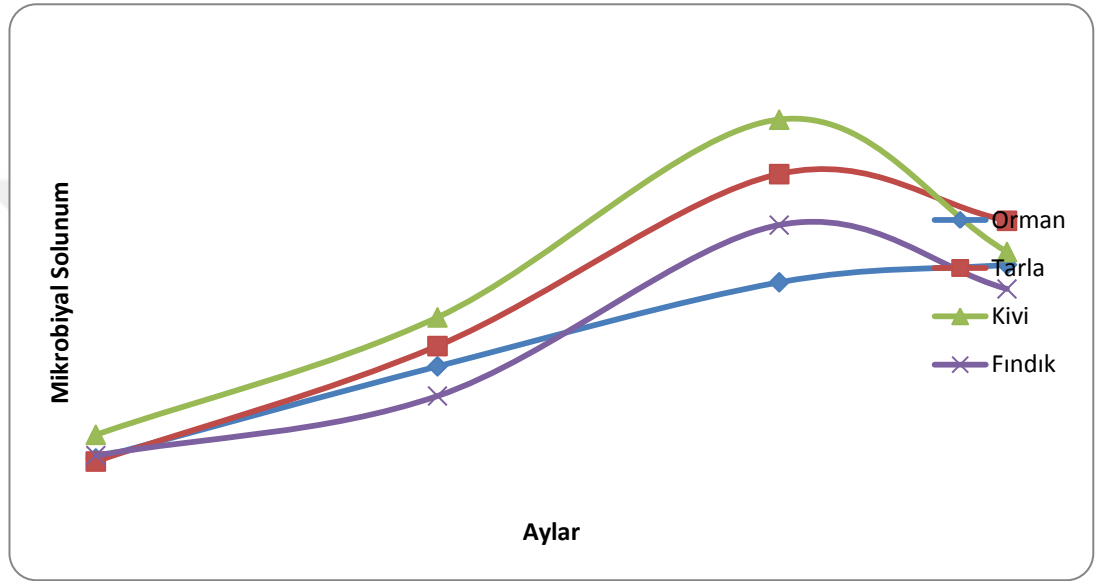
5.5. Mikrobiyal Solunuma İlişkin Bulgular

Yapılan analizler sonucunda mikrobiyal solunum değeri en yüksek Mart 2016 dönemi hariç kivi alanında bulunmuştur. En düşük değer ise Temmuz 2015 döneminde tarla alanında, Ekim 2015 ve Mart 2016 döneminde fındık alanında, Ocak 2016 döneminde ise orman alanında bulunmuştur. Dört dönemin ortalamaları dikkate alındığında mikrobiyal solunum değeri en yüksek kivi alanında en düşük ise orman alanında bulunmuştur. Toprak nemi değişimi Tablo 8’de ve Şekil 21’de verilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerden elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere, bütün dönemlerde mikrobiyal solunum değeri üzerinde arazi kullanma şekli önemli ve anlamlı ilişkiler olmadığını göstermiştir ($p < 0,05$). Benzer şekilde zamansal farklılığın bütün alanlarda mikrobiyal solunum değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 8. Ortalama Mikrobiyal Solunum Değerleri ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1})

Bitki Örtüsü	Mikrobiyal Solunum				Genel Ortalama
	Tem.15	Eki.15	Oca.16	Mar.16	
Orman	0,29	0,57	0,83	0,89	0,64
Tarla	0,28	0,63	1,17	1,02	0,77
Kivi	0,36	0,72	1,33	0,92	0,83
Fındık	0,30	0,48	1,01	0,81	0,65



Şekil 21. Ortalama Mikrobiyal Solunumu Değerleri Değişimi

6. TARTIŞMA

6.1. Mekanik Analize İlişkin Tartışma

6.1.1. Kum Miktarına İlişkin Tartışma

Araştır sahası toprak özelliklerinin arazi kullanım şekline bağlı olarak farklılık gösterip göstermediği varyans analizi yöntemiyle araştırılmıştır.

Araştırma sahası topraklarının ortalama kum miktarı ormanda %46.63, tarla %38.92, kivi de %43.02 ve fındık da % 39.54, kil miktarı ormanda %20.40, tarla da % 26.42, kivi de %20,02 ve fındık da %29.05, toz miktarı ise ormanda %32.97, tarlada %34.66, kivide%34.96 ve fındıkta %31.41 olarak belirlenmiştir.

Kum miktarı bakımından arazi kullanım şekilleri arasında önemli ve anlamlı farklılıkların olduğu görülmektedir. Yukarıda da ifade edildiği üzere kum miktarı en yüksek düzeyde orman arazilerinde tespit edilmiştir. Araştırma alanındaki orman arazisinin yağışın etkisiyle oluşan yüzeysel akışla toz ve kilin yıkanmasına sebep olmuş olabilir. Yapılan bir çalışmada orman alanlarında yağışın etkisiyle kil ve tozun yıkanması sonucu ortamda kum oranının yüksek olduğu ifade edilmektedir (Küçük, 2013). Farklı arazi kullanım (karışık orman ve tarım) alanlarında yapılan bir çalışmada toprakların ortalama tane çapları karışık orman alanında kum % 53,8, toz % 32,55, kil % 13,65 ve tarım alanında ise kum % 50,02, toz % 30,6, kil % 19,38 olduğu bildirilmektedir (Patel ve ark, 2010).

Yine yapılan çalışmalarda zamansal farklılığın istatistiksel olarak tarla ve fındık arazilerinde kum miktarı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Tarlada en yüksek kum miktarı Temmuz ayında en düşük kum miktarı ise Ekim ayında bulunmuştur. Fındık da ise en yüksek kum miktarı tarlaya göre tam tersi en yüksek Ekim ayında en düşük ise Temmuz ayında tespit edilmiştir. Bunun nedeni arazilerin farklı zamanlarda işlenmesinden kaynaklanabilir.

6.1.2. Kil Miktarı İlişkin Tartışma

Yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu bitki örtüsü farklılığının kil miktarı üzerinde etkili olduğu ve en yüksek fındık alanında olduğu tespit edilmiştir. En düşük kil miktarı ise Ekim 2015 dönemi hariç kivi alanında bulunmuştur. Bunun nedeni fındık alanının daha fazla bitki örtüsüyle kaplı olmasından kaynaklanabilir. Kivi alanında daha düşük çıkmasının nedeni ise kivi alanının fındık alanına göre daha fazla işlenmesinden ve daha az bitki örtüsüyle kaplı olmasından gösterilebilir.

Kil miktarı üzerinde zamansal etkiye bakıldığında istatistiksel olarak fındık arazisi hariç tüm alanlarda etkili olduğu ve en yüksek Mart 2016 döneminde çıktığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ilkbahar döneminde tüm alanların bitki örtüsüyle kaplı olması gösterilebilir.

6.1.3. Toz Miktarına İlişkin Tartışma

Yapılan çalışmalarda bitki örtüsü farklılığının tüm dönemlerde toz miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toz miktarı Ekim 2015 dönemi hariç en yüksek kivi arazisinde (% 36,96) bulunmuştur. En düşük toz miktarı ise Mart 2016 dönemi hariç fındık alanında (% 31,41) bulunmuştur.

Zamansal farklılığın ise orman alanı hariç tüm alanlarda toz miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

6.2. pH İlişkin Tartışma

Bitki örtüsü farklılığı pH değerleri üzerinde önemli rol oynamıştır ($P < 0,05$). Tarla alanlarında pH, orman alanlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Buna sebep olarak tarım alanlarında kullanılan gübrelerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Zira tarım alanına kireç ve fosfat oranı fazla olan gübre atıldığında toprak pHsında yükselmeler oluşabilir.

Yapılan bir çalışmada ormanlık alanda ölü örtüsünün uzun süreli bir şekilde organik materyal olarak kullanıldığında toprak asitliliğini artırıcı etki yaptığı ifade edilmiştir

(Küçükyumuk ve Kelen 2006). Diğer bir çalışmada ise meşcere kapalılığının toprak asitliliğini artırdığını, aralama ile birlikte toprak pH değerinin arttığı ifade edilmiştir (Makineci, 2005).

pH oranının tarlalık alanlarda daha yüksek çıkmasının önemli bir nedeni ise bu arazilerde suni gübreleme yapılmasıdır. Böylelikle bu alanlarda pH oranı yükselmektedir. Bitkilerin çeşitli besin elementlerini alabilmeleri ile toprağın reaksiyonu arasında sıkı bir ilişkisi vardır. Bazı besin maddeleri düşük pH derecelerinde o kadar çok alınabilir ki (Al ve Fe gibi) bitkiye zehir etkisi yapabilir. Bazı besin maddeleri ise düşük pH derecelerinde hiç alınmazlar (P, Ca ve Mg gibi) ve beslenme noksanlıkları meydana gelir. Bu yüzden denilebilir ki orman ağaçları için optimum toprak reaksiyonu 5,5-6,5 arasındadır (Çepel 1995).

İklim karakteristiğine göre sıcak ve kurak geçen mevsimlerde oksitlenme fazla olacağından, yağışlı ve serin mevsimlere kıyasla toprağın pH derecesi düşer, böylelikle asitlik derecesi artar. Bu gibi bölgelerde ilkbahardan sonbahara kadar toprakların pH derecesi düşmekte, sonra artmaya başlamaktadır. Bunun sebebi, vejetatif faaliyetin başlaması ile bitki köklerinin bir yandan topraktan katyonları almaları ve katyonların yerine H⁺ iyonunun geçmesidir. Diğer bir sebep, köklerin ve diğer canlıların solunumu ile çıkan CO₂'in ıslak toprakta zayıf bir asit olan H₂CO₃ -'e dönüşmesidir. pH'nın kış mevsiminde yükselmesinin sebebi ise yaprak dökümü ile ayrılan ölü örtü katyonlarının toprağa ulaşması ve vejetatif faaliyetin yavaşlaması olarak gösterilmektedir (Çepel 1995; Kantarcı 2000). Fakat bizim yaptığımız çalışmada Temmuz 2015 döneminde suni gübreleme yapıldığı için özellikle Temmuz 2015 ve Ekim 2015 dönemlerinde pH değerleri daha yüksek çıkmıştır.

6.3. Organik Maddeye İlişkin Tartışma

Yapılan analizlerden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucu arazi farklılığı Mart 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde organik madde miktarı üzerinde etkili olmuştur (p<0,05). En yüksek organik madde miktarı Mart 2016 dönemi hariç kivi alanında en düşük organik madde miktarı ise Temmuz 2015 dönemi hariç fındık alanında tespit edilmiştir. Tablo 6'da genel ortalamalara bakıldığında organik madde miktarı en yüksek kivi alanında % 4,48, en düşük ise

findık alanında % 3,21 bulunmuştur. Toprak türü, arazideki bitki örtüsünün çeşidi ve miktarı, arazi kullanımı ve yönetimi gibi faktörler organik madde miktarını etkileyebilmektedir (Chen ve ark, 2003). Farklı arazilerdeki organik madde farklılığı bu nedenlerin birinden veya birkaçından kaynaklanabilir.

Yapılan çalışmalarda zamansal farklılığın tüm alanlarda organik madde miktarı üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek organik madde miktarları Ocak 2016 döneminde tespit edilmiştir.

Mevsimsel değişiklikler kök çevresinde biriken ve bitkilerden düşen ölü örtünün ayrışması sonucunda toprağa karışan organik madde miktarını etkilemektedir. (Kramer ve Green, 2000). Organik madde miktarının en yüksek Ocak 2016 döneminde çıkması ağaçlardan ve bitkilerden düşen yapraklar, meyveler, otlar, vb. maddelerin ayrışıp toprağa karışmasından kaynaklanabilir.

6.4. Toprak Nemine İlişkin Tartışma

Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucu toprak nemi üzerinde bitki örtüsü farklılığının Ocak 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda dört dönemin ortalaması alındığında en yüksek toprak nemi % 30,03 ile tarlada en düşük toprak nemi ise % 24,75 ile ormanda tespit edilmiştir. Tarlada en yüksek çıkması tarlanın belirli aralıklarla sulanmasından kaynaklanabilir. Ormanda en düşük çıkmasının nedeni ise ormanın tepe çatısından kaynaklanabilir. Zira interspsiyon miktarı arttıkça toprağa düşen yağmur miktarı azalır ve toprak neminde azalmalara neden olabilir. Topraktaki nem içeriğini ölü örtü tabakasının kalınlığı, transpirasyon, toprağın nem kil içeriği ve organik madde miktarı etkileyebilir. Transpirasyon yaprak miktarına ve yaprak dokularının özelliklerine göre değişebilmektedir. Yaprak yüzeyi arttıkça transpirasyon o derece artmaktadır. Tam tersine yaprak yüzeyi azaldıkça ise o derece azalmaktadır (Bolat, 2011). Yapılan çalışmada çalışılan orman geniş yapraklı ağaçlardan oluşmaktadır. Bundan dolayı da özellikle ilkbahar yaz mevsimlerinde transpirasyon miktarı diğer alanlardan yüksek olmaktadır. Ormanlarda transpirasyon miktarının yüksek olması toprak nemini azalmasına neden olabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda zamansal farklılığın tüm alanlarda istatistiksel olarak toprak nemi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Yine yapılan çalışmalarda en fazla toprak nemi Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde bulunmuştur. Bunun nedeni bu aylarda yağış miktarının yüksek olmasından kaynaklanabilir. Ekim 2015’de ise toprak neminin Ocak ve Mart 2015 dönemlerinden daha düşük olması nedeni ise arazilerin üst kısımlarının yapraklarla otlarla, vb. maddelerle kaplı olmasından kaynaklanabilir. Toprak nemini Mevsimsel etki ile ilgili yapılan bir çalışmada ova arazisindeki orman toprağının nem içeriği ile dağlık arazideki orman toprağının nem içeriği mevsimlere gören karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ova arazisindeki orman alanında sırasıyla % 5,3, % 7,3, % 4,3 ve % 3,6 iken, dağlık arazideki orman alanında % 4,9, % 5,0, % 3,0 ve % 2,1 olarak bulunmuştur (Chen ve ark, 2005)

6.5. Mikrobiyal Solunuma İlişkin Tartışma

Yapılan çalışmalar sonucu farklı arazilerdeki dört dönemin ortalamalarına bakıldığında en yüksek mikrobiyal solunum değeri kivi alanında en düşük mikrobiyal solunum değeri ise orman alanında bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucu arazi kullanım farklılığı mikrobiyal solunum üzerinde istatistiksel anlamlı bulunmamıştır. Fakat yine yapılan varyans analizi sonucu zamansal farklılığın bütün alanlarda mikrobiyal solunum üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda dört dönemin en yüksek ortalama mikrobiyal solunum değerine kivi alanında bulunmuştur. Bunun nedeni en yüksek organik madde miktarının (Tablo 6) kivi alanında olmasından kaynaklanabilir. Yapılan çalışmalarda toprakta ki mikrobiyal solunumun organik madde miktarıyla arttığı belirtilmektedir. (Bolat, 2011; Jenkinson, 1988). Jenkinson’a (1988) göre toprak mikrobiyal biyokütlesinin miktarı ve faaliyeti üzerine organik madde miktarının çok büyük etkisinin olduğunu belirtmiştir.

2003 yılında yapılan bir çalışmada toprak örneklerinin bazal solunum değeri farklı arazi kullanım biçimlerinde 0,64-1,38 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişkenlik

göstermektedir (Yan ve ark, 2003). Chen ve arkadaşları (2000) tarafından Yeni Zelanda dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) ormanında ve mera (*Festuca novae-zealandiae*, *Agrostis capillaris* L.) alanında yapılan bir çalışmada üst toprakların (0–5 cm) bazal solunum değeri orman alanında $0,99 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} iken, mera alanında $1,25 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Akburak'ın 2013 yılında yaptığı doktora tezinde pH değerlerinin artmasıyla mikrobiyal solunum değerlerinin yükseldiğini bulmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada kivi ve tarlada pH değerlerinin daha yüksek olduğu (Tablo 5) görülmektedir. Bu sebepten dolayı bu alanlarda mikrobiyal solunum değerleri yüksek çıkmış olabilir.

Yapılan çalışmalar en yüksek mikrobiyal solunum değerlerinin Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde olduğunu göstermiştir.

2009 yılında yapılan bir çalışmada farklı ağaç türleri altındaki orman topraklarında (0-10 cm) bazal solunum (mikrobiyal faaliyet) miktarı $0,30\text{-}1,20 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişiklik göstermektedir. *Quercus robur* L. meşçeresinde kış mevsiminde $1,08\text{-}1,20 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişiklik gösteren bazal solunum, ilkbahar mevsiminde $0,44\text{-}0,61 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişiklik göstermektedir. *Pinus radiata* D. Don. meşçeresinde kış mevsiminde $0,82\text{-}0,84 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişen bazal solunum, ilkbahar mevsiminde $0,30\text{-}0,65 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişmektedir. *Eucalyptus nitens* Maiden meşçeresinde kış mevsiminde $0,51\text{-}0,56 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişen bazal solunum, ilkbahar mevsiminde $0,36\text{-}0,41 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} arasında değişmektedir. Çalışmada bazal solunumun mevsimlere göre değiştiği ve kış mevsiminde ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Alvarez ve ark, 2009).

Yapılan çalışmada en düşük mikrobiyal solunum değerleri Temmuz 2015 döneminde (Tablo 8) bulunmuştur. Bunun nedeni sıcaklığın Temmuz ayında yüksek olması sonucu topraktaki substratın (besin maddesinin) kuruması (Bolat, 2011) ve böylece mikrobiyal faaliyetlerin azalmasından kaynaklanabilir. Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde ise mikrobiyal solunum değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni ise bu dönemlerde toprak neminin yüksek olması (Tablo 7) sebebiyle suda çözünen besin

maddelerinin yüksek olması ve bunun sonucu olarak da mikrobiyal faaliyetlerin artmasından kaynaklanabilir. Mikrobiyal solunum ile mikrobiyal faaliyetler arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Bolat, 2011).

Toprakların organik C, mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri farklı toprak ve iklim tiplerine göre değişiklik göstermektedir. Genellikle soğuk ve nemli iklim bölgelerinde sıcak ve kurak bölgelerden daha yüksek olmaktadır (Sparling, 1997). Toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri farklı toprak ve iklim tiplerine göre değişkenlik göstermektedir. Genellikle nemli iklim bölgelerinde kurak bölgelerden daha yüksektir (Bolat, 2011). Özellikle yapılan çalışmalarda Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde toprak örneklerinin nemlerinin (Tablo 7) diğer dönemlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedenle mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Bunun sonucunda da mikrobiyal faaliyetlerin daha yüksek olması nedeniyle bu dönemlerde mikrobiyal solunum değerleri daha yüksek çıkmış olabilir. Mikrobiyal solunum ile mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal faaliyet arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Bolat, 2011).

Küçük (2013) ve Luo ve arkadaşları (1996) yılında yaptıkları çalışmalarda toprak neminin artmasıyla toprak solunumunun arttığını göstermiştir (Küçük, 2013). Aynı zamanda toprak solunum ile mikrobiyal solunum arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur (Akburak, 2013). Yapılan çalışmada toprak nemi değerleri Ocak 2016 ve Mart 2016 dönemlerinde diğer dönemlerden daha yüksek olduğundan bu dönemlerde mikrobiyal solunum değerleri daha yüksek çıkmış olabilir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

“Farklı arazi kullanımının mikrobiyal solunum üzerine etkisi” adlı hazırlanan yüksek lisans tezinden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Yapılan çalışmalar sonucu farklı arazi kullanımının tüm dönemlerde kum miktarı üzerinde etkili olduğu ve tüm dönemler boyunca en fazla orman alanında en düşük kum miktarı ise tarla alanında bulunmuştur. Zamansal farklılığın tarla ve fındık alanlarında kum miktarı üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiştir.

2- Yapılan deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda farklı arazi kullanımı tüm dönemlerde kil miktarı üzerinde etkili olmuştur. Tüm dönemlere bakıldığında en fazla kil miktarı fındık arazisinde en düşük kil miktarı ise kivi alanında bulunmuştur. Yine yapılan varyans analizi sonucu zamansal farklılığın fındık alanı hariç tüm alanlarda kil miktarı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

3- Farklı arazi kullanımı tüm dönemlerde toz miktarı üzerinde etkili olduğu yapılan istatistiksel analizler sonucu belirlenmiştir. En yüksek toz miktarı tüm dönemler dikkate alındığında kivi arazisinde en düşük toz miktarı ise fındık alanında bulunmuştur. Yine yapılan istatistiksel analizler sonucu zamansal farklılık orman arazisi hariç diğer alanlarda toz miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4- Yapılan deneysel çalışmalar sonucu tüm dönemlerin ortalama değerlerine bakıldığında en yüksek pH değerinin kivi alanında en düşük pH değerinin ise orman alanında bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu farklı arazi kullanımı tüm dönemlerde pH üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Yine yapılan istatistiksel analizler sonucu zamansal farklılığın tüm alanlarda pH üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

5- Elde edilen verilerin varyans analizinde değerlendirilmesi sonucu farklı arazi kullanımı Mart 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde organik madde miktarı üzerinde önemli olduğu belirlenmiştir. Yine yapılan varyans analizi sonucu zamansal farklılık tüm alanlarda organik madde miktarı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Tüm

dönemler dikkate alındığında en fazla organik madde miktarı kivi alanında en düşük organik madde miktarı ise fındık alanında bulunmuştur.

6- Elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucu farklı arazi kullanımı Ocak 2016 dönemi hariç tüm dönemlerde toprak nemi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Tüm dönemlerin ortalama değerleri dikkate alındığında en yüksek toprak nemi tarlada en düşük toprak nemi ise ormanda belirlenmiştir. Yine yapılan istatistiksel analiz sonucu zamansal farklılık bütün alanlarda toprak nemi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

7- Yapılan deneyler sonucu elde edilen verilerin varyans analizinde değerlendirilmesi sonucu farklı arazi kullanımının mikrobiyal solunum üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Yine yapılan istatistiksel analiz sonucu zamansal farklılık tüm alanlarda mikrobiyal solunum üzerinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Birçok araştırma, mikrobiyolojik parametrelerin toprakta meydana gelen değişiklikleri izlemede veya toprak sağlığını (kalitesini) değerlendirmede kullanılabilir hassas göstergeler olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, toprak sağlığını (kalitesini) değerlendirmedeki asıl problem; dünyanın her tarafında geçerli olabilecek mikrobiyal parametreler ile ilgili standart sınır değerlerin olmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir ifade ile mikrobiyal göstergeler hangi değerlerin altında ya da üstünde olduğunda toprakların sağlıklı ya da sağlıklı olmadığına dair kesin bilgiler elimizde bulunmamaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda, elde edilen mikrobiyal sonuçlar birbirilerine göre veya dünyada yapılan diğer çalışmalardaki sonuçlar ile mukayese edilerek değerlendirme yapılmakta ve ona göre toprakların sağlıklı (kaliteli) olup olmadığına karar verilmektedir. Bu yüzden, toprak sağlığının izlenmesinde bioindikatör olarak kullanılan mikrobiyal parametreler ile ilgili geçerli ve güvenilir değerlerin bir an önce belirlenmesi gerekmektedir. Ancak bu değerler belirlenirken de amaca göre değişen toprak sağlığı ve kalitesi tanımları gözden kaçırılmamalıdır (Bolat, 2011).

Mikrobiyal solunum toprak sağlığını ve kalitesini değerlendirmede ve izlemede bioindikatör olarak kullanılabilir. Bu çalışmada da belirlenen mikrobiyal solunum toprak örneklerinde mevsimlere bağlı olarak meydana gelen değişiklikleri hassas bir şekilde yansıtmaktadır. Elde edilen sonuçlar mikrobiyolojik parametrelerin

araştırma alanlarındaki toprak sağlığında ve kalitesinde ileriki dönemlerde nasıl değişebileceğini izlemeye ve değerlendirmede bioindikatör olarak kullanılabilir. Dolayısıyla bu çalışmada toprak sağlığının belirlenmesinde kullanılan mikrobiyal solunumun çalışma alanında rutin olarak ölçümü yapılarak yıllar itibariyle toprak sağlığı izlenebilir. Bununla birlikte bundan sonra yapılacak olan çalışmaların farklı yerlerde ve ekosistemlerde yapılmasına özen gösterilerek çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır.

Yapılan çalışma sonucu en yüksek mikrobiyal solunum değerini kivi alanında bulunduğu için en sağlıklı toprağın bu alandaki toprak olduğu önerilebilir.



KAYNAKLAR

- Akburak, S., 2013. Meşe ve Gürgen Meşcerelerinde Aralamanın Toprak Solunumu ve Mikrobiyal Solunum Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Akkan, E., 1970. Bafra Burnu-Delice Kavşağı Arasında Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi. A.Ü. Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları: 191, Ankara.
- Alef, K., 1995. Soil respiration. *In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. eds. K. Alef and P Nannipieri, Academic Press, London, pp. 214–218.
- Alvarez, E., Torrado, V.M., Fernandez Marcos M.L. and Diaz-Ravia M., 2009. Microbial biomass and activity in a forest soil under different tree species. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8 (9): 878-887.
- Ananyeva, N. D., Susyan, E. A., Chernova, O.V. and Wirth, S., 2008. Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia. *European Journal of Soil Biology*, 44, 2: 147-157.
- Arpacı, K. ve Yüksel, M., 1996. Bafra Ovası Sol Sahili Topraklarının Sınıflandırılması, *Tarım Bilgileri Dergisi*, 2, 2, 87-93.
- Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, Meta Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, 584 s.
- Bauer, J., Weihermüller, L., Huisman, J. A., Herbst, M., Graf, A., Séquaris, J. M., and Vereecken, H., 2011. Inverse determination of heterotrophic soil respiration response to temperature and water content under field conditions. *Biogeochemistry*, 108, 1-3: 119-134.
- Bauhus J.D., Pare, D. and Cote, L., 1998. Effects of tree species, stand age, and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1077–1089.
- Bolat, İ., 2011. Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın Meşcerelerinde Üst Toprak ve Ölü Örtüdeki Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}), Azot (N_{mic}), Fosfor (P_{mic}) Ve Mikrobiyal Solunumun Mevsimsel Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 423 s.
- Brady, N.C. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.
- Borie, B. G., Aguilera, S. M. and Peirano V.P., 1999. Actividad biologica en suelos [serie Santa Barbara]. *Frontera Agricola*. v, 5, 1-2: 29-32.

- Brohon, B., Delolme, C. and Gourdon, R., 2001. Complementarity of bioassays and microbial activity measurements for the evaluation of hydrocarbon-contaminated soils quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 7: 883-891.
- Canizales-Paredes, N., Tolon-Becerra, A., Lastra-Bravo, X. and Ruiz-Dager, F., 2012. Evaluation of the Effects of Soil Depth on Microbial Activity in Three Agroecosystems in Venezuela. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 9: 1273-1290.
- Chen, C.R., Condon LM, Davis M.R., and Sherlock R.R., 2000. Effects of afforestation on phosphorus dynamics and biological properties in a New Zealand grassland soil, *Plant and Soil*, 220: 151–163.
- Chen, C.R., Condon .LM., Davis M.R. and Sherlock R.R., 2003. Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 177: 539-557.
- Chen, T.H., Chiu C.Y. and Tian G.L., 2005. Seasonal dynamics of soil microbial biomass incoastal sand dune forest. *Pedobiologia*, 49: 645–653.
- Cook, F. J. and Orchard , V.A., 2008. Relationships between soil respiration and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 5: 1013-1018.
- Coyne, M.S. and Thompson J.A., 2006. *Fundamental Soil Science*. Delmar Learning, Clifton Park, New York, 403 pp.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No. 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536 s.
- Devare, M., Londonor, L. and Thies, J. 2007. Neither transgenic Bt maize (MON863) nor tefluthrin insecticide adversely affect soil microbial activity or biomass: a 3- year field analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 39, 8: 2038-2047.
- Dickinson, C.H. and Pugh G.J.F., 1974. *Biology of Plant Litter Decomposition*, Vol. 1–2. Academic Press, London. 175 pp.
- Dornbush, M.E., 2007. Grasses, litter, and their interaction affect microbial biomass and soil enzyme activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2241–2249.
- Eisenhauer, N., Klier, M., Partsch, S., Sabais, A.C.W., Scherber, C., Weisser, W.W. and Scheu, S. 2009. No interactive effects of pesticides and plant diversity on soil microbial biomass and respiration. *Applied Soil Ecology*, 42, 1: 31-36.
- Fernandes, S.A.P., Bettiol, W. and Cerri, C.C., 2005. Effect of sewage sludge on microbial biomass, basal respiration, metabolic quotient and soil enzymatic activity. *Applied Soil Ecology*, 30, 1: 65-77.

- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. Kutulmuş Matbaası, İÜ Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225s.
- Insam, H. and Domsch, K.H., 1988. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, 15: 177–188.
- Insam, H., Rangger A., Henrich, M. and Hitzl W, 1996. The effect of grazing on soil microbial biomass and community on alpine pastures. *Phyton*, 36: 205-216.
- Jenkinson, D.S., 1988. The determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: *Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems*, ed. JR. Wilson, CAB, Wallingford, 368-386 pp.
- Jenny, H., 1980. *The Soil Resource: Origin and Behavior*. Ecological Studies, 37, Springer Verlag, New York, 377 pp.
- Jiang, J., Xiong, Y., Jiang, H., YE, D., Song, Y.J. and Li, F. M., 2009. Soil microbial activity during secondary vegetation succession in semiarid abandoned lands of Loess Plateau. *Pedosphere*, 19, 6: 735-747.
- Johnson, D., Booth, R. E., Whiteley, A.S., Bailey, M.J., Read, D.J., Grime, J.P. and Leake, J. R. 2003. Plant community composition affects the biomass, activity and diversity of microorganisms in limestone grassland soil. *European Journal of Soil Science*, 54, 4: 671-678.
- Ju, C., Xu, J., Wu, X., Dong, F., Liu, X. and Zheng, Y., 2016. Effect of Myclobutanil on Soil Microbial Biomass, Respiration, and Soil Nitrogen Transformation, *Environmental Pollution*, 208: 811-820.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kayıkcıoğlu, H.H. ve Okur, N., 2013. Farklı Bitki Örtüsü Altındaki Topraklarda Mikrobiyal C, N ve P' un Mevsimsel Değişimi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50, 1: 57-65.
- Kara Ö, Bolat İ., Çakıroğlu K ve Öztürk M, 2008. Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2): 193–198.
- Kramer, S. and Green D.M., 2000. Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 179–188.
- Küçük, M., 2013. Farklı Eğim ve Bakı Gruplarında Bulunan Meşe Meşcerelerinde ve Mera Alanlarında Azot Mineralizasyonu ve Toprak Solunumunun Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 170 s.

- Küçükyumuk, C. ve Kelen, M., 2006. Organik Tarımda Malç Kullanımı. Türkiye III. Organik Tarım Sempozyumu, 1-4 Kasım 2006.
- Lagomarsino, A., Grego, S. and Kandeler, E., 2012. Soil organic carbon distribution drives microbial activity and functional diversity in particle and aggregate-size fractions. *Pedobiologia*,55,2:101-110
- Lal, R., 1994. Sustainable land use systems soil resilience. In: *Soil Resilience and Sustainable Land Use*, eds. DJ Greenland and I Szabolcs, CAB International, Wallingford, UK, pp. 41-67.
- Luo, Y., and Zhou, X., 2006. *Soil Respiration and The Environment*. Academic Press Elsevier Publications; 1 edition, 328 pp. San Diego, U.S.A.
- Makineci, E., 2005. Sapsız Meşe (*Querus petrea (Matlusch) Lieb.*) Baltalık Ormanında Aralamaların Çap Artımı ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı, 2: 1-10.
- Mariani, L., Chang, S. X. and Kabzems, R., 2006. Effects of tree harvesting, forest floor removal, and compaction on soil microbial biomass, microbial respiration, and N availability in a boreal aspen forest in British Columbia. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 7: 1734-1744.
- Özbayram, A.K., 2006. Farklı Arazi Kullanımlarının Toprak Solunumuna Olası Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 100 s.
- Pandey, S. and Singh, D.K., 2004. Total bacterial and fungal population after chlorpyrifos and quinalphos treatments in groundnut (*Arachis hypogaea L.*) soil. *Chemosphere*, 55, 2: 197-205.
- Pankhurst, C.E., Doube, B.M. and Gupta, V.V.S.R., 1997. Biological Indicators of Soil Health: Synthesis, In: *Biological Indicators of Soil Health*. Pankhurst, C. E., Doube, B. M., and Gupta, V. V. S. R. (eds.), CAB International,. 419–435.
- Patel, K., Nirmal, Kumar, J.I.N., Kumar, R. and Kumar Bhoi R., 2010. Seasonal and temporalvariation in soil microbial biomass C, N and P in different types land uses of drydeciduous forest ecosystem of Udaipur, Rajasthan, Western India. *Applied Ecologyand Environmental Research*, 8,4: 377-390.
- Paul, E.A. ve Clark F.E., 1996. *Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, New York, NY, 273 pp.
- Pidwirny M., 2006. *Introduction to Soils. Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Edition.
- Rowell, DL., 1994. *Soil Science Methods and Applications*. Longman Scientific and Technical, Singapore, 350 pp.

- Sparling, G.P., 1997. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: Biological indicators of soil health, eds. C Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 97-119.
- Suseela, V., Conant, R.T., Wallenstein, M. D. and Dukes, J.S., 2012. Effects of soil moisture on the temperature sensitivity of heterotrophic respiration vary seasonally in an old-field climate change experiment. *Global Change Biology*, 18, 1: 336-348.
- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson JM., 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell, Oxford. 371 p.
- Vanhala, P., Tamminen, P. ve Fritze, H., 2005. Relationship between basal soil respiration rate, tree stand and soil characteristics in boreal forests. *Environmental Monitoring and Assessment*, 101 (1): 85–92.
- Yan, T., Yang, L. And Campbell, C.D., 2003. Microbial biomass and metabolic quotient of soils under different land use in the Three Gorges Reservoir area. *Geoderma*, 115: 129–138.
- Yazdanpanah, N., Mahmoodabadi, M. and Cerda, A., 2016. The Impact of Organic Amendments on Soil Hydrology, Structure, and Microbial Respiration in Semiarid Lands, *Geoderma*, 266: 58-65.
- Zimmermann, S. and Frey, B., 2002. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 11: 1727-1737.
- Zornoza, R., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Arcenegui, V., García-Orenes, F., and Mataix-Beneyto, J., 2007. Assessing the effects of air-drying and rewetting pretreatment on soil microbial biomass, basal respiration, metabolic quotient and soluble carbon under Mediterranean conditions. *European Journal of Soil Biology*, 43, 2: 120-129.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BARDAK, Fatma
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve Yeri : 02/02/1992 – MUDURNU/BOLU
Medeni Hali : Evli
Telefon : 0 (553)3271775
Faks : 0466 215 1034
e-mail : fatmaekiz_14@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Ünv./Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2014 – 2016
Lisans	Artvin Çoruh Ünv./Orman Endüstri-Orman Mühendisliği Bölümü Çift Anadal	2010 – 2014
Lise	Orhan Çalış Çok Programlı Lise Göynük/BOLU	2005 – 2009

Yabancı Dil

İngilizce