

**BAFRA OVASINDA BAZI SODİK VE
SODİKLİK RİSKİ TAŞIYAN
TOPRAKLARIN BİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİ**

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

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

**BAFRA OVASINDA BAZI SODİK VE SODİKLİK RİSKİ TAŞIYAN
TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

TUBA ALPASLAN

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

DANIŞMAN

Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

SAMSUN-2012

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 30.01.2012 tarihinde yapılan sınav ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Tayfun AŞKIN

Üye: Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

Üye: Doç. Dr. Orhan DENGİZ

ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2012

Prof. Dr. Ümit SERDAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BAFRA OVASINDA BAZI SODİK VE SODİKLİK RİSKİ TAŞIYAN TOPRAKLARIN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında; Bafra ovasındaki Kızılırmak deltasında, gerek Kızılırmak'ın gerekse de denizin etkisinde kalmış arazilerde açılan profil çukurlarında profil boyunca toprakların mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi ve toprakların mikrobiyolojik özellikleri ile toprakların diğer bazı fiziksel, kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, açılan 6 profil çukurunda horizon esasına göre toprak örnekleme yapılarak, toprakların sınıflandırılması yapılmış; toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri (mikrobiyal biyomas, mikrobiyal solunum, metabolik katsayı, katalaz aktivitesi, dehidrogenaz aktivitesi) belirlenmiştir.

Toprak sınıflandırma sistemine göre, araştırma yöresi toprakları *Sodic Haplustert*, *Typic Calciaquert*, *Sodic Calciustert*, *Vertic Haplustept*, *Typic Ustipsamment* olarak sınıflandırılmış ve tüm profillerde alt toprak katlarına inildikçe Na ve ESP (Değişebilir Sodyum Yüzdesi) artışları saptanmıştır. Ayrıca, toprakların mikrobiyolojik özelliklerinin alt toprak katlarına inildikçe gerilediği, meydana gelen bu gerilemelerin ise istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, toprakların mikrobiyolojik özellikleri ile toprak organik maddesi, toplam N, alınabilir P ve alınabilir K içerikleri arasında önemli pozitif korelasyonlar, değişebilir Na ve ESP arasında ise önemli negatif korelasyonlar hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Toprak, Sodyum, ESP, mikrobiyal biyomas, mikrobiyal solunum, katalaz, dehidrogenaz

BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOLONETZ AND RISKY SOLONETZ SOILS IN BAFRA DELTA PLAIN

ABSTRACT

In this research, it was purposed to assess the variation of soil microbiological properties and the relations between microbiological properties of soil and other physical, chemical properties of soils along soil profiles formed on Bafra Delta Plain caused by both Kızılırmak River and the Black Sea effects. For this purpose, soil classification was performed by making soil sampling based on the main issue of horizon along six profiles and the physical, chemical and microbiological characteristics (microbial biomass, microbial respiration, metabolic quotient, catalase and dehydrogenase activity) of soils were investigated.

According to the soil classification system, soils on investigation area were classified as *Sodic Haplustert*, *Typic Calciaquert*, *Sodic Calciustert*, *Vertic Haplustept*, *Typic Ustipsamment* and Na and ESP (changeable sodium percentage) increasing as going the lower soil layers were determined in all soil profiles. Furthermore, it was determined that the microbiological properties of soil decreased with increasing soil depth and this reduction was essential statistically.

As a result of conducting statistical evaluation, there was a sufficient correlation between the microbiological properties of soil and soil organic matter, total N, available P and K content, however, it was found significantly negative correlations between changeable Na and ESP.

Key Words: Soil, Sodium, ESP, microbial biomass, microbial respiration, catalase, dehydrogenase

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim süresince çalışmalarımı yakından ilgilenen, engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, maddi ve manevi desteğini, zamanını, hoş görüşünü hiçbir zaman esirgemeyen, saygı değer hocam danışmanım **Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA**'ya minnet ve şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar ortamında her zaman ilgi ve hoşgörülerıyla bana destek olan değerli hocalarım **Doç.Dr. Orhan DENGİZ**, **Yrd.Doç.Dr. Mustafa SAĞLAM**'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın değişik dönemlerinde aynı çalışma ortamını paylaştığım, ihtiyaç duyduğum her an ellerinden gelen yardımı esirgemeyen, değerli laboratuvar arkadaşlarım; **Elif ÖZTÜRK**, **Fatma Esra SARIOĞLU**, **Aylin ERKOÇAK**, **Murat DURMUŞ**' a çok teşekkür ederim.

Samsun'da ailem kadar yakın ilgilerini gördüğüm, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen arkadaşlarım **Vildan ERCİ**, **Büşra ALBAYRAK** ve ailelerine çok teşekkür ederim.

Yardımlarını esirgemeyen Toprak Bölümü'nün değerli öğretim üyeleri ve personeline teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen, karşıma çıkan bütün zorluklarda tavsiyeleriyle yoluma ışık tutan ve bu noktaya gelmemi sağlayan canım babam **Faruk ALPASLAN** ve canım annem **Ümit ALPASLAN**'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çocukluğumdan itibaren beyin fırtınalarıyla ve o doyumsuz sohbetleriyle manevi yol göstericim olan bilge insan abilerim **Emre ALPASLAN** ve eşi **Mediniye ALPASLAN** ile abim **Emrah ALPASLAN** ve eşi **Yeliz ALPASLAN**'a sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Bu tez çalışması boyunca yorulduğum zamanlarda hayat dolu gülüşleriyle hayatımı renklendiren ve enerjimi tazeleyen sevimli, minik yeğenlerim **Samet Furkan** ve **Enes Taha ALPASLAN**'a en içten sevgilerimi sunarım.

Tanıdığım günden itibaren beni her şekilde mutlu etmeye çalışan, varlığı ve sevgisiyle desteğini her zaman bana hissettiren biricik nişanlım **Ramazan TOPRAK**'a bütün kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Araştırma Yeri olan Kızılırmak Deltası'nın Tarımsal ve Çevresel Önemi	3
2.1. Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprak ve Bitki Üzerine Etkileri	4
2.2. Toprak Profili Boyunca Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler	7
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Çalışma Alanı	13
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması	13
3.3. Toprak Analizleri	14
3.3.1. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri	14
3.3.2. Biyolojik Toprak Analizleri	14
3.3.2.1. Mikrobiyal Solunum (MS)	14
3.3.2.2. Mikrobiyal Biyomas C (C_{mic})	15
3.3.2.3. C_{org}/C_{mic} Oranı	16
3.3.2.4. Metabolik Katsayı (qCO_2)	16
3.3.2.5. Katalaz Aktivitesi (KA)	16
3.3.2.6. Dehidrogenaz Aktivitesi (DA)	16
3.4. İstatistiksel Değerlendirmeler	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	17
4.2. Toprakların Biyolojik Özellikleri	23

4.3. Toprakların Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler	26
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	30
6. KAYNAKLAR	32
7. EKLER	36
8. ÖZGEÇMİŞ	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Türkiye'nin Deltaları (Kırmızı renkler) ve Kızılırmak Deltası	3
Şekil 3.1. Toprak Profillerinin Açıldığı Noktalar ile Çalışma Alanındaki Dağılımı	15
Şekil 4.1. Açılan Profil Çukurlarının Resimleri	18
Şekil 4.2. Toprak Profili Boyunca Biyolojik Özelliklerdeki Değişim	24
Şekil 4.2. Toprak Profili Boyunca Biyolojik Özelliklerdeki Değişim (devam)	25
Şekil 4.3. Değişebilir Na ile Bazı Biyolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler	28
Şekil 4.4. ESP (Değişebilir Sodyum Yüzdesi) ile Bazı Biyolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler	29

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	20
Çizelge 4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (devam)	21
Çizelge 4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (devam)	22
Çizelge 4.2. Korelasyon Analizi Sonuçları.....	27

1. GİRİŞ

Toprak ve su kaynakları, ülkelerin en önemli doğal zenginlikleri arasında yer almaktadır. Toplumların sosyo-ekonomik kalkınmalarında, bu kaynakların geliştirilerek akılcı kullanılması ise büyük önem taşımaktadır. Su, canlılar için vazgeçilemez bir doğal kaynaktır; eksikliğinde bitkisel üretim, önemli ölçüde kısıtlanmaktadır. Toprak, yokluğunda tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilemediği en temel doğal bir kaynaktır.

Kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli etmen, kök bölgesinde bulunan yarayışlı suyun eksikliğidir (Falkenmark ve Rockström, 1993; Lal, 1991). Bu nedenle kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarım yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Sulanan alanların genişlemesi ve suyun etkin kullanımının, gelecekte, daha fazla gıda üretimine neden olacağı (Yudelman, 1994) ve anılan koşulun bir sonucu olarak, artan nüfustan dolayı, dünyada suya olan istemin de önemli ölçüde artacağı beklenmektedir. Ancak, su kullanımındaki artış, çok önemli sorunlara da neden olabilmektedir. Örneğin, yer altı su kaynakları tükenmekte, diğer su ekosistemleri kirlenmekte ve bozulmakta; ayrıca sulu tarımda birçok çevresel sorun ortaya çıkabilmektedir. Öte yandan, tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yönetimi altında ve zayıf drenaj şartlarında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir (Ghassemi ve ark., 1995).

Toprakların tuzlulaşmasında veya alkalileşmesinde, bilinçsiz sulamanın yanında, drenaj olanaklarının yetersizliği ve yüksek taban suyunun da rolü oldukça fazladır. Özellikle, sulama sonucu toprakların tuzlu ve alkali hale dönüşmesi, sulu tarımın uygulandığı bölgelerde güncel bir sorundur. Drenaj şebekelerinin yetersizliği ve sulama nedeniyle yükselen taban suyu, kurak bölgelerde tuzluluğun başlıca nedeni olabilmektedir. Bununla beraber, denize yakın alanlarda deniz suyunun etkisinde kalan topraklarda da yeterli drenaj sistemi yok ise, topraklar ciddi tuzluluk ve alkalilik riski ile karşı karşıya kalınabilmektedir. Bitki kök bölgesinde fazla miktarda eriyebilir tuzların birikmesi, bilindiği gibi, toprakta tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Böyle bir toprakta, kültür bitkilerinin çimlenme, büyüme ve ürün verimleri, mevcut tuzların cinsi ve miktarlarına bağlı olarak azalmakta ve hatta bazen tamamen durmaktadır (Richards, 1954; Dizdar, 1978).

Toprakta tuzluluk ve alkaliliğin ortaya çıktığı önemli bir alan bitkisel üretim olan Bafra ovasında yer alan Kızılırmak deltasında, genellikle 2 m kotun altında

bulunan ve denize yakın olan kısımlardır. Bu alanlardaki topraklar yılın büyük bir bölümünde yüzeye kadar yükselen ve deniz ile bağlantılı olan yüksek derecede tuz ve sodyum içeren taban suyu ile doygun durumda bulunmaktadır. Kızılırmak Deltası'nın en yaygın arazi kullanımını tarım oluşturmaktadır. Kızılırmak Deltası'nda yaklaşık 32 köyde toplam 25000 nüfusun hemen hemen tamamının geçimini tarımdan sağladığı söylenebilir. Delta üzerinde tarım; tarla ve bahçe tarımı olmak üzere iki önemli üretim dalında yoğunlaşmıştır.

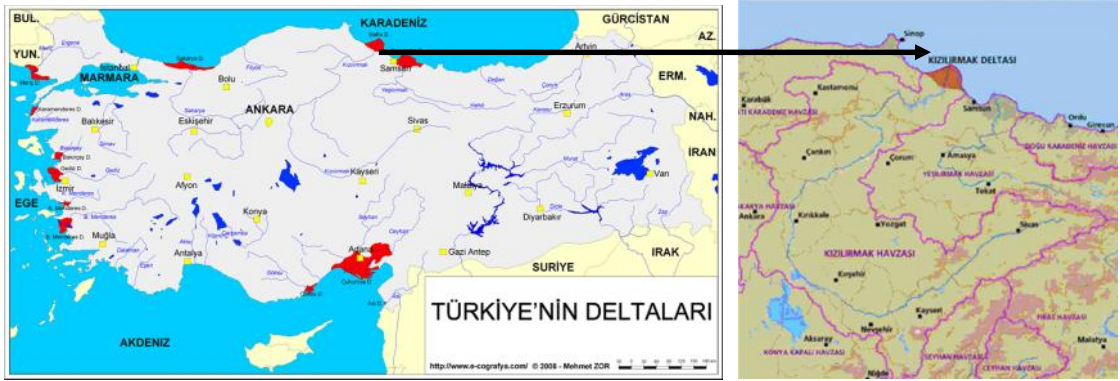
Tuzluluğun ve alkaliliğin potansiyel etkisi; sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması veya alkalileşmesi, toprağın ve suyun bozulması ve yer altı sularına tuzun karışarak kalitelerinin bozulmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda tuzluluk ve alkaliliğin neden olduğu arazi bozulması sonucu gıda üretimi olumsuz bir şekilde etkilenmekte, toprakların verimliliği, kalitesi, sağlığı ve sürdürülebilirliği de olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bu tez çalışmasında; Bafra ovasındaki Kızılırmak deltasında, hem Kızılırmak'ın hem de denizin etkisinde kalmış topraklarda i) açılan profil çukurlarında profil boyunca toprakların bazı mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi ii) toprakların belirlenen mikrobiyolojik özellikleri ile toprakların diğer bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Araştırma Yeri olan Kızılırmak Deltası'nın Tarımsal ve Çevresel Önemi

Türkiye'nin Karadeniz sahilindeki doğal özelliklerini koruyabilmiş en büyük sulak alanı Kızılırmak Deltası, tarımsal üretim ve doğal yaşam açısından büyük önem taşımaktadır. Deltadaki 32 köyde yaşayan toplam 25000 insan yaşamını tamamen tarımsal faaliyetlerden karşılayarak sürdürmektedir.



Şekil 2.1. Türkiye'nin Deltaları (Kırmızı renkler) ve Kızılırmak Deltası

Sivas ili, İmranlı ilçesinin doğusunda yer alan Kızıldağ'dan (3025 m) doğan Kızılırmak nehri, Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Çankırı ve Samsun il sınırları içinde yaklaşık 1210 km yol kat ederek Bafra Burnu'ndan Karadeniz'e ulaşmakta ve taşıdığı alüvyonlarla Kızılırmak Deltasını oluşturmaktadır. Karadeniz kıyısında doğal karakterini kısmen koruyabilmiş sulak alanlardan biri olması, deltanın önemini daha da arttırmaktadır. Eşine az rastlanır yaban hayatına sahip olan deltanın korunması ve gelecek kuşaklara tüm doğallığı ile aktarılabilmesi için, biri uluslararası olmak üzere, üç farklı statü (Ramsar alanı, Doğal Sit Alanı ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahası) ile korunmaktadır. Kızılırmak Deltası, doğal yaşam alanlarının çeşitliliği ve barındırdığı canlı türleriyle uluslararası bir öneme sahiptir (Doğa, 2008)

Tarımsal faaliyetler Kızılırmak deltasındaki en yoğun alan kullanımını oluşturmaktadır. Deltadaki tarımsal ürünlerin başında çeltik, şeker pancarı, tahıllar ve çeşitli sebze türleri gelmektedir. Bunun yanı sıra, alanda geniş doğal meralar bulunmakta ve bu alanlarda hayvancılık (ağırlıklı olarak sığır, koyun ve manda yetiştiriciliği) yapılmaktadır (Doğa, 2008).

2.1. Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprak ve Bitki Üzerine Etkileri

Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olmaktadır. Bitki üzerine, beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yaparlar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprağın yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlamakta, hatta durmaktadır (Kanber ve ark., 1992; Güngör ve Erözel, 1994). Toprak içerisinde yeterli miktarda su bulunmasına rağmen bazı koşullar altında bitkilerin solmaya başladıkları görülmüştür. Bu durum genellikle yüksek toprak tuzluluğunun yarattığı ‘fizyolojik kuraklık’ durumundan kaynaklanmaktadır. Fizyolojik kuraklık durumunda yüksek osmotik basınç nedeniyle bitki kökleri topraktaki mevcut suyu alamamaktadırlar (Ayyıldız, 1990).

Bitki yetiştirme ortamındaki fazla tuz bitkinin gelişmesini önemli ölçüde sınırlar. Tuzlar bitki büyümesine üç şekilde etki etmektedir. i) Fiziksel etki; Osmotik basıncın yükselmesi sonucu bitkinin su alımı ve dolayısıyla beslenmesi yavaşlar veya tamamıyla durur. Bitki, su alımında güçlük çeker. Buna osmotik basınç etkisi de denir. ii) Kimyasal etki; Bir kısım tuzlar, bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırıp, metabolizmayı bozarak bitkinin bünyesine zarar verirler. Buna özel iyonların toksisitesi de denir. iii) Dolaylı etkiler; Tuzluluk veya sodyumluluğun toprak üzerinde meydana getirdiği değişiklikler, bitkilerin gelişmesine etki eder. Örneğin su alımının sağlanması için metabolik enerjinin kullanılması ve verimde düşme meydana gelmesi gibi. (Ekmekçi ve ark., 2005).

Sönmez ve Yurtseven (1995), domates bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde farklı tuzluluk düzeyinin verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Gerek tuzluluk ve gerekse SAR düzeyinin artması çimlenme oranlarını azaltmıştır ve 10 dS/m⁻¹ düzeyinde tohumlarda çimlenme olmamıştır. Fide gelişimi üzerine ise 4 dS/m⁻¹'nin üzerindeki tuzluluk düzeyleri olumsuz etki yapmışlardır. Çalışmalar sonunda ilk yıl verim değerlerinin ele alınan tuzluluk ve SAR değerlerinde etkilenmediği gözlenirken, ikinci yıl verim değerleri üzerine tuzluluğun etkisi önemli olmuştur. Üçüncü yıl verim değerleri üzerine tuzluluğun etkisi daha büyük oranda olmuştur.

Yurtseven ve Baran (2000), brokoli bitkisi için sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının verim ve mineral madde içeriğine etkisini araştırmışlardır. Bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarlarının her ikisi de etkili

olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerinde sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dS/m^{-1} düzeyinden itibaren önemli azalmalar olmuş, sulama suyu miktarındaki artış ise verimi azaltmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken, toplam kül içeriklerini artırmıştır.

Mostafa ve ark. (2004), deniz suyunun 1:3 ve 1:5 oranında seyreltilerek topraklara uygulanması sonucu toprakların bazı kimyasal özelliklerinde ve bitkinin suyu kullanma etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada; deniz suyunun seyreltilme oranı azaldığında ve deniz suyu ile seyreltilmiş suların tarımda kullanılmasında uygulama sıklığının artması ile başta toprağın elektriksel iletkenliğine bağlı olarak tuzluluğun arttığı, bu koşullarda bitkilerin bu sudan istifade edebilmesinin azaldığını belirlemişlerdir. Söz konusu olumsuz etkinin azaltılması için, topraklara organik madde ilavesinin yapılması gerektiği de söz konusu çalışmada belirlenmiştir.

Kaushik ve Sethi (2005), NaCl ile toprak tuzluluk seviyesinin 5, 10 ve 15 dS/m^{-1} düzeylerine getirilmesi durumunda çeltik bitkisinin rizosferindeki amonyum oksitleyicilerin, nitrat oksitleyicilerin ve Azotobacter'lerin popülasyonundaki değişimini araştırdıkları bir çalışmada; artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak tüm araştırma konusu mikroorganizmalar ile bunların aracılık ettiği süreçlerin olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

Khalif ve ark. (2009), Deney tüplerinde *Floresan pseudomonas*'ları saymak ve enzimatik aktiviteleri ölçmek için değişik teknikler kullanmışlardır ve rizosferdeki *Floresan pseudomonas*'ların popülasyon yoğunluğunun direk olarak tuzluluk seviyesinden etkilendiğini belirlemişlerdir. NaCl eklenmesi ile dehidrogenaz, katalaz ve üreaz (0.2 - 0.4% aralığında ve proteaz 0.1 - 0.2% NaCl aralığında iken) aktivitelerinin ise arttırılmasını sağlamıştır. β -glukosidaz ile fosfataz aktivitesi ise NaCl konsantrasyonu arttırılmış kontrolden daha düşük seviyede olduğu ortaya koyulmuştur.

Hossain (2010), Bangladeş'te küresel ısınmaya bağlı olarak deniz suyu seviyesinde meydana gelen yükselmenin toprak ve ürün kaybı üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada, 1973 ve 2000 yıllarındaki tuzluluk ve verim haritaları üzerinden karşılaştırma yapmışlardır. 27 yıl sonra deniz suyunun etkisinde kalan topraklarda tuzluluk ve sodiklik oluştuğunu, buna bağlı olarak bitkisel ürün veriminde ciddi ürün kayıplarının meydana geldiğini saptamışlardır.

Setia ve ark. (2010), yaptıkları iki farklı deneyin birinde kumlu tınlı (18.8% kil) ve kumlu killi tınlı (22.5% kil) ve diğerinde tınlı kumlu (6.3% kil) ve killi tınlı (42%

kil) toprakları kullanarak toprak tekstürünün CO₂ salınımının tuzluluk üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ayrıca toprak karbon modellerinde tuzluluk için bir değer düzenleyici hesaplamışlardır ve toprak karbon dinamiğini çalışmışlardır. Çalışılan topraklar 2% oranında buğday atıkları ile iyileştirilmiş ve CO₂ salınımı 4 ay boyunca ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, toprağın birikmiş CO₂-C/g değerinin artan tuzlulukla azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, inkübasyon ile ilişkili olan tanecikli organik karbonun (POC) tuzlu topraklardaki düşüşü azalma gösterirken, diğer taraftan toplam organik madde, humus-C ve aktif kömür-C değerlerinde zamana bağlı herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir ve bu değerler tuzluluk özelliği tarafından etkilenmemektedir.

El-Ghany ve ark. (2010), değişik bitki rizozferlerinden 77 değişik mikrobiyal izolat (24 *Azotobacter*, 14 *Bacillus*, 9 *Pseudomonas*, 14 Actinomiset ve 16 Fungus) izole etmişlerdir. Mikrobiyal izolatların N fiksasyonu, fitomorfon hormon üretimi, fosfat çözünmesi, antimikrobiyal (bakteri ve mantar önleyici) ve enzim üretimi üzerindeki becerilerini test etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, büyüme mevsimi boyunca toprağın fiziksel özelliklerinin (hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı ve agregatlaşma) ve kimyasal özelliklerinin organik madde bozulması ile arttığı gözlemlenmiştir.

Asif Shah ve ark. (2011), 2009 yılı boyunca Kuzey Batı Pakistanın Khyber Pakhtunkhwa bölgesinde Kattikhel ve Dargai toprak serilerinden toplanan 30 toprak numunesi ile artan tuzluluk oranının mikrobiyal özelliklere olan etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, mikrobiyal özellikler, mikrobiyal biyomas C, mikrobiyal biyomas N, mikrobiyal biyomas C/N oranı, N mineralizasyonu, nitrifikasyon, CO₂ gelişim hızı ile toplam CO₂ üretimi ölçülmüştür. Bütün mikrobiyal indekslerin yükselen EC ile birlikte düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Artan tuzluluk ile mikrobiyal biyomas'ın C/N oranının da artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu sonuçlar mikrobiyal biyomasın tuzluluğa karşı çok duyarlı olduğunu göstermektedir ve bu durum tuzdan etkilenmiş toprakların yönetiminde bir ön bilgi olarak kullanılabilir.

Chittaranjan ve ark (2011), tarafından deniz suyunun etkisi altındaki killi bir toprağın bazı jeoteknik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin araştırıldığı çalışmada, toprağın kıvam limitleri ve hacim ağırlığı gibi fiziksel özelliklerinin deniz suyundan olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

Moradi ve ark. (2011), iki farklı toprağın NaCl ile farklı şekilde tuzlulaştırılması sonucu, ortama aşılana ve serbest olarak N fiksasyonunu gerçekleştiren bakteri

populasyonu ve toplam bakteri populasyonu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, toprak tuzluluk kapsamı arttığında gerek N fiksasyonunu gerçekleştiren ve gerekse toplam bakteri populasyonunda önemli azalmaların meydana geldiğini, ortamda ancak halofilik mikroorganizmaların hakim durumda bulunduğunu belirlemişlerdir.

2.2. Toprak Profili Boyunca Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

Toprak içerisindeki mikrobiyal toplulukların çeşitliliği, miktarı ve bileşimi toprak derinliğe bağlı olarak değişmektedir. Toprakların biyolojik aktivitesi 0-15 cm'lik üst toprakta alt derinliklere göre daha yüksek seviyededir. Alt toprak derinlerine doğru inildikçe biyolojik aktivite azalmaya başlamakta, toprak bünyesine bağlı olarak değişmekle beraber biyolojik aktivite tamamen ortadan kalkabilmektedir.

Frankberger ve ark. (1982), yaptıkları 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, α -glukosidaz, dehidrogenaz, asit fosfataz, fosfodiesteraz, arilsülfataz, amidaz, üreaz ve invertaz aktiviteleri arasında önemli pozitif ilişkiler belirlemişlerdir. Bununla beraber, enzim aktiviteleri ile organik C, kation değişim kapasitesi, toplam N ve tekstür arasında da önemli ilişkiler saptanmıştır.

Dick ve ark. (1988), ABD'deki Batı Oregon'daki, orman içinde sıkıştırılmış topraklarda uygulanan çeşitli toprak işleme tedavilerinin etkisini karşılaştırmışlardır. Uygulamalar başlatıldığından 4 yıl sonra, fosfataz aktivitesinin iyileştirilmiş topraklarla karşılaştırıldığında sıkıştırılmış topraklara oranla önemli ölçüde düşük olduğu ve test edilen bütün enzimlerin (fosfataz, amidaz, dehidrogenaz, arilsülfataz) 10-20 cm derin toprakta %41'den %75'e kadar azaldığı belirtilmiştir.

Garcia ve ark. (1994), İspanya'nın arid bölgesinden alınan 36 toprak örneğinde toprağın elektriksel iletkenliğinin enzimler üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda; Elektriksel iletkenlik ile dehidrogenaz, fosfataz, üreaz ve β -glukosidaz aktiviteleri arasında negatif bir korelasyon bulmuşlardır. Enzim aktivitesindeki bu azalmanın, düşük mikrobiyal biyokütleden, osmotik potansiyel ve

belirli iyonların enzim aktivitesi üzerine olan direkt etkilerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Garcia ve ark. (1994), Alınan toprak örneklerinin enzim aktivitelerinin İspanya'nın nemli bölgelerinde daha çok olduğunu, kurak bölgelerinde daha az olduğunu ve dehidrogenaz, proteaz (N-a-benzoil-L-arginiamid substratı), fosfataz ve β -glikosidazın toplam organik C'dan daha iyi bir göstergeç olduğunu belirtmişlerdir.

Kaur ve ark (2000), orta seviyede alkalilik sorunu bulunan arazilerin verimlilik seviyelerinin etkili bir şekilde yönetilmesi açısından, toprakların organik madde seviyeleri ile mikrobiyal aktivitesi ve azotun yarıyışlılığının araştırıldığı çalışmada, uygulanan tarım sistemlerine göre toprakların mikrobiyal aktivite seviyelerinin önemli değişiklikler gösterdiği saptanmıştır. Çeltik tarımının yapıldığı alanlarda toprakların mikrobiyal biyomas C içeriklerinin $96.14 \mu\text{g.g}^{-1}$ seviyelerinde iken, ağaç plantasyonlarının bulunduğu alanlarda $109.12 - 143.40 \mu\text{g.g}^{-1}$ seviyelerine doğru bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda, çok yıllık ağaç plantasyonlarının mikrobiyal biyomas C ve mikrobiyal biyomas N içerikleri monokültür tarım şekilleri ile karşılaştırıldığı zaman ise sırasıyla, ağaç plantasyonlarının %42 ve %13 oranında daha yüksek mikrobiyal biyomas içerdiği belirlenmiştir.

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 $q\text{CO}_2$ 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, β -glikosidaz 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.

Lorenz ve Kandeler (2004), kentsel toprak yönetimi hakkında bilgi altyapısını 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 değiştığı belirlenmesine karşın, 170-190 cm derinliğe inildikçe, mikrobiyal biyomas C'nun 0.12 g C kg^{-1} ve mikrobiyal biyomas N'un ise 0.05 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.

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 değiştığı (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 biyomas N ve toprak solunumunun azaldığı belirlenmiştir.

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, inseptisol, mollisol içerisinde sınıflandırılan 6 farklı toprak tipi belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, erozyon ve organik madde kapsamı ile beraber arazi pozisyonundaki değişimlerin toprak profili ve eğim boyunca üreaz, alkalın fosfataz ve arilsülfataz enzim aktivitesinde önemli değişimlerin olduğu, tüm toprak profillerinde alt toprak katlarına inildikçe toprak enzimlerinin aktivitelerinde önemli azalmaların olduğu saptanmıştır.

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 solunumlarının 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) ve ılıman bölge topraklarında (albic Luvisols, luvic Chernozems) bölgelerden alınan toprakların daha yüksek mikrobiyal biyomas ve toprak solunum kapasitesini saptamışlardır.

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

Cerri ve ark. (2008), Brezilya'nın Amazon'larındaki 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 üst 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.

Okur ve ark. (2008), 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, alkalın fosfataz ve dehidrogenaz aktivitelerinin konvansiyonel sisteme oranla organik sistemde önemli

ölçüde yüksek çıktığını belirlemişlerdir. Ayrıca, mikrobiyal biyomas C'nun organik C'ye oranı da aynı şekilde organik sistemde yüksek olduğunu, bu toprakların organik C içeriğinin, konvensiyonel topraklara oranla % 13-23 arasında arttığını tespit etmişlerdir.

Marinari ve Antisari (2010), farklı yüksekliklerde kumtaşları üzerinde oluşmuş kahverengi orman topraklarının kireçli ve kireçsiz toprak profillerindeki mikrobiyal aktivitedeki 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 ise, toplam ve suda çözünen organik C'nun yanı sıra mikrobiyal biyomas C ve N, asit fosfataz, β -Glikosidaz ve kitinaz enzim aktivitelerini ise indikatör parametre olarak kullanmışlardır. Araştırma sonunda, toprakların mikrobiyal biyomas içerikleri üzerine toprak profili boyunca dağılım gösteren kirecin her hangi bir etkisinin bulunmadığını, toprak organik C içeriğinin mikrobiyal biyomas içeriğini etkileyen temel toprak özelliği olduğu belirlenmiştir. Toprak enzimleri içinde asit fosfataz aktivitesi hariç diğer enzimler içinde 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 ($C_{mic}:C_{org}$), metabolik katsayı (qCO_2) ve hidrolitik toprak enzimleri kullanılmıştır. Araştırma sonunda indikatör biyolojik parametrelerin alt toprak derinliklerini 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 toprak organik madde kapsamında meydana getirdiği etkilerden dolayı toprakların mikrobiyal özelliklerinde değişimleri 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’dir 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 karşın, açılan tüm profillerin üst toprak katlarında alt katlara göre daha yüksek enzim aktivitesi seviyeleri saptanmıştır.

Wallenius ve ark. (2011), farklı arazi kullanım şekillerinin toprakların mikrobiyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde meydana getirdiği etkilerin saptanması amacıyla yürüttükleri çalışmada, cellobiyohidrolaz, β -glikosidaz, β -xylosidaz, α -glikosidaz, kitinaz ve arilsülfataz aktivitelerinin en fazla organik maddece zengin orman topraklarında bulunduğunu ve arazi kullanım şekillerine göre orman > çayır-mera > tarım toprağı şeklinde bir sıralamanın olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonunda, toprakların bu özelliklerinin toprak organik madde kapsamı, su ve N içeriği ile pH arasında da önemli ilişkiler içerisinde bulunduğunu da belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Alanı

Araştırmanın yürütüldüğü Bafra ovası, ülkemizin kuzeyinde Orta Karadeniz Bölgesinde $41^{\circ} 28'$ - $41^{\circ} 45'$ kuzey enlemleri ve $35^{\circ} 43'$ – $35^{\circ} 58'$ doğu boylamları arasında Kızılırmak ile yan derelerin oluşturduğu delta ovasında yer almaktadır. Ovayı oluşturan düzlük yaklaşık 40 km uzunlukta olup Karadeniz bölgesinin en büyük ova düzlüğüdür. Bafra ovası, Samsun ilinin 23 km batısındaki Çakırlar mevkiinden başlayıp, batıda Yakakent ilçesine kadar uzanmaktadır. Kuzeyde Karadeniz, Güneyde Canik sıradağlarının uzantıları ile sınırlanmıştır. Bu alanın toplam yüzölçümü 175.000 hektardır. Ovaya adını veren Bafra ilçesi Kızılırmak'ın kenarında bulunmakta olup Samsun iline 50 km uzaklıktadır. Bafra ovasının en önemli su kaynağını oluşturan Kızılırmak'tan başka Alaçam, Doyran, Mera, Tatlı, Harız ve Paşaboğazı dereleri de bulunmaktadır. Bafra ilçesi, 115 köy ve 4 beldeye sahiptir. 63.263'ü köy, 10.015'i beldeler ve 83.733'ü merkez ilçe olmak üzere toplam 157.010 nüfusa sahiptir. Çalışma alanı toprakları Kızılırmak Nehrinin oluşturduğu bir alüviyal taşkın ovası olan Bafra Ovası ile Karadeniz'in sahil kumullarının yer aldığı alan içerisinde yer almaktadır.

3.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Bafra ovasında, gerek Kızılırmak'ın gerekse de denizin etkisinde kalmış toprakları belirlemek amacıyla; çalışma alanında daha önceden arazi ön keşif işlemi yapıldıktan sonra olabilecek farklı toprak özelliklerine sahip noktalar GPS aleti kullanılarak belirlenmiş ve bu noktalarda Bafra Ovası sol sahilinde açılmıştır (Şekil 3.1.). Açılan her bir profil çukurlarından horizon esasına göre örnekleme yapılmıştır. 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 toprakların fiziksel ve kimyasal analizlerinin yapılması amacıyla laboratuvarda depolanmıştır. İkinci kısım ise, toprakların biyolojik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla örnekler buzdolabında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de analiz sırası gelinceye değin depolanmıştır.

3.3. Toprak Analizleri

3.3.1. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri

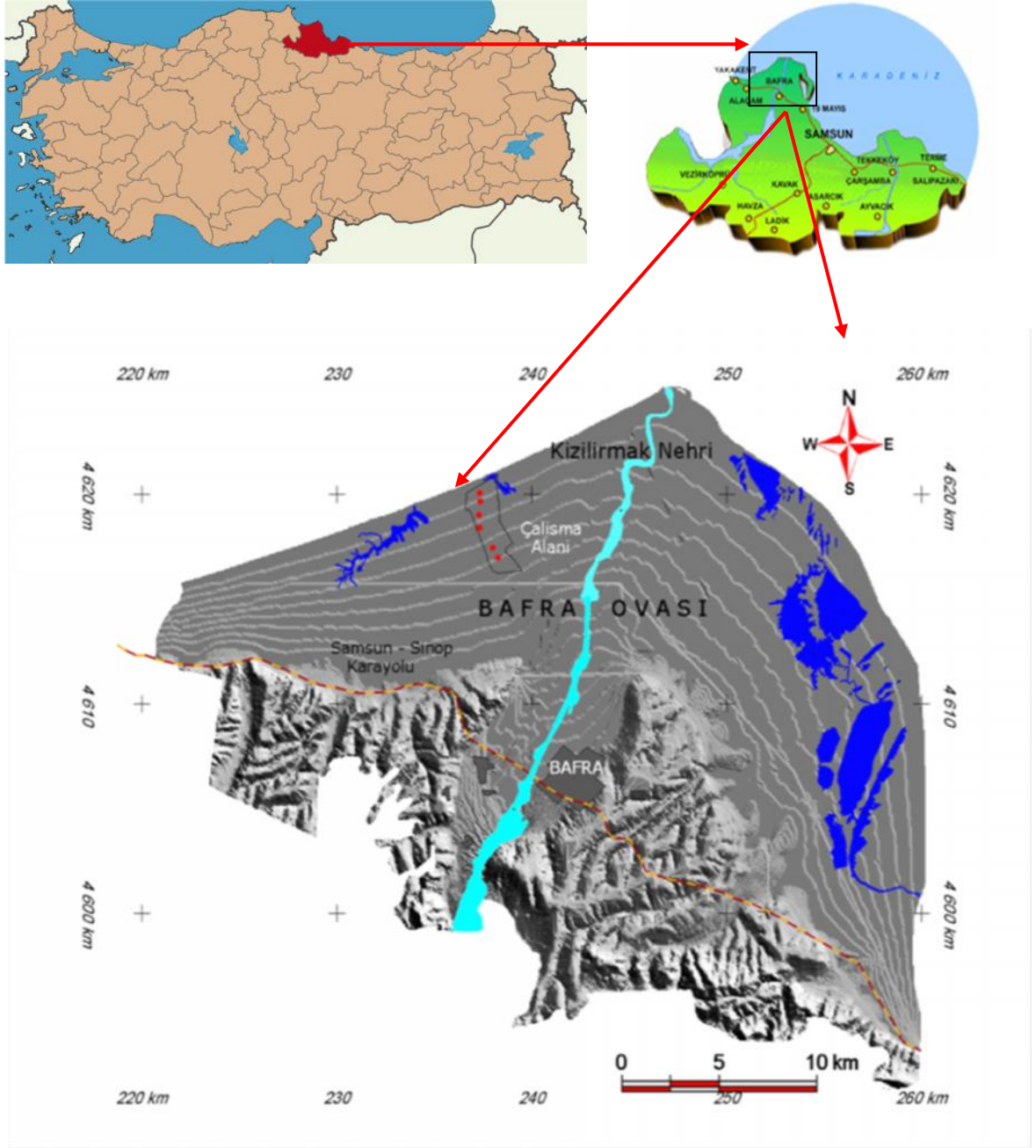
Profillerden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılabilmesi amacıyla, gölgede kurutulan, dövülen ve 2 mm'lik elekten elenen toprak örneklerinde; tekstür, hidrometre yöntemi ile (Bouyoucus 1951), pH ve EC 1:1 (w/v) toprak: su karışımında pH-metre ve 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 M NaHCO₃ ekstraksiyonunda (Olsen ve ark. 1954), değişebilir Na, K, Ca ve Mg, 1 N NH₄OAc ekstraksiyonunda, Katyon değişim kapasitesi 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 Taxonomy (1999) tarafından bildirildiği şekli ile yapılmıştır.

3.3.2. 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.

3.3.2.1. Mikrobiyal Solunum (MS): Toprak ve agregat örneklerinin mikrobiyal solunumları (CO₂ üretimleri) Anderson (1982) tarafından bildirdiği şekilde belirlenmiştir. Bu amaçla, 24 saatlik inkübasyon boyunca 25⁰C'de inkübasyona bırakılan toprak örneklerinden üretilen CO₂, alkali tarafından (Ba(OH)₂.8H₂O+BaCl₂) tutularak, arta kalan OH⁻ kesin konsantrasyonu bilinen HCl ile fenol ftaleyn indikatörü eşliğinde titrasyona tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar µg CO₂ g⁻¹ kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.2.2. Mikrobiyal Biyomas C (C_{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 CO_2 miktarından biyomas C, $40.04 \text{ mg } CO_2 \text{ g}^{-1} + 0.37$ eşitliği yardımı ile hesaplanmış ve sonuç $\mu\text{g } CO_2\text{-C g}^{-1}$ kuru toprak olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.1. Toprak profillerinin açıldığı noktalar ile çalışma alanındaki dağılımı

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

3.3.2.4. Metabolik katsayı (qCO_2): Toprak ve agregat örneklerinin metabolik katsayısı Anderson ve Gray (1991) tarafından bildirildiği şekli ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$qCO_2 (\mu g CO_2/mg C_{mic}/d) = MS_{rates} / C_{mic}$$

3.3.2.5. 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 edilir ve 30 dk bekletilmiştir. Toprak-tampon çözelti karışımı üzerine ilave edilen %3'lük H_2O_2 çözeltisinden 3 dak. sonunda açığa çıkan oksijenin volumetrik olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar $\mu l O_2 g^{-1}$ kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.2.6. 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 25^0C '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 $\mu g TPF g^{-1}$ kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

3.4. İstatistiksel Değerlendirmeler

Elde edilen bulgulara ait istatistiksel değerlendirmeler SPSS 11.0 paket programında yapılmıştır. Varyans analizi (ANOVA), tek faktörlü tesadüfi 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 şekli ile değerlendirilmiştir.

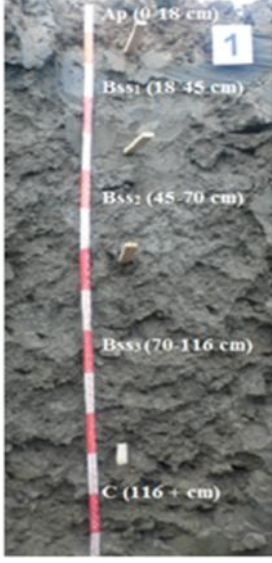
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Samsun il sınırları içerisinde yer alan Bafra ovasında, gerek Kızılırmak'ın gerekse de denizin etkisinde kalmış topraklarda, toprak profili boyunca toprak özelliklerinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla açılan profil çukurlarının resimleri Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Açılan her bir profil çukurlarından horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, araştırma konusu toprakların kil içerikleri %23.5- %85.7, kum içerikleri %5.3- %48.8 silt içerikleri ise % 2.3- %53.6 arasında değişmekte olup topraklar ince bünyeli (siltli tın ve kil) alüvyal depozitler üzerinde oluşmuşlardır (6 nolu toprak profili hariç). pH değerleri (1:1 toprak su solüsyonunda) 7.79-8.30 arasında değişmekte olup toprak derinliğinin artmasıyla birlikte kuvvetli alkalın değeri içerisine giren 9.39'a ulaşmaktadır. EC değerleri 0.12-3.81 dS/m⁻¹ (tuzsuz) arasında değişmektedir. Kireç içerikleri %1.1-14.4 arasında değişmektedir. Organik madde kapsamları yüzey topraklarında yeterli düzeyde olup %3.2-4.8 arasında değişmektedir. Toplam azot içerikleri (>%0,09) genellikle yeterli düzeydedir. Toprakların KDK değerleri yüksek olup 32.6-80.7 cmol.kg⁻¹ arasında değişkenlik göstermektedir (6 nolu profil hariç). Toprakların Na içerikleri yüzey topraklarında 3.0-7.1 cmol.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Topraklar alınabilir fosfor içerikleri bakımından değerlendirildiğinde 1,2, ve 6 No'lu profillerin fosfor kapsamları yeterli (8 – 25 mg kg⁻¹) diğer profillere ait yüzey topraklarının ise fosfor değerleri yüksek (25 – 80 mg kg⁻¹) seviyededir. Toprakların Ca ve Mg içerikleri yeterli seviyededir. Tüm profillerdeki toprak örneklerinin alınabilir K içerikleri ise, fazla seviyededir (0.74–2.54 cmol.kg⁻¹).

Açılan profil çukurlarından horizon esasına göre yapılan toprak örneklemesinde, gerek Kızılırmak'ın gerekse de denizin etkisinde kalmış olan bu topraklarda değişebilir Na içerikleri (ESP) belirlenmiş (Çizelge 4.1.) ve tüm profillerde alt toprak katlarına inildikçe toprakların ESP değerlerinde önemli artışların olduğu ve alt toprak katlarının sodik, üst toprak katlarının ise ciddi sodiklik riski taşıdığı saptanmıştır. Özellikle 4 ve 5 nolu profilin alt toprak katlarında ESP'nin %30'lara değin ulaştığı belirlenmiştir.



Profil No:1 (Sodic Haplustert)

Mevkii: Bafra-Emenli Köyü

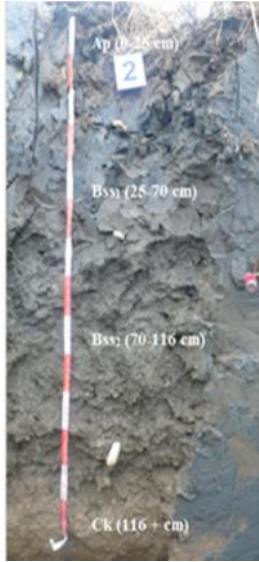
Koordinat: 4616083 m N-737858 m E

Arazi Kullanımı: Sebze Yetiştiriciliği

Fizyografya: Alüviyal Taşkın Ova

Drenaj: Zayıf Drenaj

Ana Materyal: Killi Alüviyal Depozit



Profil No:2 (Typic Calcisquert)

Mevkii: Bafra-Emenli Köyü

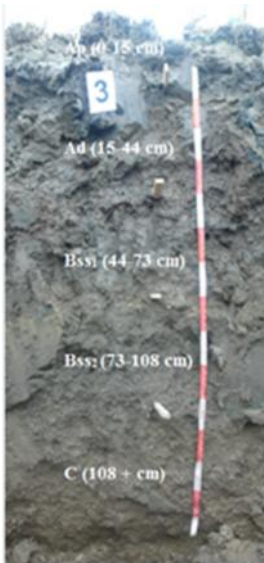
Koordinat: 4616541 m N-737542 m E

Arazi Kullanımı: Sebze Yetiştiriciliği

Fizyografya: Alüviyal Taşkın Ova

Drenaj: Zayıf Drenaj

Ana Materyal: Killi Alüviyal Depozit



Profil No:3 (Sodic Haplustert)

Mevkii: Bafra-Emenli Köyü

Koordinat: 4617456 m N-736809 m E

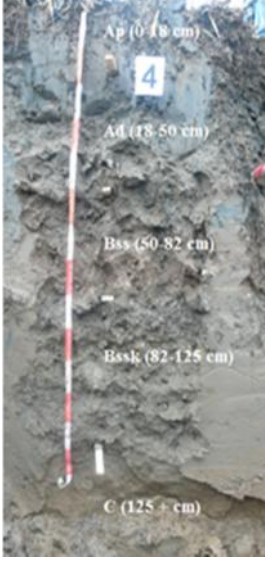
Arazi Kullanımı: Çeltik

Fizyografya: Alüviyal Taşkın Ova

Drenaj: Zayıf Drenaj

Ana Materyal: Killi Alüviyal Depozit

Şekil 4.1. Açılan profil çukurlarının resimleri



Profil No:4 (Sodic Calcistert)

Mevkii: Bafra-Emenli Köyü

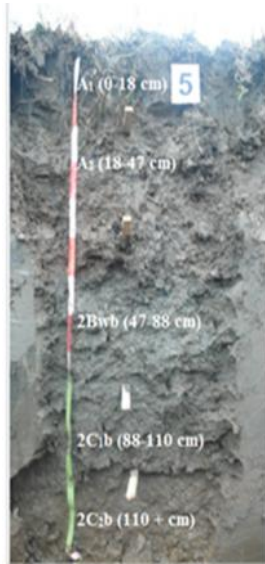
Koordinat: 4618055 m N-736735 m E

Arazi Kullanımı: Çeltik

Fizyografya: Alüviyal Taşkın Ova

Drenaj: Zayıf Drenaj

Ana Materyal: Killi Alüviyal Depozit



Profil No:5 (Vertic Haplustept)

Mevkii: Bafra-Emenli Köyü

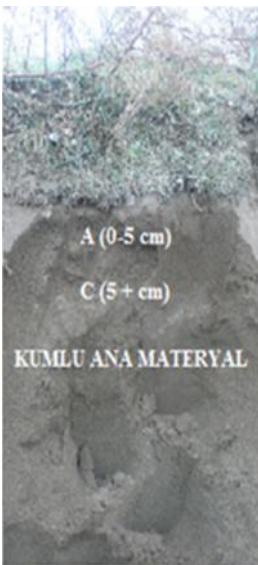
Koordinat: 4618704 m N-736751 m E

Arazi Kullanımı: Sazlık-Bataklık

Fizyografya: Alüviyal Taşkın Ova

Drenaj: Zayıf Drenaj

Ana Materyal: Killi Alüviyal Depozit



Profil No:6 (Typic Ustipsamment)

Mevkii: Bafra-Emenli Köyü

Koordinat: 4619120 m N-736701 m E

Arazi Kullanımı: Mera

Fizyografya: Sahil Kumulları

Drenaj: Aşırı Drenaj

Ana Materyal: Kumlu Ana Materyal Depozit

Şekil 4.1. Açılan profil çukurlarının resimleri (devam)

Çizelge 4.1. Toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Tekstür				pH (1:1)	Kireç,%
		Kil, %	Silt, %	Kum, %	Sınıf		
Profil 1. Sodic Haplustert							
Ap	0-18	68.0	24.2	7.8	C	7.89	9.1
Bss ₁	18-45	66.0	23.4	10.6	C	8.39	13.4
Bss ₂	45-70	65.2	21.8	13.0	C	8.60	12.5
Bss ₃	70-116	79.4	13.2	7.4	C	9.04	9.1
C	116+	72.8	13.7	13.5	C	9.15	12.4
Profil 2. Typic Calciaquert							
Ap	0-25	68.1	17.4	14.5	C	8.30	1.4
Bss ₁	25-70	72.1	15.7	12.2	C	8.52	6.3
Bss ₂	70-116	61.5	17.5	21.0	C	8.86	6.6
Ck	116+	28.9	35.3	35.8	L	9.39	34.7
Profil 3. Sodic Haplustert							
Ap	0-15	79.7	13.3	7.0	C	7.84	11.6
Ad	15-44	80.4	9.1	10.5	C	8.49	13.7
Bss ₁	44-73	55.2	29.4	15.4	C	8.97	14.1
Bss ₂	73-108	52.2	34.9	13.0	C	9.07	11.0
C	108+	40.5	10.7	48.8	C	8.94	21.6
Profil 4. Sodic Calcicustert							
Ap	0-18	80.5	11.0	8.5	C	7.92	11.7
Ad	18-50	85.7	9.0	5.3	C	8.78	15.0
Bss	50-82	80.1	2.3	17.6	C	8.89	10.9
Bssk	82-125	62.5	25.9	11.6	C	9.22	18.3
C	125+	23.5	53.6	22.9	SiL	8.26	6.7
Profil 5. Vertic Haplustept							
A ₁	0-18	64.2	6.7	29.1	C	7.79	14.4
A ₂	18-47	81.4	6.6	12.0	C	8.44	6.3
2Bwb	47-88	58.4	15.2	26.4	C	8.20	5.5
2C ₁ b	88-110	51.3	21.3	27.4	C	7.94	9.5
2C ₂ b	110+	42.6	25.3	32.1	C	8.00	2.2
Profil 6. Typic Ustipsamment							
A	0-5	3	7	90	S	7.66	11.1
C	5+	-	-	100	S	8.24	15.8

Çizelge 4.1. Toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (devam)

Horizon	Derinlik (cm)	Değişebilir Katyonlar, cmol.kg ⁻¹			ESP, %	KDK cmol.kg ⁻¹
		Na	K	Ca+Mg		
Profil 1. Sodic Haplustert						
Ap	0-18	3.0	0.9	62.1	4.7	64.2
Bss ₁	18-45	3.6	0.8	57.6	5.9	60.6
Bss ₂	45-70	4.6	0.8	52.5	8.2	56.3
Bss ₃	70-116	8.5	0.9	52.7	14.2	59.8
C	116+	9.3	0.9	46.0	17.4	53.5
Profil 2. Typic Calciaquert						
Ap	0-25	3.3	0.9	62.9	5.0	65.4
Bss ₁	25-70	7.9	0.8	55.3	12.8	61.7
Bss ₂	70-116	9.5	0.8	46.0	17.7	53.7
Ck	116+	4.6	0.6	30.6	13.6	33.9
Profil 3. Sodic Haplustert						
Ap	0-15	5.8	1.0	72.8	7.2	80.7
Ad	15-44	9.1	0.8	70.4	12.3	73.9
Bss ₁	44-73	9.7	0.8	50.8	17.9	54.2
Bss ₂	73-108	8.7	0.7	53.2	15.0	58.0
C	108+	9.4	0.7	50.1	16.8	56.0
Profil 4. Sodic Calciustert						
Ap	0-18	7.1	1.0	73.5	9.0	78.7
Ad	18-50	9.2	0.8	67.8	13.0	71.0
Bss	50-82	11.6	0.9	58.3	18.2	63.6
Bssk	82-125	12.2	0.8	56.4	19.4	62.8
C	125+	9.8	0.6	25.6	30.1	32.6
Profil 5. Vertic Haplustept						
A ₁	0-18	5.9	1.5	54.0	9.0	61.3
A ₂	18-47	10.2	1.1	60.6	13.0	65.7
2Bwb	47-88	15.6	1.2	44.5	18.2	49.4
2C ₁ b	88-110	15.4	1.0	49.7	19.4	57.3
2C ₂ b	110+	11.9	0.9	38.9	30.1	50.1

Çizelge 4.1. Toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (devam)

Horizon	Derinlik (cm)	Organik Madde, %	EC, dS/m ⁻¹	Toplam N, %	Alınabilir P, mg kg ⁻¹	Alınabilir K, cmol.kg ⁻¹
Profil 1. Sodic Haplustert						
Ap	0-18	3.9	0.88	0.2	18.1	1.1
Bss ₁	18-45	2.3	0.51	0.1	23.0	0.9
Bss ₂	45-70	1.8	0.73	0.1	14.1	0.9
Bss ₃	70-116	1.6	0.45	0.1	16.3	1.0
C	116+	1.1	0.70	0.1	18.1	1.0
Profil 2. Typic Calciaquet						
Ap	0-25	3.2	0.73	0.2	21.2	1.1
Bss ₁	25-70	2.5	1.99	0.1	13.2	1.0
Bss ₂	70-116	1.2	0.91	0.1	26.1	0.9
Ck	116+	0.5	0.48	0.0	15.0	0.7
Profil 3. Sodic Haplustert						
Ap	0-15	4.6	1.36	0.2	45.5	1.2
Ad	15-44	2.4	1.25	0.1	27.4	1.0
Bss ₁	44-73	2.0	1.24	0.1	11.0	0.9
Bss ₂	73-108	1.7	0.68	0.1	22.1	0.8
C	108+	1.3	0.82	0.1	21.6	0.8
Profil 4. Sodic Calciustert						
Ap	0-18	4.8	1.15	0.2	56.1	1.2
Ad	18-50	2.3	0.36	0.1	34.9	1.0
Bss	50-82	1.9	0.71	0.1	10.6	1.0
Bssk	82-125	1.9	0.54	0.1	11.0	0.9
C	125+	0.9	2.92	0.0	17.7	0.7
Profil 5. Vertic Haplustept						
A ₁	0-18	4.6	1.62	0.2	34.9	1.7
A ₂	18-47	2.0	1.28	0.1	26.1	1.3
2Bwb	47-88	1.7	2.40	0.1	14.0	1.3
2C ₁ b	88-110	0.9	3.70	0.0	18.3	1.1
2C ₂ b	110+	0.9	3.81	0.0	14.0	1.0
Profil 6. Typic Ustipsamment						
A	0-5	1.9	0.36	0.1	15.3	0.6
C	5+	0.8	0.12	0.1	43.5	0.5

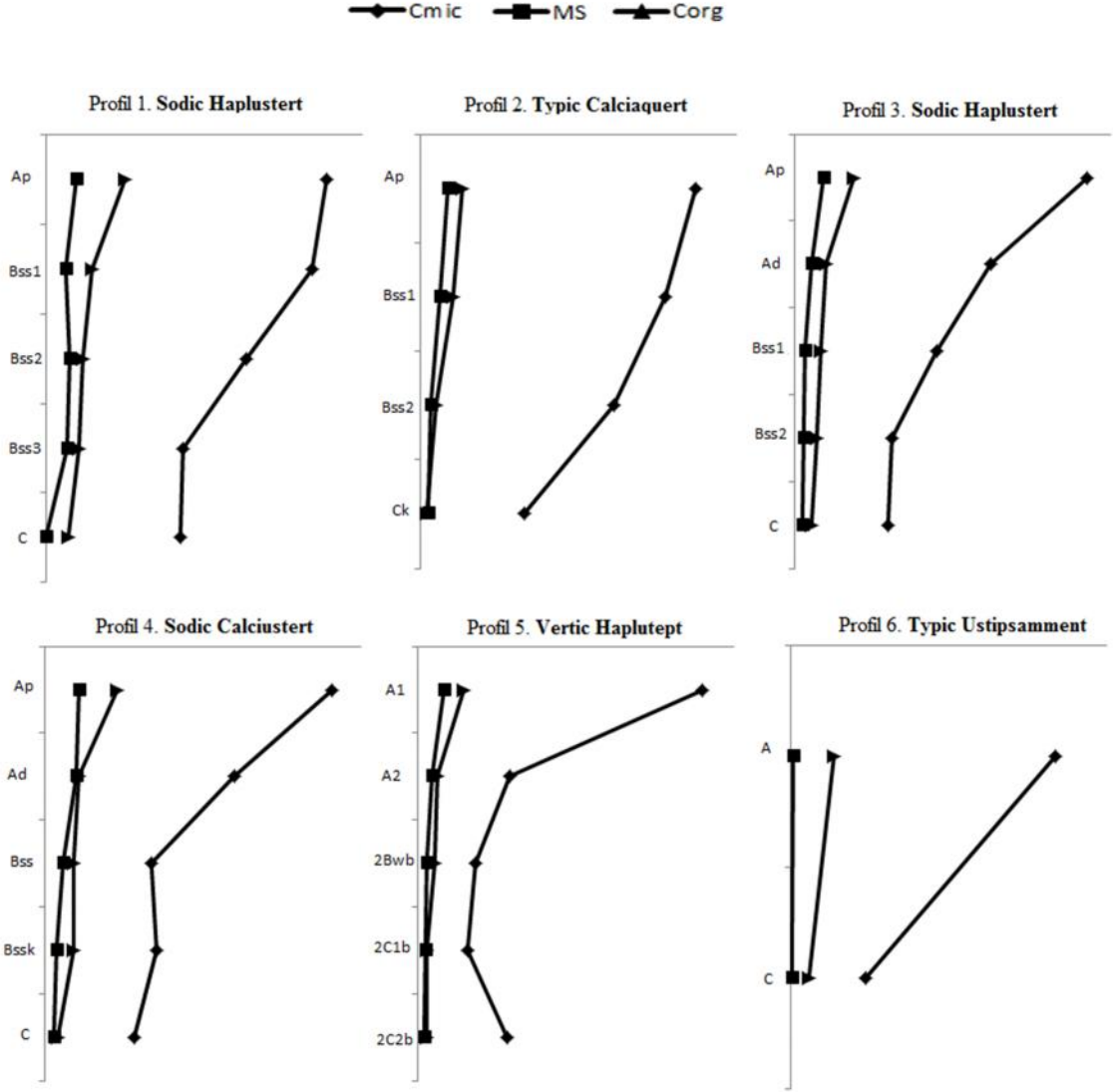
4.2. Toprakların Biyolojik Özellikleri

Toprakta biyokimyasal döngülerde görev alan mikroorganizmalar toprak ekosisteminde ayrıştırıcı olarak görev yapmaktadırlar. Bu ayrıştırıcılar çeşitli enzimleri ortama vererek döngülerde yer almaktadırlar. C, N, P ve S gibi döngülerin devamlılığında hem mikroorganizmalar hem de mikroorganizmalar tarafından sentezlenen enzimler önemli rol oynar ve bu elementler besin elementleri olarak hayati öneme sahiptir. 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 O₂ tüketimine bağlı olarak CO₂ üretimi iii) toprak enzimlerinin aktiviteleri yaygın olan indikatörlerdir. Toprakların biyolojik özelliklerinin tayin edilmesinde ve birbirleriyle kıyaslanmasında mikrobiyal biyomas, solunum ve enzimler çok önemli bir role sahiptir.

Açılan her bir profil çukurlarından horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan biyolojik özelliklerindeki değişim Şekil 4.2. ve 4.3. verilmiştir (EK 2,3,4,5,6,7).

Elde edilen sonuçlara göre genel olarak, hem toplam organik C (C_{org}) hem de mikrobiyal biyomas C (C_{mic}), mikrobiyal solunum, dehidrogenaz aktivitesi ve katalaz aktivitesinin alt toprak katlarına inildikçe azaldığı, metabolik katsayının ise (*q*CO₂) horizonlar arasında stabil olmayan bir dağılım göstermediği saptanmıştır (Şekil 4.2. ve 4.3.).

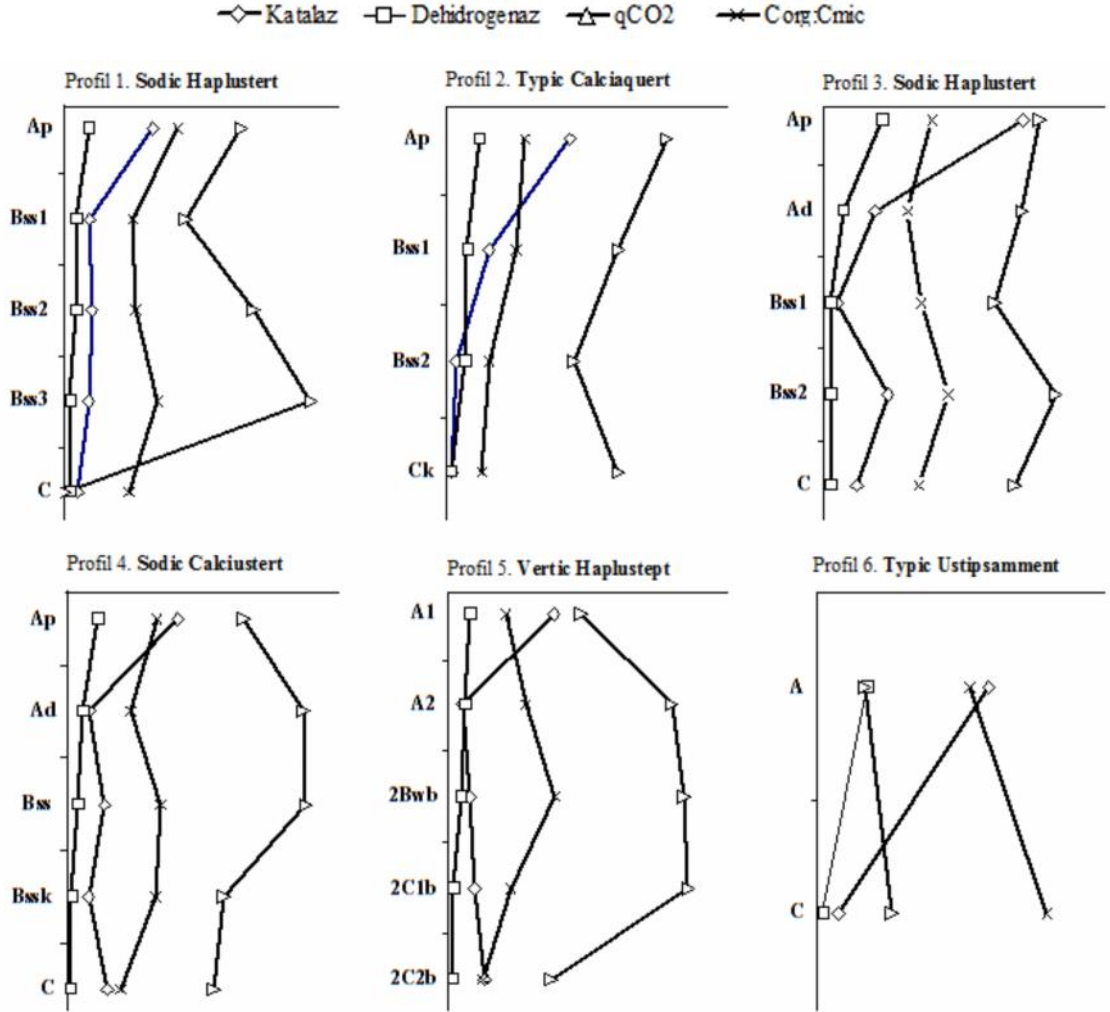
Mikrobiyal biyomas C, toplam organik karbonunun canlı olan kısmıdır yani, toprak içerisinde C, N, P ve S'ün biyojeokimyasal dönüşümlerini sağlayan mikroorganizmaların biyokütelleri toplamıdır (Lagomarsino ve ark. 2009). Üst toprak katlarında mikrobiyal biyomas'ın alt toprak katların göre daha yüksek olduğu, yani üst toprakta daha yoğun bir mikroorganizma aktivitesinin bulunduğu saptanmıştır. Bu durum kuşkusuz üst toprakta daha yüksek miktarda bulunan organik maddenin mikroorganizmalar için C ve enerji kaynağı olarak kullanılması ile yine üst toprak katlarında N, P ve K gibi besin maddelerinin alınabilir miktarlarının daha yüksek konsantrasyonda bulunması ile ilgilidir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.2. Toprak profili boyunca biyolojik özelliklerdeki değişim

Mikrobiyal solunum (MS), toprakların biyolojik aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanışlı olan bir parametredir (Anderson, 1982). Hem aerobik hem de anaerobik şartlarda topraktan CO₂ 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. Yüzeysel 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 $C_{org}:C_{mic}$, tıpkı C_{mic} ve MS'deki gibi üst toprak katlarında daha yüksek olarak belirlenmiştir. Üst toprak katlarında daha yüksek miktarlarda bulunan C_{org} , içerisinde daha fazla miktarda C_{mic} bulunuyor anlamı çıkmaktadır. Ya da C_{org} 'ta meydana gelen artıştan daha fazla miktarda C_{mic} 'de artış ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.2. Toprak profili boyunca biyolojik özelliklerdeki değişim (devam)

Metabolik katsayı (qCO_2), enerji optimizasyon hipotezi ile ilgili olup çevresel stres'in ortaya konulmasında bir indikatördür ve çevresel değişimlere karşı çok hassastır (Anderson ve Domsch, 1986). Alt toprak derinliklerine inildikçe profil 1, 3 ve 5'te qCO_2 'nin arttığı, diğerlerinde ise azaldığı saptanmıştır. Alt horizonlarda meydana gelen artış, alt toprak katlarının mikrobiyal gelişme için çevresel koşulların uygun olmadığı sonucunu doğurmaktadır.

Dehidrogenaz aktivitesi, topraktaki canlı mikrobiyal hücrelerin içerisinde bulunan intraselüler bir enzim (Trevors, 1984) olup toprak 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 popülasyonun değerlendirilmesinde kullanılan intraselüler 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 katlarında organik madde ve besin maddesine bağlı olmak üzere daha yüksek mikrobiyal aktivite ve enzim aktivitesi kapsadığını saptamışlardır.

4.3. Toprakların Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ile Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Açılan profil çukurlarından horizon esasına göre alınan toprak örneklerinin biyolojik özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, mikrobiyal biyomas C (Cmic) ile kil, değişebilir K, değişebilir Ca+Mg, organik madde, toplam N, alınabilir P ve alınabilir K arasında önemli pozitif, pH, değişebilir Na ve ESP arasında önemli negatif ilişki; mikrobiyal solunum (MS) ile kil, değişebilir K, değişebilir Ca+Mg, toplam N, alınabilir P ve alınabilir K arasında önemli pozitif, kum, değişebilir Na ve ESP arasında önemli negatif ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Korelasyon analizi sonuçları (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$)

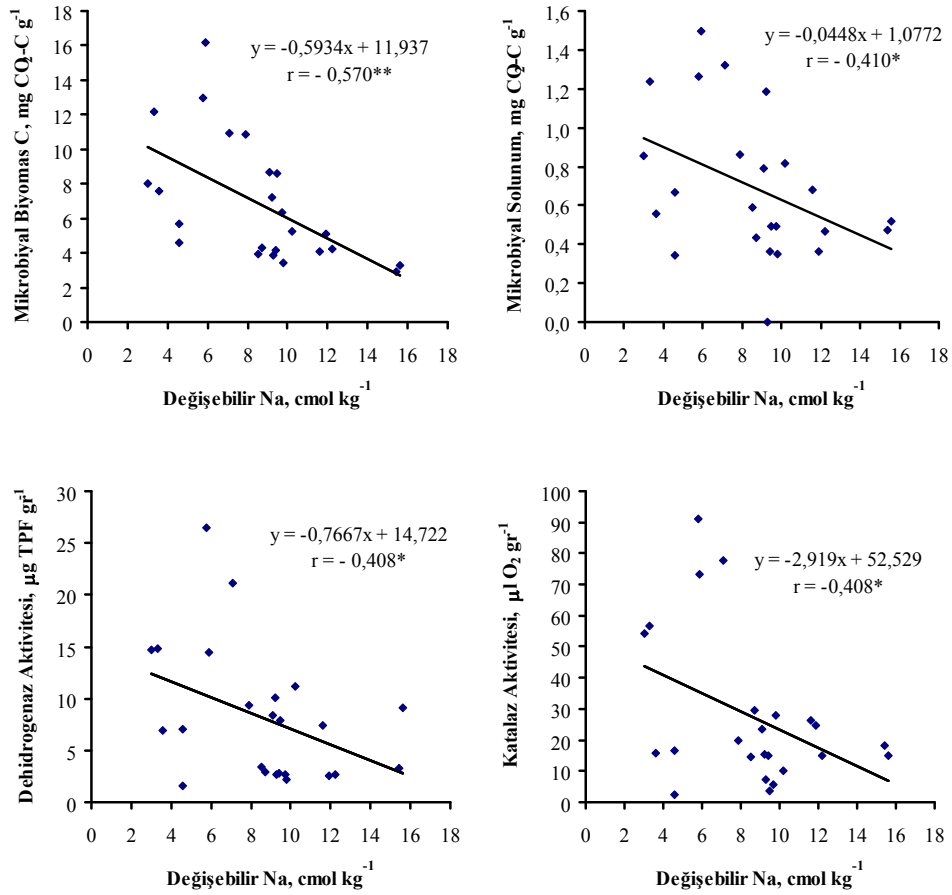
n = 26	C_{mic}	MS	qCO_2	C_{org}/C_{mic}	Katalaz	Dehidrogenaz
Kil	0.404*	0.657**	0.533**	0.204	0.203	0.410*
Silt	-0.226	-0.242	-0.003	-0.275	-0.149	-0.370
Kum	-0.288	-0.531**	-0.529**	-0.064	-0.127	-0.221
pH	-0.428*	-0.344	0.012	-0.136	-0.665**	-0.609**
Kireç	-0.158	-0.184	-0.170	-0.152	-0.217	-0.256
Değ.Na	-0.570**	-0.410*	0.351	0.212	-0.408*	-0.408*
Değ.K	0.452*	0.532**	0.260	0.330	0.468**	0.497**
Değ.Ca+Mg	0.535**	0.706**	0.264	0.428*	0.520**	0.712**
ESP	-0.611**	-0.629**	-0.039	-0.200	-0.453*	-0.642**
KDK	0.100	-0.004	-0.142	-0.005	-0.046	0.032
OM	0.841**	0.876**	0.166	0.359	0.866**	0.882**
EC	-0.048	0.010	0.238	-0.186	0.066	-0.082
Toplam N	0.452*	0.672**	0.007	0.410*	0.698**	0.771**
Alınabilir P	0.449*	0.495**	-0.041	0.146	0.534**	0.583**
Alınabilir K	0.583**	0.737**	0.464*	0.197	0.486*	0.542**

Metabolik katsayının da (qCO_2) ile alınabilir K arasında önemli pozitif, kum arasında önemli negatif ilişki; C_{org}/C_{mic} 'in değişebilir Ca+Mg ile toplam N arasında önemli pozitif; Katalaz aktivitesinin değişebilir K, değişebilir Ca+Mg, organik madde, toplam N, alınabilir P ve alınabilir K arasında önemli pozitif, pH, değişebilir Na ve ESP arasında önemli negatif ilişki; Dehidrogenaz aktivitesinin kil, değişebilir K, değişebilir Ca+Mg, organik madde, toplam N, alınabilir P ve alınabilir K arasında önemli pozitif, pH, değişebilir Na ve ESP arasında önemli negatif ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir.

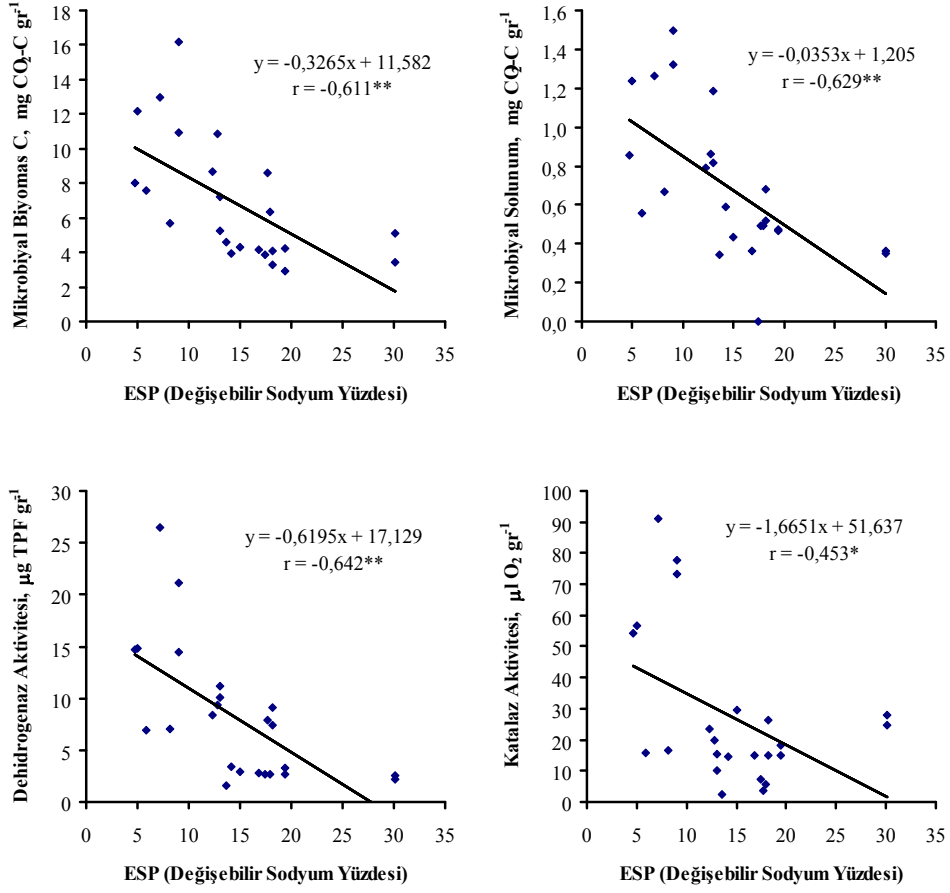
Toprakların biyolojik özelliklerini bünye, pH, EC gibi özellikler etkileyebilmekte, ancak, toprak mikroorganizmalarının populasyonları ve bunların aktiviteleri üzerine hem C hem de enerji kaynağı olması açısından toprak organik maddesinin miktarı, N, P ve K gibi besin maddelerinin alınabilir miktarları doğrudan mekanizmalar ile çok daha büyük oranlarda etki etmektedir. Özellikle toprak organik maddesi, hem toprakların diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerini düzenlediği için, 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, solumun ve enzim aktiviteleri gibi biyolojik özellikleri ile organik madde ve besin maddelerinin alınabilir miktarları arasında önemli ilişkiler saptamışlardır.

Kızılkaya Deltasında, gerek Kızılkaya'nın ve gerekse denizin etkisi altında kalmış araştırma topraklarında üst toprak katlarında daha az olmak üzere, alt toprak katlarına inildikçe artan Na ve ESP (Değişebilir Soyum Yüzdesi) belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu toprakların ESP ve Değişebilir Na içeriği ile toprakların biyolojik özellikleri arasındaki ilişkiler Şekil 4.3 ve 4.4 'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Değişebilir Na ile bazı biyolojik özellikler arasındaki ilişkiler



Şekil 4.4. ESP (Değişebilir Sodyum Yüzdesi) ile bazı biyolojik özellikler arasındaki ilişkiler

Elde edilen sonuçlara göre, hem değişebilir sodyum hem de değişebilir sodyum yüzdesi arasında (ESP) negatif ilişkiler saptanmıştır. Bu durum, toprakların Na içeriğinin artmasına bağlı olarak biyolojik özelliklerde önemli oranda azalmaların meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Shah ve Shah (2011) artan düzeylerde tuzluluk içeren topraklarda, tuzluluk ile biyolojik özellikler arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmada, toprak tuzluluk seviyesi arttıkça mikrobiyal biyomas, solunum, nitrifikasyon ve N mineralizasyonu gibi toprak biyolojik özellikleri ile tuzluluk arasında önemli negatif ilişkilerin bulunduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda, Kaushik ve Sethi (2005), NaCl ile toprak tuzluluk seviyesinin 5, 10 ve 15 dS/m⁻¹ düzeylerine getirilmesi durumunda çeltik bitkisinin rizosferindeki Amonyum oksitleyicilerin, nitrat oksitleyicilerin ve Azotobacter'lerin populasyonundaki değişimi araştırdıkları çalışmada, artan tuzluluk seviyesine bağlı olarak tüm araştırma konusu mikroorganizmalar ile bunların aracılık ettiği süreçlerin olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bafra ovasındaki Kızılırmak deltasında, gerek Kızılırmak'ın gerekse de denizin etkisinde kalmış arazilerde açılan toplam 6 adet profil çukurunda, profil boyunca toprakların mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi ve toprakların mikrobiyolojik özellikleri ile toprakların diğer fiziksel, kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu tez çalışmasında, topraklar *Sodic Haplustert*, *Typic Calciaquert*, *Sodic Calciustert*, *Vertic Haplustept*, *Typic Ustipsamment* olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, profil çukurlarında horizon esasına göre yapılan toprak örneklemede toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, tüm profillerde alt toprak katlarına doğru değişebilir Na içeriği ile ESP (değişebilir Sodyum Yüzdesi)'nin önemli oranlarda artış gösterdiği, bu artışın bazı profillerde değişebilir Na'un 15 cmolkg^{-1} seviyesine, ESP'nde %30'lara kadar ulaştığı belirlenmiştir. Bununla beraber, toplam organik C (C_{org}), mikrobiyal biyomas (C_{mic}), mikrobiyal solunum, metabolik katsayı ($q\text{CO}_2$), $C_{\text{org}}:C_{\text{mic}}$, dehidrogenaz aktivitesi, katalaz aktivitesi gibi mikrobiyolojik özelliklerinde alt toprak katlarına inildikçe önemli oranlarda düştüğü saptanmıştır. Yapılan korelasyon analizleri sonunda, değişebilir Na ve ESP ile toprakların mikrobiyolojik özellikleri arasında önemli negatif korelasyonlar belirlenmiş iken, organik madde, toplam N, alınabilir P ve değişebilir K ile toprakların mikrobiyolojik özellikleri arasında önemli pozitif korelasyonlar saptanmıştır.

Toprakların Na ve ESP içeriğinde meydana gelen artış sodiklik olarak adlandırılan ve ıslah gerektiren önemli bir toprak sorunudur. Bu sorun sadece bitkisel üretimde önemli azalmalara sebep olmayıp, bu tez çalışmasında da ortaya konulduğu gibi, toprakların verimliliği, kalitesi ve sağlığı ile sürdürülebilirliğinde çok önemli olan toprak mikrobiyolojik özelliklerinde de önemli düşmelere sebep olmaktadır. Dolayısıyla, jips uygulaması ve bunu takiben yıkama gibi sodiklik adına yapılacak her türlü ıslah uygulamaları sadece toprakların kimyasal özelliklerinde bir iyileşme meydana getirmeyecek, aynı zamanda mikrobiyolojik özellikleri olumsuz yönde etkileyen Na'un uzaklaştırılması sonucu mikrobiyolojik özelliklerinde de önemli artışları da beraberinde getirecektir. Ancak, özellikle mikroorganizmalar için başta C ve

enerji kaynağı görevini gören organik materyallerin topraklara ilave edilmesi de mikrobiyolojik gelişmeyi ve mikrobiyal uyarılmayı da sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Kızılırmak deltasında özellikle 2 m kotun altındaki denize yakın alanlarda sıklıkla ortaya çıkan ve bu alanlardaki çeltik gibi tarımsal üretimin gerçekleştiği topraklarda önemli verim kaybına sebep olan sodiklik ve tuzluluğun gideriminde, uygun drenaj sistemleri kurulduktan sonra gerçekleştirilecek ıslah programlarının toprakların mikrobiyolojik özelliklerinde de önemli gelişmeleri sağlayacağı gerçeğinden hareketle, bu alanlarda yetersiz olan organik maddenin de beraberinde topraklara kazandırılması gerekliliği ilgililere önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- 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, USA, pp. 831-871.
- Anderson, T.H., Domsch, K.H., 1986. Carbon link between microbial biomass and soil organic matter. In: Megusar F, Gantar M, editors. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Microbial Ecology*. Slovene Society for Microbiology, Ljubljana, Yugoslavia. pp. 467–471.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1196, Ders Kitabı: 344, Ankara, 282s.
- Anderson, T.H., Gray, T., 1991. Soil microbial carbon uptake characteristics in relation to soil management. *Fems Microbiology Ecology*, 74: 11-19.
- Ananyeva, D.N., Susyan 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.
- Antisari, 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.
- Asif Shah, S., Shah Z., 2011. Changes in Soil Microbial Characteristics with elevated Salinity. *Sarhad Journal Agriculture*. Vol.27, No.2.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of 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*, *Agronomy* 9. (Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (eds.), ASA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 933-951.
- Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. In: *Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties*, *Agronomy* 9. (Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (eds.), ASA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 1149-1176.
- Beck, T.H. 1971. Die Messung der Katalasen aktivität Von Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 130: 68-81.
- Burns, R.G., 1978. *Soil Enzymes*. Academic. Press Inc., (London) Ltd. 379p.
- Babu, 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.
- 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): 2006.
- Chittaranjan, M., Srikanth, T. Yamini Lakshmi B., Pavani, D., 2011. Effect of sea water on some geo technical properties of clayey soil. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*. 4: 161-164.
- Çağlar, K.Ö., 1958. *Toprak Bilimi*. Ankara Üniversitesi Yayınları No. 10. Ankara.

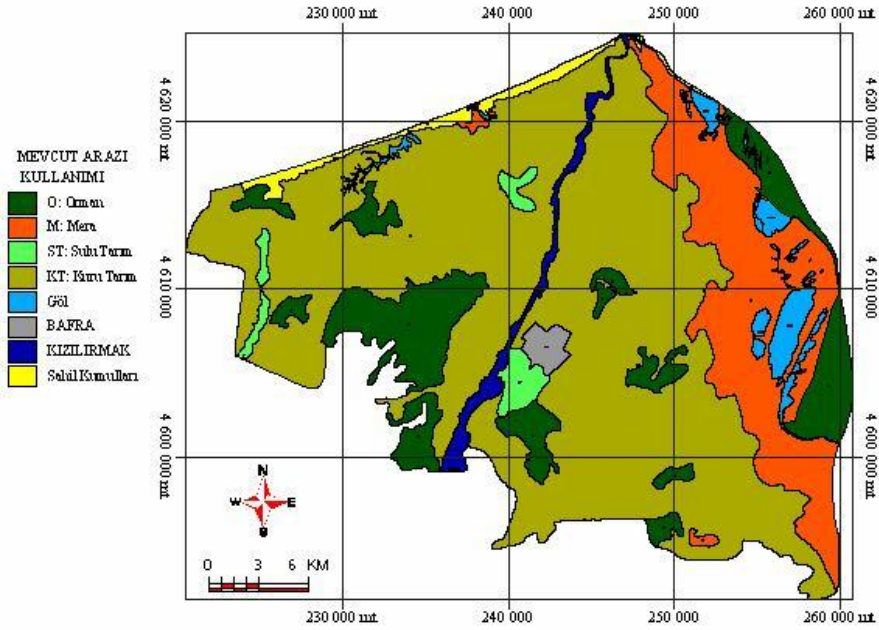
- Dizdar, M.Y., 1978. Türkiye’de Tuzdan Etkilenmiş Topraklar. *Toprak Su Dergisi*, 47: 36-57.
- Dick, R.P., Myrold, D.D., Kerle, E.A., 1988. Microbial biomass and soil enzyme activities in compacted and rehabilitated skid trail soils. *Soil Science Society of America Journal* 52: 51-56.
- De Luca, T.H., 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.
- Doğa, 2008. Kızılırmak Deltası Sulak Alan Yönetim Planı (2008-2012). Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- El-Ghany, A., Bouthaina F., Rhawhia A.M., Tomader A., El-Rahmany A., El-Shazly M., 2010. Effect of Some Soil Microorganisms on Soil Properties and Wheat Production under North Sinai Conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(5): 559-579.
- Frankenberger, W.T., Dick W.A., 1982. Relationships Between Enzyme Activities and Microbial Growth and Activity Indices in Soil. *Soil Science Soficiency of America Journal*, 47(5): 945-951.
- Fox, T.R., Comerford, N.B. 1992. Rhizosphere phosphate activity and phosphatase hydrolyzable organic phosphorus in two forested spodosols. *Soil Biology and Biochemistry*. 24(6): 579-583.
- Falkenmark, M., Rockstrom, J. 1993. Curbing rural exodus from tropical drylands. *AMBIO-0122 No:71993*.
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F., 1994. Microbial activity in soils under Mediterranean environmental conditions. *Soil Biology and Biochemistry* 26: 1185-1191.
- Glinski, J., Stepniewski W., 1985. *Soil Aeration and its Role for Plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Ghassemi, F.A., Jakeman, J., Nix, H.A., 1995. *Salinisation of land and water resources*. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra. Australia.
- Güngör, Y., Erözel, Z., 1994. *Drenaj ve Arazi Islahı*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232s.
- Hossain, M.A. 2010. Global Warming induced Sea Level Rise on Soil, Land and Crop Production Loss in Bangladesh. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Kanber, R., Kırdı, C., Tekinel, O., 1992. *Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6, Adana.
- Kaur, B., Gupta S.R., Singh G., 2000. Soil carbon, microbial activity and nitrogen availability in agroforestry systems on moderately alkaline soils in northern India. *Applied Soil Ecology* 15: 283–294.
- 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.

- Kaushik, A., Sethi, V., 2005. Salinity Effects on Nitrifying and Free Diazotrophic Bacterial Populations in the Rhizosphere of Rice. *Bulletin of the National Institute of Ecology* 15: 139-144.
- Kızılkaya, R., Dengiz, O., Hepşen, Ş., Başkan, O., 2007 β -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.
- Khalif, A. A., Abdorhim H., Hamuda H.E.A.F., Kecskés M., 2009. Detection and Enumeration of Enzymatic Activities and Fluorescent Pseudomonads Population in the Rhizosphere of White Clover Due to Salinity. 5th International Multidisciplinary Conference. pp.251-256.
- 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. pp. 1039-1046. Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey.
- Lal, R., 1991. Current research on crop water balance and implications for the future. In: *Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone (Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991)*. IAHS Public no. 199. pp. 31-44.
- 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. *Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde*. 48: 279–288.
- Lorenz, K., Kandeler E., 2004. Biochemical characterization of urban soil profiles from Stuttgart, Germany. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1373–1385.
- 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* 9:518–527.
- 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.
- Mostafa, M.A., Elsharawy, M.O., Elboraei, F.M. 2004. Use of sea water for wheat irrigation II.Effect of soil chemical properties, actual evapotranspiration and water use efficiency. *International Conference on Water Resources and Arid Environment*. pp.1-19.
- 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.
- Moradi, A., Tahmourespour, A., Hoodaji, M., Khorsandi, F., 2011. Effect of salinity on free living - diazotroph and total bacterial populations of two saline soils. *African Journal of Microbiology Research* 5(2): 144-148.

- 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 Agriculture Cir. 939. Washington D.C. USA.
- Okur, N., Altındışlı 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.
- Pang, P.C.K., Kolenko, H. 1986. Phosphomonoesterase activity in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 18: 35-40.
- Peech, M., 1965. Hydrogen-ion activity, In: *Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties, Agronomy 9.* (Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (eds.), ASA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 914-925.
- Pepper, I.L., Gerba, C.P., Brendecke, J.W., 1995. *Environmental microbiology: a laboratory manual.* Academic Press Inc. New York, USA.
- Pascual, J.A., Ros M., Hernandez M., Garcia C., 2001. Effect of Long-Term Monoculture on Microbiological and Biochemical Properties in Semiarid Soils. *Communications Soil Science Plant Analysis*, 32(3&4), 537–552.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils . U.S. Department Agriculture Handbook.* p. 60
- Rowell, D.L., 1996. *Soil Science: methods and applications.* Longman, 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.
- 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.
- Sönmez, B., Yurtseven, E. 1995. Değişik Tuzluluk ve SAR Değerlerine Sahip Suların Toprak Tuzluluğu ve Sodyumluluğu İle Domates Bitkisinin Gelişimine ve Verimine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Köy Hizmetleri Gn. Md., Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, 202/R119, Ankara.
- Setia, R., Marschner P., Smith P., Baldock A. J., Chittleborough D. J., Smith J., 2010. Using salt-amended soils to calculate a rate modifier for salinity in soil carbon models. 19th World Congress of Soil Science, *Soil Solutions for a Changing World.* 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Shah, S.A., Shah, Z., 2011. Changes in soil microbial characteristics with elevated salinity. *Sarhad Journal of Agriculture* 27(2): 233-244.
- Trevors, J.T., 1984. Dehydrogenase activity in soil. A comparison between the INT and TTC assay. *Soil Biology and Biochemistry* 16: 673-674.
- Wallenius, K., Rita H., Mikkonen A., Lappi K., Lindström K., Hartikainen H., Raateland A., Niemi R. M., 2011. Effects of land use on the level, variation and spatial structure of soil enzyme activities and bacterial communities. *Soil Biology and Biochemistry* 43: 1464-1473.
- Yurtsever, N., 1984. *Deneysel İstatistik Metodları.* Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. s.623.
- Yudelman, M., 1994. Feeding the world. *International Irrigation Management Institute Review* 8 (1): 4-15.
- Yurtseven, E., Baran, H.Y., 2000. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24(2):185-190.

7. EKLER

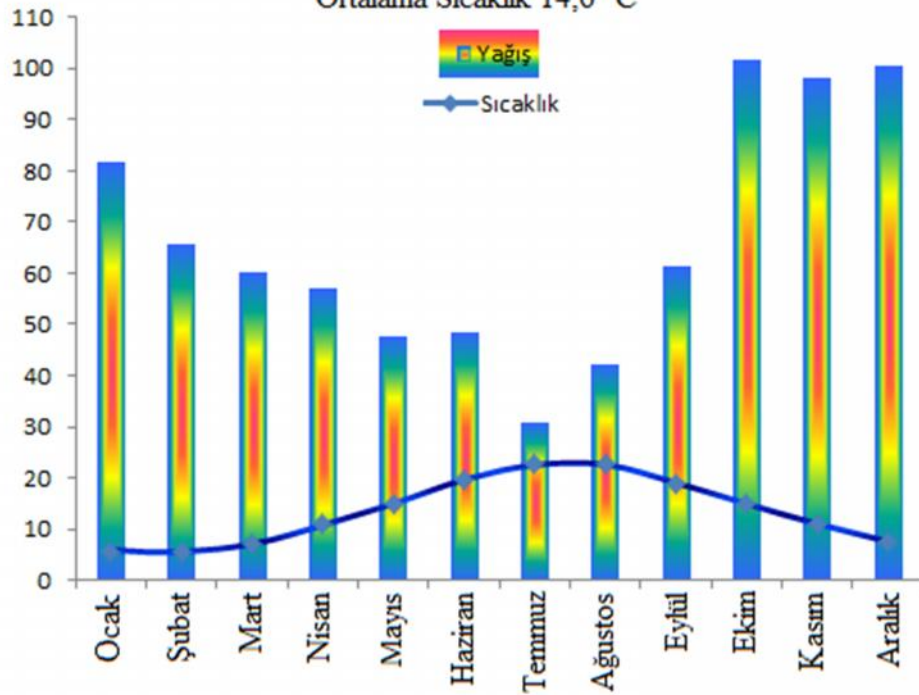
EK 1. Bafra Ovası Mevcut Arazi Kullanımı ve İklim verileri



Uzun Yıllar (1975-2010) İklim Verileri

Toplam Yağış 795,5 mm

Ortalama Sıcaklık 14,6 °C



Ek 1. (devamı)

Meteorolojik Elemanlar (1975-2010)	AYLAR												Yıllık Ort. & Top.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.7	5.6	7.2	10.9	15.1	19.8	22.6	22.6	19.0	14.9	11	7.6	14.6
Ortalama Yağış (mm)	81.6	65.7	60.3	56.9	47.8	48.3	30.9	42.2	61.3	101.6	98.3	100.6	79.55
Ortalama Nispi Nem (%)	72.1	73.6	76.5	78.3	78.5	74.7	72.6	74.2	76.3	77.6	72.6	71.2	74.9
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3.1	2.6	2.2	2.2	1.8	1.7	1.9	1.7	1.5	1.5	2.1	3.2	2.1

EK 2. 1 Nolu Profil (Sodic Haplustert) Topraklarının Biyolojik Özellikleri

Horizon/Derinlik	C _{mic}	MS	KA	DHA	C _{org}	qCO ₂	C _{org} :C _{mic}
Ap (0-18 cm)	8.009 ^A (1.537)	0.854 ^A (0.036)	54.391 ^A (1.350)	14.681 ^A (0.949)	2.260 ^A (0.000)	108.716 ^A (16.617)	69.451 ^A (13.580)
Bss ₁ (18-45 cm)	7.595 ^A (0.940)	0.559 ^B (0.010)	15.663 ^B (4.913)	6.883 ^B (0.817)	1.330 ^B (0.000)	74.316 ^B (7.974)	42.462 ^{AB} (5.294)
Bss ₂ (45-70 cm)	5.708 ^{AB} (0.376)	0.664 ^C (0.017)	16.768 ^B (3.322)	7.096 ^B (1.600)	1.040 ^C (0.000)	116.549 ^B (4.713)	43.857 ^{BC} (2.898)
Bss ₃ (70-116 cm)	3.920 ^B (0.262)	0.591 ^C (0.027)	14.501 ^B (1.683)	3.341 ^C (0.765)	0.930 ^D (0.000)	151.538 ^C (16.998)	57.107 ^{BC} (3.828)
C (116 + cm)	3.837 ^B (0.651)	0.001 ^D (0.000)	7.325 ^C (0.029)	2.713 ^C (0.188)	0.630 ^E (0.000)	0.266 ^D (0.046)	40.180 ^C (6.911)
F-değeri	12.286 ^{**}	563.578 ^{***}	189.519 ^{***}	64.200 ^{***}	1.168 ^{***}	64.198 ^{***}	6.719 [*]
LSD	2.665 ^{%1}	0.064 ^{%0.1}	6.421 ^{%0.1}	2.821 ^{%0.1}	0 ^{%0.1}	33,945 ^{%0.1}	15.644 ^{%5}

C_{mic} = Mikrobiyal Biyomas C, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hMS = Mikrobiyal Solunum, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hKA = Katalaz aktivitesi, µl O₂ gr⁻¹ 3 dak.DHA = Dehidrogenaz aktivitesi, µg TPF gr⁻¹ 24 hC_{org} = Organik karbon, %qCO₂ = MS/C_{mic}, µg CO₂-C g⁻¹ 24 h / µg CO₂-C g⁻¹ 24 hC_{org}:C_{mic} = C_{org} / mg CO₂-C g⁻¹ 1 h

* Parantez içerisindeki rakamlar tekrürler arasındaki ortalamayı, harflendirmeler ise düşey karşılaştırmayı göstermektedir
 (***) P<0.001, ** P<0.01, * P<0.05, ö.d. Önemli değil).

EK 3. 2 Nolu Profil (Typic Calciaquert) Topraklarının Biyolojik Özellikleri

Horizon/Derinlik	C _{mic}	MS	KA	DHA	C _{org}	qCO ₂	C _{org} :C _{mic}
Ap (0-25 cm)	12.187 ^A (0.195)	1.235 ^A (0.014)	56.739 ^A (3.496)	14.784 ^A (4.329)	1.850 ^A (0.000)	101.375 ^A (0.448)	36.437 ^A (0.584)
Bss1 (25-70 cm)	10.845 ^A (0.023)	0.859 ^B (0.022)	19.661 ^B (3.496)	9.364 ^{AB} (0.369)	1.450 ^B (0.000)	79.175 ^{AB} (1.854)	32.090 ^A (0.067)
Bss2 (70-116 cm)	8.572 ^B (1.259)	0.494 ^C (0.004)	3.781 ^C (1.586)	7.949 ^{BC} (0.329)	0.690 ^C (0.000)	58.489 ^{AB} (8.272)	19.603 ^B (2.911)
Clk (116 + cm)	4.592 ^C (1.272)	0.342 ^D (0.013)	2.500 ^C (0.495)	1.588 ^C (0.205)	0.290 ^D (0.000)	79.094 ^B (25.804)	15.997 ^B (4.606)
F-değeri	70.372 ^{***}	1766.277 ^{***}	420.963 ^{***}	19.237 ^{**}	1838.120 ^{***}	6.770 [*]	61.815 ^{***}
LSD	2.079 ^{%0.1}	0.050 ^{%0.1}	6.463 ^{%0.1}	6.487 ^{%1}	0.087 ^{%0.1}	23.305 ^{%5}	6.525 ^{%0.1}

C_{mic} = Mikrobiyal Biyomas C, mg CO₂-C g⁻¹ 24 h

MS = Mikrobiyal Solunum, mg CO₂-C g⁻¹ 24 h

KA = Katalaz aktivitesi, µl O₂ gr⁻¹ 3 dak.

DHA = Dehidrogenaz aktivitesi, µg TPF gr⁻¹ 24 h

C_{org} = Organik karbon, %

qCO₂ = MS/C_{mic}, µg CO₂-C g⁻¹ 24 h / µg CO₂-C g⁻¹ 24 h

C_{org}:C_{mic} = C_{org} / mg CO₂-C g⁻¹ 1 h

* Parantez içerisindeki rakamlar tekrürler arasındaki ortalamayı, harflendirmeler ise düşey karşılaştırmayı göstermektedir

(^{***} P<0.001, ^{**} P<0.01, ^{*} P<0.05, ^{öd.} Önemli değil).

EK 4. 3 Nolu Profil (Sodic Haplustert) Topraklarının Biyolojik Özellikleri

Horizon/Derinlik	C _{mic}	MS	KA	DHA	C _{org}	qCO ₂	C _{org} ·C _{mic}
Ap (0-15 cm)	12.962 ^A (1.912)	1.266 ^A (0.052)	91.145 ^A (4.678)	26.524 ^A (4.694)	2.660 ^A (0.000)	98.697 (10.634)	49.981 (7.454)
Ad (15-44 cm)	8.702 ^B (0.273)	0.792 ^B (0.024)	23.281 ^B (2.781)	8.412 ^B (0.367)	1.390 ^B (0.000)	91.115 (5.622)	38.359 (1.205)
Bss ₁ (44-73 cm)	6.313 ^{BC} (0.784)	0.493 ^C (0.052)	5.573 ^{BC} (5.359)	2.654 ^B (0.973)	1.160 ^B (0.000)	78.233 (1.415)	44.559 (5.576)
Bss ₂ (73-108 cm)	4.334 ^C (1.211)	0.437 ^C (0.007)	29.394 ^{CD} (5.467)	2.929 ^B (0.013)	0.980 ^B (0.000)	106.086 (29.135)	57.332 (16.658)
C (108 + cm)	4.168 ^C (0.175)	4.168 ^D (0.004)	15.020 ^D (3.133)	2.806 ^B (1.056)	0.750 ^B (0.000)	87.218 (2.806)	43.233 (1.819)
F-değeri	46.599 ^{***}	624.444 ^{***}	164.524 ^{***}	64.007 ^{***}	26.224 ^{***}	1.738 ^{ö.d.}	2.780 ^{ö.d.}
LSD	2.545 _{%0.1}	0.070 _{%0.1}	12.496 _{%0.1}	6.095 _{%0.1}	0.707 _{%0.1}		

C_{mic} = Mikrobiyal Biyomas C, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hMS = Mikrobiyal Solunum, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hKA = Katalaz aktivitesi, µl O₂ gr⁻¹ 3 dak.DHA = Dehidrogenaz aktivitesi, µg TPF gr⁻¹ 24 hC_{org} = Organik karbon, %qCO₂ = MS/C_{mic}, µg CO₂-C g⁻¹ 24 h / µg CO₂-C g⁻¹ 24 hC_{org}:C_{mic} = C_{org} / mg CO₂-C g⁻¹ 1 h

* Parantez içerisindeki rakamlar tekrürler arasındaki ortalamayı, harflendirmeler ise düşey karşılaştırmayı göstermektedir

(***) P<0.001, ** P<0.01, * P<0.05, ö.d. Önemli değil).

EK 5. 4 Nolu Profil (Sodic Calciustert) Topraklarının Biyolojik Özellikleri

Horizon/Derinlik	C _{mic}	MS	KA	DHA	C _{org}	qCO ₂	C _{org} ·C _{mic}
Ap (0-18 cm)	10,905 ^A (1,865)	1,323 ^A (0,046)	77,752 ^A (6,873)	21,074 ^A (3,962)	2,780 ^A (0,000)	123,288 ^A (17,122)	62,414 ^A (10,831)
Ad (18-50 cm)	7,205 ^B (0,451)	1,185 ^B (0,000)	15,498 ^B (2,413)	10,132 ^B (0,203)	1,330 ^B (0,000)	164,867 ^A (10,344)	44,418 ^A (2,787)
Bss (50-82 cm)	4,072 ^C (0,137)	0,682 ^C (0,037)	26,481 ^B (5,365)	7,350 ^{BC} (1,017)	1,100 ^B (0,000)	167,364 ^B (3,463)	64,876 ^A (2,187)
Bssk (82-125 cm)	4,250 ^C (0,000)	0,466 ^D (0,000)	14,912 ^C (3,732)	2,618 ^{CD} (0,160)	1,100 ^B (0,000)	109,573 ^B (0,000)	62,123 ^B (0,000)
C (125 + cm)	3,399 ^C (0,339)	0,348 ^E (0,007)	27,752 ^C (2,721)	2,157 ^D (0,399)	0,520 ^B (0,000)	102,938 ^B (8,164)	36,961 ^B (3,701)
F-değeri	51,956 ^{***}	1177,954 ^{***}	145,260 ^{***}	55,098 ^{***}	23,962 ^{***}	41,272 ^{***}	28,301 ^{***}
LSD	2,057 ^{%0.1}	1177,954 ^{***}	10,239 ^{%0.1}	4,919 ^{%0.1}	0,707 ^{%0.1}	22,591 ^{%0.1}	11,257 ^{%0.1}

C_{mic} = Mikrobiyal Biyomas C, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hMS = Mikrobiyal Solunum, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hKA = Katalaz aktivitesi, µl O₂ gr⁻¹ 3 dak.DHA = Dehidrogenaz aktivitesi, µg TPF gr⁻¹ 24 hC_{org} = Organik karbon, %qCO₂ = MS/C_{mic}, µg CO₂-C g⁻¹ 24 h / µg CO₂-C g⁻¹ 24 hC_{org}·C_{mic} = Corg / mg CO₂-C g⁻¹ 1 h

* Parantez içerisindeki rakamlar tekrürler arasındaki ortalamayı, harflendirmeler ise düşey karşılaştırmayı göstermektedir (*** P<0.001, ** P<0.01, * P<0.05, ^{öd} . Önemli değil).

EK 6. 5 Nolu Profil (Vertic Haplustept) Topraklarının Biyolojik Özellikleri

Horizon/Derinlik	C _{mic}	MS	KA	DHA	C _{org}	qCO ₂	C _{org} :C _{mic}
A ₁ (0-18 cm)	16,203 ^A (1,055)	1,499 ^A (0,079)	73,405 ^A (3,873)	14,478 ^A (1,156)	2,660 ^A (0,000)	92,571 ^A (1,128)	39,511 ^A (2,578)
A ₂ (18-47 cm)	5,230 ^B (0,188)	0,815 ^B (0,024)	10,240 ^B (0,705)	11,134 ^B (0,038)	1,160 ^B (0,000)	155,836 ^A (1,099)	53,280 ^{AB} (1,913)
2Bwb (47-88 cm)	3,274 ^{BC} (0,780)	0,519 ^C (0,011)	15,138 ^{BC} (1,081)	9,084 ^C (0,937)	0,980 ^C (0,000)	164,227 ^{AB} (36,900)	74,721 ^{BC} (18,323)
2C ₁ b (88-110 cm)	2,895 ^{CD} (0,414)	0,476 ^{CD} (0,015)	18,035 ^C (4,210)	3,219 ^D (0,681)	0,520 ^D (0,000)	167,063 ^{BC} (29,295)	43,700 ^{BC} (6,306)
2C ₂ b (110 + cm)	5,122 ^D (0,589)	0,360 ^D (0,034)	24,717 ^C (2,288)	2,492 ^D (0,209)	0,520 ^D (0,000)	71,419 ^C (14,945)	24,585 ^C (2,847)
F-değeri	178,260 ^{****}	303,192 ^{****}	219,839 ^{****}	149,695 ^{****}	9,45 ^{****}	9,974 ^{**}	10,938 ^{**}
LSD	1,955 ^{%0.1}	0,125 ^{%0.1}	8,241 ^{%0.1}	1,998 ^{%0.1}	0,001 ^{%0.1}	67,385 ^{%1}	26,623 ^{%1}

C_{mic} = Mikrobiyal Biyomas C, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hMS = Mikrobiyal Solunum, mg CO₂-C g⁻¹ 24 hKA = Katalaz aktivitesi, µl O₂ gr⁻¹ 3 dak.DHA = Dehidrogenaz aktivitesi, µg TPF gr⁻¹ 24 hC_{org} = Organik karbon, %qCO₂ = MS/C_{mic}, µg CO₂-C g⁻¹ 24 h / µg CO₂-C g⁻¹ 24 hC_{org}:C_{mic} = C_{org} / mg CO₂-C g⁻¹ 1 h

* Parantez içerisindeki rakamlar tekerlerler arasındaki ortalamayı, harflendirmeler ise düşey karşılaştırmayı göstermektedir
 (**** P<0.001, ** P<0.01, * P<0.05, ö.d. Önemli değil).

EK 7. 6 Nolu Profil (Typic Ustipsamment) Topraklarının Biyolojik Özellikleri

Horizon/Derinlik	C _{mic}	MS	KA	DHA	C _{org}	qCO ₂	C _{org} ·C _{mic}
A (0-5 cm)	6,694 (1,468)	0,082 (0,011)	45,576 ^A (5,650)	13,322 ^A (3,759)	1,100 ^A (0,000)	12,460 (1,119)	40,764 (9,156)
C (5 + cm)	1,908 (0,538)	0,041 (0,024)	5,733 ^B (2,192)	1,384 ^B (0,123)	0,460 ^B (0,000)	19,911 (7,450)	61,210 (17,979)
F-değeri	17,071 ^{ö.d.}	4,067 ^{ö.d.}	81,618 [*]	28,771 [*]	0,61 ^{**}	4,086 ^{ö.d.}	1,735 ^{ö.d.}
LSD			18,976 ^{%5}	9,576 ^{%5}	0 %1		

C_{mic} = Mikrobiyal Biyomas C, mg CO₂-C g⁻¹ 24 h

MS = Mikrobiyal Solunum, mg CO₂-C g⁻¹ 24 h

KA = Katalaz aktivitesi, µl O₂ gr⁻¹ 3 dak.

DHA = Dehidrogenaz aktivitesi, µg TPF gr⁻¹ 24 h

C_{org} = Organik karbon, %

qCO₂ = MS/C_{mic}, µg CO₂-C g⁻¹ 24 h / µg CO₂-C g⁻¹ 24 h

C_{org}:C_{mic} = C_{org} / mg CO₂-C g⁻¹ 1 h

* Parantez içerisindeki rakamlar tekrürler arasındaki ortalama, harflendirmeler ise düşey karşılaştırmayı göstermektedir

(^{***} P<0.001, ^{**} P<0.01, ^{*} P<0.05, ^{öd.} Önemli değil).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Tuba ALPASLAN

Doğum Yeri: TRABZON

Doğum Tarihi: 25.07.1985

Medeni Hali: Bekâr

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl): Yüksek Lisans (2004-2008)

Lise: Mithat Paşa Lisesi (1999-2002)

Lisans: 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Fakültesi, Toprak Bölümü (2004-2008)

Yüksek Lisans: 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (2008-2011)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

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

İletişim Bilgileri:

Adres:

Ev: 19 Mayıs Üniversite Lojmanları M Blok No:17 Atakum / Samsun

İş: 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

İş Tel: 0362 312 1919 - 1107

Cep Tel: 0537 662 6763

e-mail: tubis_alpaslan@hotmail.com