



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BÜYÜK MELEN ÇAYI'NIN FARKLI KIYI ZONLARININ BAZI**  
**VEJETASYON VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNE**  
**ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**HAZIRLAYAN**

**EREN BAŞ**

**DANIŞMAN**

**DOÇ. DR. ŞAHİN PALTA**

**BARTIN-2023**



**T.C.**

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BÜYÜK MELEN ÇAYI'NIN FARKLI KIYI ZONLARININ BAZI VEJETASYON  
VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EREN BAŞ**

**BARTIN-2023**

## **KABUL VE ONAY**

## BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Şahin PALTA danışmanlığında hazırlamış olduğum “BÜYÜK MELEN ÇAYI’NIN FARKLI KIYI ZONLARININ BAZI VEJETASYON VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

31.08.2023

Eren BAŞ

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, TÜBİTAK 1002 – Hızlı destek programı kapsamında 220O055 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimimde ve tezimin hazırlanmasında bilimsel danışmanlığımı üstlenen ve çalışmanın hazırlanması esnasında her türlü destek ve yardımlarından dolayı danışman hocam Doç. Dr. Şahin PALTA'ya teşekkür ederim.

Lisans ve lisansüstü eğitim hayatım boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerleri hocalarım başta olmak üzere Prof. Dr. Oktay YILDIZ'a, Dr. Öğr. Üyesi Bilal ÇETİN'e, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DAYI'ya, Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI'ya ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca tezin arazi çalışmaları konusunda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK'e, Orman Mühendisi İslam Cihad İPEK'e ve Peyzaj Mimarı Turgay BİRİCİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi olarak bana destek veren ve tezin hazırlanması aşamasında sürekli beni motive eden sevgili annem Emine BAŞ'a ve babam Şafak BAŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Eren BAŞ

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **BÜYÜK MELEN ÇAYI'NIN FARKLI KIYI ZONLARININ BAZI VEJETASYON VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Eren BAŞ**

**Bartın Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şahin PALTA**

**Bartın- 2023, sayfa: XIII + 99**

Düzce ilinin Gölyaka ilçesinde yürütülen bu çalışmada, Büyük Melen Çayı'nın kenarında bulunan bir su kenarı mera ekosisteminde, toprak, arbusküler mikorizal fungus (AMF) ve vejetasyon özelliklerinin su kenarından uzaklığa göre değişimi incelenmiştir. Araştırma amacının doğrultusunda su kenarından 0-50 m, 50-100 m ve 100-150 m uzaklıklarda üç farklı zon aralığı belirlenmiştir. Bu kapsamda tüm zonlarda toprak, arbusküler mikorizal fungus ve vejetasyon örnekleme gerçekleştirilmiştir. Yapılan toprak analizi sonuçlarına göre; kil, toz, kum miktarı, hacim ağırlığı, pH'sı, EC'si, kireç içerikleri, toprak nemi, toprak sıcaklığı, toplam azot, organik karbon ve elde edilebilir potasyum içeriklerinin su kenarından uzaklaştıkça istatistiki anlamda değiştiği belirlenmiştir. Toprak özellikleri bakımından tüm zonlarda orta kireç içeriği, Zon-1'de düşük olarak bulunan azot, organik karbon, potasyum içeriği, kil içeriği ve Zon-2'de düşük olarak bulunan azot ve potasyum içeriği dışında bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz etkileyecek bir olumsuzluk görülmemektedir. Arbusküler mikorizal fungus sonuçlarına göre su kenarından uzaklaştıkça spor sayısının istatistiki anlamda değiştiği belirlenmiştir. Tüm zonlarda toplam 8 AMF cinsi tespit edilmiştir. Bu cinslerin, *Acaulospora*, *Ambispora*, *Glomus*, *Dentiscutata*, *Funneliformis*, *Rhizophagus*, *Claroideoglomus*, *Cetraspora* cinslerine ait

arbusküler mikorizal funguslar olduğu belirlenmiştir. Yapılan vejetasyon analizleri sonucunda toplam 22 familyaya ait 58 bitki taksonu tespit edilmiştir. Araştırma alanında baklagiller ve buğdaygiller familyalarına ait bitki taksonlarının ve azalıcı grupta yer alan bitki taksonlarının az olduğu tespit edilmiştir. Vejetasyon örtüsünün, baklagiller ve buğdaygiller familyalarına ait bitkilerin botanik kompozisyon değerlerinin su kenarından uzaklaştıkça istatistiki anlamda değiştiği belirlenmiştir. Tüm zonlarda buğdaygillere ait botanik kompozisyon değerlerinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan korelasyon analizi sonucunda, AMF spor sayısı ile kil içeriği, alınabilir potasyum, toprak nemi ve toprak sıcaklığı arasında pozitif korelasyon, kum içeriği ve kireç içeriği arasında negatif korelasyon olduğu bulunmuştur. Vejetasyon örtüsü ise kil içeriği, toz içeriği, EC ve toprak nemi ile arasında pozitif korelasyon, kum içeriği ve pH ile arasında negatif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre çalışma alanı Büyük Melen Havzasının bir parçası olarak görünse de bu havza boyunca bulunan kıyı ekosistemlerinin hangi olumsuzluklar altında olduğu tahmin edilebilmektedir. Bu nedenle aslında ıslah çalışmaları bir bütün olarak düşünülerek havza genelinde bilimsel çalışmaların desteklenmesi ile yapılması gerekmektedir. Günümüzde güncel bir konu olarak bilinen iklim değişikliği senaryolarında kurak sahaların artacağı öngörülmektedir. Bu durumda önemli ekosistemlerimizi korumak açısından çalışmaya konu olan AMF gibi farklı doğal çözüm yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Araştırma alanından elde edilen bu veriler de ilerleyen dönemlerde yapılabilecek bu tarz doğal çözüm araştırmalarına önemli katkılar sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Arbüsküler mikoriza fungus, Su kenarı ekosistemi, Toprak özellikleri, Vejetasyon

**Bilim Alanı Kodu:** 120504

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **INVESTIGATING THE EFFECTS OF DIFFERENT RIPARIAN ZONES ON THE CHANGE OF SOME VEGETATION AND SOIL PROPERTIES IN GRAND MELEN STREAM**

**Eren BAŞ**

**Bartın University**

**Graduate School**

**Forest Engineering Department**

**Thesis Advisor: Assoc. Prof. Şahin PALTA**

**Bartın-2023, pp: XIII + 99**

In this study, that is conducted in Gölyaka district of Düzce province, the variation of soil, arbuscular mycorrhizal fungi, and vegetation characteristics according to the distance from the stream's edge in a riparian pasture ecosystem on part of the Büyük Melen Stream, was investigated. In line with the research purpose, three different zone ranges were determined at distances of 0-50m, 50-100m and 100-150m from the riparian edge. In this context, soil, arbuscular mycorrhizal fungi and vegetation were sampled for all zones. According to the results of soil analysis, clay, silt, and sand contents, bulk density, pH, EC, and lime contents, soil moisture, soil temperature, total nitrogen, organic carbon, and available potassium contents, were found to change statistically dependent upon the distance from the water edge. In terms of soil properties, there was no negative effect on plant growth and development except for the situations of medium lime content in all zones, low nitrogen, organic carbon, potassium content, clay content in Zone-1 and low nitrogen and potassium content in Zone-2. According to the results of arbuscular mycorrhizal fungi, it was determined that the number of spores changed statistically when going away from the stream's edge. A total of 8 AMF genera were detected for all zones. These genera were determined to be arbuscular mycorrhizal fungi belonging to the genera *Acaulospora*, *Ambispora*, *Glomus*, *Dentiscutata*, *Funneliformis*, *Rhizophagus*, *Claroideoglomus*,



*Cetraspora*. As a result of the vegetation analysis, 58 plant taxa belonging to 22 families were identified. In the research area, it was determined that the plant taxa belonging to the legume and grasses families and plant taxa in decreasing numbers, were relatively few. It was determined that the botanical composition values of the vegetation cover, legume and grasses families changed statistically when going away from the stream's edge. In all zones, botanical composition values belonging to wheatgrass were found to be the highest. In addition, as a result of the correlation analysis, it was found that there was a positive correlation between AMF spore number and clay content, available potassium, soil moisture and soil temperature, and a negative correlation between sand content and lime content. Vegetation cover was positively correlated with clay content, silt content, EC and soil moisture, and negatively correlated with sand content and pH. According to the results of the research, although the study area appears to be a part of the Great Melen Basin, it can be estimated under which the negative conditions the coastal ecosystems along this basin are facing. For this reason, in fact, breeding works should be carried out with the support of scientific studies throughout the basin by considering them as an integrated work. Under the climate change scenarios, which are known as a current issue, it is predicted that arid areas will increase. In this case it is necessary to develop different natural solution methods such as AMF, which is the subject of this study to protect our important ecosystems. These data obtained from the research area will also provide important contributions to such natural solution research in the future.

**Keywords:** Arbuscular mycorrhiza fungi, riparian zone, Soil properties, Vegetation

**Science Field Code:** 120504

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME .....	iii
ÖNSÖZ .....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLOLAR DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1 Su Kenarı Ekosistemlerinde Toprak Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Literatür Özeti.....	4
2.2 Su Kenarı Ekosistemlerinde Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF) Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Literatür Özeti.....	12
2.3 Su Kenarı Ekosistemlerinde Vejetasyon Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Literatür Özeti.....	20
3. MATERYAL VE METOT .....	27
3.1 Materyal .....	27
3.1.1 Çalışma Sahasının Genel Özellikleri .....	27
3.1.2 İklim Özellikleri.....	31
3.2 Metod.....	34
3.2.1 Deneme Deseni Kuruluşu ve Yapılan Örneklem İşlemleri.....	34
3.2.2 Toprak Örneklerinin Alınımı ve Analizleri .....	36
3.2.3 Vejetasyon Analizleri .....	38
3.2.4 Arbusküler Mikorizal Fungusların Spor İzolasyonu .....	40
3.3 İstatistik Analizler .....	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	43
4.1 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Bulgular ve Tartışma .....	43
4.2 Arbusküler Mikorizal Funguslara Ait Bulgular ve Tartışma.....	58
4.3 Vejetasyon Analizlerine ait Bulgular ve Tartışma .....	63

4.4	Korelasyon Analizlerine ait Bulgular ve Tartışma .....	70
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	75
	KAYNAKLAR.....	82
	ÖZGEÇMİŞ.....	98

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
3.1: Araştırma alanının Türkiye ve Düzce/Gölyaka'daki konumu .....	28
3.2: Çalışma sahasında tüm zonların su altında kalmış bir görüntüsü .....	29
3.3: Çalışma sahasında suyun alandan çekildikten sonraki görüntüsü.....	29
3.4: Çalışma sahasında büyük baş hayvan otlatıldığına dair bir görüntü .....	30
3.5: Çalışma sahasında hayvan gezinmesine bağlı olarak toprağın sıkışmasına ait bir görüntü .....	31
3.6: Çalışma sahasının Thornthwaite metoduna göre su bilançosu grafiği.....	34
3.7: Çalışma sahasının çelik şerit metre yardımı ile zonlara ayrılması .....	35
3.8: Çalışma sahasından toprak ve spor analizi için alınan toprak örnekleri .....	36
3.9: Çalışma sahasından toprak örneklerinin kürek yardımıyla alınması .....	36
3.10: Çalışma sahasında toprak nemi ölçümlerinin yapılması .....	37
3.11: Çalışma sahasından botanik kompozisyon için alınan transekt hatları .....	39
3.12: AMF için alınan toprak örneklerinin buzdolabında muhafaza edilmesi .....	40
3.13: Oluşturulan toprak çözeltisi ve santrifüje alınan falcon tüpleri .....	41
3.14: AMF sporlarının sayılmasında ve teşhisinde kullanılan mikroskoplar .....	42
4.1: Farklı zonlara ait topraklardaki toplam azot içeriğinin değişimi .....	44
4.2: Farklı zonlara ait topraklardaki organik karbon içeriğinin değişimi.....	45
4.3: Farklı zonlara ait topraklardaki kil, toz, kum içeriklerinin değişimi.....	48
4.4: Farklı zonlara ait topraklardaki hacim ağırlığının değişimi .....	49
4.5: Farklı zonlara ait topraklardaki pH'nın değişimi .....	50
4.6: Farklı zonlara ait topraklardaki elektriksel iletkenliğin değişimi.....	52
4.7: Farklı zonlara ait topraklardaki kireç içeriğinin değişimi .....	53
4.8: Farklı zonlara ait topraklardaki fosfor içeriğinin değişimi.....	54
4.9: Farklı zonlara ait topraklardaki potasyum içeriğinin değişimi.....	55
4.10: Farklı zonlara ait topraklardaki nem içeriğinin değişimi .....	56
4.11: Farklı zonlara ait topraklardaki sıcaklığın değişimi.....	57
4.12: Farklı zonlara ait topraklardaki AMF spor sayısının değişimi.....	59
4.13: Kıyı zonlarında tespit edilen AMF sporları.....	61
4.14: Kıyı zonlarında tespit edilen AMF sporları.....	62
4.15: Farklı zonlara ait vejetasyon örtüsünün değişimi.....	67
4.16: Farklı zonlara ait botanik kompozisyon değerlerinin değişimi .....	69

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>No</b>	<b>No</b>
<b>3.1:</b> Düzce iline ait meteoroloji istasyonu verileri .....	32
<b>3.2:</b> Çalışma sahasının Thornthwaite metoduna göre su bilançosu (1959-2022).....	33
<b>4.1:</b> Kıyı zonlarına ait toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler.....	43
<b>4.2:</b> Kıyı zonlarına ait arbusküler mikorizal funguslara ait ortalama değerler.....	59
<b>4.3:</b> Kıyı zonlarında teşhis edilen bitki taksonları.....	64
<b>4.4:</b> Kıyı zonlarının vejetasyon analiz sonuçlarına ait ortalama değerler .....	67
<b>4.5:</b> Korelasyon analizine ait değerler .....	71

## **SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

AMF	: Arbusküler Mikorizal Fungus
cm	: Santimetre
CaCO <sub>3</sub>	: Kalsiyum karbonat
°C	: Santigrad derece
da	: Dekar
dS/m	: DesiSiemens bölü metre
EC	: Elektriksel iletkenlik
g	: Gram
g/cm <sup>3</sup>	: Gram bölü santimetreküp
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
kg/da	: Kilogram bölü dekar
K <sub>2</sub> O	: Potasyum hidroksit
m	: Metre
mm	: Milimetre
N	: Azot
OM	: Organik madde
P	: Fosfor
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	: Fosfor pentoksit
pH	: Toprak reaksiyonu
%	: Yüzde oranı

### **KISALTMALAR**

ANOVA	: Analysis of Variance
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences

# 1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızlı bir şekilde nüfus artmakta ve artan nüfusla birlikte insanlar ihtiyaçlarını karşılayabilmek için doğal kaynaklara yönelmektedir. Geçmişten günümüze insanların artan ihtiyaçlarını karşılamaları sırasında; arazilerin yanlış kullanımı, su ve çevre kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması ve bunlara paralel olarak ekosistemlerin tahribi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Asan, 1995; Mısır vd., 2012; Sivrikaya ve Bozali, 2012).

Kıyı zonları, karasal ve sucul bölgeler arasındaki etkileşimi temsil eden, kritik geçiş bölgeleri olmakla birlikte, su ekosistemlerini koruyan önemli alanlar olarak bilinmektedir (Gregory vd., 1991; Naiman ve Decamps, 1997; Ewel vd., 2001; Lake, 2005; Hale vd., 2014). Yüksek biyolojik çeşitliliğe sahip su kenarı ekosistemleri, ana dere ve yan derelerden gelen sürekli besin girdilerinden dolayı, diğer arazi topraklarına kıyasla zengin bir besin zincirine sahiptir (Gregory vd., 1991; Tockner ve Stanford, 2002; Lake, 2005; Naiman vd., 2005, Hale vd., 2018). Ayrıca su kenarı ekosistemleri turba oluşturma, turba depolama, su depolama ve karbon depolama gibi önemli özelliklere sahiptir (Gregory vd., 1991; Çolak, 2011). Su kenarı ekosistemlerinde bulunan vejetasyon, kirli suları arıtarak su kalitesini iyileştirmede, biyolojik çeşitliliğin korunmasında ve erozyon potansiyelini azaltmada önemli rol oynar (Battle-Aguilar vd., 2012; Hale vd., 2018). Ancak dünyada ve ülkemizde bu tarz su kenarı ekosistemleri, insanların araziden faydalanması ve arazilerin yanlış kullanımı sebebiyle hızlı bir şekilde tahrip edilmektedir.

Karasal ve sucul ekosistemleri birleştiren su kenarı ekosistemleri kırılgan ve hassas sistemler olduğundan dolayı bu gibi alanların toprak, toprak altı mikroorganizmaları, vejetasyon gibi özelliklerinin bilinmesi, sistemlerin uzun vadeli ve doğru yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çeşitli toprak ve bitki gelişimi, değişen yaşam alanlarında önemli bir yere sahiptir, ancak bu gibi çeşitlilikler geniş çapta araştırılmamıştır. Bitkiler ile toprakta bulunan mikroorganizmalar arasında simbiyotik yaşam formları bulunmaktadır (Marschner, 1995; Palta vd., 2010). Bu yaşam formlarında önemli bir yere sahip olan mikorizal funguslar bitki topluluklarının gelişimi üzerindeki etkilerine ek olarak toprağın gelişimine de katkı sağlayan önemli mikroorganizmalardır (Rilling, 2004; Rilling ve Mummey, 2006). Yapılan çalışmalarda genel olarak, bitkilerin gelişimine sağladığı

katkılarından dolayı, genellikle endomikoriza yaşam formlarında bulunan Arbusküler Mikoriza oluşumları üzerine yoğunlaşmıştır (Demir, 1998; Palta vd., 2010).

Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF), konukçu bitkilerin topraktan aldığı bazı makro ve mikro besin elementlerinden daha etkin bir şekilde faydalanmasını sağlamaktadır. Konukçu bitki ise, AM fungusu yaşamını sürdürebilmesi için tutunma yüzeyi ve ihtiyaç duyduğu bazı organik maddeleri ve karbonhidratları sağlamaktadır. Bu şekilde AMF ile konukçu bitki birbirlerine fayda sağlayarak aralarında simbiyotik mutualistik bir ilişki oluşturmaktadır (Rhodes, 1980; Bolan vd., 1987; Li vd., 1991; Demir, 1998). Ekolojik koşulların kötü olduğu, toprak organik maddesinin ve toprak suyunun yetersiz olduğu bölgelerde, mikorizalar sayesinde bitkilerin yaşamlarını sürdürebildiği tespit edilmiştir (Palta, 2012). Mikorizaların bol, uzun ve ince hifleri sayesinde alınan su ve besin elementleri, bitkilerin kök kılcalları tarafından alınan su ve besin elementlerine kıyasla daha fazladır (Viebrock, 1998; Ortaş, 2000). Ayrıca AMF konukçu bitkinin kuraklığa karşı direncini ve toprak kaynaklı patojenlere karşı dayanıklılığını arttırmaktadır (Abbott ve Robson, 1981; Demir ve Onoğur, 1999; Davies, 2000). Ayrıca mikorizal hifler bitki dokularında ağır metallerin birikmesini arttırabilir, bu sebeple su kenarı vejetasyonunda bulunan tarımsal kirlilik, toksik artıklar gibi bazı kaynakların zararlı etkilerinin azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir (Dix vd., 1997).

Meralarda yapılan düzensiz ve aşırı otlatma AMF zenginliği ve oluşumuna ciddi şekilde zarar vermektedir. Bitki örtüsü zarar gördüğünde AM funguslarının varlığını devam ettirebilmesi için bitkiden kullandığı karbon kaynağı azalmakta ve bunun sonucunda gelişim yavaşlamaktadır (Johnson, 1976; Ferguson ve Menge, 1982; Palta, 2012). Aynı zamanda aşırı otlatmanın AMF kök kolonizasyonuna, tür çeşitliliğine ve spor yoğunluğuna zarar verdiği belirtilmektedir (Wallace, 1981; Bethlenfalway ve Dakessian, 1984).

Dolayısıyla yapılacak olan bu çalışmada daha önce kapsamlı bir şekilde araştırılmamış, Büyük Melen Çayı'nın kıyı zonunda bulunan bir mera ekosisteminde bitki, toprak ve arbusküler mikorizal fungus özelliklerinin kıydan uzaklaştıkça nasıl değiştiğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple araştırmanın temel amaçları, su kenarı mera ekosistemlerinde 1- mera vejetasyonu özelliklerinin ve zenginliğinin kıydan uzaklığa bağlı olarak nasıl değiştiğinin belirlenmesi 2- toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kıydan uzaklığa bağlı olarak nasıl değiştiğinin belirlenmesi 3- arbusküler mikorizal



fungusların (AMF) varlığı, çeşitliliği, spor yoğunluğunun kıyıdan uzaklığa bağlı olarak nasıl değiştiğinin belirlenmesi 4- kıyı ekosistemlerindeki mera vejetasyonu, toprak karakteristikleri ve arbusküler mikorizal fungusların birbirleri ile nasıl bir etkileşim içinde olduklarının araştırılması olarak belirlenmiştir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Su Kenarı Ekosistemlerinde Toprak Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Literatür Özeti

Duda (1982) nehir kenarında bulunan ekosistemlerin azot ve fosfor bakımından önemli bir yutak alanlar olduğunu belirtmiştir. Nehir kenarı zonlarında bulunan tarım alanlarına azot ve fosfor besinlerinin yüksek miktarda uygulandığını ve bu uygulamaların yüzey veya yeraltı suyu kirliliğine sebep olduğunu ve aynı zamanda ötrofikasyon oluşumuna neden olduğunu bildirmiştir.

Entry vd. (1994) Oregon yakınlarındaki Willamette vadisinin Oak, Jackson ve Soap nehirlerinin kenarında bulunan orman ve mera sahalarında yaptıkları çalışmada, örnek alanların pH değerlerinin 5,8 ile 6,3 arasında değiştiğini, orman ve mera alanlarında tespit edilen toprak nem içeriklerinin ise benzer olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca nehir kenarındaki mera sahalarında tespit edilen karbon, karbon:azot oranı ve elde edilebilir fosfor değerlerinin nehir kenarı orman sahasından daha düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.

Griffiths vd. (1997) ABD'nin Oregon Willamette vadisinde bulunan nehir kenarındaki ormanlık ve mera sahalarında yaptıkları çalışmada, nehir kenarında bulunan ormanlık alandaki organik karbon, toplam azot ve asitte çözünen fosfor değerlerinin, nehir kenarında bulunan mera alanına kıyasla daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Chambers vd. (1999) Nevada'da farklı nehir kenarında bulunan mera ekosistemlerinde yapmış oldukları çalışmada, yüksek, orta ve düşük olarak sınıflandırdığı üç farklı taban suyu derinliğine göre gözlemlendiği toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

Toprakta bulunan organik madde miktarının, toprak pH'sını, tekstürünü ve strüktürünü, kation değişim kapasitesini, infiltrasyonunu ve permeabilitesini, hacim ağırlığını ve ayrışma hızı gibi bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilediği belirtilmiştir (Fisher ve Binkley, 2000).

Richter vd. (2002) ABD'nin Arizona eyaletinde bulunan San Pedro, Babocomari ve Cienega nehirlerinin kıyı kesimlerinde bulunan terk edilmiş tarım arazileri ve bu arazilerin bitişğinde bulunan mera alanlarında yaptıkları çalışmada, pH, EC, nitrat ve organik madde gibi toprak özelliklerinin, Cienega nehrinin kıyısında bulunan terk edilmiş tarım alanı dışında tüm alanlarda benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca mera alanlarında bulunan mevcut fosforun ise diğer terk edilmiş tarım arazilerine kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hacim ağırlığının alt topraklarda yüksek olmasının sebebi, organik maddenin az olması, daha az bitki köküne sahip olması ve sıkışma oranının fazla olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Özhan, 2004).

Hazlett vd. (2005) Boreal orman kuşağında yer alan, Kuzeydoğu Ontaria'da bulunan Esker Gölleri araştırma alanındaki su kenarı ve karasal orman ekosistemlerindeki topraklarda karbon depolanmasının ve azot içeriklerinin yapılan hasat çalışmasıyla nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Bunun sonucunda ise su kenarı orman ekosistemindeki organik katmanların daha derin olduğunu, su kenarı orman ekosistemindeki karbon ve azot içeriklerinin karasal ekosisteme kıyasla daha yüksek olduğunu ve toprakta depolanan karbon ve azot'un su kenarı orman ekosisteminde daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Beauchamp vd. (2006) ABD'nin Arizona Verde nehri boyunca akış düzenlemesi yapılmış ve düzenlemesi yapılmamış toplam yedi noktanın kıyı kesimlerindeki taşkın yataklarında bulunan *Populus* ve *Salix* cinslerine ait türlerin bulunduğu meşcerelerde yaptıkları çalışmada, akışı düzenlenmiş ve düzenlenmemiş örnek alanların kıyı kesimlerindeki bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin değişimi üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Toprakların analiz sonuçlarına göre topraktaki organik madde, fosfor, potasyum ve nitrat değerlerinin akışı düzenlenmemiş nehrin kıyısında daha yüksek olduğunu, akış düzenlemesi yapılmış nehrin kıyısında ise topraktaki kum oranının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Butler vd. (2008) ise farklı otlatma şiddeti ve farklı toprak drenajı koşullarında bulunan su kenarı mera ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada, toprakta bulunan fosforun iyi drenaja sahip alanlardaki miktarı, kötü drenaja sahip alanlara göre daha fazla olduğunu

belirtmişlerdir. Toplam azotun ise iyi drenaja sahip yoğun otlatılan alanlarda daha fazla olduğunu, bunun sebebinin ise hafif otlatılan alanlardaki yem bitkilerinin büyümesi için daha fazla azot kullanmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Dölarslan ve Göl (2008) Çankırı-Acı Çay deresinde yaptıkları çalışmada; Acıçay nehrinin sağında ve solunda bulunan farklı özelliklere (eğim vb.) sahip, tarım ve mera alanlarındaki toprakların tuzluluğu ve bazı toprak özellikleri üzerine iki farklı toprak derinliğinde incelemelerde bulunmuşlardır. Çalışmanın yapıldığı nehrin sağ tarafının tarım alanı olarak, sol tarafının ise mera alanı olarak kullanıldığı ve mera alanında eğimli yerlerin aşırı otlatma sebebiyle çorak olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, toprağın kimyasal özelliklerinin nehrin kıyı kesiminden uzaklaştıkça ve eğim yukarı çıkıldıkça değiştiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda derenin sol tarafında mera olarak kullanılan alanda elektriksel iletkenlik değerinin ve tuzluluğun yüksek olduğu, en yüksek tuzluluğun ise nehir kenarına en yakın kısımlarda olduğu ve nehirden uzaklaştıkça eğim yukarı yerlere doğru elektriksel iletkenlik ve tuzluluğun düştüğünü ortaya koymuşlardır.

Acir (2010) ise Yeşilirmak nehri kenarında yapmış olduğu bir çalışmada, nehrin kenarında bulunan kumlu tekstüre sahip örnek alanda potasyum miktarının düşük olduğunu belirtmiştir.

Atatanır vd. (2010) Ege Bölgesinin Aydın ili Söke ilçesinde bulunan Büyük Menderes Deltasındaki eskiden mera olarak kullanılan, ancak artık tarım alanı olarak kullanılan bir alanda yaptıkları çalışmada, 59 farklı noktadan alınan alt ve üst toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Bunun sonucunda örnek alanların alt ve üst topraklarının pH değerleri bakımından kuvvetli alkali sınıfta yer aldığını, elektriksel iletkenlik değerleri bakımından üst toprakların çok tuzlu, alt toprakların az tuzlu olduğunu, kireç içerikleri bakımından ise alt ve üst toprakların kireç içeriklerinin fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda ayrışma hızına bağlı olarak alt ve üst toprakların organik madde miktarlarının düşük, buna benzer olarak azot değerlerinin de düşük olduğunu bildirmişlerdir. Kıyı kesimlerde kum miktarının fazla olduğunu kıyı kesimden uzak karasal kısımlarda ise toz miktarının fazla olduğunu ortaya koymuşlar, ortalama fosfor ve potasyum bakımından ise toprakları zengin olarak nitelendirmişlerdir.

Burger vd. (2010) Avustralya'nın Gouldburn Broken havzasındaki, Victoria Riverina bölgesinde bulunan nehir kıyısı kesimlerinde, daha önce işlem görmemiş (bozulmamış), hayvanlar tarafından sürekli otlatılan ve beş yıl önce restorasyon çalışması yapılmış üç farklı özelliğe sahip toplam 18 örnek alanda yürüttükleri çalışmada, tüm örnek alanlarda toprak pH'sını asidik, elektriksel iletkenliği düşük, toprak nemi değerini ise en yüksek işlem görmemiş alanda tespit etmişlerdir. Topraktaki karbon ve azot değerlerinin istatistiki olarak örnek alanlar arasında farklı olduğunu ve en yüksek değerlerin ise işlem görmemiş alanlarda olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda bitkiler tarafından alınabilir fosfor miktarının yüksek olduğunu ancak istatistiki olarak alanlar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

Norton vd. (2011) Kaliforniya'nın Sierra Nevada Sıra Dağları'nda bulunan su kenarı ve karasal mera-çayır ekosistemlerinde yapmış oldukları bir çalışmada, nem miktarını yüksek olarak belirlediği su kenarı çayır-mera ekosistemleri altındaki toprakların, karasal çayır-mera ekosistemlerindeki topraklara göre en az iki kat daha fazla karbon, azot, çözülmüş organik karbon ve çözülmüş organik azot bulunduğunu belirtmişlerdir.

Smith vd. (2012) yaptıkları çalışmada, Avustralya'nın Victoria eyaletindeki Gouldburn Havzasının bir kolu olan Faithful nehri kıyısındaki restore edilmiş bir alanda ve bu alanın hemen bitişiğinde padok olarak isimlendirilen otlatma alanındaki toprakların bazı özellikleri üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Çalışma için restore edilmiş nehir kıyısındaki alan ile padok bölgesi ortadan çit ile ayrılmış ve çitten uzaklığa bağlı olarak üç farklı (3 m, 9 m ve 15 m) zona ayrılmıştır. Yapılan toprak analizleri sonucunda toprak pH'sının örnek alanlarda asidik olduğunu, elektriksel iletkenliğinin genel olarak düşük olduğunu ancak restore edilmiş alandaki elektriksel iletkenliğin padok bölgesine kıyasla daha yüksek olduğunu, toprakların hacim ağırlıklarının dereden uzaklaştıkça arttığını ve nem içeriklerinin ise en yüksek olarak dere kenarına en yakın olan zonda tespit etmişlerdir. Aynı zamanda topraktaki toplam karbon değerini en düşük padok bölgesinde, en yüksek ise dere kenarına en yakın zonda olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gumbert (2013) yapmış olduğu bir çalışmada su kenarındaki ekosistemlerde ana dereye yakın alanda kum miktarını yüksek, dereden uzaklaştıkça da kil miktarında artış olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca su kenarına yakın alanlarda toprağın bazı kimyasal özellikleri

olan karbon, kalsiyum ve çinko miktarlarını yüksek, potasyum, magnezyum ve fosfor miktarının ise düşük olduğunu belirtmiştir.

Özşahin (2013) Gönen Çayı Deltasında yapmış olduğu bir çalışmada, kıyı serisi, orta serisi ve iç serisi olmak üzere üç farklı noktadan toprak profili örnekleri açarak, alüvyal toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre toprak tekstürünün balçık ve killi balçık yapıda olduğunu, toprakların kireçli sınıfta olduğunu ve pH'nın nehir kıyısına yaklaştıkça azaldığını ve asit oranının arttığını bildirmiştir. Aynı zamanda fosfor ve potasyum değerlerinin ise örnek alanlarda yeterli miktarda olduğunu belirtmiştir.

Hale vd. (2014) Avustralya'da bulunan Murray-Darling Havzasının güneyindeki beş farklı dere kenarının taşkın yatağında bulunan ve hayvan otlatma, gübreleme vb. işlemler sonucunda bozulmuş durumda olan on farklı örnek alanda yaptıkları çalışmada, dereler arası, sahalar arası ve sahaların içerisindeki toprak özelliklerinin değişimini incelemiştir. Bunun sonucunda nehir kıyısındaki toprakta bulunan karbonun dereler arasında farklı olduğunu, ancak sahalar arasında farklı olmadığını ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda fosfor, amonyum ve nitrat başta olmak üzere sahalar arasında ve sahalar içindeki toprak özelliklerinde farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Yıldız vd. (2015) Düzce ili Gölyaka ilçesinde bulunan Efteni sulak alanının kıyı kesimlerinden, kurumuş kısımlara doğru dört zona ayırarak yaptıkları çalışmada, toprak özelliklerinin nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Yapılan bu araştırmanın sonucunda toprak sınıfının killi ve killi-balçık sınıfta olduğu, pH'sının bazik özellikte olduğu ve kıyıda uzaklaştıkça elektriksel iletkenliğin değişmediği belirtilmiştir. Aynı çalışmada en uzak noktadaki ortalama hacim ağırlığının, su kıyısına en yakın noktadaki hacim ağırlığından %13 daha fazla olduğu ve su kenarından uzaklaştıkça topraktaki organik maddenin, karbonun, azotun, fosforun, potasyumun ve katyon değişim kapasitesi'nin azaldığı tespit edilmiştir.

Jiang vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada ise nehir kenarındaki toprak hacim ağırlığının 20-40 cm'lik derinlikte en yüksek olduğunu ancak 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerinde yüksek toprak neminden dolayı hacim ağırlığının düşük olduğunu belirtmişlerdir. Toprak nemiyile hacim ağırlığı arasında negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ahmed (2016) tarafından Kahramanmaraş ili, Andırın nehri kıyı bölgelerindeki sulu ve kuru tarımın yapıldığı, Kızılçam ve Meşe meşcerelerinin bulunduğu dört farklı arazi kullanım tipinin Andırın nehri kıyı zonundan uzaklaştıkça toprağın fiziksel özelliklerinin nasıl değiştiği üzerine yaptığı çalışmada; en yüksek kum içeriğinin sulu tarım yapılan alanda olduğunu ve nehirden uzaklaştıkça toprakta bulunan kil içeriğinin arttığını tespit etmiştir. Ayrıca Kızılçam meşceresindeki agregat stabilitesinin diğer alanlara göre yüksek olduğunu, her zon mesafesinde hidrolik iletkenlik değerlerinin ise Kızılçam ve Meşe meşcerelerinde diğer alanlara kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Mackay vd. (2016) Avustralya'nın Victoria eyaletinde bulunan Goulburn Broken havzasındaki su kenarı mera ekosistemlerinin kıyı kesimlerinde yaptıkları çalışmada, üç farklı yaş sınıfında (9-10 yaş, 14 yaş ve 24 yaş) ağaçlandırma çalışmaları ile doğal olarak bulunan ormanlık alanlara ait toprakların karbon miktarlarındaki değişimini incelemişlerdir. İncelenen sonuçlar neticesinde en yüksek karbon miktarının doğal ormanlık alanlara ait topraklarda olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ağaçlandırma yapılmış bazı alanlarda bulunan karbon miktarının mera alanlarına kıyasla yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu miktarın ağaçlandırma yapılmış alanlarda tutarlı bir şekilde yüksek olması ve doğal ormanlık alanlardaki karbon miktarına benzemesi için yirmi yıldan fazla bir süre gerektiğini belirtmişlerdir.

Rahim (2017) Kahramanmaraş ilinde bulunan yaklaşık on dokuz bin hektarlık Andırın nehri havzasının kıyı bölgesinde bulunan orman (Meşelik, Çamlık) ve tarım (sulu tarım, kuru tarım) olmak üzere farklı arazi kullanımlarındaki toprakların kimyasal özellikleri ve sahaların erozyon potansiyeli üzerine yaptığı çalışmada; örnek alanların kumlu tekstüre sahip topraklar olduğunu ve toprak derinliğinin ise büyük bir kısmının çok sığ olduğunu, aynı zamanda da bu durumun erozyon riskini artırdığını belirtmiştir. Ayrıca çalışma alanlarının yarısından fazlasında taşlılığın %10'dan az olduğunu ve örnek alanların büyük bir kısmının erobilitesinin yüksek derecede olduğunu belirtmiştir. Toprakların kimyasal özellikleri bakımından ise tüm alanlarda toprak pH'sının hafif alkali olduğunu, herhangi bir tuzluluk sorununun olmadığını ve ormanlık alanlarda bulunan organik madde içeriğinin ise tarım alanlarından daha fazla olduğunu belirtmiştir. Kireç içeriği bakımından Çam meşceresinde bulunan ormanlık alanda en yüksek kireç içeriği bulunurken, sulu tarım yapılan alanda ise en düşük kireç içeriği olduğunu tespit etmiştir. Tüm arazilerde mevcut fosforu düşük, mevcut potasyumu ise yüksek olarak tespit etmiş, ancak araziler arasında

farklılık olmadığını ve bitki gelişimi açısından yeterli olduğunu bildirmiştir. Toprakların kimyasal özelliklerini nehir kıyısından uzaklığına göre değerlendirdiğinde ise, nehir kıyısından uzaklaştıkça pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, OM, P ve K'da herhangi bir farklılığın olmadığını ortaya koymuştur.

Yılmaz (2017) ana dereyi sağ ve sol olmak üzere ikiye ayırdığı dere kenarında bulunan kireçsiz, tuzluluk sorunu olmayan, asit ve hafif asit reaksiyonlu doğal mera alanını dört farklı uzaklıkta sınıflandırarak yapmış olduğu çalışmada, mutlak derinliğin 0-10 m arasında değiştiğini, fizyolojik derinliğin ise ana dereeden uzaklaştıkça azaldığını ortaya koymuştur. Ana dereye yakın örnek alanlarda kum miktarını yüksek, ana dereye en uzak örnek alanda ise kil miktarını yüksek olarak bulmuştur. Taban suyu yüksek olan ana dereye yakın yerlerde kum miktarının yüksek olmasının sebebini dere ile taşınan sedimentin birikmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Hacim ağırlığının ise su kenarına yakın kısmında düşük ve su kenarından uzaklaştıkça yükseldiğini belirtmiştir. Tüm toprak profillerini incelediğinde taban suyu derinliği arttıkça hacim ağırlığının yükseldiğini belirtmiştir. Aynı çalışmada ana dereeden 50 m ve 100 m uzaklıktaki örnek alanda toplam azot miktarını yüksek, 150 m uzaklıktaki örnek alanda ise toplam azotu düşük olarak bulmuştur. Ayrıca ana dereye yakın yerlerde kum oranının yüksek olması ve uzak yerlerde ise taban suyunun derin olmasından dolayı toplam azotun düşük olduğunu bildirmiştir. Üst topraklarda bulunan yarayıslı fosfor miktarının ise alt topraklara göre daha yüksek olduğunu ve bunun sebebini organik madde ile ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Toplam organik karbonun ise ana dereye yakın alanlarda yüksek, ana dereye uzak alanlarda ise düşük olduğunu tespit etmiştir.

Qin vd. (2017) Çinin Lijiang nehri havzası boyunca yaptıkları çalışmada, nehir kıyısında bulunan Bambu ağırlıklı olmayan ve Bambu ağırlıklı olan nehir kıyısı orman ekosistemlerinde ve bu ekosistemlerin bitişiğinde bulunan tarım alanı ve mera olarak kullanılan 54 farklı örnek alanda, topraktaki organik karbonun depolanması üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Yapılan incelemeler sonucunda Bambu ağırlıklı olmayan nehir kıyısı orman ekosistemlerinde tespit edilen topraktaki organik karbon depolanmasının, diğer Bambu ağırlıklı ormanlık alana, tarım alanına ve mera alanına kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca nehir kıyısındaki orman ekosistemlerinin önemli bir karbon tutma eğiliminde olduğunu ve bu sebeple de küresel ısınmayı hafifletme açısından önemli ekosistemler olduklarını belirtmişlerdir.



Liu vd. (2018) Çin’de bulunan Sarı Nehir Deltasında yaptıkları çalışmada, bazı toprak özelliklerinin bitki örtüsü ile ilişkilerini incelemiştir. Bu yapılan çalışmanın sonucunda topraktaki sodyum içeriğinin bitki biyokütlesi üzerine pozitif etkisi olduğunu ve aynı zamanda toprakta bulunan toplam fosfor içeriği ve topraktaki su içeriği ile bitki örtüsünün pozitif ilişkili olduğunu ve nehir kenarında bulunan bitki örtüsünün gelişimi için topraktaki temel besin maddesinin fosfor olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu tarz sulak alanların restorasyonunda bitki örtüsü ile toprak özellikleri arasındaki ilişkinin bilinmesinin ekolojik olarak önem taşıdığını bildirmişlerdir.

Wang vd. (2020) Çin’in Liaoning eyaletinde bulunan uzun yıllar tahrip edilmiş ve sonrasında koruma altına alınmış Liaohe nehrinin kıyı kesimlerinde yaptıkları çalışmada, koruma altına alındıktan altı yıllık süre içerisinde bitki ve toprak özelliklerinin nasıl değiştiğini incelemiştir. Yapılan incelemeler sonucunda toprakta bulunan mevcut fosfor ve potasyumun altı yıllık süre sonunda önemli derecede düştüğünü, bunun sebebinin ise koruma altına alındıktan sonra alanda tarımsal gübre girdilerinin olmadığından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Altı yıllık süre sonunda alanda mevcut azotun arttığını, ancak topraktaki organik maddenin önemli ölçüde değişmediğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca bitki tür zenginliği ve çeşitliliğinin altıncı yıl sonunda yüksek oranda arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışma ile koruma altına alınan süre zarfı toprak organik maddesinde önemli değişiklik için kısa süre olsa da bu tarz tahrip olmuş alanların korunmasının diğer toprak özelliklerini ve bitki tür çeşitliliğini önemli ölçüde değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Waymouth vd. (2021) Avustralya’nın Melbourne şehrindeki nehir kıyısı ormanı, meraya dönüştürülmüş alan ve yeniden bitkilendirilmiş mera alanı olmak üzere üç farklı arazi kullanım tiplerinin bulunduğu altı farklı su kenarı ekosistemlerinde yapmış oldukları çalışmada, toprak özellikleri, bitki özellikleri ve toprak altı bakteriler üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Yapılan incelemeler sonucunda mera alanlarında bulunan kil miktarının, mevcut fosfor ve kalsiyum değerlerinin diğer alanlara göre daha yüksek olduğunu, pH’nın ise ormanlık alanda en düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda karbon ve azot içerikleri bakımından arazi kullanımları arasında herhangi bir farklılığın olmadığını, ancak toprak derinliği ile azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca topraktaki bakteri topluluğunun bitki örtüsü ile arasında ilişki olmadığını daha çok toprak özellikleri ile ilişkili olduğunu da ortaya koymuşlardır.

Zhou vd. (2022) yaptıkları çalışmada Çinin Niaqu nehrinin yukarıdan aşağıya akışı boyunca, nehrin kıyı kesimlerinde ve nehre uzak kesimlerde toprakların bazı özelliklerinin nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda nehrin akışı boyunca toprak organik karbonun genel olarak azaldığını, toplam azot ve toplam karbon değerlerinin nehre yakın alanlarda akış boyunca önce artıp, sonra mansap kısmına doğru azaldığını, ancak nehre uzak alanlarda ise genel olarak azaldığını belirtmişlerdir. Genel olarak bazı örnek alanlar hariç nehre yakın alanlarda elde edilen organik karbon, toplam azot, toplam karbon ve toprak nem içeriği değerlerinin, nehre uzak alanlardan daha fazla olduğunu, ancak toplam fosfor değerlerinin ise değişmediğini tespit etmişlerdir.

## **2.2 Su Kenarı Ekosistemlerinde Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF) Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Literatür Özeti**

Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF), konukçu bitkilerin topraktan aldığı bazı makro ve mikro besin elementlerinden daha etkin bir şekilde faydalanmasını sağlamaktadır. Konukçu bitki ise, AM fungusu yaşamını sürdürebilmesi için tutunma yüzeyi ve ihtiyaç duyduğu bazı organik maddeleri ve karbonhidratları sağlamaktadır. Bu şekilde AMF ile konukçu bitki birbirlerine fayda sağlayarak aralarında simbiyotik mutualistik bir ilişki oluşturmaktadır (Rhodes, 1980; Bolan vd., 1987; Li vd., 1991; Demir, 1998). Ayrıca AMF konukçu bitkinin kuraklığa karşı direncini ve toprak kaynaklı patojenlere karşı dayanıklılığını arttırmaktadır (Abbott ve Robson, 1981; Demir ve Onoğur, 1999; Davies, 2000).

Viebrock (1988), mikorizaların bol, uzun ve ince hifleri sayesinde alınan su ve topraktaki besin elementlerinin, bitkilerin kök kılcalları tarafından alınan su ve besin elementlerine kıyasla daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Li vd. (1991) AMF misellerinin topraktaki besin maddelerinin alınmasına ilişkin yapmış oldukları çalışmada, mikoriza misellerinin oldukça yüksek fosfor alımına sahip olduğunu, ayrıca köklerden yaklaşık 11 cm uzaklıkta bulunan fosforu miselleri sayesinde taşıyabildiği belirtilmiştir.

Tisdall (1994) Arbusküler mikorizal fungusların bitkilere besin alınımını kolaylaştırdığını, miselleri ile toprağı sararak toprak biyotası olan agregat stabilitesinin koruyarak ve mikro

agregatları oluşturarak toprak erozyonu oluşumunu azalttığını ve bunlara ek olarak büyümeyi olumlu yönde etkileyecek maddeler salgılayarak, kurak – yarı kurak ve tuzlu sahalarda ve aynı zamanda ağır metal toksisitelerinin bulunduğu sahalarda bitkilerin büyümesine katkı sağladığını bildirmiştir.

Ortaş (1995) toprak pH değerinin yüksek olduğu, kil içeriğinin yüksek olduğu ve kireç içeriklerinin fazla olduğu toprak özelliklerine sahip alanlarda genellikle bitkiler için gerekli olan besin elementlerinin eksik olduğunu ve bu eksikliğin giderilmesi için ıslah çalışması adı altında gübreleme işlemlerinin yapıldığını, ancak bu işlemlerin yerine mikorizal funguslardan faydalanmanın daha önemli bir ıslah yöntemi olabileceğini belirtmiştir.

Stevens ve Peterson (1996) tarafından yapılan çalışmada, *Lythrum salicaria* türüne AMF aşılması yapılarak, AMF ile ilişkisini ve aşılana türlerin düzenli sulanması sonucunda kolonizasyon seviyesini nasıl etkilediğini ve bu çalışmaya ek olarak *Lythrum salicaria* türünün yayılış yaptığı bir su kenarı ekosisteminde AMF ile ilişkisini ve su mevcudiyetinin tarla koşullarında kolonizasyonu nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Bunun sonucunda *Lythrum salicaria* türünün *Glomus* türleri ile mikorizal ilişkiler kurduğunu ve hifler ile arbusküler kolonizasyon seviyelerinin düzenli sulama yapılmış örneklerde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Tarla koşullarında ise sulu alanlarda, hiflerin ve arbusküler kolonizasyonun, diğer kuru alanlara kıyasla daha düşük olduğunu ve elde ettikleri bu sonuçlar neticesinde su kenarı ekosistemlerinde yayılış gösteren *Lythrum salicaria* türünün mikoriza ile bağlantısının fakültatif olduğunu ortaya koymuşlardır.

Fosfor bakımından düşük özelliklere sahip sulak alan topraklarında bulunan mikorizal hiflerin, fosfor bakımından yüksek özelliklere sahip sulak topraklarına kıyasla daha fazla ve daha yaygın olduğu bildirilmiştir (Wetzel ve Van der Valk, 1996).

Mikorizal hifler bitki dokularında ağır metallerin birikmesini arttırabilir, bu sebeple su kenarı vejetasyonunda bulunan tarımsal kirlilik, toksik artıklar gibi bazı kaynakların zararlı etkilerinin azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir (Dix vd., 1997).

Smith ve Read (1997) AMF kök kolonizasyonu seviyelerinin ve bolluğunun çevresel faktörlerden ışık ve sıcaklık ile, toprakta ise fosfor ile değiştiğini belirtmişlerdir.

Toprak tuzluluğu, pH, fosfor seviyesi, bitki örtüsü durumu ve hidrolojik durumların arbusküler mikorizal fungus (AMF) varlığı ve dağılımını etkilediği belirtilmiştir (Abbott ve Robson, 1991; Johnson vd., 1992; Ingham ve Wilson, 1999; Miller ve Bever, 1999).

Giovannetti (2000) yapmış olduğu bir çalışmada toprak nemi, sıcaklığı, pH, organik madde içeriği, mineral içeriği, konukçu bitki gibi bazı faktörlerin arbusküler mikorizal fungus (AMF) sporlarının çimlenmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Ortaş (2000) ise ekolojik koşulların kötü olduğu, toprak organik maddesinin ve toprak suyunun yetersiz olduğu bölgelerde, mikorizalar sayesinde bitkilerin yaşamlarını sürdürebildiğini belirtmiştir. Gözle görülemeyen, mikroskop altında teşhisi yapılan bu mikorizal funguslarda bulunan fazla sayıdaki hifler sayesinde topraktaki besin elementlerinin bitki kökleri tarafından alınımının kolaylaştığını bildirmiştir.

Cornwell vd. (2001) fosfor bakımından düşük ve otsu tür akımından zengin bir sulak alanda yaptıkları çalışmada, monokotil ve dikotil bitkilerin AMF ile ilişkisini ve fosforun AMF kolonizasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. İncelenen on farklı dikotil türlerinin dokuz tanesinin AMF ile kolonize olduğunu, ancak incelenen monokotil türlerinin hepsinin AMF ile çok zayıf kolonize olduğunu hatta bazılarının hiç kolonize olmadığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda fosfor ilavesi yapılmış örnek alanda AMF kök kolonizasyonunun azaldığını da belirtmişlerdir.

Kennedy vd. (2002) Arizona'nın güneydoğusunda bulunan San Pedro nehrinin dört farklı kıyı bölgesinde yaptıkları çalışmada, AMF varlığı ve AMF'nin *Sporobolus wrightii* türü ile ilişkilerini incelemişlerdir. Nehrin kıyısında bulunan dört farklı örnek alanın AMF tür kompozisyonu ve tür zenginliği bakımından benzer olduklarını, ayrıca tüm örnek alanlarda 15 AMF türünün *Sporobolus wrightii* türü ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Richter vd. (2002) ABD'nin Arizone eyaletinde bulunan üç farklı nehrin (San Pedro, Babocomari ve Cienega) kıyısındaki terkedilmiş tarım alanları ile bu alanların bitişiğinde bulunan mera alanlarında yetişen bitkilerin AMF ile ilişkilerini inceledikleri çalışmada, her bir nehrin kıyısında bulunan terkedilmiş tarım alanı ile mera alanı arasında mikorizal kolonizasyonun benzer olduğunu, ancak üç farklı nehrin kıyısındaki alanlar arasında ise mikorizal kolonizasyonun farklı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca inokülasyon potansiyeli

bakımından yaptıkları biyoanaliz sonuçlarına göre ortalama enfeksiyon yüzdesini tüm alanlarda mera alanlarına kıyasla terk edilmiş tarım arazilerinde daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Gardes vd. (2003)'de yapmış oldukları bir çalışmada, Fransa'da tahrip olmuş bir su kenarı ekosisteminde bulunan genç Pamuk ağaçlarında AM fungusların varlığını, daha yaşlı Pamuk ağaçlarının bulunduğu alanlarda ise ektomikorizal fungusların olduğunu tespit etmişlerdir.

Beauchamp (2004) Nehir kıyısı orman ekosisteminde yaptığı bir çalışmada, alandaki AMF tür zenginliğinin toprak nemiyle, organik madde içeriğiyle, su altında kalma sıklığıyla ve alandaki çok yıllık bitki örtüsü varlığı ve zenginliğiyle pozitif bir ilişkisi olduğunu, ancak topraktaki nitrat, potasyum, fosfor ve kil, kum, toz gibi toprak fraksiyonları ile herhangi bir ilişkisi olmadığını ortaya koymuştur.

Yamato (2004) AMF türlerinin morfolojik olarak çevresel etkenlerden (sıcaklık, toprak nemi, ışık vb.) etkilendiğini belirtmiştir.

Tao ve Zhiwei (2005) spor boyutu olarak küçük olan *Glomus* cinslerine ait *Glomus intraradices*, *Glomus microaggregatum* gibi bazı AMF türlerinin, küçük sporlu olmaları sıcaklığın yüksek olduğu ortamlara ve kurak çevre koşullarına uyum sağlamalarını kolaylaştırdığını ve bu alanlarda bulunan bitkilerin büyümesine önemli katkılar sunduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bu tarz kurak ve yarı kurak alanların ıslah çalışmalarında küçük sporlu AMF'nin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Beauchamp vd. (2006) ABD'nin Arizona Verde nehri boyunca kenar ekosisteminde bulunan *Populus* ve *Salix* türlerinin farklı yaşlardaki meşcerelerinde AM fungusların zenginliği üzerine yaptıkları çalışmada, genç meşcerelerde AMF kök kolonizasyonunu daha yüksek bulmuşlar ve aynı zamanda nehirden uzaklaştıkça ve yükseldikçe AMF tür zenginliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışma alanında AMF zenginliği veya varlığının toprak nemi ile arasında pozitif bir etkileşim olduğunu ortaya koymuşlardır.

Beauchamp vd. (2007) ABD'nin Arizona Verde nehrinde akış düzenlemesi yapılmış ve düzenlemesi yapılmamış toplam yedi noktadaki, taşkın yataklarında bulunan *Populus fremontii* S. Watts ve *Salix gooddingii* Ball. meşcerelerinde yaptıkları çalışmada, akış düzenlemesinin ve düzenlenmemesinin AMF topluluklarını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Yapılan incelemeler sonucunda akışı düzenlemiş ve düzenlenmemiş nehirlerin kıyı bölgelerinde AMF kök kolonizasyonu ve zenginliği açısından aralarında bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda morfolojik olarak toplam 30 AMF türü tespit etmişler ve bu türlerden 14 tanesinin *Glomus* cinsine, 11 tanesinin *Acaulospora* cinsine, 3 tanesinin *Entrophospora* cinsine, 1 tanesinin *Paraglomus* cinsine, 1 tanesinin *Archaeospora* cinsine ait olduklarını bildirmişlerdir.

AMF zenginliğinin veya çeşitliliğinin toprak nemi ile ilişkisi üzerine yapılan birçok araştırmada, su kenarı veya sulak alanlarda AMF çeşitliliğinin ve aktifliğinin toprak neminin artması ile olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir (Anderson vd., 1984; Van Duin vd., 1990; Rickerl vd., 1994; Stevens ve Peterson, 1996; Turner ve Friese, 1998). Ancak çöllerde veya kumul alanlarda yapılan araştırmalarda, AMF varlığı ve aktifliği toprak neminin artmasıyla olumlu yönde etkilendiği belirtilmiştir (Zak vd., 1995; Jacobson, 1997; He vd., 2002).

Piotrowski vd. (2008) ABD'nin kuzeybatısındaki Montana'da bulunan bir su kenarı ekosistemi boyunca farklı yaşlardaki siyah Pamuk ağacı meşcerelerinde bulunan mikorizal mantarları incelemişler ve siyah Pamuk ağacında AMF kök kolonizasyonunun tüm örnek alanlarda düşük olduğunu, ancak tüm örnek alanlarda alt tabakada bulunan türlerde AMF kök kolonizasyonunun yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Yang vd. (2008) Çin'in Tarım nehri havzasının alt kısımlarında bulunan çöl kıyısı ormanlarında gerçekleştirdikleri çalışmada, organik maddenin aşırı az, nem içeriğinin düşük, mevcut azot ve fosforun düşük, potasyumun ortaya seviyede, tuzluluğun ise aşırı fazla olduğu kötü toprak özelliklerine sahip alanlarda bile AMF'nin yaşayabileceğini, hatta yüksek pH koşullarına sahip kuvvetli alkali topraklarda bile canlılığını koruyabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca yaptıkları korelasyon analizi sonucunda topraktaki azot, fosfor, potasyum, organik madde, su içeriği ve tuz içeriğinin AMF'yi teşvik edici faktör olarak belirledikleri AMF aktivitesi ile pozitif ilişkili, toprak pH'sı ile negatif ilişkili olduğunu,

ancak aynı zamanda toprak pH'sı ve mevcut fosfor ile AMF'nin enfekte olması arasında bir etkileşim olmadığını da ortaya koymuşlardır.

Harner vd. (2010) Montana'da bulunan bir nehrin kenar ekosisteminde istilacı olarak yetişen *Centaurea stoebe* L. ssp. *micranthos* türünün AMF ile birlikte nasıl bir büyüme tepkisi verdiğini araştırmışlardır. Bu araştırma için toprağından üzerindeki ağaç topluluğına kadar değışen sekiz farklı yaştaki nehir kıyısı alanlardan toplanan toprak örnekleri ile *Centaurea stoebe* L. türünü AMF'li ve AMF'siz topraklarda yetiştirmişler ve ayrıca genç ve yaşlı olan bölgelerden aşu çalışması için örnekler toplamışlar ve AMF aşılması yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda AMF'nin *Centaurea stoebe* L. türünün büyümesini pozitif şekilde etkilediğı ve AMF'siz topraklara kıyasla büyümenin yaklaşık dört kat arttığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda genç olarak sınıflandırılan topraklar ile AMF kök kolonizasyonu arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve AMF'nin başta fosfor ve diğere besin maddelerinin alınımını arttırdığını bildirmişlerdir.

Pagano vd. (2010) Brezilya'da bulunan nehir kıyısı ekosistemlerindeki topraklardan elde ettikleri AMF sporlarının tuttukları elementler üzerine yaptıkları çalışmada, toplamda dört cinse ait AMF türleri tespit etmişler ve bu türlerin *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora* ve *Scutellospora* cinslerine ait türler olduklarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda *Glomus* cinsine ait sporların *Acaulospora*, *Gigaspora* ve *Scutellospora* cinsine ait spordan daha fazla element tuttuklarını ve *Scutellospora* cinsine ait *Scutellospora reticulata* türünün ağır metal olan nikel elementini tuttuğunu tespit etmişlerdir.

Ba vd. (2011) mera alanlarında farklı boyutlarda otlatma şiddetinin AMF'nin spor yoğunluğu, kök kolonizasyonu ve çeşitliliğine nasıl bir etki yaptığını tespit etmek için yaptıkları çalışmada, hafif ve orta şiddetli otlatmadaki AMF çeşitliliğinin, yoğun olarak otlatılan alana kıyasla daha yüksek olduğunu, ayrıca otlatma şiddetinin artmasıyla birlikte spor yoğunluğu ve kök kolonizasyonunun azaldığını ortaya koymuşlardır.

Palta (2012) mera ıslah çalışmalarında kullanılan çeşitli gübrelerin, toprak ve su kirliliğı gibi ekolojik bazı olumsuzluklara neden olduğunu, bu gibi olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla ve bitkilerin gelişimini ve stres durumlarını iyileştirmek amacıyla doğal bir yöntem olan arbusküler mikorizal fungusların mera alanlarının ıslah çalışmalarında kullanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca arbusküler mikorizal fungusların

miselleri toprakların agregat özelliklerini iyileştirdiğinden dolayı toprak koruma amaçlı yapılacak olan çalışmalarda AMF aşılınmış fidanların kullanılması hem ekonomik hem de yapılan bitkilendirme çalışmasının başarısını artıracakını bildirmiştir.

Mendoza vd. (2014) Arjantin’de bir nehir kenarı ekosistemi boyunca yukarı havzadan, aşağı havzalara doğru toprakta ve bazı bitki türlerinde biriken ağır metallerin AMF’nin kolonizasyonuna ve spor yoğunluğuna etkilerini araştırdıkları çalışmada, yukarı havzadan, aşağı havzaya doğru topraktaki kirlenmenin arttığını ve bununla birlikte AMF spor sayısı ve *Hydrocotyle bonariensis* türünün kök kolonizasyonunun azaldığını tespit etmişlerdir.

Zhao vd. (2016) Çin’in Jialing ve Yangtze nehirlerinin kıyı kesimlerindeki 5 farklı taşkın yatağında bulunan bitki türlerinin AMF ile ilişkilerini inceledikleri çalışmada, bölgelerde 52 türün AMF ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca toprak özellikleri bakımından toprak neminin her iki nehir kıyısında da yüksek olduğunu, AMF spor yoğunluğu, pH, toplam azot, toplam karbon ve toprak nemi açısından ise bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda AMF kök kolonizasyonu ile topraktaki fosforun pozitif bir korelasyon gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Moradi Behbahani vd. (2017)’nin yapmış oldukları çalışmada ise kum madenciliği yapılan İran’ın Maroon Nehri’nin kenarında bulunan ormanlık alanı üç farklı (yakın, orta ve uzak) uzaklıkta sınıflandırmışlar ve bunun sonucunda nehre en uzak örnek alanda en fazla AMF türü ve kök kolonizasyonu olduğunu tespit etmişlerdir. Nehre orta uzaklıkta olan alanlarda ise en düşük AMF türü ve kök kolonizasyonu olduğunu, bunun sebebinin ise kum madenciliğinden dolayı ciddi şekilde tahrip olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Jesus vd. (2020) tarafından Brezilya’da farklı iklim koşullarında (kurak mevsim sonu, yağmurlu mevsim ve kurak mevsim başı) su kenarı orman ekosistemi ve mera olarak kullanılan alanlardaki AMF tür zenginliği, çeşitliliği ve spor yoğunluğunun nasıl değiştiğini incelemişlerdir. Bu incelemelerin sonucunda örnek alanlarda toplam 40 AMF türünün tespit edildiğini ve bu türlerin en fazla *Acaulospora* cinsine ait olduğunu belirtmişlerdir. Tüm iklim koşullarında mera alanlarında tespit edilen tür sayısının su kenarı orman alanına kıyasla fazla olduğunu, AMF ortalama spor yoğunluğunun ise hem alanlar arasında hem de iklim bakımından farklı olmadığını, ancak yağışlı mevsimden kurak mevsim başına kadar spor yoğunluğunda bir artış söz konusu olduğunu ve bu



mevsim aralıklarında mera alanlarında tespit edilen spor yoğunluğunun su kenarı orman alanındakinden daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Zubek vd. (2021) tarafından Kayın meşceresi ve nehir kenarındaki Karaağaç meşceresi altında bulunan otsu bitki türleriyle AMF bolluğunun ve çeşitliliğinin nasıl değiştiğini inceledikleri bir çalışmada, her iki alanda da AMF kök kolonizasyonlarını düşük olarak bulmuşlar, ancak nehir kenarında bulunan örnek alanda daha yüksek AMF çeşitliliği olduğunu, bunun sebebinin ise nehir kenarı ormanlarında konukçu bitki tür çeşitliliğinin daha fazla olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Zubek vd. (2022) güney Polonya'nın Katowice ve Wadowice şehirleri arasındaki nehir kıyısı ve nadasa ayrılmış toplam on iki sahada bulunan *Reynoutria japonica* istilacı türünün AMF'ler ile ilişkisi ve bu fungusları nasıl etkilediği ile ilgili yaptıkları çalışmada, tüm alanlarda ortalama spor sayısının 11 olduğunu, *Renoutria japonica* istilacısının bulunduğu parsellerde daha düşük spor sayısının olduğunu ve mevsimlere bağlı olarak spor sayısının değiştiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda AMF'nin tüm alanlarda 15 türünü tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışma ile *Reynoutria japonica* istilacısının bulunduğu nehir kıyısı ve nadas alanlarında toprak ve mevsim özelliklerinden bağımsız AMF bolluğu ve tür zenginliğinin azaldığını, bunun sebebinin ise mikoriza ile simbiyotik ilişki kuran türlerin mikoriza ile ilişki kurmayan istilacı *Reynoutria japonica* türleri tarafından ortamdaki mikorizanın kaldırılmasıyla, AMF'ye gelen organik karbonun azalacağını ve bu sebeple de AMF bolluğunun ve tür zenginliğinin azalabileceğini belirtmişlerdir.

Zhou vd. (2022) tarafından Niaqu nehrinin kıyısına yakın ve uzak kısımlarında yapılan çalışmada, nehrin akışı boyunca kıyıya yakın ve uzak kesimlerinde bulunan AMF'nin nasıl değiştiğini ortaya koymayı planlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre toplam dokuz familyaya ve on iki cinse ait AMF türleri tespit etmişler ve en baskın türlerin nehrin mansap kısmında yoğun olarak görülen *Glomus* cinsine ait olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda nehrin akışı boyunca AMF kök kolonizasyonunun ve spor yoğunluğunun arttığını, ancak hif uzunluğunun önce artıp sonra azaldığını tespit etmişlerdir. Nehrin kıyısına uzak topraklardaki AMF spor yoğunluğunun ve tür sayısının daha yüksek olduğunu, nehrin kıyısına yakın topraklarda AMF hif uzunluğunun daha yüksek olduğunu, AMF kolonizasyonunda ise nehrin kıyısından uzaklığa göre önemli bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca coğrafi olarak mesafenin, bitki topluluklarının, toprak

nemi ve pH gibi değişkenlerin bu tarz su kenarı ekosistemlerinde AMF topluluklarını önemli derece etkilediğini belirtmişlerdir.

### **2.3 Su Kenarı Ekosistemlerinde Vejetasyon Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Literatür Özeti**

Elmore ve Beschto (1987) nehir kıyısı ekosistemlerinde bulunan bitki örtüsünü birçok etken tarafından olumsuz şekilde etkilendiğini ve bu etkenlerden bir tanesinin ise yoğun olarak hayvan otlatılması olduğunu belirtmişlerdir. Bu tarz nehir kıyısı ekosistemlerinin otlatma amacıyla tahribini azaltmak için iyileştirme çalışmalarında farklı otlatma yöntemlerinin kullanılması, az maliyetli bir çözüm yöntemi olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca otlatma zamanının önemli olduğunu ve ilkbaharda yapılan otlatma işleminin, yaz döneminde bitki büyümesine izin vereceğini ve bitki örtüsünün nehrin akışının fazla olduğu dönemlerde kıyı ekosisteminde durabileceğini bildirmişlerdir.

Elmore (1992) nehir kenarı ekosistemlerinde yapılan yoğun otlatmaların bitki örtüsünü tahrip ettiğini, yaptığı araştırmalar sonucunda ise kıyı bölgelerinde bulunan Söğüt ağaçlarının, otsu bitkilerin ve sazlıkların azaldığını bildirmiştir. Nehir kıyısı ekosistemlerinin ekolojik koşullarının iyileştirilme çalışmalarında otlatma sistemlerinde değişiklik yapılması gerektiğini, aynı zamanda bununla birlikte bitki örtüsü ihtiyaçlarının da göz önünde bulundurulması gerektiğini önermiştir.

Knapp ve Matthews (1996) su kenarı ekosistemlerinde yapılan yoğun hayvan otlatma işlemleri, kıyı bitki örtüsünü, kanal derinliğini, akarsu örtüsünü olumsuz yönde değiştirdiğinden dolayı, bu tarz su ekosistemlerinde yaşayan balık popülasyonunu da azalttığını belirtmişlerdir.

Stohlgren vd. (1998) yüksek kesimdeki otlaklar ile su kenarı ekosistemlerindeki otlaklarda bulunan egzotik türlerin dağılımı üzerine yaptıkları çalışmada, benzer otlatma yoğunluğunda bulunan hem yüksek kesim de hem de su kenarı ekosisteminde dört farklı alan seçmişlerdir. Bunun sonucunda ise genel olarak egzotik tür zenginliği ve örtüsünün çoğu örnek alanda yüksek kesimlere kıyasla su kenarı otlaklarında daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Patten (1998) Kuzey Amerika'nın Batısındaki yarı kurak alanlarda bulunan riparian zonlarda yaptığı incelemelerde, bu tarz önemli ekosistemlerin insanlar tarafından büyük ölçüde tahrip edildiğini ve bu tahriplerin başlıca kentleşme, baraj inşaatları, tarıma dönüştürme ve otlatma faaliyetleri gibi araziyi amaç dışı kullanılmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Belsky vd. (1999) ABD'nin batısında bulunan bazı nehir kıyısı ekosistemlerinde yapılan otlatma faaliyetlerinin, suyun kalitesini ve miktarını, kıyı kesimdeki toprakların özelliklerini, bitki örtüsünü ve aynı zamanda su içerisinde ve karada yaşayan canlıları olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Clary (1999) ABD'nin Idaho eyaletinde bulunan bir nehir kenarı ekosisteminde yaptığı restorasyon çalışmasında, on yıllık farklı şiddetlerde otlatma işlemi uygulamış ve bu durumun kıyı ekosistemini nasıl etkilediğini incelemiştir. Düşük şiddetli otlatma yapılmış alanlarda tür zenginliğinin otlatılmamış alana kıyasla daha yüksek olduğunu ve bu tarz ekosistemlerde sığırlar tarafından hafif ve orta şiddetli geç ilkbaharda otlatmanın uygun olacağını bildirmiştir. Ayrıca alan geçmişte çok şiddetli otlatmaya maruz kaldığından, yapılan otlatma işlemlerinin nehir kanallarını daralttığını ve aynı zamanda nehir genişliğini ve derinliğini azalttığını belirtmiştir.

Robertson ve Rowling (2000) Avustralya'nın Dryland nehrinin kıyı ekosistemlerinde yürüttükleri çalışmada, otlatma işlemi yapılmış nehir kıyısı ekosistemlerinde bitki yenilenmesinin ve toprağı örten bitki örtüsünün diğer otlatma yapılmayan nehir kıyısı ekosistemlerine kıyasla daha az olduğunu ve bu tarz alanlarda otlatma faaliyetlerinin bitki topluluklarını tahrip ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca nehir ekosistemlerinde akış düzenlemesi ile nehri iyileştirme odaklı çalışmalar yapılırken, hayvancılığın ve otlatma faaliyetlerinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ve bu faaliyetlerin nehir ekosistemi ile bir bütün olarak düşünülmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Wondzell (2001) yapmış olduğu bazı araştırmalar sonucunda nehir kıyısı ekosistemlerinde yapılan yoğun hayvan otlatılmasının bitki örtüsüne zarar verdiğini ve dere yataklarının tahribine yol açtığını belirtmiştir. Yapılacak olan bazı otlatma yöntemleri ile bitki örtüsünün iyileştirilerek değiştirilebileceğini, ancak dere içindeki olumlu değişikliklerin uzun bir zaman alacağını bildirmiştir.

Clary ve Kinney (2002) Idaho eyaletinde bulunan nehir kenarı ekosisteminde otlatmanın nehir kıyısına ve bitki örtüsüne etkilerini araştırmak için iki yıl boyunca dört farklı otlatma simülasyonu uygulamışlardır. Bu simülasyon uygulamaları hiç otlatma yapılmaması, ılımlı yaz başında otlatma yapılması, yaz ortasında otlatma yapılması ve sezon boyu yoğun otlatma yapılması olarak tasarlanmıştır. Bu yapılan araştırmanın sonucunda ise sezon boyu yoğun otlatma uygulamasında nehir kıyısının aşırı tahrip olduğunu ve ciddi oranda yüzey çökmesi ve kıyı kesimde geri çekilme meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca yoğun otlatma yapılan alanda bitki kök biyokütlesi, bitkilerin toprak üstü biyokütlesi ve bitki boyu gibi özelliklerin diğer alanlara kıyasla ciddi oranda azaldığını tespit etmişlerdir.

Kauffman vd. (2004) ABD'nin Kuzeydoğusunda bulunan Oregon'da bir nehir kıyısı ekosistemi boyunca yoğun hayvan otlatılmasının engellenmesi ile bazı ekosistem özelliklerinin nasıl değiştiği üzerine yaptıkları çalışmada, hayvan otlatılmasının engellenmesi sonucunda toprak özelliklerinin, hidrolojik özelliklerin, bitki örtüsü özelliklerinin ve su kalitesi üzerine önemli olumlu değişiklikler elde edildiğini ve bu durumun ekolojik olarak restorasyon çalışmalarında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Aksoy (2006) Düzce'nin Gölyaka ilçesinde bulunan Efteni gölü ve yakın çevresinde yaptığı çalışmada, bazı antropojen etkilerle birlikte gölün ve çevresinin tahrip edilerek, sulak alanların otlak alanlara dönüştürüldüğünü belirtmiştir. Aynı zamanda bu bölgede popülasyonu az olan ve aynı zamanda lokal endemik bir tür olarak bilinen *Lythrum anatolicum* türünün var olduğunu, ancak bu türün popülasyonlarının otlatma sonucunda zarar gördüğünü ve bu sebeple tehlike altında bulunan türler kategorisine girdiğini belirtmiştir.

Özbucak ve Kutbay (2008) Ordunun Melet Çayı havzasında bitki tür çeşitliliği üzerine yaptıkları çalışmada, toplam 59 familyanın, 136 cinsine ait 186 bitki türü tespit etmişlerdir. Aynı zamanda en fazla cins içeren familyaların *Fabaceae* ve *Asteraceae* familyalarına ait olduğunu ve en fazla tür içeren cinslerin ise *Trifolium*, *Vicia*, *Geranium* ve *Silene* cinslerine ait olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Melet nehri bölgesinde otlatma faaliyetlerinin ve insan etkisinin fazla olmasından dolayı ciddi bir tahribin olduğunu belirtmişlerdir.

Shirouzu ve Shimano (2009) Japonya'nın Matsumata şehrindeki Azusa ve kumlu Hikuma nehirlerinin kenar ekosistemlerindeki bitki tür kompozisyonu ve örtüsü üzerine yaptıkları çalışmada, Azusa nehrinin kıyı ekosistemlerinde nesli tükenmekte olan *Ixeris Tamagawaensis* ve *Orostachys japonicus* türlerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda Chikumu nehrinin kumlu bölgelerinde *Phalaris arundinacea*, *Miscanthus sacchariflorus* ve *Cyperes microiria* türlerini tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca nehir kenarından uzaklığın, su seviyesinden yüksekliğin ve kum parçacıklarının çapları gibi bazı çevresel faktörlerin nehir kenarında yayılış gösteren bitki örtüsü ve tür kompozisyonunun etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Burger vd. (2010) Avustralya'nın Victoria Riverina bölgesinde bulunan nehir kıyısı bölgelerinde yaptıkları çalışmada, hayvanlar tarafından otlatılan, hiçbir işlem görmemiş ve restorasyon çalışması yapılmış üç farklı özelliğe sahip alanların bitki özelliklerini incelemişlerdir. Bunun sonucunda bitki örtüsü bakımından örnek alanlarda %60'dan fazla oranda *Avena* sp., *Trifolium* sp. ve *Hordeum* sp. cinslerine ait türlerin ve *Phalaris aquatica* türünün bulunduğunu, ayrıca bitki kapalılığını en düşük otlatılan alanlarda, en yüksek ise işlem görmemiş örnek alanlarda olduğunu belirtmişlerdir.

Horike ve Shimano (2012) Japonyada bulunan Shinano nehrinin kıyı kesimlerindeki vejetasyon örtüsü üzerine yaptıkları çalışmada, su seviyesinden yüksek ve alçak alanlarda incelemelerde bulunmuşlardır. Alçak yükseltide bulunan kıyı kesimlere yakın olan alanlarda sel gibi olumsuzluklardan etkilenen doğal kıyı bitki türleri olduğunu, ancak yüksek kesimlerde veya bu tarz olumsuzluklardan etkilenmeyen alanlarda ise tür çeşitliliğinin az olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kıyı kesimler boyunca tek yıllık olan *Phragmites japonica* ve *Persicaria lapathifolia* türlerine rastlandığını ortaya koymuşlardır.

Batchelor vd. (2015) Oregon'da bulunan nehir kenarı ekosistemlerinde hayvan otlatılmasının engellenmesinden yirmi üç yıl sonraki kıyı ekosistemlerinin durumu ile ilgili yaptıkları çalışmada, tahrip olan nehir kanallarının ve kıyı bölgelerinin azaldığını, kıyı bölgedeki odunsu bitki örtüsünün artmasıyla erozyonun azaldığını belirtmişlerdir. Tüm örnek alanlarda toprağın çıplaklığı yüksek oranda azaldığı ve bu alanlara başta çimen, çalılar, sazlıklar ve Söğüt ağaçlarının geldiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda hayvan otlatılmasının engellenmesi sonucunda alanda bitki örtüsü bakımından restorasyon çalışmalarının başarılı olabileceğini bu çalışma ile ortaya koymuşlardır.

Özbucak vd. (2016) Orta Karadeniz bölgesinde bulunan Ordunun Akçaova deresinin kenar ekosistemlerindeki bitki çeşitliliği üzerine yaptıkları çalışmada, toplam 37 familyanın, 70 cinsine ait 82 bitki türü tespit etmişlerdir. Aynı zamanda alanda en fazla tür içeren cinslerin sırasıyla *Geranium* ve *Trifolium* cinslerine ait olduğunu ve en fazla cins içeren familyaların ise sırasıyla *Asteraceae* ve *Fabaceae* familyalarına ait olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yıldız (2016) Düzce’de bulunan riparian ekosistemleri üzerine yapmış olduğu incelemelerde, bu ekosistemlerde dere ıslahı adı altında yapılan bazı yöntemler sonucunda, ekosistemlerin tahrip olduğunu ve doğallıklarının bozulduğunu bildirmiştir. Bu tarz önemli riparian ekosistemlerin restorasyon çalışmalarında, hidrolojik değişkenlerin, arazinin kullanım amacının, iklimin, yağışın, topografyanın, geçmişten günümüze alanda var olan egzotik ve istilacı bitki türlerinin ve hayvan türlerinin önemli değişkenler olduğunu ve restorasyon çalışmalarında bu değişkenlerin belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Chundi vd. (2017) Pengxi nehri havzasında yaptıkları çalışmada, kıyı kesimlerde bulunan bitki örtüsü üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda 86 noktadan aldıkları örnekler ile toplam 186 bitki türü tespit etmişler ve bu bitkilerin yaklaşık %89’unun otsu türlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. En yaygın egzotik bitki türlerinin ise *Conyza canadensis*, *Setaria viridis*, *Xanthium sibiricum* ve *Biden pilosa* türleri olduğunu ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda bu tarz nehir kıyısı ekosistemlerde antropojen etkiler sonucunda, kıyı kesimlerin istilacı türler ile istila edilebilirliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Hale vd. (2018) Avustralya’nın Murray-Darling havzasında yıllarca hayvan olatma ve gübreleme gibi işlemler sonucunda bozulmuş nehir kıyısı ekosistemlerinin restorasyonu için yaptıkları çalışmada, üç farklı nehir kıyısı ekosisteminde hayvan olatılmasını durdurarak yeniden bitkilendirme çalışmaları yapmışlar ve sekiz yıllık değişimleri incelemişlerdir. Bu sekiz yıllık incelemeler sonucunda restorasyon çalışması yapılmış alanlardaki zemin çıplaklığının azaldığını, kontrol alanlarında ise zemin çıplaklığının arttığını ve aynı zamanda bitki örtüsü kapalılığının ve ölü örtünün restorasyon çalışması yapılmış alanda arttığını belirtmişlerdir.

Hündür (2019) Ardahan ilinde köy merası, su kenarı merası ve göl kenarı merası olmak üzere üç farklı mera ekosisteminde yapmış olduğu bir çalışmada, en fazla bitki türünün su

kenarı mera ekosisteminde, en fazla yaş ve kuru ot verimini köy merasında, en fazla botanik kompozisyonun ise buğdaygiller familyasına ait bitki türleri ile su kenarı mera ekosisteminde olduğunu ortaya koymuştur.

Zhao vd. (2020) Çin’de bulunan Beiang Nehri boyunca, nehir kenarında bulunan Okaliptüs ormanı, Bambu ormanı, karışık orman ve mera sahalarındaki toprak özelliklerinin farklı arazilerde ve farklı bitki örtüsünde nasıl etkilendiğiyle ilgili yapmış oldukları çalışmada; bitki örtüsü ile toprak tekstürü, nitrat azot ve organik karbon arasında anlamlı ilişki olduğunu, toplam ve mevcut fosfor, toplam azot ve hacim ağırlığı arasında bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Ağaç, çalı ve otsu tabaka gibi bitki örtülerinin toprak özelliklerini etkilediğini, fakat nehir kıyısından uzaklığa göre örnek alanlarda anlamlı bir sonuç elde edilmediğini ortaya koymuşlardır.

Waymouth vd. (2021) Avustralya’da yaptıkları çalışmada, meraya dönüştürülmüş alan, ormanlık alan ve yeniden bitkilendirilmiş alan olmak üzere üç farklı arazi kullanımına sahip su kenarı ekosistemlerinde incelemelerde bulunmuşlardır. Meraya dönüştürülmüş alanlarda egzotik türlerin diğer alanlara kıyasla fazla olduğunu ve *Holcus lanatus* L. ve *Anthoxanthum odoratum* L. türlerinin hâkim olduğunu, ayrıca alanın sığır ve koyunlarla otlatıldığını buna ek olarak ise bitki kapalılığının düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ek olarak topraktaki bakterilerin bitki örtüsü ile ilişkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır.

Ediş vd. (2022) Çankırı’nın Acıçay riparian zonunda yaptıkları çalışmada, nehri altmış metre aralıklarla üç farklı zona ayırarak 2008-2021 yılları arasındaki farklı arazi kullanımlarındaki değişiklikleri incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, nehir kıyısı bitki örtüsünün en fazla tahrip olduğu zonun 0-60 m ile birinci zonda olduğunu ve birinci zonda bulunan akarsu yatağı ve mera alanlarında azalma olduğunu, ancak tarım ve yerleşim alanlarında artış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Acıçay riparian zonunda 28 familyanın, 73 bitki türünü tespit etmişler ve alandaki tür zenginliğinin tüm zonlarda fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.

Jones vd. (2022) Avusturalya Victoria’da bulunan üç su kenarı ekosisteminde hayvan otlatılmasının engellenmesi sonucunda su kenarına uzaklığına göre bitki örtüsünün nasıl değiştiğini incelemişlerdir. Su kenarına yakın olan örnek alanlarda zemin çıplaklığının fazla olduğunu ve püsküllü çok yıllık graminoidlerin diğer yaşam formlarından fazla

olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca otlatılmış ve otlatılmamış alanların su kenarına yakın alanlarda zeminin bitki örtüsü ile kapalılığına büyük etkisi olduğunu belirtmişler ve otlatılmamış alanlarda zemin çıplaklığının daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda otlatılmamış alanlardan elde edilen yerli çok yıllık bitki türlerinin ve püsküllü graminoidlerin otlatılmış alanlara kıyasla daha fazla olduğunu, ancak egzotik bitki örtüsünde bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır.

Kauffman vd. (2022) ABD'nin kuzey doğusunda bulunan Oregon eyaletindeki Columbia nehrinin kollarındaki kıyı ekosistemi boyunca otlatma işlemi yapılmış ve yapılmamış on bir farklı örnek alanda yaptıkları çalışmada, bitki örtüsünün nasıl değiştiğini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda otlatılmamış nehir kıyısı ekosistemlerinde elde edilen tür zenginliği ve çeşitliliğinin daha yüksek olduğunu, aynı zamanda bu alanlarda *Carex* sp. türlerinin ve geniş yapraklı bitki türlerinin fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak *Poa pratensis* ve *Trifolium repens* gibi egzotik olan türlerin otlatılmış nehir kıyısı ekosistemlerinde daha fazla olduğunu ve aynı zamanda bu türlerin otlatılmaya uyum sağladıklarını belirtmişlerdir.

Zu vd. (2022) Çin'de bulunan Yangtze nehri havzasındaki Baoan gölünün çevresinde yaptıkları çalışmada, göl kenarı ve nehir kenarı ekosistemlerinde vasküler bitkilerin toprak faktörleri ile ilişkilerini incelemişlerdir. Göl ve nehir kenarı bölgelerinde bulunan vasküler bitki dağılımını toplam azot, toplam fosfor ve kullanılabilir fosfor gibi toprak özellikleri önemli derecede etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca alanlarda tespit edilen *Paspalum distichum*, *Cynodon dactylon* ve *Heteropogon cantortus* gibi çok yıllık bitkilerin toplam azot ile, *Humulus scandens* ve *Phaenosperma gobose* bitkilerinin pH ile *Eichhornia crassipes* ve *Seteria viridis* türlerinin kum oranı ile aralarında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Çalışma Sahasının Genel Özellikleri

Çalışmaya konu olan Düzce ili, Bolu ilinin batı ve kuzeyinde, Sakarya ilinin doğusunda, Zonguldak ilinin ise güneybatısında konumlanmaktadır. Batı Karadeniz Bölgesi'nin bir kısmını kapsayan Düzce ili  $40^{\circ} - 42^{\circ}$  kuzey enlemleri ile  $30^{\circ} - 33^{\circ}$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. Düzce ilinin ortalama rakımı 150 m civarında olduğu, ancak Büyük Melen boyunca ve Efteni Gölü sınırlarına doğru rakımın 112 m kadar düşebildiği görülmektedir. Alanda en yüksek nokta olarak Elmacık Dağları üzerindeki Kardüz Yaylası (1830 m) bulunmaktadır (URL-1, 2023). Düzce ilinin %39'luk kısmını tarım arazisi, %47'lik kısmını ormanlık ve fundalık alanlar, %3'lük kısmını çayır ve mera alanları, %11'lik kısmını ise tarım dışı alanlar oluşturmaktadır. Tarım ve orman bakımından zengin olan Düzce ili çayır ve mera alanları bakımından ise oldukça fakirdir (İçağa vd., 2006).

Düzce ili ovasının etrafındaki dağlardan gelen akarsular yörede önemli su kaynaklarını oluşturmaktadır. Çalışma alanında bulunan akarsular; Büyük Melen Çayı, Küçük Melen Çayı, Uğur Suyu, Asar Suyu ve Aksu Deresi'dir. Bu akarsuların tümü Akçakoca ilçesinin kıyı kesimi dışında kalan Melen Havzası'nda yer almaktadır (Anonim, 2020). Efteni Gölü mevkiinde Büyük Melen Çayı'yla birleşen Küçük Melen Çayı, Aksu, Asar Suyu, Uğur Suyu, Büyük Melen Çayı'nın kolları olarak bilinmektedir. Büyük Melen Çayı Karadeniz'e su taşıyan tek akarsu olarak bilinmekte ve İstanbul iline içme suyu taşıyan Büyük Melen Projesi Havzası'nda bulunmaktadır (Anonim, 2020).

Bu çalışma, Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Düzce ilinin Gölyaka ilçesinde mevcut olan Büyük Melen Çayı'nın kenarında bulunan bir su kenarı mera ekosisteminde gerçekleştirilmiştir. Düzce ilinin merkezinin batısında bulunan Gölyaka ilçesi  $30^{\circ} 59' 46''$  doğu boylamı ve  $40^{\circ} 46' 37''$  kuzey enlemi arasında bulunmakta olup, Düzce il merkezine olan uzaklığı yaklaşık 21 km uzaklıktadır. Söz konusu çalışma alanı ise  $31^{\circ} 1' 58''$  ile  $31^{\circ} 2' 8''$  doğu boylamları ve  $40^{\circ} 46' 34''$  ile  $40^{\circ} 46' 45''$  kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Mera alanı 250 m ile 400 m boyutlarında bir dikdörtgen görünümünde ve yaklaşık 80 dönümlük bir alan içerisinde yer almakta olup ortalama yüksekliği ise 118

m'dir. Çalışma alanı Büyük Melen Çayı'na 0-50 m, 50-100 m ve 100-150 m olacak şekilde üç farklı uzaklıkta zonlara ayrılmış ve çalışma bu zonlarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Araştırma alanının konumu

Çalışmanın yürütüldüğü arazinin kullanımı ile ilgili gerek yörenin halkından gerekse muhtarlık tarafından bazı bilgiler alınmış olup, iki yıllık gözlemlerde bulunulmuştur. Yapılan bu gözlemler sonucunda arazi çalışmasının yürütüldüğü alanda iki yıl üst üste sel baskını gözlemlenmiştir. İlk olarak arazide sel baskını 28.06.2022 tarihinde, ikinci olarak 22.06.2023 tarihinde ve üçüncü olarak ise 09.07.2023 tarihinde olduğu görülmüştür (Şekil 3.2-3.3). Bu tarihlere bakıldığında genel olarak yılın haziran ve temmuz aylarında alanda bir su baskını olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 3.2: Çalışma sahasında tüm zonların su altında kalmış bir görüntüsü



Şekil 3.3: Çalışma sahasında suyun alandan çekildikten sonraki görüntüsü

Arazinin kullanımı ile ilgili muhtarlık tarafından alınan bilgiler ışığında, çalışmaya konu olan su kenarı mera ekosisteminde yaklaşık olarak 250 adet büyük baş hayvanın otlatıldığı ve suni gübreleme yapılmadığı bilgilerine ulaşılmıştır. Ancak daha önceden gerek alanı tanıma gerekse örneklerin toplanması sırasında yapılan gözlemlerde alanda sadece büyük baş hayvanların değil küçük baş hayvanlarında alanda yoğun olarak otlatıldığı görülmüş olup, su baskının alandan çekilmesinin hemen peşinden yapılan otlatmalar sonucunda ise alanda toprak sıkışmasının olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.4-3.5).



Şekil 3.4: Çalışma sahasında büyük baş hayvan otlatıldığına dair bir görüntü



Şekil 3.5: Çalışma sahasında hayvan gezinmesine bağlı olarak toprağın sıkışmasına ait bir görüntü

### 3.1.2 İklim Özellikleri

Düzce ilinin batısında bulunan Gölyaka ilçesi 219.983 km<sup>2</sup> alanı ile tipik Karadeniz iklimine hakimdir. Çalışma sahasına yakın olarak Düzce ve Akçakoca meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Ancak çalışma sahasına daha yakın olduğu için iklim tipinin saptanmasında yüksekliği 146 m olan ve 40° 50' kuzey enlemi ile 31° 08' doğu boylamları içerisinde yer alan, Düzce Merkez Meteoroloji İstasyonunun 1959 – 2022 yılları arasındaki 64 yıllık veriler kullanılmıştır (URL-2, 2023). Düzce Merkez Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen verilere göre Düzce'nin 1959-2021 yılları arasında aylık yağış ortalaması bakımından en fazla yağış Aralık ayında 100.9 mm olduğu görülmektedir. Ortalama yıllık yağış ortalaması ise 833.5 mm civarındadır. İklim verileri incelendiğinde en yüksek sıcaklığın 29.2 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklığın ise 0.5 °C ile Ocak ayında

ölçüldüğü görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık ise 13.2 °C olarak ölçülmüştür. 1959-2021 yılları arasında en yüksek sıcaklık 42.4 °C ile 2000 yılında Temmuz ayında ölçülmüş olup, en düşük sıcaklık ise -20.5 °C ile 1967 yılının Ocak ayında ölçüldüğü görülmektedir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Düzce iline ait meteoroloji istasyonu verileri

Meteorolojik Veriler	A Y I L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	3.7	5.2	7.6	12.2	16.5	20.3	22.4	22.3	18.6	14.1	9.4	5.7	13.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	8.2	10.5	13.6	19.0	23.4	27.1	29.1	29.2	26.0	20.8	15.7	10.3	19.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0.5	1.4	3.4	7.2	11.2	14.8	16.9	17.0	13.4	9.8	5.3	2.5	8.6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	1.9	2.9	3.8	5.3	6.8	8.0	8.6	8.2	6.6	4.4	2.9	1.8	5.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15.30	13.42	13.69	12.19	11.64	9.83	6.22	6.03	7.69	10.84	11.66	15.33	133.8
Aylık Toplam Yağış Ortalaması (mm)	91.3	70.4	73.9	59.3	62.8	70.5	45.1	51.4	52.3	79.1	16.5	100.9	833.5
Yıllar Göre Aylık En Yüksek ve En Düşük Sıcaklık													
Aylar	En Yüksek Sıcaklık (°C)		Gün, Ay, Yıl				En Düşük Sıcaklık (°C)		Gün, Ay, Yıl				
Ocak	26.1		12.01.2021				-20.5		22.01.1967				
Şubat	26.9		29.02.2016				-17.3		23.02.1985				
Mart	32.2		26.03.2001				-13.6		02.03.1985				
Nisan	34.7		02.04.1975				-3.0		11.04.1997				
Mayıs	39.5		20.05.2020				0.4		01.05.1985				
Haziran	39.0		13.06.1978				6.6		02.06.1994				
Temmuz	42.4		13.07.2000				8.8		03.07.1982				
Ağustos	42.0		19.08.1963				7.6		31.08.1981				
Eylül	38.7		12.09.2017				4.5		29.09.1992				
Ekim	38.2		06.10.2003				-1.2		30.10.1973				
Kasım	30.2		01.11.1962				-6.8		14.11.1988				
Aralık	29.2		02.12.2010				-16.5		31.12.1992				

Çalışma alanı olan Gölyaka ilçesinde meteoroloji istasyonu bulunmamasından dolayı ve Düzce Merkez Meteoroloji İstasyonu ile çalışma alanı arasında bulunan yükselti farkından dolayı yağış ve sıcaklık miktarları enterpole edilerek yeni iklim verileri oluşturulmuş ve Thornthwaite metoduna göre su bilançosu oluşturulmuştur. Yağış miktarının enterpole edilerek bulunmasında Schreiber tarafından geliştirilen formülden yararlanılmıştır (Bolat, 2011) (Eşitlik 3.1).

$$P_h = P_0 \pm 54h \quad (3.1)$$

$P_h$ : Deniz seviyesinden yüksekliği bilinen çalışma sahasına ait yıllık yağış miktarı (mm)

$P_0$ : Deniz seviyesinden yüksekliği bilinen, meteoroloji istasyonunun ölçtüğü yıllık yağış miktarı (mm)

54= Bu katsayı her 100m yükseldikçe yıllık yağışın ortalama 54mm arttığı kabul edilen katsayıdır

$h$ = Denizden yüksekliği bilinen çalışma sahası ile meteoroloji istasyonunun ortalama yükseklik farkı (birimi hektometre olarak)

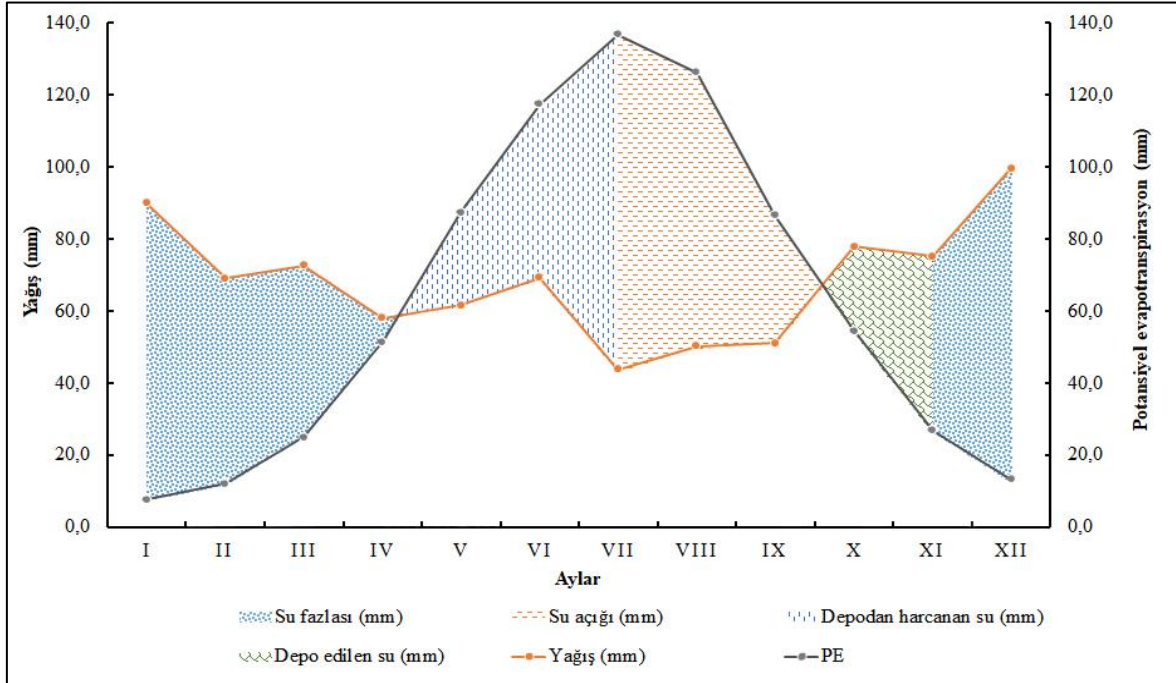
Sıcaklık değerinin enterpole edilerek bulunmasında ise deniz seviyesinden her 100 m yükselişte sıcaklığın yaklaşık olarak 0.5 °C düştüğü bilgisinden yararlanılmıştır (Çepel, 1995). Bu kapsamda çalışmada enterpole edilerek elde edilen Gölyaka ilçesine ait sıcaklık ve yağış verilerine göre yıllık ortalama sıcaklığın 13.3 °C olduğu, en yüksek ortalama sıcaklığın 22.5 °C ile temmuz ayında olduğu, en düşük ortalama sıcaklığın ise 3.8 °C ile ocak ayında olduğu belirlenmiştir. Yıllık toplam yağışın ise 818.4 mm kadar olduğu ve en fazla yağışın görüldüğü ayların aralık ve ocak ayı olduğu, en düşük yağışın görüldüğü ayın ise temmuz ayı olduğu görülmektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Çalışma sahasının Thornthwaite metoduna göre su bilançosu (1959-2022)

Meteorolojik Veriler	A Y I L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama sıcaklık (°C)	3.8	5.3	7.7	12.3	16.6	20.4	22.5	22.4	18.7	14.2	9.5	5.8	13.3
Sıcaklık indisi	0.66	1.09	1.92	3.91	6.15	8.41	9.75	9.68	7.37	4.86	2.64	1.25	57.69
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	9.1	14.4	24.1	46.4	70.5	94.0	107.8	107.1	83.2	56.7	32.3	16.3	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	7.6	11.9	24.9	51.5	87.4	117.5	136.8	126.4	86.5	54.4	26.8	13.2	744.9
Yağış (mm)	90.0	69.1	72.6	58.0	61.5	69.2	43.8	50.1	51.0	77.8	75.2	99.6	818.4
Depolanan suyun değişimi (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-25.8	-48.2	-25.9	0.0	0.0	23.4	48.4	28.2	
Depolanan su (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	74.2	25.9	0.0	0.0	0.0	23.4	71.8	100.0	
Gerçek ET (mm)	7.6	11.9	24.9	51.5	87.4	117.5	69.8	50.1	51.0	54.4	26.8	13.2	566.1
Su açığı (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.1	76.2	35.5	0.0	0.0	0.0	178.8
Su fazlası (mm)	82.4	57.2	47.8	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3	252.3
Yüzeysel akış (mm)	55.8	56.5	52.1	29.4	14.7	7.3	3.7	1.8	0.9	0.5	0.2	29.1	252.1
Nemlili oranı	10.8	4.8	1.9	0.1	-0.3	-0.4	-0.7	-0.6	-0.4	0.4	1.8	6.6	

Çalışma sahasının sıcaklık ve yağış değerleri bakımından iklimsel özellikleri Thornthwaite yöntemine göre incelendiğinde (Thornthwaite, 1948; Erinç, 1984; Çepel, 1995; Özyuvacı, 1999) (Tablo 3.2), çalışma sahasının iklim tipi, yarı nemli (C2), 2. Derece mezotermal (B2'), yazın ise orta derecede su açığı olan (s), okyanusal iklim koşullarına yakın bir özellik taşıyan (b4'), iklim tipine sahiptir. Bu kapsamda, Düzce ili Gölyaka ilçesinde

bulunan çalışma sahası Thornthwaite yöntemine göre C2B2'sb4' işaretleri ile belirtilen yarı nemli, 2. Derece mezotermal (orta sıcaklıkta), yaz aylarında orta derecede su açığı olan ve okyanusal iklim koşullarına yakın bir iklim özelliğine sahip bir alandır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Çalışma sahasının Thornthwaite metoduna göre su bilançosu grafiği

## 3.2 Metod

### 3.2.1 Deneme Deseni Kuruluşu ve Yapılan Örneklem İşlemleri

Bu çalışma, Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Düzce ili Gölyaka ilçesinde mevcut geçen Büyük Melen Çayı'nın kenarındaki bir su kenarı mera ekosisteminde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Büyük Melen Çayı'nın dip kısmından farklı uzaklıkta zonlara ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Alanın zonlara ayrılmasında çelik şerit metre kullanılmış olup, Büyük Melen Çayı'nın dip (0m) kısmından itibaren 0-50 m, 50-100 m ve 100-150 m olacak şekilde alan 3 farklı zona ayrılmıştır (Şekil 3.7).





Şekil 3.7: Çalışma sahasının çelik şerit metre yardımı ile zonlara ayrılması

Çalışma alanı 3 farklı zona ayrıldıktan sonra, her zondaki bitkiler ayrı ayrı teşhis edilmiş olup, daha sonra buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar olacak şekilde botanik kompozisyon analizi yapılmıştır. Ayrıca alanda, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri için ve arbusküler mikorizal fungusların izolasyonu için 2 farklı toprak örnekleme yapılmıştır. Bu toprak örnekleme için toprakların analizi için 0-30 cm derinlikten her zon için 15 adet ve arbusküler mikorizal fungusların spor izolasyonu için bitkilerin rizosfer bölgesinden olacak şekilde 0-30cm derinlikten yine her zon için 15 adet toprak örnekleme yapılmış olup, bir zon için toplam 30 toprak örneği, tüm zonlar için ise toplamda 90 adet toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Çalışma sahasından toprak ve spor analizi için alınan toprak örnekleri

### 3.2.2 Toprak Örneklerinin Alınımı ve Analizleri

Çalışma sahasında toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri için kürek yardımıyla her bir zonu temsil eden mineral toprak üzerinden rastgele olacak şekilde yaklaşık 0-30 cm derinlikten, 15'er adet toprak örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9). Toplamda 3 farklı zondan 45 adet toprak örnekleme gerçekleştirilmiş olup, her bir zonda sahayı temsilen homojen bir şekilde toprak örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.9: Çalışma sahasından toprak örneklerinin kürek yardımıyla alınması

Alınan toprak örnekleri aynı gün içerisinde Bartın Üniversitesi Havza Amenajmanı laboratuvarına getirilmiş ve ağızları açılarak bekletilmiştir. Daha sonra bu toprak örnekleri analize hazır hale getirilerek, Biyotar Organik Tarım laboratuvarında bazı fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.2.1 Toprak nemi ölçümleri

Her bir zonda yapılan toprak örnekleme sırasında, açılan çukurların yakınından toprak nemi ölçümleri yapılmıştır. Toprak nemi ölçümlerinde GP-DU SDI-12 model nem ölçüm cihazı kullanılmış olup, sensör olarak ise HydraProbe SDI-12 Pro tipi sensör kullanılmıştır. Kullanılan bu SDI-12 Pro tipi sensörle toprak nemi, tuzluluk ve toprak sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Çalışma sahasında toprak nemi ölçümlerinin yapılması

### 3.2.2.2 Toprak Analizleri

Araziden alınan toprak örneklerinde toprak sınıfı (tekstür), kum, toz, kil içerikleri, organik karbon, toplam azot, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, hacim ağırlığı, elde edilebilir potasyum ve fosfor içerikleri bakımından bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Toprak örneklerinin tanecik bileşimi olan tekstür analizleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962; Day, 1965). Toprak sınıflarının belirlenmesinde kum, kil ve toz oranlarına göre Amerikan Toprak Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak toprak türleri tespit edilmiştir (USDA, 1987). Toprakların hacim ağırlıkları Irmak (1954)'e göre belirlenmiştir. Toprak reaksiyonunun belirlenmesinde topraklar hava kuru hale geldikten sonra 1/2.5 oranında saf su ile karıştırılarak bekletilmiş ve sonrasında pH metre yardımı ile ölçülerek analiz edilmiştir (Irmak, 1954; Schofield ve Taylo, 1955; Gülçur, 1974; Conyers ve Davey, 1988; Thomas, 1996; Rowell, 1994; Kantarcı, 2000). Toprağın elektriksel iletkenliğinin belirlenmesinde hava kuru hale gelen toprak örnekleri 1/5 oranında saf su ile karıştırılarak bekletilmiş ve bir EC probu yardımı ile ölçülerek analiz edilmiştir (Gülçur, 1974; Eruz, 1979; Rhoades, 1982). Daha sonra toprak tuzluluğu bu elektriksel iletkenlik değerleri üzerinden belirlenmiştir. Topraklardaki toplam kireç içeriklerinin analizinde ise Scheibler kalsimetre yöntemine göre belirlenmiştir (Allison ve Moodie, 1965; Gülçur, 1974; Kaçar, 1995). Topraklarda bulunan toplam azot içerikleri modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş (Bremner ve Mulvaney, 1982; Kaçar, 1995), organik karbon içerikleri ise Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre analiz edilmiştir (Walkley ve Black, 1934; Irmak, 1954; Gülçur, 1974). Topraklarda bulunan yarayışlı fosfor ise toprakların pH durumuna göre değerlendirildiğinde bazik reaksiyonlu olduğu için Olsen vd. (1954) tarafından geliştirilen yöntemle göre analiz edilmiştir. Yarayışlı potasyum içerikleri ise Atalay (1982)'ye göre analiz edilmiştir.

### 3.2.3 Vejetasyon Analizleri

Çalışma sahasında vejetasyon döneminin başlaması ile düzenli olarak iki hafta aralıklarla araziye gidilmiş olup, çizgi kesişme – teması veya transekt adı verilen yöntem ile üç farklı zonda mera vejetasyonuna ait bitkiler teşhis edilmiştir. Vejetasyon örnekleme tüm zonlarda rastgele olacak şekilde yapılmıştır. Bitkiler tür bazında tespit edilmiş ve daha sonra vejetasyon örtüsü hesaplanmıştır. Aynı zamanda aile bazında (baklagiller, buğdaygiller ve diğer aileler) botanik kompozisyon hesabı yapılmıştır.

### 3.2.3.1 Bitki Teşhislerinin Yapılması

Bitki teşhisleri için bitki örnekleri vejetasyon döneminin başlamasıyla birlikte düzenli olarak araziye gidilerek toplanmış ve Bartın Üniversitesi Orman Fakültesine getirilerek teşhisleri yapılmıştır. Mera alanından elde edilen bitki örnekleri cins ve tür bazında teşhis edilmiştir.

### 3.2.3.2 Vejetasyon Örtüsü ve Botanik Kompozisyon

Vejetasyon örtüsü ve botanik kompozisyon hesabında çizgi kesişme-teması (transekt) yöntemi kullanılmıştır (Babalık, 2004; Gökbulak, 2013). Bu yöntemde 1 m uzunluğunda metre kullanılarak her bir zonda sahayı temsil etmesi için homojen bir şekilde 10 adet transekt hattı alınmış olup, toplamda 30 adet transekt hat örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Çalışma sahasından botanik kompozisyon için alınan transekt hatları

Bu yöntemde transekt hattı boyunca, hatta temas eden ve hattın altında kalan bitkiler baz alınarak temas mesafeleri ölçülmüştür. Yapılan bu transekt hat örneklemesinin ölçümleri sonucunda yüzde olarak vejetasyon örtüsü ve botanik kompozisyon değerleri tespit edilmiştir (Babalık, 2004; Gökbulak, 2013) (Eşitlik 3.2-3.3).

$$\text{Bitki ile Kaplı Alan (\%)} = \frac{\text{Bitki ile Temas Edilen Toplam Mesafe (m)}}{\text{Ölçülen Toplam Uzunluk (m)}} \times 100$$

$$\text{A Fam. Bot. Kompozisyonu (\%)} = \frac{\text{A Fam. Transekt Hattı ile Temas Eden Toplam Uzunluğu (m)}}{\text{Transekt Hattı ile Kesişen Bitkilerin Toplam Uzunluğu (m)}} \times 100$$

### 3.2.4 Arbusküler Mikorizal Fungusların Spor İzolasyonu

Çalışma alanlarından arbusküler mikorizal fungusların izolasyonu için her araştırma alanından 15'er tane olmak üzere toplamda 45 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri rastgele seçilerek bitkilerin rizosfer bölgesinden (yaklaşık 30 cm derinlikten) alınmıştır. AMF için alınan topraklar analiz yapıncaya kadar +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: AMF için alınan toprak örneklerinin buzdolabında muhafaza edilmesi

Arbusküler mikorizal fungus sporları ıslak eleme metoduna (Gerdemann ve Nicolson, 1963; Jenkins, 1964; Sieverding, 1991) göre analiz edilmiştir. Bu yöntemde spor sayıları 50 gr toprak üzerinden hesaplanmıştır. Öncelikle 50 gr toprak örneği hassas terazi yardımı ile tartılarak saf su ile çözelti oluşturulmuş ve karıştırıldıktan sonra bir gün bekletilmiştir. Daha sonra bekletilen bu çözeltilerin içerisinde sporlar gözenek çapı 35 ve 750  $\mu\text{m}$  olan elek seti ile toprağından ve köklerden arındırıldıktan sonra saf su ile elek setinin içerisindeki sporlar falcon tüplere alınmış ve santrifüj yardımı ile 5 dakika boyunca döndürülmüştür. Daha sonra santrifüjde 5 dakika duran falcon tüplerinin içerisindeki sular dökülerek %50 şeker çözeltisi ile doldurulmuş ve tekrardan 1 dakika boyunca santrifüjde döndürülmüştür. Tamamen topraktan ayrılarak falcon tüpü içerisindeki %50 şeker çözeltisine katılan sporlar petri kaplarına alınarak örnekler oluşturulmuştur (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Oluşturulan toprak çözeltisi ve santrifüje alınan falcon tüpleri

Elde edilen bu petri kaplarındaki örnekler ile mikroskop altında AMF sporları hem adet olarak sayılmış, hemde morfolojik (renk, şekil, boyut, kırılma şekli, hif yapısı gibi) olarak cins bazında teşhisleri yapılmıştır (Schenck ve Perez, 1990; INVAM, 2020). Burada öncelikle petri kaplarındaki AMF sporları Olympus SZX7 marka mikroskop yardımı ile sayılmıştır. Daha sonra buradaki sporlar ile lam lamel arası preparatlar oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu preparatlar Olympus CX21 marka 4 objektifli (4, 10, 40 ve 100x) mikroskopunda incelenmiş ve morfolojik olarak cins bazında teşhisler yapılarak fotoğraflama işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: AMF sporlarının sayılmasında ve teşhisinde kullanılan mikroskoplar

### 3.3 İstatistik Analizler

Çalışmanın sonuçlarına göre, vejetasyon örtüsü, baklagiller, buğdaygiller, diğer familya oranları, toprak özellikleri, AMF spor yoğunluğunun örnek alan zonlara göre farklı olup olmadığını anlamak için SPSS programında tek yönlü varyans (ONE WAY ANOVA) analizi yapılmıştır. Farklı grupları ( $P < 0.05$ ) belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır. Ayrıca AMF spor yoğunluğu, botanik kompozisyon ve toprak özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. (SPSS 16.0, 2007).



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Bulgular ve Tartışma

Her araştırma zonundan 15 adet olmak üzere toplamda 45 adet toprak örneği alınmış ve analizi yapılmıştır. Toprak örneklerinin hacim ağırlığı, toprak nemi, toprak sıcaklığı, kum, toz, kil içeriği, pH, elektriksel iletkenlik, CaCO<sub>3</sub>, elde edilebilir potasyum (K<sub>2</sub>O), elde edilebilir fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), organik karbon ve toplam azot içerikleri belirlenmiştir. Toprak özelliklerine ait ortalama değerler ve standart sapmalar Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

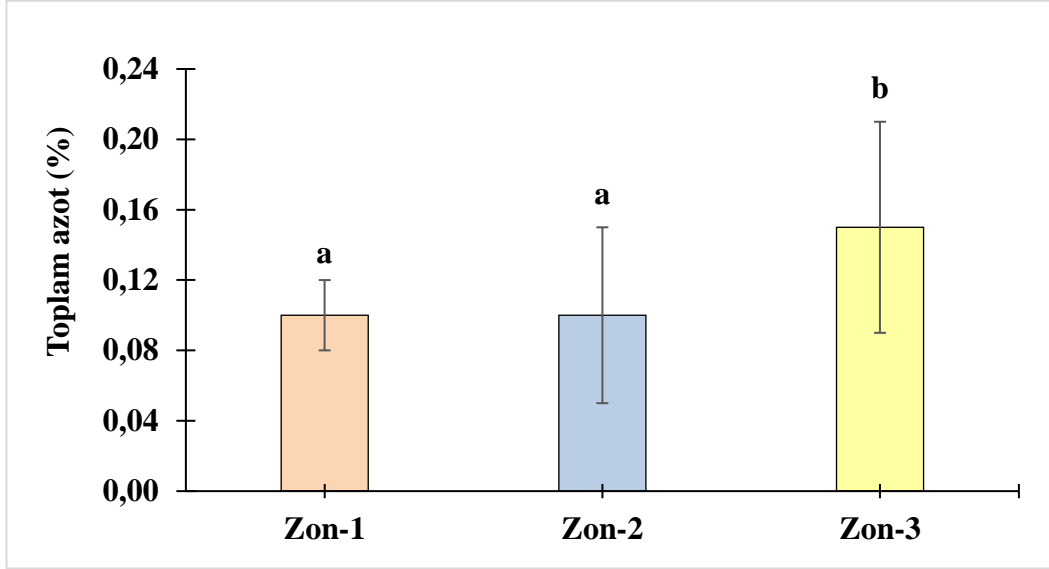
Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre farklı zonlara ait toprakların hacim ağırlığı, toplam azot, organik karbon, toprak nemi, toprak sıcaklığı, kil-toz-kum içerikleri, elde edilebilir potasyum (K<sub>2</sub>O), elektriksel iletkenlik, arasında (p<0.05) istatistiki olarak farklılıklar bulunmuştur. Ancak ortalama elde edilebilir fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) içerikleri arasında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Kıyı zonlarına ait toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler.

Toprak Karakteristikleri	Zon 1	Zon 2	Zon 3
Toplam Azot (%)	0,10(±0,02) <sup>a</sup>	0,10(±0,05) <sup>a</sup>	0,15 (±0,06) <sup>b</sup>
Organik Karbon (%)	0,88(±0,21) <sup>a</sup>	1,32(±0,42) <sup>b</sup>	1,32(±0,39) <sup>b</sup>
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da)	6,92(±1,05) <sup>a</sup>	6,69(±2,50) <sup>a</sup>	6,69(±2,46) <sup>a</sup>
Potasyum (K <sub>2</sub> O) (kg/da)	21,66(±9,96) <sup>a</sup>	19,10(±4,69) <sup>a</sup>	35,24(±13,5) <sup>b</sup>
Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	1,37(±0,03) <sup>a</sup>	1,24(±0,04) <sup>b</sup>	1,22(±0,02) <sup>b</sup>
Kil (%)	15,31(±3,42) <sup>a</sup>	30,49(±5,57) <sup>b</sup>	37,43(±2,83) <sup>c</sup>
Toz (%)	26,13(±5,93) <sup>a</sup>	47,58(±5,62) <sup>b</sup>	43,99(±3,45) <sup>b</sup>
Kum (%)	58,56(±7,72) <sup>a</sup>	21,93(±9,80) <sup>b</sup>	18,58(±4,27) <sup>b</sup>
CaCO <sub>3</sub> (%)	7,64(±0,83) <sup>a</sup>	7,46(±0,43) <sup>a</sup>	6,27(±1,37) <sup>b</sup>
pH(H <sub>2</sub> O)	7,80(±0,05) <sup>a</sup>	7,73(±0,05) <sup>b</sup>	7,70(±0,08) <sup>b</sup>
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	0,33(±0,04) <sup>a</sup>	0,45(±0,03) <sup>b</sup>	0,49(±0,03) <sup>c</sup>
Toprak Nemi (%)	33,95(±5,96) <sup>a</sup>	47,74(±3,90) <sup>b</sup>	49,58(±2,58) <sup>b</sup>
Toprak Sıcaklığı (°C)	21,69(±0,32) <sup>a</sup>	22,38(±0,74) <sup>b</sup>	23,86(±0,69) <sup>c</sup>

Çalışma sahası olan su kenarı mera ekosisteminin zonlarından elde edilen topraklardaki toplam azot içeriği değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3’te sırasıyla %0,10, %0,10 ve %0,15 olarak bulunmuştur. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre su kenarından uzaklaştıkça toplam azot içeriklerinin önemli bir düzeyde (P<0.05) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-1 ve zon-2 topraklarındaki toplam azot içerikleri aynı

grupta yer alırken zon-3 topraklarındaki toplam azot içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.1). Bu sonuçlar neticesinde çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların toplam azot değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3’de sırasıyla düşük, düşük ve orta sınıfta olduğu belirlenmiştir.

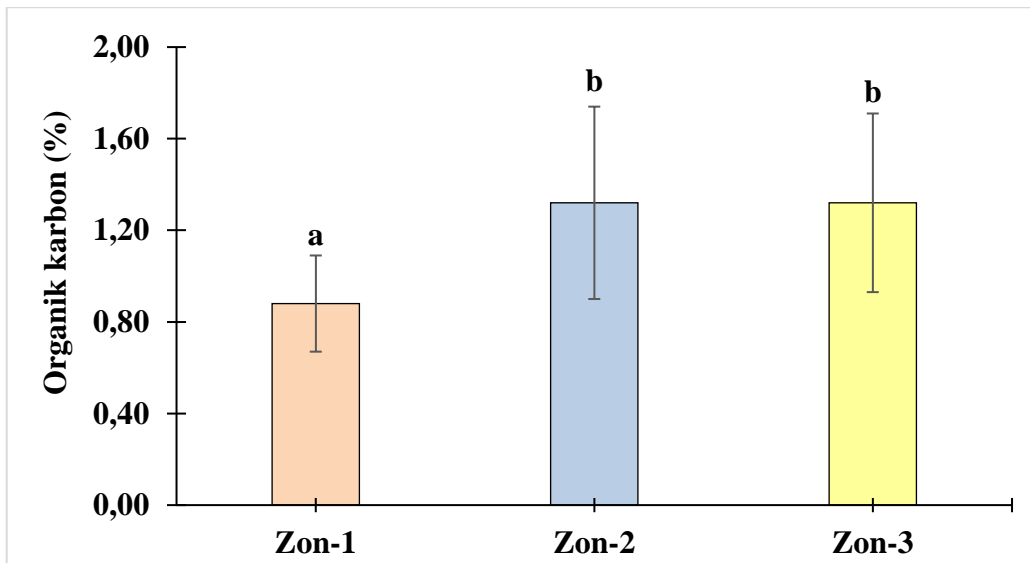


Şekil 4.1: Farklı zonlara ait topraklardaki toplam azot içeriğinin değişimi

Topraktaki azot bileşiklerinin kaynağı toprak anakayasında değil, organik matelyalde bulunmaktadır. Aynı zamanda yağışın yağmasıyla birlikte toprağa ulaşan NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gibi gazlar ile diğer azot bileşiklerinin de topraktaki azot kaynağını oluşturduğu bilinmektedir (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Yılmaz, 2017). Topraktaki azotu ayrıca hem arazi kullanımındaki değişimler, hemde toprağı örten bitki formlarındaki değişimler etkilemektedir. Norton vd. (2011) su kenarı ve karasal mera ekosistemlerinde yapmış oldukları çalışmada karasal ekosistemlere kıyasla su kenarı ekosistemlerindeki topraklarda daha fazla azot olduğunu belirtmişlerdir. Yıldız vd. (2015) çalışma alanımıza yakın olan Gölyaka'nın Efteni sulak alanının kıyı kesimlerinde yaptıkları çalışmada ise su kenarından uzaklaştıkça topraktaki azotun azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırma sahası olan su kenarı mera ekosisteminde ise bu durum tam tersi olarak su kenarından uzaklaştıkça topraktaki azot miktarının arttığı görülmektedir. Su kenarına yakın zonda mevcut bitki örtüsünün azlığına bağlı olarak topraktaki organik karbon miktarının az olduğu görülmektedir. Bu durumda toprağa giren organik karbon miktarının az oluşuna paralel olarak azot miktarının az olduğu düşünülebilir. Bu durumun tam tersi olan su kenarına en uzak zonda ise toprağa giren organik karbon miktarının artması ile azot miktarının arttığı

görülmektedir. Bu tarz su kenarı ekosistemleri oksijenli veya oksijensiz ortamlarda, denitrifikasyon veya bitkiler tarafından nitratin alınımı ile alandan uzaklaştırılmaktadır (Yıldız vd, 2015). Denitrifikasyon oranı ise topraktaki organik madde miktarına bağlı olarak artmaktadır. Ancak bu denitrifikasyon bakterileri tarafından yapılan dönüşümde sadece organik karbon miktarı değil kalitesinin de önemi bulunmaktadır (Dodla vd., 2008). Pauwels ve Talbo (2004) denitrifikasyon olayı ile azotun  $N_2$  ve  $N_2O$  formunda sudan kaybolabileceğini belirtmişlerdir. Bu kadar etken içerisinde araştırma alanındaki azot miktarının su kenarından uzaklaştıkça artmasının sebebi, su kenarına yakın zonlarda denitrifikasyonla birlikte azot miktarındaki kaybın su kenarından uzak zona kıyasla daha fazla olduğundan kaynaklanabileceği düşünülebilir. Buna ek olarak inorganik haldeki azotun bitkiler tarafından alınımı sırasında nitrata dönüşerek topraktan kaybolmasında bir diğer sebep olabilir.

Organik karbon değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla %0,88, %1,32 ve %1,32 olarak bulunmuştur. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça organik karbon değerlerinin önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-2 ve zon-3 topraklarındaki organik karbon içerikleri aynı grupta yer alırken zon-1 topraklarındaki organik karbon içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.2). Bu sonuçlar neticesinde çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların organik karbon değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3'de sırasıyla düşük, orta ve orta seviye sınıflarında yer aldığı belirlenmiştir.

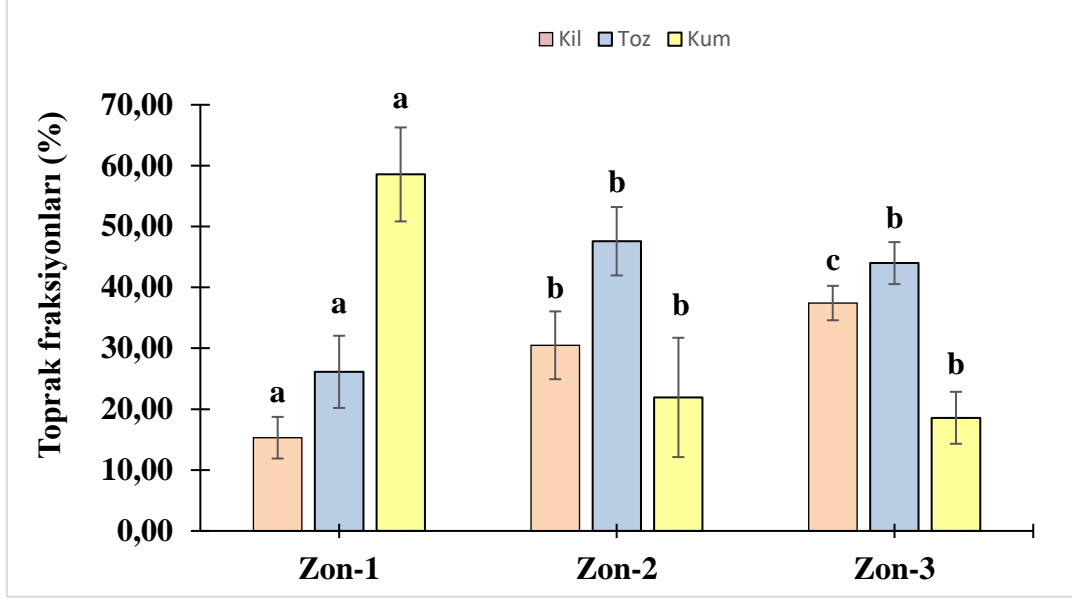


Şekil 4.2: Farklı zonlara ait topraklardaki organik karbon içeriğinin değişimi

Toprakta bulunan organik karbon bitki artıkları, hayvan kalıntıları ve çeşitli mikroorganizmalar gibi canlıların ayrışması sonucunda toprağa katılır. Bu sebeple aslında topraktaki organik karbonun miktarı, topraktaki organik madde miktarı ile ilişkisi bulunmaktadır. Bu durumdan dolayı topraktaki organik karbon genel olarak organik maddenin ölçüsü olarak kabul edilebilir (Ontl ve Schulte, 2012). İklim, vejetasyon, toprak işlenmesi ve toprak tekstürü, toprakta bulunan organik karbon miktarını doğrudan etkileyen faktörler arasındadır (Plaster, 1992). Genel olarak su kenarı ekosistemlerinde depolanan organik karbonun diğer ekosistemlere göre fazla olduğu araştırma konusu olmuştur (Batjes, 1996; Rinklebe vd., 2007; Zehetner vd., 2009; Cierjacks vd., 2010; Ricker vd., 2013; Sutfin vd., 2016; Yılmaz, 2017). Bunun nedeni ise genel olarak karasal ve akarsu kaynaklarından gelen allohton organik materyal ve su kenarında artan toprak nemiyle birlikte oluşan otokton organik maddeden kaynaklandığı belirtilmiştir (Pinay vd., 1992; Tockner ve Stanford, 2002; Cabezas ve Comin, 2010). Norton vd. (2011) yaptıkları çalışmada su kenarı mera ekosistemleri altındaki topraklarda bulunan organik karbon miktarının, karasal ekosistemlere kıyasla en az iki kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Gumbert (2013) tarafından mera, orman ve ağaçlandırılmış olan farklı arazi kullanım koşullarına ait su kenarı ekosistemlerinde yaptığı çalışmada ana dereden uzaklaştıkça toplam organik karbon miktarının düştüğünü bildirmiştir. Yılmaz (2017) ise yine benzer şekilde yaptığı su kenarı ekosistemlerinde ana dereden uzaklaştıkça organik karbonun düştüğünü belirtmiştir. Zhou vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada, ana derenin akışı boyunca topraktaki organik karbonun genel olarak azaldığını ve nehre yakın alanlarda elde edilen organik karbonun, nehre uzak alanlardan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Genel olarak çalışmalar nehre yakın alanlarda organik karbonun daha fazla olması eğilimindedir. Araştırma alanı olan su kenarı mera ekosisteminde ise bu durum tam tersi olarak görülmektedir. Ana dereden uzaklaştıkça topraktaki organik karbon miktarında artış görülmektedir. Genel olarak su kenarı ekosistemlerinde organik karbon miktarı sadece toprağa giren organik madde miktarından değil aynı zamanda stabil hale gelen organik maddenin ayrışma ( $C_{org}/N_{toplaml}$ ) hızındanda etkilenmektedir (Bernoux vd., 2005; Bernal ve Mitsch, 2008). Toprak üzerindeki ölü örtüsünün ayrışma hızını izlemek için kullanılan  $C_{org}/N_{toplaml}$  oranı, Kantarcı (2000)'e göre bu oranın 15'ten küçük bir değer olması durumunda ayrışmanın hızlı gerçekleştiği, 15 – 25 arasında bir değer alırsa ayrışmanın yavaşladığı, 25'ten büyük bir değer alır ise ayrışmanın engellendiği şeklinde tanımlanmıştır. Bu oranlamaya göre zon-1, zon-2 ve zon-3'de  $C_{org}/N_{toplaml}$  oranları sırasıyla,

8,8, 13,2 ve 8,8 olarak belirlenmiş olup, ayrışma hızlarının hızlı grupta yer almasından dolayı herhangi bir problem görülmemiştir. Ayrışma hızlarında problem görülmesede, alanda yapılan yoğun otlatma sonucunda vejetasyon örtüsünün aşırı tahrip olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu durumda toprağa giren organik karbon miktarıda azdır. Su kenarına yakın olan zonda organik karbon miktarının az olmasının sebeplerinden birisi vejetasyon örtüsünün düşük olması ve yoğun otlatma altında olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca buna ek olarakta kum miktarındaki artışa bağlı olarak ana derenin eroziv etkisi de organik karbon miktarının azalmasına neden olabilir.

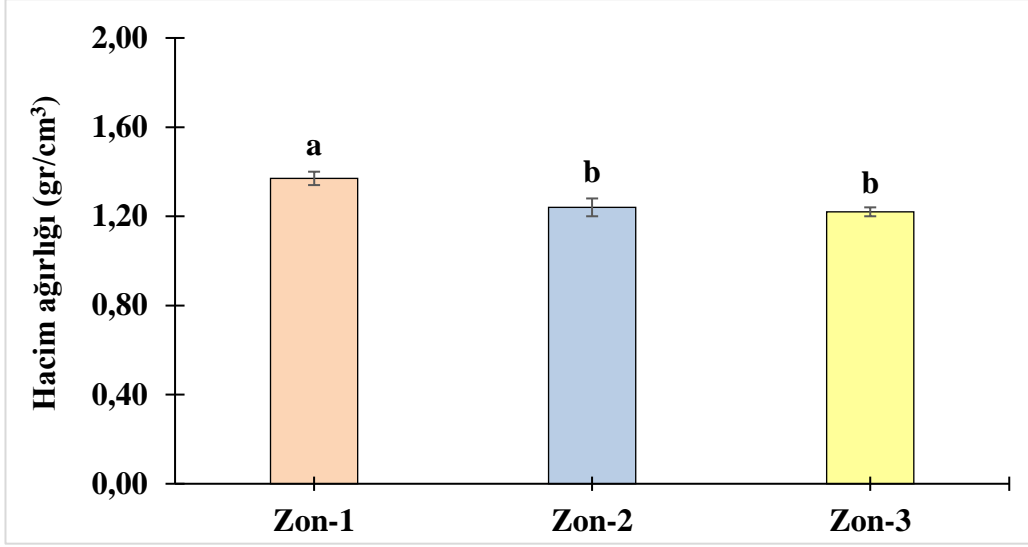
Toprakların ortalama kil içerikleri zon-1, zon-2 ve zon-3'de sırasıyla %15,31, %30,49 ve %37,43 olduğu belirlenmiştir. Tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça toprakların kil içeriklerinin önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre tüm zonlardaki toprakların kil içerikleri farklı gruplarda yer almıştır. Ortalama olarak toz içerikleri zon-1, zon-2 ve zon-3'de sırasıyla %26,13, %47,58 ve %43,99 olduğu tespit edilmiştir. Tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça toprakların toz içeriklerinde önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre ise zon-2 ve zon-3 topraklarındaki içerikleri aynı grupta yer alırken zon-1 topraklarındaki toz içerikleri farklı grupta yer almıştır. Ortalama kum içerikleri ise zon-1, zon-2 ve zon-3'de sırasıyla %58,56, %21,93 ve %18,58 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda benzer şekilde toprakların kum içeriklerinin önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre ise zon-2 ve zon-3 topraklarındaki kum içerikleri aynı grupta yer alırken zon-1 topraklarındaki kum içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.3). Çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların tekstür sınıfları ise zon-1, zon-2 ve zon-3'de sırasıyla, kumlu balçık, killi balçık ve tozlu killi balçık olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3: Farklı zonlara ait topraklardaki kil, toz, kum içeriklerinin değişimi

Beauchamp vd. (2006) ABD'nin Arizona Verde nehrinin kıyı ekosistemlerinde yaptığı çalışmada nehir kıyısına yakın alanlarda kum oranının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Acir (2010)'da Yeşilirmak nehrinin kenarında bulunan toprakların kumlu tekstüre sahip olduğunu bildirmiştir. Atatanır vd. (2010)'de Büyük Menderes Deltasındaki su kenarı alanlarında kum miktarını fazla, uzak karasal kısımlarda ise toz miktarını fazla bulmuşlardır. Genel olarak yapılan bazı çalışmalarda incelendiğinde araştırmacılar su kenarına yakın kısımlarda kum miktarını yüksek, sudan uzaklaştıkça kil miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir (Bohn ve Buckhouse, 1985; Chambers, 1999; Gumbert, 2013; Ahmed, 2016; Yılmaz, 2017). Yapılan bu çalışmalar neticesinde, araştırma alanı olan su kenarı mera ekosisteminde de literatüre benzer sonuçlar görülmektedir. Arazide farklı zonlarda toprak tanecik bileşenleri olan kum, kil ve toz oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Su kenarına yaklaştıkça kil ve toz miktarının azalması, yüzde olarak kum miktarını artırmıştır. Su kenarına yakın olan bu örnek alanda ise toprak tipi kaba bünyeli sınıfta yer almaktadır. Su kenarına yakın zonda toprak tipinin kaba bünyeli olması ise infiltrasyon hızını artırarak, toprak gözeneklerinin su tutulumunu azaltabilir ve diğer taraftan mevcut kil oranının azalması ise besin elementi miktarının azalmasına neden olabilir. Bu gibi bazı olumsuzluklara neden olan su kenarına yakın alanda yüzde kum miktarının fazla olması ise nehrin akışına bağlı olarak ve oluşan sel baskınları ile taşınan sediment birikiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hacim ağırlığı değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 1,37 gr/cm<sup>3</sup>, 1,24 gr/cm<sup>3</sup> ve 1,22 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça hacim ağırlığı değerlerinin önemli bir düzeyde (P<0.05) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-2 ve zon-3 topraklarındaki hacim ağırlıkları aynı grupta yer alırken zon-1 topraklarındaki hacim ağırlıkları farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.4).

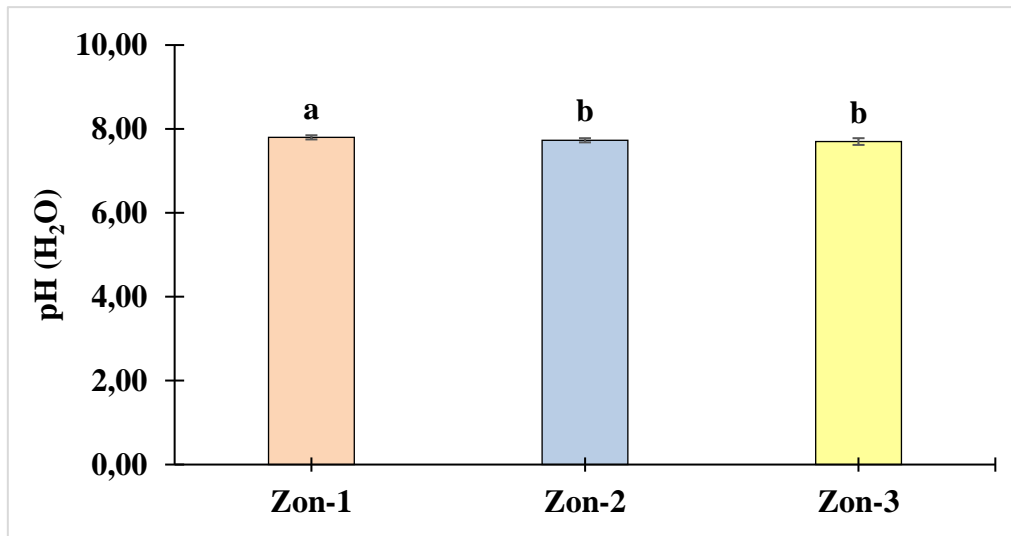


Şekil 4.4: Farklı zonlara ait topraklardaki hacim ağırlığının değişimi

Birim hacimdeki toprağın miktarını belirleyen hacim ağırlığı, toprakların alt derinliklerinde daha yüksek bir değer almaktadır. Bunun nedeninin ise alt topraklarda organik madde miktarının az olması, bitki köklerinin daha az bulunması ve sıkışmanın daha fazla olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Özhan, 2004). Bolat (2011) toprakların organik madde içerikleri, kök yayılışları ve toprak taşlılığının hacim ağırlığını etkileyen faktörler arasında olduğunu, etkileyen en önemli faktörün ise toprak tekstürü olduğunu belirtmiştir. Smith vd. (2012) Avustralya'nın Faithful nehrinin kıyı ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada, nehir kenarından uzaklaştıkça toprak hacim ağırlığının arttığını belirtmişlerdir. Yıldız vd. (2015)'de benzer şekilde efteni sulak alanının kıyı kesimlerinde yaptıkları çalışmada, su kenarına en uzak topraklardaki ortalama hacim ağırlığının, su kenarına en yakın toprakların hacim ağırlığından %13 daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Jiang vd. (2015) ise su kenarındaki üst topraklarda yüksek toprak neminden dolayı hacim ağırlığının düştüğünü bildirmiştir. Yılmaz (2017)'de yaptığı çalışmada su kenarına yakın alanlarda hacim ağırlığını düşük, su kenarından uzaklaştıkça yükseldiğini tespit etmiştir. Araştırma sahası olan su kenarı mera ekosisteminde ise su kenarından uzaklaştıkça hacim ağırlığının

düştüğü görülmektedir. Bolat (2011) genel olarak hacim ağırlıklarını kumlu topraklarda yüksek, killi topraklarda ise düşük olduğunu belirtmiştir. Bu tanıma göre su kenarına en yakın zon-1'de kum oranının fazla olması ve kumlu balçık tekstürüne sahip olması nedeniyle hacim ağırlığının, diğer zonlara göre yüksek çıkması düşünülebilir. Ayrıca hayvan otlatılması sırasında, hayvanların su kenarına yakın zonlarda daha fazla dolaşmasında hacim ağırlığının artmasına katkı sağlamış olabilir. Bunun yanında toprak nemine hacim ağırlığı arasında ters bir ilişki olduğunu belirten Jiang vd. (2015)'e göre değerlendirildiğinde toprak neminin su kenarına yakın zonda düşük bulunması hacim ağırlığının yüksek olmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca alanda ve tüm zonlarda buğdaygillerin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak su kenarına uzak olan zonlarda vejetasyon örtüsünün çoğunluğunu buğdaygiller familyasına ait bitkilerin oluşturduğu göz önünde bulundurulduğunda, buğdaygillerin yoğun olarak yapmış olduğu saçak kök yapısından dolayı da hacim ağırlığının düşük olduğu bir diğer sebep olabilir (Palta, 2012).

Ortalama pH(H<sub>2</sub>O) değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 7,80, 7,73 ve 7,70 olarak bulunmuştur. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça topraktaki pH değerlerinin önemli bir düzeyde (P<0.05) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-2 ve zon-3 topraklarındaki pH değerleri aynı grupta yer alırken zon-1 topraklarındaki pH değerleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.5). Bu sonuçlar neticesinde çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların pH değerleri ise tüm zonlarda hafif alkalin olarak belirlenmiştir.

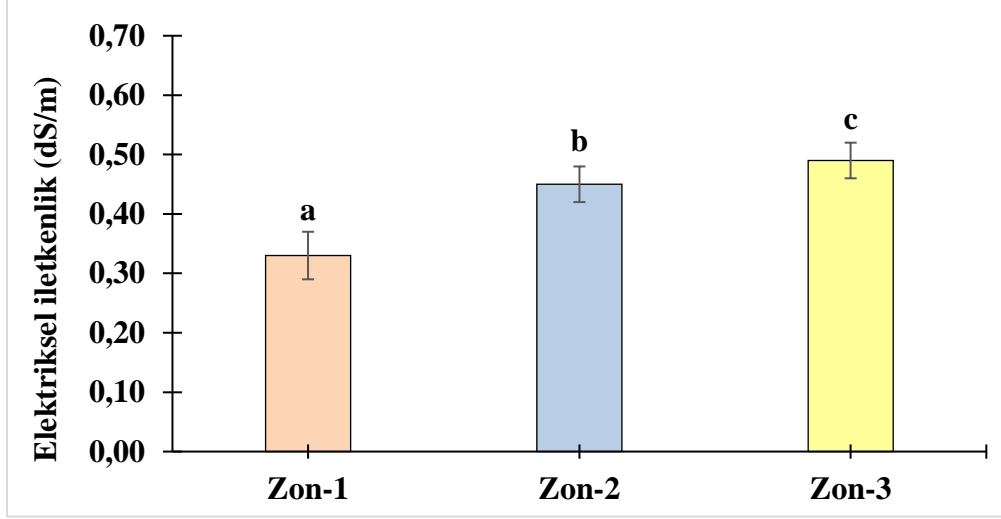


Şekil 4.5: Farklı zonlara ait topraklardaki pH'nın değişimi



Toprak pH'sı bitkinin türü, toprağın türü, arazinin kullanım koşulları, organik maddenin miktarı ve ayrışma hızı gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Kara vd., 2011; Bolat vd., 2015; Bolat ve Şensoy, 2019). Genel olarak organik olarak bulunan materyalin az olması ayrışma sonucunda toprağa giren organik asitleri azaltmaktadır (Kantarcı, 2000). Bu durumda araştırma alanında toprak pH'sının yüksek olması, tüm zonlarda bulunan yoğun hayvan otlatılmasıyla birlikte azalan organik materyalin ayrışması sonucunda toprağa katılan organik asitlerinde azalmasına bağlanabilir. Su kenarı ekosistemlerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, Entry vd. (1994) üç farklı nehir kenarında yaptığı çalışmada toprak pH'sının tüm alanlarda hafif asidik olduğunu, Atatanır vd. (2010) ise büyük menderes deltasında eskiden mera olarak kullanılan ve tarıma dönüştürülmüş su kenarı alanlarda toprak pH'sının kuvvetli alkali özellikte olduğunu, Burger vd. (2010) ise nehir kıyısı ekosisteminde yaptığı çalışmada pH'sının asidik özellikte olduğunu, Smith vd. (2012) ve Yılmaz (2017)'de benzer şekilde yaptıkları çalışmada nehir kıyısındaki toprak pH'sının asidik özellikte olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sahasına yakın olan Efteni sulak alanının kıyı kesimlerinde Yıldız vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada da toprak pH'sının alkali özellikte olduğu görülmektedir. Toprak tepkimesinin, araştırma sahasının zonlarında bazik özellikte olmasının nedeni topraktaki kireç içeriğinin artmasına bağlanabilir veya Yıldız vd. (2015) belirttiği üzere alanı besleyen nehirin tüm zonlara taşıdığı sedimentlerden veya şehirden gelen atık suların melene karışarak yine çalışma sahasına taşınmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir. Ancak bazik özelliğin gerçekten bu durumdan kaynaklandığının daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için yine Yıldız vd. (2015) belirttiği üzere alandan geçen suyun kaynağının memba bölgesinden alınan örnekler ile kireç ve baz oluşturan katyon değerlerinin şehire karıştığı noktadaki değerler ile karşılaştırılması gerekebilir.

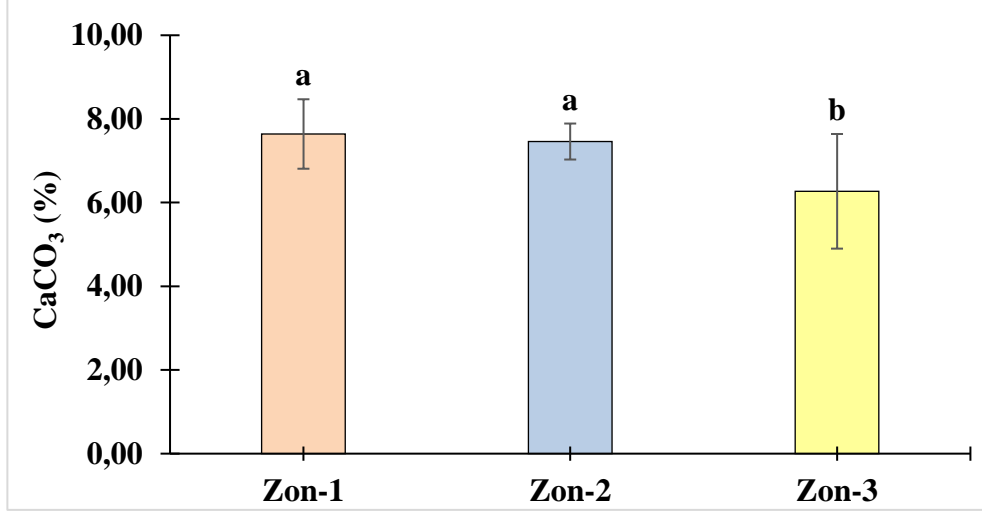
Ortalama elektriksel iletkenlik (EC) değerleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 0,33 dS/m, 0,45 dS/m ve 0,49 dS/m olarak tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça topraktaki EC değerlerinin önemli bir düzeyde ( $P < 0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre tüm zonlardaki toprakların EC değerleri farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 4.6). Bu sonuçlar neticesinde çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların EC değerleri ise tüm zonlarda düşük olduğu tespit edilmiş ve dolayısıyla tuzsuz sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.6: Farklı zonlara ait topraklardaki elektriksel iletkenliğin değişimi

Elektriksel iletkenlik değeri 4 dS/m değerinden daha yüksek bir değer alması durumunda tuzlu toprak olarak sınıflandırılabilceği belirtilmiştir (Sumner, 1995). Belirtilen bu değere göre mevcut araştırma zonlarının daha önceden belirtildiği gibi tuzsuz toprak sınıfında yer aldığını söyleyebiliriz. Genel olarak nehir kıyısı ekosistemlerinde yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde elektriksel iletkenlik değerlerinin düşük ve tuzsuz toprak sınıfında olduğu görülmektedir (Burger vd., 2010; Smith vd., 2012; Yıldız, 2015; Yılmaz, 2017). Mevcut literatür ile karşılaştırıldığında da alanın elektriksel iletkenlik verileri benzerlik göstermektedir. Zonlar arasında istatistiki olarak fark görülse de tüm alanda elektriksel iletkenliğin düşük ve tuzsuz sınıfta olduğu söylenebilir. Alanın bu şekilde olması nehirin akarı boyunca temas ettiği toprak yapısında tuzluluk olmamasından (Anonim, 1972; Yıldız vd., 2015) veya haliç gibi deniz suyuyla bir bağlantısı olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca alandaki su kaynağının tatlısu sulak alanı niteliğinde olduğunu söyleyebiliriz (Odum ve Barrett, 2009).

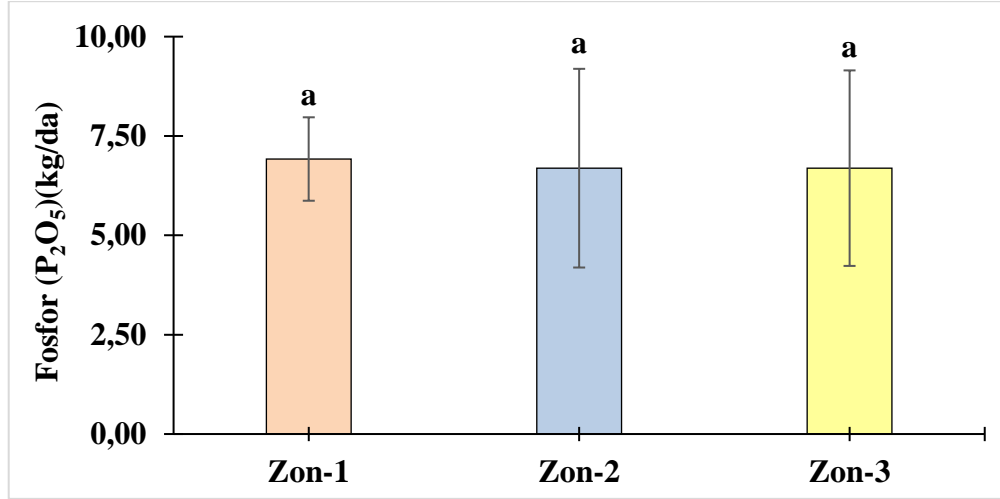
Ortalama kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içerikleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla %7,64, %7,46 ve %6,27 olarak tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça topraktaki kireç içeriklerinin önemli bir düzeyde ( $P < 0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-1 ve zon-2 topraklarındaki kireç içerikleri aynı grupta yer alırken zon-3 topraklarındaki kireç içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.7). Bu sonuçlar neticesinde çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların kireç içeriklerinin tüm zonlarda orta kireç sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.7: Farklı zonlara ait topraklardaki kireç içeriğinin değişimi

Topraklarda bulunan kireç içeriği, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilerken, fazla miktarda bulunması ise bitki gelişimini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle uygun bir miktarda bulunması iyi bir bitki gelişimi için yetiştirme ortamında bulunan fiziksel ve kimyasal çevreye katkı sağlar (Bolat, 2007). Özşahin (2013) Gönen Çayı Deltasında yaptığı çalışmada, toprakların kireçli olduğunu tespit etmiştir. Rahim (2017) Andırın nehri havzasında yaptığı çalışmada ise ormanlık olan nehir kıyısında kireç içeriğini yüksek, tarla olarak belirlediği nehir kıyısı alanda ise kireç içeriğinin düşük olduğunu ve nehir kıyısından uzaklaştıkça topraktaki kireç içeriklerinin değişmediğini belirtmiştir. Yılmaz (2017) ise çalışma alanı olan su kenarı mera ekosisteminde toprakların kirecsiz sınıfta olduğunu bildirmiştir. Mevcut literatürde bulunan farklılıklar çalışma sahalarının çevrelerinde bulunan arazi kullanımlarından kaynaklanıyor olabilir. Araştırma sahası olan su kenarı mera ekosisteminde ise zonlar arasında istatistiksel farklılık olsada tüm toprakların orta kireçli toprak sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Nemli iklimlerde genel olarak yağışın bol olması nedeniyle topraklar yıkanmakta ve kireç içerikleri azalmaktadır. Bu nedenle genellikle tarım alanlarında ürün gelişimi için kireç gübrelemesi yapılmaktadır. Bu gübrelemenin aslında kireç içeriği uygun olan gübreler ile aşırıya kaçılmadan uygulanması gerektiği önerilmektedir (Brady, 1990). Araştırma sahası olan su kenarı mera ekosisteminin çevresinde bulunan tarım alanlarında da kireç için gübreleme yapıldığı görülmektedir. Bu durumda araştırma sahasını etkilediği ve kireç içeriğini az da olsa artırdığı düşünülmektedir.

Ortalama fosfor içerikleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 6,92 kg/da, 6,69 kg/da ve 6,69 kg/da olarak tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça topraktaki fosfor içeriklerinin önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değişmediği ve dolayısıyla aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir (Şekil 4.8). Bu sonuçlar neticesinde çalışma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait toprakların fosfor içeriklerinin tüm zonlarda orta düzey sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

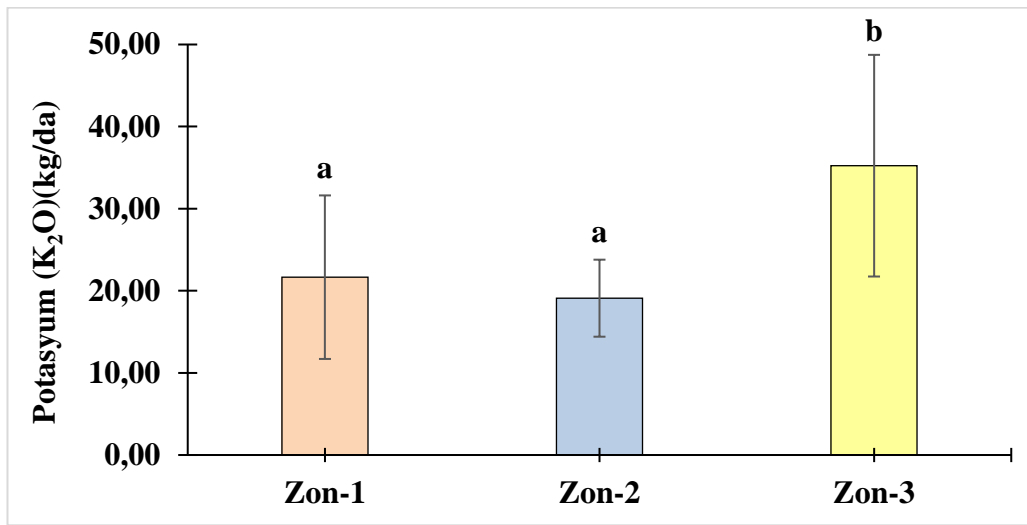


Şekil 4.8: Farklı zonlara ait topraklardaki fosfor içeriğinin değişimi

Bitkiler için önemli bir besin elementi olan fosfor, bitkiler tarafından alınımı sırasında toprağın kil miktarı, pH'sı, kireç içeriği ve organik madde miktarı gibi değişkenlerin etkisi altındadır. Butler vd. (2008) farklı drenaj koşullarında bulunan su kenarı mera ekosisteminde yaptıkları çalışmada, drenajı iyi olan su kenarı topraklarında fosforun daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Burger vd. (2010) üç farklı özelliğe sahip su kenarı ekosisteminde yaptıkları çalışmada, bitkiler tarafından alınabilir fosfor içeriğinin yüksek olduğunu, ancak istatistiki olarak bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Özşahin (2013)'de Gönen Çayı Deltasında yaptığı çalışmada, kıyı kesimdeki topraklarda fosforun yeterli olduğunu belirtmiştir. Hale vd. (2014)'de farklı su kenarı ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada, fosfor bakımından sahalar arası ve sahalar içerisinde farklılıkların olduğunu tespit etmişlerdir. Yıldız vd. (2015) ise su kenarından uzaklaştıkça fosforun azaldığını bulmuşlardır. Yılmaz (2017) ise kireçsiz, asit ve hafif asit reaksiyonlu, kil miktarı düşük olan, su kenarı mera ekosisteminde yaptığı çalışmada, bitkiler tarafından alınabilir fosforun yeterli düzeyde olduğunu, ancak istatistiki olarak bir farklılığın olmadığını belirtmiştir. Çalışma sahamızda da literatüre benzer bir şekilde bitkiler

tarafından alınabilir fosforun yeterli düzeyde olduğu ve zonlar arasında herhangi bir istatistiki farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Ortalama potasyum içerikleri zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 21,66 kg/da, 19,10 kg/da ve 35,24 kg/da olarak tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça topraktaki potasyum içeriklerinin önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-1 ve zon-2 topraklarındaki potasyum içerikleri aynı grupta yer alırken zon-3 topraklarındaki potasyum içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.9).

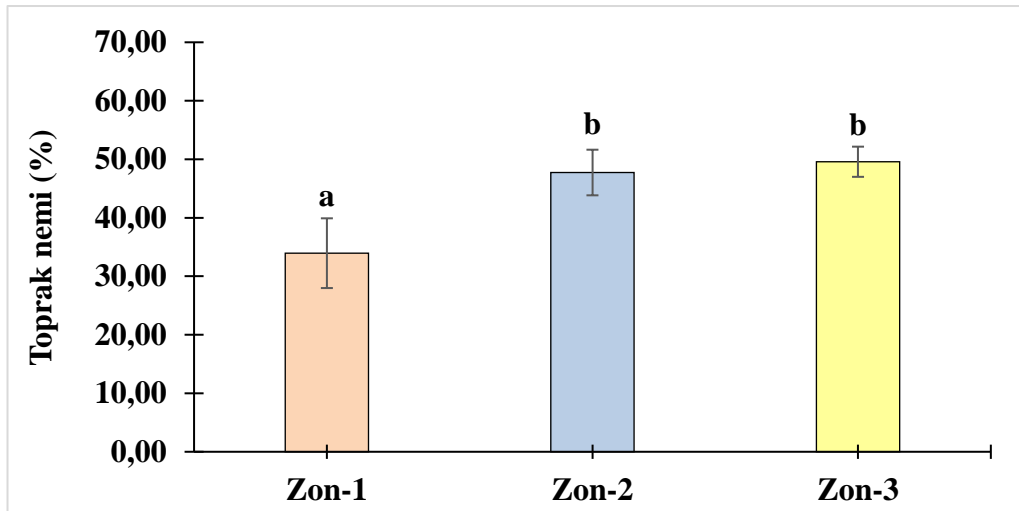


Şekil 4.9: Farklı zonlara ait topraklardaki potasyum içeriğinin değişimi

Çalışma alanı topraklarından elde edilen potasyum miktarları incelendiğinde su kenarına yakın olan zon-1 ve zon-2'nin az sınıfta yer aldığı, ancak zon-3'ün ise orta sınıfta yer aldığı görülmektedir (Anonymous, 1990). Toprak nemi ve ıslaklığının potasyum miktarını etkilediği Chen vd. (1987) tarafından belirtilmiştir. Bu durumda su kenarından uzaklaştıkça potasyum miktarındaki değişim, toprak nem miktarındaki değişime bağlanabilir. Acir (2010) Yeşilirmak nehri kenarında yaptığı çalışmada, kumlu tekstüre sahip olan nehir kenarı kısmın da potasyum miktarının düşük olduğunu bildirmiştir. Gumber (2013)'de benzer şekilde yaptığı su kenarı ekosistemindeki çalışmada, kum miktarının yüksek olduğu su kenarına yakın olan kısımlarda potasyum miktarının düşük olduğunu belirtmiştir. Yılmaz (2017)'de yaptığı çalışmada yeşil hat diye belirlediği su kenarına yakın olan en yakın zonda kum miktarının yüksek olmasından dolayı potasyum miktarının düşük olduğunu belirtmiştir. Araştırma alanı topraklarında da bu durum benzerlik göstermektedir.

Bu durumda su kenarına yakın zonda kum miktarının yüksek olması, potasyum miktarının düşük olmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Yıldız vd. (2015)'de araştırma alanına yakın olan Efteni gölünün kıyı kesimlerinde yaptıkları çalışmada su kenarından uzaklaştıkça potasyum miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırma alanında su kenarından en uzak olan zon-3'de potasyum miktarının en fazla olduğu görülmektedir. Çetiner vd. (2012) otlatmaya bağlı olarak potasyum içeriğinin arttığını belirtmişlerdir. Bu durum ise mera alanlarında hayvanların otlama ve gezinme sırasında yapmış oldukları dışkı veya idrardan kaynaklanabilir. Hayvanların bu şekilde yapmış oldukları idrar ve dışkının potasyum içeriğini artırdığı, hatta hayvan idrarının, dışkıya kıyasla topraktaki bulunan potasyum içeriğini daha fazla artırdığı bilinmektedir (Haynes ve Williams, 1993; Zarekia vd., 2012). Araştırma alanında da su kenarına en uzak olan Zon-3'de potasyum içeriğinin fazla çıkmasının sebebi ise, bu zonda kum içeriğinin düşük olmasından veya hayvanların gezinmesi ve otlaması sırasında yapmış olduğu idrar ve dışkıdan kaynaklabileceği düşünülmektedir.

Toprak neminin zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla %33,95, %47,74 ve %49,58 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça toprak nem içeriklerinin önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre zon-2 ve zon-3 topraklarındaki nem içerikleri aynı grupta yer alırken zon-1 topraklarındaki nem içerikleri farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.10).

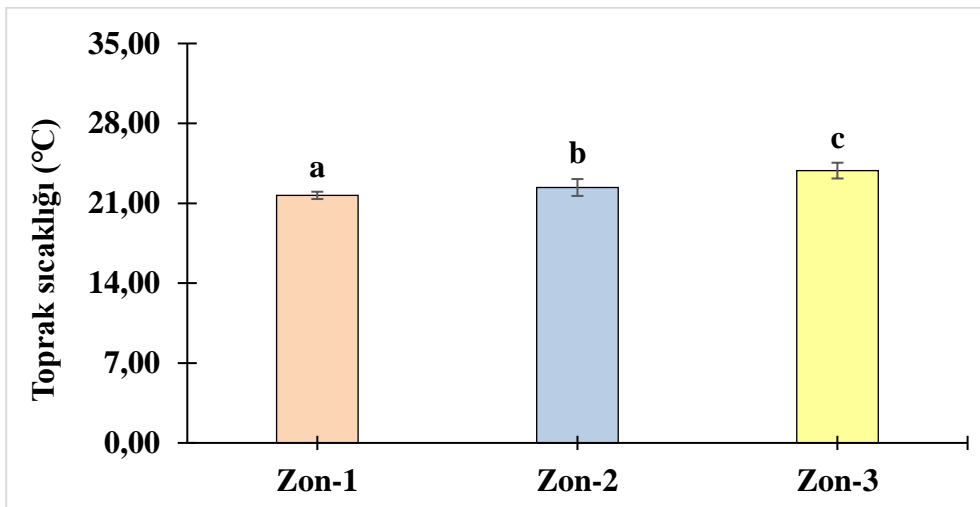


Şekil 4.10: Farklı zonlara ait topraklardaki nem içeriğinin değişimi

Bitkilerin araziye yayılışını ve gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden birisi toprak nemidir (Karagül, 1994). Babalık (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, toprak nem

içeriğinin bitkilerin dağılımında ve gelişiminde önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Ayrıca toprak nemi, toprağın içerdiği potasyum miktarını (Chen vd. 1987), toprağın hacim ağırlığını (Jiang vd. 2015) ve toprak içerisinde yaşayan mikroorganizmaları etkilemektedir (Giovannetti, 2000; Beauchamp, 2004; Yamato, 2004; Zhou vd., 2022). Yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde toprakların su tutma kapasitesinin artmasında organik karbonun etkisi olduğu bildirilmiştir (Brady, 1990; Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Schachtschabel vd., 2001). Bu durumda organik karbon miktarının toprak nem içeriğini etkilediğinin bir göstergesidir. Araştırma alanında su kenarından uzaklaştıkça toprak neminin arttığı görülmektedir. Bu artışın sebebinin, su kenarından uzaklaştıkça organik karbon ve kil miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Diğer taraftan, toprak nemi vejetasyon örtüsünün toprak yüzeyini örtmesi sonucunda buharlaşma ile kaybı azaltmakta ve toprakta yatay ve dikey olacak şekilde su akışını tutarak nem içeriğini artırmaktadır (Daly ve Porporato, 2005; Asbjornsen vd., 2011; Aalto vd., 2018). Bu bilgiye göre araştırma alanında, su kenarına en yakın zona göre diğer zonlarda vejetasyon örtüsü daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda vejetasyon örtüsünün fazlalığına bağlı olarak toprak yüzeyinden oluşabilecek buharlaşmanın azalması, toprak neminin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Toprak sıcaklığı zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 21,69 °C, 22,38 °C ve 23,86 °C olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre su kenarından uzaklaştıkça toprak sıcaklığının önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değiştiği belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre tüm zonların toprak sıcaklığı farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Farklı zonlara ait topraklardaki sıcaklığın değişimi

Bitki tohumlarının toprağa döküldükten sonra çimlenmesi, yaşaması ve mikroorganizma faaliyetlerinin gerçekleşmesi gibi biyolojik olarak gerçekleşen olaylarda toprak sıcaklığı önemli bir etkidir. Toprak sıcaklığını yüzeye gelen güneş enerjisi ile toprağın organik madde bileşimi, rengi, nem içeriği gibi bazı fiziksel özellikleride etkilemektedir (Çepel, 1988). Ayrıca toprak sıcaklığı, nitrifikasyon olayını (Brady, 1990; Kantarcı, 2000; Schachtschabel vd., 2001; Bardgett, 2005), toprak solunumunu (Kieft ve Rosacker, 1991; Alef, 1995; Nannipieri vd., 2003), C mineralizasyon oranını, topraktan besin maddesi alınabilirliğini (Zogg vd., 1997; Bauhus ve Khanna, 1999) etkileyen bir faktördür. Toprak sıcaklığı ile ilgili, Munn vd. (1978) tarafından yapılan çalışmada, toprağın ilk 5 cm derinliğindeki günlük sıcaklık değişiminden etkilendiği ve daha derinlere gidildikçe bu etkinin ortadan kalktığı belirtilmiştir. Ekberli ve Gülser (2016)'da yaptığı çalışmada toprağın ilk 5 cm'lik kısmında ölçtüğü ortalama sıcaklığı 24.77 °C olarak tespit etmiş ve diğer derinliklere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Araştırma alanının toprak sıcaklıkları da bu bilgilere göre benzerlik göstermektedir. Toprakta bulunan nem içeriği, toprağın özgül ısısı ile ısının iletilmesini ve sıcaklığını etkilemektedir. Topraktaki suyun ısınması için harcanan kalori, toprağı oluşturan taneciklere ve gözeneklerdeki havaya harcanan kalorigen daha fazladır. Bu sebeple topraktaki suyun ısınması için harcanan enerjiye bakıldığında, toprakta su miktarının artmasına bağlı olarak toprak sıcaklığının düşmesi gerekir (Kantarcı, 2000). Ancak Scheffer ve Schachtschabel (1970)'e göre su miktarının artışına bağlı olarak ısı iletkenliğinin artmakta olduğunu ve toprak sıcaklığında önce artıp daha sonra azalmakta olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma alanında da artan nem içeriğine göre sıcaklığın artması bu durumdan kaynaklanıyor olabilir. Bir diğer sebebin ise su kenarından uzaklaştıkça artan vejetasyon örtüsüne bağlı olarak topraktaki sıcaklık kaybının az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.2 Arbusküler Mikorizal Funguslara Ait Bulgular ve Tartışma**

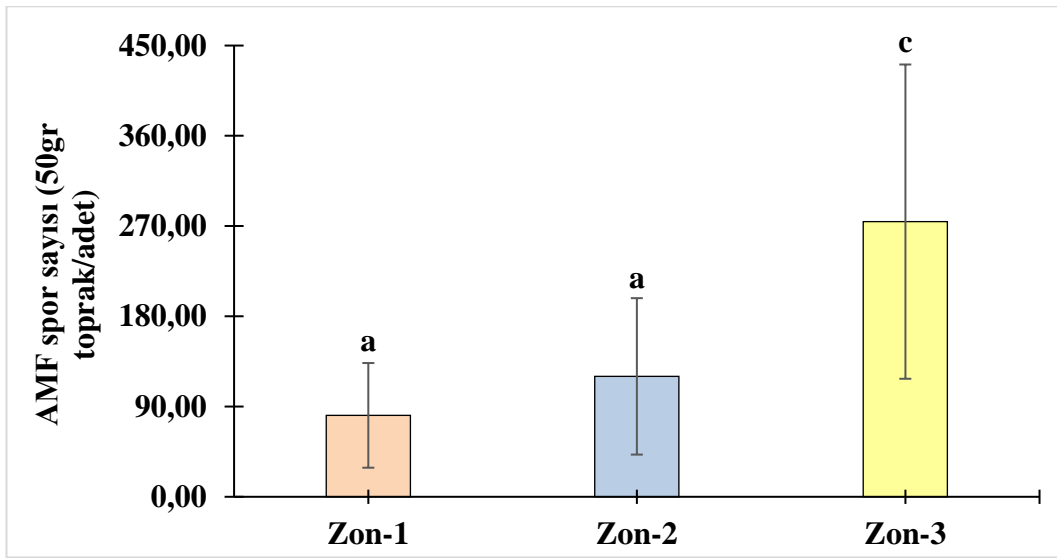
Bitkilerin rizosfer bölgesinden rastgele olacak şekilde her zon için 15 adet olmak üzere toplamda 45 adet toprak örneği alınmış ve arbusküler mikorizal fungusların (AMF) spor sayıları sayılarak cins bazında teşhisler yapılmıştır. Spor sayıları için yapılmış olan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre farklı zonlara ait toprakların ortalama AMF spor sayıları arasında ( $p < 0.05$ ) istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur (Tablo 4.2).



Tablo 4.2: Kıyı zonlarına ait arbusküler mikorizal funguslara ait ortalama değerler.

Arbusküler Mikorizal Fungular	Zon-1	Zon-2	Zon-3
Spor Sayısı (50 gr toprak/adet)	81,2(±52,2) <sup>a</sup>	120,1(±78,0) <sup>a</sup>	274,4(±156,7) <sup>b</sup>

Ortalama AMF spor sayıları zon-1, zon-2 ve zon-3'te sırasıyla 81,2, 120,1 ve 274,4 adet olarak tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre su kenarından uzaklaştıkça AMF spor sayısında önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değişiklik saptanmıştır. Duncan testi sonuçlarına göre ise zon-1 ve zon-2 topraklarındaki AMF spor sayıları aynı grupta yer alırken zon-3 farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.12).



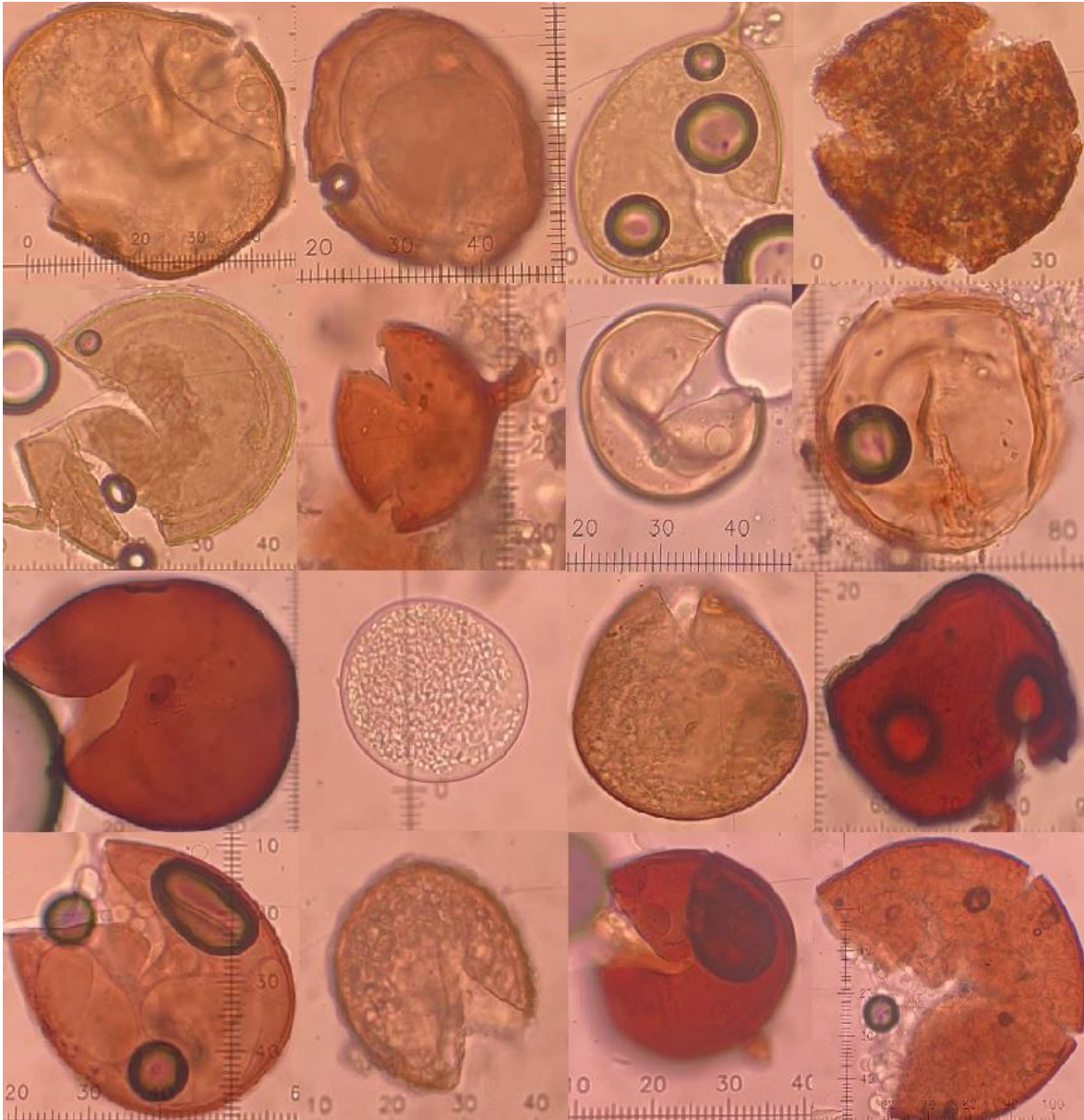
Şekil 4.12: Farklı zonlara ait topraklardaki AMF spor sayısının değişimi

Toprağın pH'sı, tuzluluğu, fosfor seviyesi, arazi üzerindeki bitki örtüsü ve hidrolojik durumlar AMF'ları etkilemektedir (Abbott ve Robson, 1991; Johnson vd., 1992; Ingham ve Wilson, 1999; Miller ve Beyer, 1999). Ayrıca Giovannetti (2000) tarafından yapılan bir çalışmada AMF sporlarının çimlenmesinde toprak neminin, sıcaklığının, pH'sının, organik madde içeriğinin, mineral madde içeriklerinin, konukçu bitkinin önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Besin elementi olarak önemli bir yere sahip olan fosfor toprakta hareketsiz olarak bulunur ve bitki köklerinin temas etmesi sonucunda bitki tarafından alınabilir. Bu durumdan dolayı fosforun bitkilerin kök morfolojisi ile doğrudan ilişkisi bulunmaktadır (Ho vd., 2004; Plaxton, 2004; Shane vd., 2003; Shen vd., 2005; Toprak, 2016). Araştırma alanımızda alınabilir fosfor miktarı yeterli düzeyde görünse bile, besin elementinin hareketsiz oluşu bitkiler tarafından alınımı zorlaştırabilir. AMF miselleri sayesinde yaklaşık 11 cm uzaklıkta bulunan fosfor bitkiler tarafından alınabilir hale gelmektedir (Li vd., 1991). Bu durumda araştırma alanında bulunan AMF yoğunluğunun

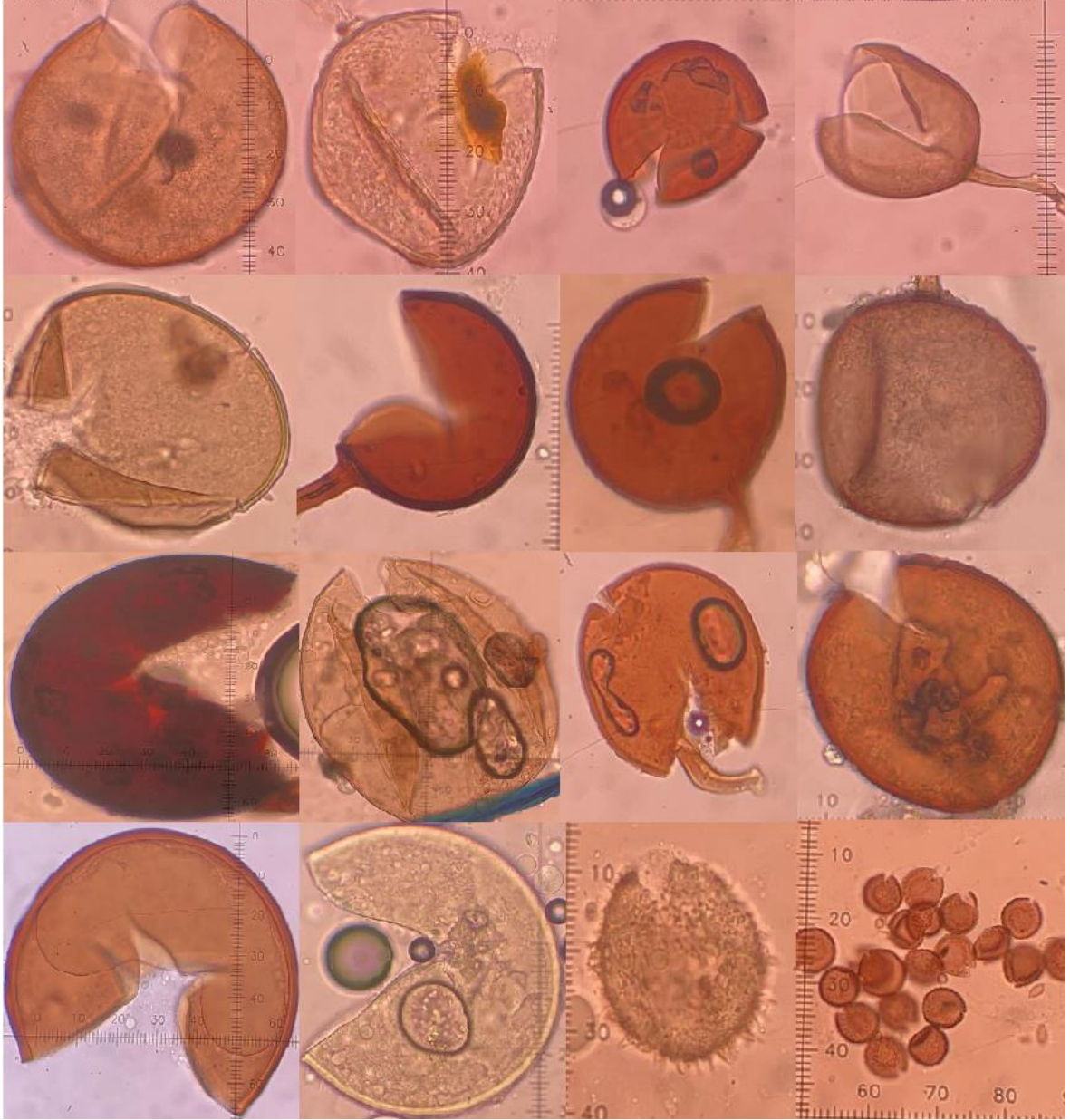
önemini ortaya koymaktadır. Yoğun spor sayısı ve AMF çimlenmesi sonucunda bitkiler tarafından fosforun alınımı kolaylaşabilir. Beauchamp (2004) tarafından su kenarı ekosisteminde yapılan bir çalışmada, AMF sayısının toprak nemiyle, organik madde içeriğiyle, su altında kalma sıklığıyla ve çok yıllık bitki örtüsü varlığı ile pozitif bir ilişkisi olduğunu belirtmiştir. Yang vd. (2008) tarafından su kenarı ekosisteminde yapılan çalışmada, benzer şekilde toprak nem içeriği ve organik madde ile AMF'nin pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Beauchamp vd. (2006) ise Arizona Verde nehri kenarında yaptıkları çalışmada, su kenarından uzaklaştıkça ve yükseldikçe AMF tür zenginliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Araştırma alanında su kenarından uzaklaştıkça AMF spor sayısının arttığı gözlemlenmiştir. Bu durumun su kenarından uzaklaştıkça artan organik karbon içeriği ve nem içeriği ile ilişkisi olabileceği düşünülmektedir. Toprak nemi ile AMF ilişkisinde su kenarı alanlarında topraktaki nemin artmasıyla AMF'nin olumsuz (Anderson vd., 1984; Van Duin vd., 1990; Rickerl vd., 1994; Stevens ve Peterson, 1996; Turner ve Friese, 1998) veya olumlu etkilendiğiyle ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Zak vd., 1995; Jacobson, 1997; He vd., 2002). Araştırma alanında literatüre uygun olarak olumlu yönde etkilenmesiyle ilgili bir sonuca varılmıştır. Su kenarına yakın olan zonda kum içeriğinin yüksek olması, organik karbon ve su tutma kapasitesini düşürmektedir. Bu duruma paralel olarak bitkiler için kullanılan besin maddelerinde azalma olmakta bitki gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Besin maddesinin azalmasına bağlı olarak bitkilerde bulunan karbon oranı azalmakta ve AMF'nin kullandığı karbon miktarında azalmaktadır. Bu sebeplede bu zonda AMF'nin spor yoğunluğunun düşük olması toprağın kum içeriğinin yüksek olması ve organik karbonun düşük olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Moradi vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada AMF spor yoğunluğunun kum içeriği ile ters ilişkisi olduğunun belirtilmesi araştırma alanındaki bu sonucu desteklemektedir. Jesus vd. (2020) tarafından su kenarı orman ve mera ekosistemi olarak kullanılan iki farklı araştırma alanında yaptıkları çalışmada, yağışlı mevsimden kurak mevsim başına kadar olan aralıkta AMF spor yoğunluğunda bir artış söz konusu olduğunu ve bu mevsim aralıklarında en yüksek spor yoğunluğunun su kenarı mera ekosisteminde olduğunu tespit etmişlerdir. Zubek vd. (2022)'de benzer şekilde AMF spor sayısının mevsimlere bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırma alanında da toprak örneklerinin alındığı tarih aralığının bu mevsimler arasında olduğu ve spor sayısında artış söz konusu olan mevsim aralığında olduğu görülmektedir. Zhou vd. (2022)'de yaptıkları çalışmada, nehir kıyısına

en uzak olan noktada AMF spor yoğunluğunun daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumda araştırmaya konu olan su kenarı mera ekosistemi ile benzerlik göstermektedir.

Araştırma alanı olan su kenarı mera alanında yapılan AMF analizlerine göre tüm zonlarda toplam 8 cins AMF teşhis edilmiştir. Bu cinsler, *Acaulospora*, *Ambispora*, *Glomus*, *Dentiscutata*, *Funneliformis*, *Rhizophagus*, *Claroideoglomus*, *Cetraspora* cinslerine ait AMF'lerden oluşmaktadır (Şekil 4.13-4.14).



Şekil 4.13: Kıyı zonlarında tespit edilen AMF sporları



Şekil 4.14: Kıyı zonlarında tespit edilen AMF sporları

AMF türleri sıcaklık, toprak nemi, ışık vb. çevresel etkenler sonucunda morfolojik olarak etikenmektedir (Yamoto, 2004). Dünya üzerinde AMF yayılışına bakıldığında, konukçu bitkiler üzerinde geniş bir yayılışa sahip olan ve çeşitli ekosistemlerde bulunabilen en yaygın türlerin *Glomus* cinsine ait olduğu belirtilmiştir (Schenck ve Smith, 1982; Morton ve Bentivenga, 1994; Wanda ve Yuliani, 2015; Prayogo vd., 2020). *Glomus* cinsleri ve bunun yanında *Acaulospora* cinsleri genellikle küçük sporlu olarak bilinen AMF cinslerine ait türlerden oluşur (Morton, 1998). Picone (2000)'e göre küçük spor olarak bilinen AMF'ler diğer büyük sporlu AMF'lere kıyasla daha az mevsimsel değişikliklere maruz kaldığı belirtilmektedir. Araştırma alanında yapılan morfolojik olarak AMF spor

gözlemleri sonucunda hem *Glomus*, hemde *Acaulospora* cinslerine rastlanmıştır. Ayrıca yapılan incelemeler sonucunda elde edilen sporların çoğunluğunun küçük boyutlu spor olması, araştırma sahasının mevsimsel değişikliğin daha az olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Tao ve Zhiwei (2005) tarafından yapılan çalışmada, küçük sporlu AMF türlerinin kurak sahalarda bulunan arazi koşullarına uyum sağlamalarının daha kolay olduğu ve bitki gelişimine katkı sağladığı belirtilmiştir. Aslında bu durum araştırma sahasında mevsimlerin kurak geçmesi durumunda bile küçük sporlu AMF'lerin bitki gelişimine katkı sağlayacağını bir göstergesidir. Beauchamp vd. (2007) su kenarı ekosisteminde yaptıkları çalışmada, toplam 30 AMF türü tespit etmişler ve bunların *Glomus*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Paraglomus* ve *Archaeospora* cinslerine ait olduklarını belirtmişlerdir. Pagano vd. (2010) tarafından Brezilya da bulunan bir su kenarı ekosisteminde yapılan çalışmada ise toplam 4 AMF cinsi tespit edilmiş ve bunların *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora* ve *Scutellospora* cinslerine ait olduklarını bildirmişlerdir. Behbahani vd. (2017) İran'ın Maroon Nehri'nin kıyı kesimlerinde yaptıkları çalışmada, *Glomus*, *Gigaspora*, *Claroideoglomus* ve *Acaulospora* cinslerine ait türler tespit etmişler ve nehir kıyısına en uzak alanda AMF türünün en fazla olduğunu belirtmişlerdir. Jesus vd. (2020) Brezilya'daki su kenarı orman ve mera olarak kullanılan iki farklı arazi kullanımında yaptıkları çalışmada, *Acaulospora*, *Glomus*, *Ambispora*, *Scutellospora*, *Rhizophagus*, *Funneliformis*, *Gigaspora*, *Appendicispora*, *Fuscutata*, *Racocetra* ve *Paraglomus* cinslerini ait sporlar tespit etmişler ve alanda en fazla *Acaulospora* cinsine ait sporların olduğunu belirtmişlerdir. Zhou vd. (2022) tarafından Niaqu nehrinin kıyı kesimlerinde yapılan çalışmada ise, AMF'nin *Glomus*, *Claroideoglomus*, *Rhizophagus*, *Paraglomus*, *Ambispora*, *Diversispora*, *Archaeospora*, *Acaulospora*, *Pacispora*, *Funneliformis*, *Septoglomus* ve *Scutellospora* cinslerini tespit etmişler ve en fazla türlerin *Glomus* ve *Claroideoglomus* cinslerine ait olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sahasında da tespit edilen AMF cinslerine bakıldığında belirtilen literatür ile genel anlamda uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

### **4.3 Vejetasyon Analizlerine ait Bulgular ve Tartışma**

Araştırma alanı olan su kenarı mera alanında yapılan vejetasyon analizine göre toplam 22 familyaya ait 58 bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu bitki taksonlarından 7 tanesi baklagiller familyasına, 6 tanesi buğdaygiller familyasına, geriye kalan 45 tanesi ise diğer bitki familyalarına ait taksonlardan oluşmaktadır. Ayrıca bu alanda bulunan tüm

zonlardaki taksonların 3 tanesi azalıcı, 4 tanesi çoğalıcı, 51 tanesi ise istilacı grupta yer alırken, 16 tanesi tek yıllık, 42 tanesi ise çok yıllık bitki taksonlarından oluşmaktadır. Aynı zamanda yapılan vejetasyon analizine göre ise zon 1’de toplam 19 familyaya ait 36 tane bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonların 3 tanesi baklagiller, 4 tanesi buğdaygiller, 29 tanesi ise diğer bitki familyalarına aittir. Bu bitki taksonlarının, 7 tanesi tek yıllık, 29 tanesi ise çok yıllık bitkilerden oluşmaktadır. Ayrıca 3 tanesi azalıcı, 3 tanesi çoğalıcı, 30 tanesi ise istilacı grupta yer almaktadır. Zon 2’de yapılan vejetasyon analizinde ise 16 familyaya ait 29 tane bitki taksonu tespit edilmiş ve bu taksonların 3 tanesi baklagiller, 2 tanesi buğdaygiller, 25 tanesi ise diğer bitki familyalarına ait olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bunların 8 tanesi tek yıllık, 21 tanesi ise çok yıllık bitki taksonlarından oluşurken, 2 tanesi azalıcı, 3 tanesi çoğalıcı, 24 tanesi ise istilacı grupta yer almaktadır. Zon 3’de ise 16 familyaya ait 37 tane bitki taksonu tespit edilmiş olup, bu taksonların 3 tanesi buğdaygiller, 7 tanesi baklagiller, 27 tanesi ise diğer bitki familyalarına ait olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda tespit edilen bu taksonların 12 tanesi tek yıllık, 25 tanesi ise çok yıllık bitkilerden oluştuğu ve 2 tanesinin azalıcı, 4 tanesinin çoğalıcı, 30 tanesinin ise istilacı grupta yer aldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Kıyı zonlarında teşhis edilen bitki taksonları

Familiya	Tür	Zon 1	Zon 2	Zon 3	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilacı	Tek Yıllık	Çok Yıllık
<i>Alismataceae</i>	<i>Alisma lanceolatum</i> WITH.	*					*		*
	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	*					*		*
<i>Apiaceae</i>	<i>Oenanthe pimpinelloides</i> L.	*	*	*			*		*
<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Periploca graeca</i> L.	*					*		*
<i>Asteraceae</i>	<i>Bellis perennis</i> L.		*	*			*		*
	<i>Carduus nutans</i> L.			*			*		*
	<i>Centaurea iberica</i> TREV. EX SPRENGEL			*			*	*	
	<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.			*			*		*
	<i>Crepis setosa</i> HALL. FIL.			*			*	*	
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.		*				*	*	
	<i>Tripleurospermum sevanense</i> (MANDEN.) POBED.	*					*		*
<i>Boraginaceae</i>	<i>Myosotis sylvatica</i> EHRH. EX HOFFM.	*					*		*
<i>Brassicaceae</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik			*			*	*	
	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) CRANTZ			*			*		*
	<i>Nasturtium officinale</i> R. BR.	*	*				*		*
	<i>Rorippa sylvestre</i> (L.) BESS.	*	*	*			*		*
<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex vesicaria</i> L.	*					*		*
	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) ROEMER ET SCHULTES		*				*		*

Tablo 4.3: (devam ediyor)

<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia palustris</i> L.	*					*		*
	<i>Euphorbia platyphyllos</i> L.	*	*	*			*	*	
	<i>Euphorbia stricta</i> L.	*	*	*			*	*	
<b>Fabaceae</b>	<i>Medicago arabica</i> (L.) HUDS.			*			*	*	
	<i>Medicago lupulina</i> L.			*		*			*
	<i>Medicago polymorpha</i> L.			*			*	*	
	<i>Trifolium dubium</i> SIBTH.			*			*		*
	<i>Trifolium pratense</i> L.	*	*	*	*				*
	<i>Trifolium repens</i> L.	*	*	*	*				*
	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	*	*	*			*	*	
<b>Iridaceae</b>	<i>Iris pseudacorus</i> L.	*	*				*		*
<b>Lamiaceae</b>	<i>Lycopus europaeus</i> L.	*					*		*
	<i>Mentha aquatica</i> L.	*	*	*			*		*
	<i>Mentha longifolia</i> (L.)	*	*	*			*		*
	<i>Mentha pulegium</i> L.		*	*			*		*
	<i>Stachys</i> sp.	*					*		*
<b>Oxalidaceae</b>	<i>Oxalis acetosella</i> L.			*			*		*
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Phytolacca americana</i> L.			*			*		*
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Plantago lanceolata</i> L.	*	*	*		*			*
	<i>Plantago major</i> L.	*	*	*		*			*
<b>Poaceae</b>	<i>Alopecurus myosuroides</i> HUDSON	*					*	*	
	<i>Bromus hordeaceus</i> L.			*			*	*	
	<i>Bromus sterilis</i> L.	*					*	*	
	<i>Poa annua</i> L.		*	*			*	*	
	<i>Poa pratensis</i> L.	*			*				*
	<i>Poa trivialis</i> L.	*	*	*		*			*
<b>Polygonaceae</b>	<i>Rumex conglomeratus</i> MURRAY	*	*	*			*		*
<b>Primulaceae</b>	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	*	*	*			*		*
<b>Ranunculaceae</b>	<i>Ranunculus constantinopolitanus</i> (DC.) D'Urv.	*	*	*			*		*
	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	*	*	*			*		*
	<i>Ranunculus repens</i> L.			*			*		*
<b>Rosaceae</b>	<i>Potentilla reptans</i> L.	*	*	*			*		*
	<i>Rubus sanctus</i> SCHREBER	*	*	*			*		*
<b>Rubiaceae</b>	<i>Galium paschale</i> FORSSKAL			*			*		*
	<i>Sherardia arvensis</i> L.		*	*			*	*	
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	*	*	*			*	*	
	<i>Veronica arvensis</i> L.	*	*				*	*	
	<i>Veronica filiformis</i> J. E. SMITH	*					*		*
	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.		*				*		*
<b>Urticaceae</b>	<i>Urtica dioica</i> L.	*					*		*

Özbucak ve Kutbay (2008) Ordunun Melet Çayı havzasında yaptıkları çalışmada toplam 59 familyaya ait 186 bitki türü tespit etmişlerdir. En fazla cins içeren familyaların ise *Fabaceae* ve *Asteraceae* familyalarına ait olduğunu belirtmişlerdir. Özbucak vd. (2016) Ordu ilinin Akçaova deresinin kıyı ekosistemlerinde yaptıkları çalışmada ise 37 familyaya ait 82 bitki türü tespit etmişler ve benzer şekilde en fazla cins içeren familyaların *Fabaceae* ve *Asteraceae* familyalarına ait olduğunu belirtmişlerdir. Chundi vd. (2017) tarafından Pengxi nehri havzasında yapılan bir başka çalışmada ise toplam 186 bitki türü tespit edilmiş ve bu bitki türlerinin yaklaşık %89'unun otsu türlerden oluştuğu ortaya

koyulmuştur. Ediş vd. (2022) tarafından ankırı ilinde bulunan Acıçay nehrinin kıyı ekosistemini üç zona ayırarak yaptıkları çalışmada, toplam 28 familyaya ait 73 bitki türü tespit etmişlerdir. Yapılan bu benzer çalışmalar dikkate alındığında, araştırma sahası olan su kenarı mera ekosisteminde takson sayısının diğer çalışmalara göre az olduğu görölmektedir. Ayrıca alanda mera vejetasyonu bakımından ve hayvanlar tarafından önemli olarak kabul edilen baklagiller ve buğdaygiller familyasına ait türlerin diğer türlere oranla az olduğu, aynı zamanda alandaki hayvanların severek otladığı besin değeri yüksek olan azalıcı grupta yer alan türlerinde çok az olduğu görölmektedir. Ülkemizde ayır ve mera alanlarımızda genel olarak bu tarz yem niteliği yüksek olan azalıcı ve çoğalıcı nitelikteki bitki türlerinin az olduğu, istilacı türlerin ise daha baskın olduğu görölmektedir. Bunun sebebinin ise mera alanlarımızdan yararlanılırken, alanların mera yönetimi kurallarına uygun bir şekilde yönetilmemesinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Ancak bu tarz istilacı türler her ne kadar mera alanlarında istenmese de çalışma alanımız gibi vejetasyon örtüsü düşük ve ağır baskı altında olan alanların erozyon vb. olumsuzluklardan korunması açısından önemli rolleri de bulunmaktadır (Palta vd., 2023). Araştırma sahasına bakıldığında hem her yıl olan sel gibi doğal olayların, hem de aşırı yoğun hayvan otlatılması bakımından sahanın büyük tahrip altında olduğu görölmektedir. Ayrıca Aksoy (2006)'da çalışma sahamıza yakın olan Efteni gölü ve çevresinde yaptığı çalışmada, lokal olarak yayılış gösteren ve endemik bir tür olan *Lythrum anatolicum* türünün var olduğunu, ancak aşırı hayvan otlatılması sebebiyle bu türün neslinin tehlike altında olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sahası olan su kenarı mera ekosistemi Efteni gölüne oldukça yakın bir konumda yer almaktadır. Ancak araştırma alanında yapılan vejetasyon analizinde bu türe rastlanmamış olması belki de geçmişten günümüze yapılan yoğun otlatma işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Stohlgren vd., (1998)'de yaptıkları çalışmada, su kenarı mera ekosistemleri egzotik tür zenginliği bakımından yüksek olduklarını belirtmişlerdir. Ancak bu tarz alanların antropojen etkiler sonucunda veya araziden yanlış bir şekilde faydalanılması sonucunda büyük tahrip olduğu görölmektedir. Yıldız (2016) bu tarz su kenarı ekosistemlerinde arazinin doğru kullanılması açısından, iklimin, yağışın, alanda bulunan geçmişten günümüze var olan egzotik ve istilacı bitki türlerinin ve hayvan türlerinin bilinmesi gerektiğini ve alınacak önlemlerin ve restorasyon çalışmalarının belirtilen mevcut değişkenlere göre yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Yukarıda belirtilen değişkenler dikkate alındığında ve uygulamaya katıldığında araştırma alanı olan su kenarı mera ekosisteminde de iyileşmelerin gerçekleşeceği düşünölmektedir.

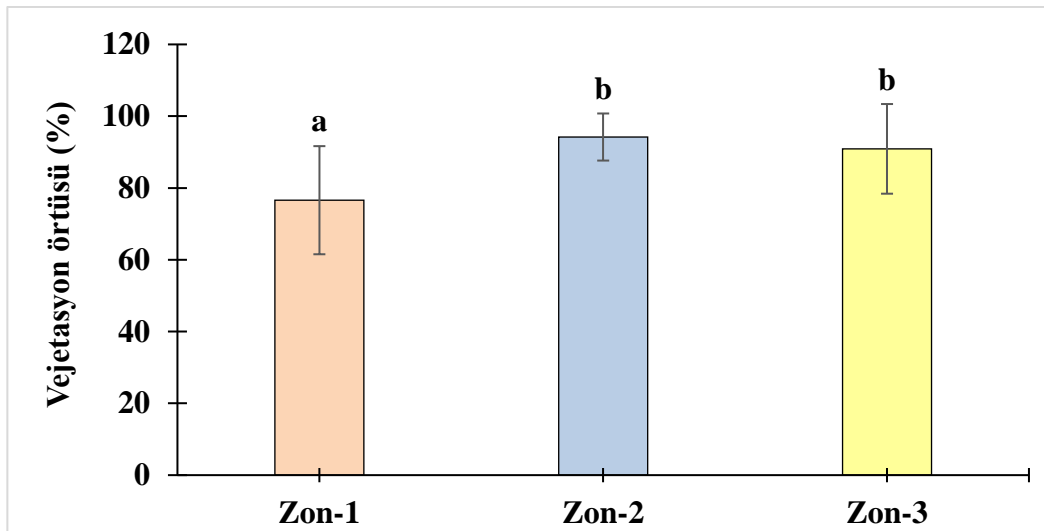


Araştırma sahasından alınan transekt hatları sonuçlarına göre tüm zonlarda baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların botanik kompozisyonları hesaplanmış ve ayrıca vejetasyon örtüsünde belirlenerek ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.4’de gösterilmiştir. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre ise vejetasyon örtüsü ile baklagiller ve buğdaygiller familyalarına ait bitkilerin botanik kompozisyon değerlerinin zonlar arasında ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak farklı olduğu, ancak diğer familyalara ait bitkilerin botanik kompozisyon değerleri arasında ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4)

Tablo 4.4: Kıyı zonlarının vejetasyon analiz sonuçlarına ait ortalama değerler

Örnek Alanlar	Baklagiller (%)	Buğdaygiller (%)	Diğer Familyalar (%)	Vejetasyon Örtüsü (%)
Zon-1	3,40 ( $\pm 6,32$ ) <sup>a</sup>	87,48 ( $\pm 13,18$ ) <sup>a</sup>	9,11 ( $\pm 12,71$ ) <sup>a</sup>	76,60 ( $\pm 15,06$ ) <sup>a</sup>
Zon-2	9,75 ( $\pm 12,47$ ) <sup>b</sup>	72,84 ( $\pm 15,13$ ) <sup>b</sup>	17,40 ( $\pm 11,65$ ) <sup>a</sup>	94,20 ( $\pm 6,56$ ) <sup>b</sup>
Zon-3	0,30 ( $\pm 0,95$ ) <sup>a</sup>	85,81 ( $\pm 12,43$ ) <sup>a</sup>	13,88 ( $\pm 12,11$ ) <sup>a</sup>	90,90 ( $\pm 12,49$ ) <sup>b</sup>

Vejetasyon örtüsü zon-1, zon-2 ve zon-3’te sırasıyla %76,60, %94,20 ve %90,90 olarak tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre su kenarından uzaklaştıkça vejetasyon örtüsünde önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değişiklik saptanmıştır. Duncan testi sonuçlarına göre ise vejetasyon örtüsü bakımından zon-2 ve zon-3 aynı grupta yer alırken zon-1 farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.15).

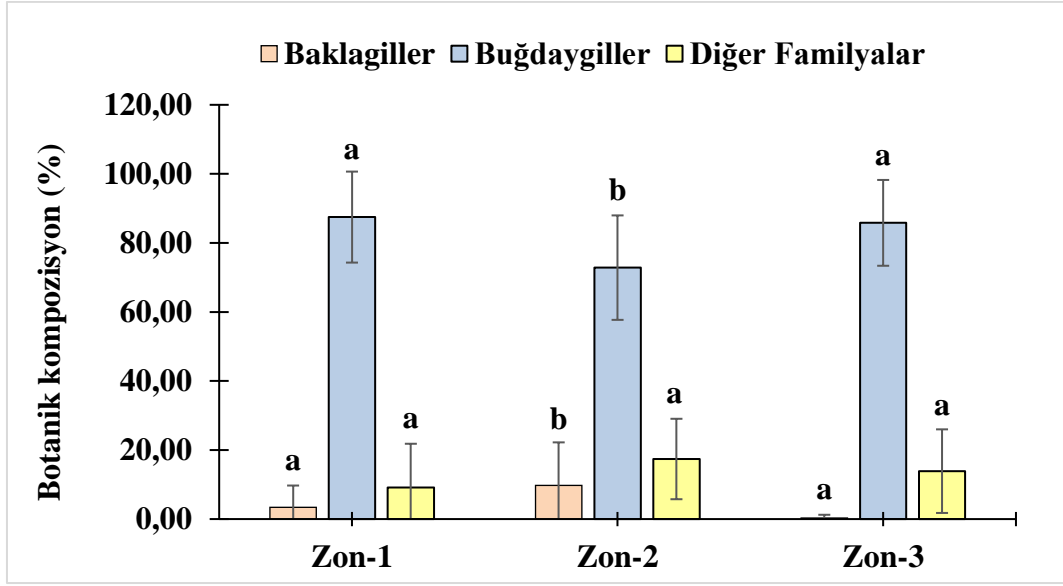


Şekil 4.15: Farklı zonlara ait vejetasyon örtüsünün değişimi

Mera alanlarındaki vejetasyon örtüsü genel olarak yağış, sıcaklık, güneş vb. gibi çevresel faktörlerden etkilendiği gibi yoğun olarak yapılan hayvan otlatılması sonucunda da

olumsuz yönde etkilenmektedir (Elmore ve Beschto, 1987; Türk vd. 2003). Elmore (1992) bu tarz otlama sonucunda olumsuz etkileri en aza indirmek için otlama sistemlerinde değişiklik yapılması gerektiğini önermiştir. Clary (1999) ise bu tarz su kenarı ekosistemlerinde hafif ve orta şiddetli geç ilkbahar otlamasının uygun olacağını belirtmiştir. Robertson ve Rowling (2000)'de yaptıkları bir çalışmada, otlatılan ve otlatılmayan nehir kıyısı ekosistemlerinde yaptığı çalışmada otlatılmayan alanda bitki örtüsünün daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Shirouzu ve Shimano (2009) ise yaptıkları çalışmada, nehir kıyısı ekosistemlerindeki bitki örtüsünün su kenarından uzaklık, su seviyesinin yüksekliği ve kum parçacıklarının çapları gibi çevresel faktörlerden etkilendiklerini bildirmişlerdir. Genel olarak su kenarı ekosistemlerinde yapılan otlama işlemleri sırasında bitki örtüsünün azaldığı yapılan bazı çalışmalar ile (Clary, 1999; Wondzell, 2002; Özbucak ve Kutbay, 2008; Burger vd., 2010) kanıtlanmıştır. Çalışma sahasımız olan su kenarı mera ekosisteminde su kenarından uzaklığa göre bitki örtüsünün arttığı görülmüştür. Ediş vd. (2022) yaptığı çalışmada en fazla vejetasyon örtüsünün tahrip olduğu ve azaldığı alanın su kenarına yakın olan zonlarda olduğunu belirtmiştir. Jones vd. (2022)'de benzer şekilde su kenarına yakın olan zonlarda vejetasyon örtüsünün daha az olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırma sahasında, su kenarına en yakın zonda olan vejetasyon örtüsünün az olmasının sebeplerinden birisi hayvan otlatılmasının bu zonda daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak tek sebep bu olmamakla birlikte artan yağışlarla birlikte suyun dere yatağından taşarak önce ilk zonu basması da vejetasyon örtüsünü olumsuz etkileyebilir. Sonuç olarak taşarak zonlara gelen sularda geri çekilme olduğunda en geç suyun alandan uzaklaşması birinci zonda olduğu daha önceki arazi çalışmalarında gözlemlenmiştir.

Botanik kompozisyona katılan baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyalara ait değerlerin sırasıyla zon-1'de %3,40, %87,48, %9,11 olduğu, zon-2'de %9,75, %72,84, %17,40 olduğu, zon-3'de ise %0,30, %85,81, %13,88 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre ise su kenarından uzaklaştıkça baklagiller ve buğdaygillere ait botanik kompozisyon değerlerinde önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) değişiklik saptanmıştır. Ancak diğer familyalara ait botanik kompozisyon değerlerinde önemli bir düzeyde ( $P<0.05$ ) farklılık görülmemektedir. Duncan testi sonuçlarına göre ise baklagiller familyası değerlendirildiğinde zon-1 ve zon-3 aynı grupta yer alırken, zon-2 farklı grupta yer almıştır. Buğdaygiller familyasındada bu durum aynı şekilde gerçekleşmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Farklı zonlara ait botanik kompozisyon değerlerinin değişimi

Bir mera alanı için önemli bir yere sahip olan bitki türlerinin yüzde olarak ifade edilmesinde botanik kompozisyon kavramı kullanılmaktadır (Okatan, 1986). Araştırma alanında tüm zonlarda buğdaygiller familyasına ait botanik kompozisyon değerlerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Zon-2'de bulunan buğdaygillerin diğer zonlardan farklı olmasının sebebi, Zon-2'de bulunan baklagiller ve diğer familyaların oranının diğer zonlara göre fazla olması buğdaygiller oranını düşürmüştür. Hündür (2019) tarafından yapılan çalışmada, karasal mera, su kenarı merası ve göl kenarı merası olmak üzere üç farklı araştırma sahasında incelemelerde bulunmuşlar ve bunun sonucunda en fazla botanik kompozisyonun buğdaygiller familyasına ait bitki türleri ile su kenarı merası olarak nitelendirilen alanda tespit etmişlerdir. Bu durum araştırma sahasıyla benzerlik göstermektedir. Yıllık yağış miktarının az olarak nitelendirildiği (250-1000 mm) alanlarda meraları oluşturan bitki örtüsünün buğdaygiller familyası ağırlıklı olduğu belirtilmektedir (Lauenroth, 1979). Bunun sebebinin ise buğdaygillerin saçak köklü oluşu ve toprak nemini iyi kullanarak kazık köklülere göre daha fazla yayılmalarını sağlamalarından kaynaklanmaktadır (Babalık, 2008). Bu bilgi ışığında araştırma alanına bakıldığında iklim verileri ile buğdaygiller familyasının yoğunluğu uyum göstermektedir. Güneş ışığı alınımının artmasıyla birlikte buğdaygiller familyasına ait yem bitkileri bu durumdan olumlu etkilenirken, baklagiller ve diğer familyalara ait bitkiler olumsuz etkilenmektedir (Özcan, 2010). Koukoura ve Kyriazopoulos (2007) tarafından yapılan bir çalışmada orman içi açıklıklarda ışık yoğunluğunun artmasına bağlı olarak *Lolium perenne* bitkisinin ışık şiddeti ile arttığını ve *Medicago sativa* var. *romano* bitkisinin de azaldığını belirtmişlerdir.

Kahramanmaraş'ta Uslu ve Hatipoğlu (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da batı ve güney yamaçlarda güneş ışığının daha fazla olması sebebi ile buğdaygil oranlarının kuzey bakıya göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun sebebinin ise uygun nem koşullarının kuzey bakıda olduğunu ve bu durumun baklagillerin gelişmesine katkıda bulunarak, buğdaygillerin oranının azalmasıyla açıklamışlardır. Araştırma alanında tüm zonlar genel olarak güneş ışığını direkt olarak almaktadır. Buğdaygillerin ise tüm zonlarda yüksek olmasının sebebinin, tüm zonların direkt olarak güneş ışığını alması ve sıcaklığında bununla birlikte artmasına paralel olarak buğdaygiller familyasının bu durumdan olumlu yönde etkilendiği, baklagiller ve diğer familyaların ise olumsuz yönde etkilendiği düşünülmektedir.

#### **4.4 Korelasyon Analizlerine ait Bulgular ve Tartışma**

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre; AMF spor sayısı ile kil içeriği ( $r = 0,531$ ), EC ( $r = 0,542$ ), alınabilir potasyum ( $r = 0,512$ ), toprak nemi ( $r = 0,423$ ) ve toprak sıcaklığı ( $r = 0,546$ ) arasında kuvvetli pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Ancak AMF spor sayısı ile kum içeriği ( $r = -0,433$ ), kireç içeriği ( $r = -0,357$ ) arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Baklagillerin ile buğdaygiller ( $r = -0,591$ ) arasında negatif korelasyon olduğu, vejetasyon örtüsü ( $r = 0,306$ ) ile arasında pozitif korelasyon olduğu, buğdaygillerin, toz içeriği ( $r = -0,299$ ), toprak nemi ( $r = -0,314$ ), ve diğer familyalara ( $r = -0,803$ ) ait bitkiler arasında negatif bir korelasyon olduğu, diğer familyalara ait bitkilerin ise toprak nemi ( $r = 0,333$ ) ile arasında pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Alana ait vejetasyon örtüsü ile kil içeriği ( $r = 0,485$ ), toz içeriği ( $r = 0,588$ ), EC ( $r = 0,493$ ) ve toprak nemi ( $r = 0,470$ ) arasında pozitif korelasyon, kum içeriği ( $r = -0,565$ ) ve pH ( $r = -0,381$ ) ile arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir. Toprak nemi ile AMF ( $r = 0,423$ ), diğer familyalar ( $r = 0,333$ ), vejetasyon örtüsü ( $r = 0,470$ ), azot ( $r = 0,317$ ), organik karbon ( $r = 0,329$ ), kil içeriği ( $r = 0,800$ ), toz içeriği ( $r = 0,725$ ) ve EC ( $r = 0,793$ ) arasında pozitif korelasyon olduğu, buğdaygiller ( $r = -0,314$ ), kum içeriği ( $r = -0,813$ ), kireç içeriği ( $r = -0,338$ ) ve pH ( $r = -0,493$ ) arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçtan anlaşılacağı üzere toprak nemi araştırma sahasındaki birçok faktörü olumlu yönde etkilemektedir. (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Korelasyon analizine ait değerler

		AMF	Baklagiller	Buğdaygiller	Diğer Familyalar	Vejetasyon Örtüsü	Azot	Organik karbon	Kil	Toz	Kum	Kireç	pH	EC	Fosfor	Potasyum	Toprak nemi	Toprak sıcaklığı
AMF	r	1																
	p																	
Baklagiller	r	-,198	1															
	p	,192																
Buğdaygiller	r	,054	-,591**	1														
	p	,727	,000															
Diğer Familyalar	r	,080	-,006	-,803**	1													
	p	,602	,971	,000														
Vejetasyon Örtüsü	r	,195	,306*	-,142	-,050	1												
	p	,198	,041	,353	,742													
Azot	r	,273	-,275	,148	,019	,232	1											
	p	,070	,068	,331	,902	,125												
Organik karbon	r	,016	,045	-,176	,184	,228	-,108	1										
	p	,915	,767	,248	,225	,132	,478											
Kil	r	,531**	,050	-,237	,257	,485**	,409**	,336*	1									
	p	,000	,745	,118	,089	,001	,005	,024										
Toz	r	,288	,257	-,299*	,181	,588**	,279	,357*	,800**	1								
	p	,055	,088	,046	,234	,000	,063	,016	,000									
Kum	r	-,433**	-,160	,274	-,222	-,565**	-,369*	-,363*	-,944**	-,949**	1							
	p	,003	,294	,069	,143	,000	,013	,014	,000	,000								
Kireç	r	-,357*	,137	,031	-,140	-,097	-,161	-,106	-,468**	-,209	,350*	1						
	p	,016	,371	,839	,361	,526	,292	,489	,001	,168	,019							
pH	r	-,288	-,108	-,040	,129	-,381**	-,229	-,160	-,580**	-,389**	,510**	,319*	1					
	p	,055	,481	,796	,399	,010	,130	,295	,000	,008	,000	,033						
EC	r	,542**	,045	-,195	,208	,493**	,215	,371*	,915**	,739**	-,873**	-,470**	-,640**	1				
	p	,000	,767	,199	,169	,001	,155	,012	,000	,000	,000	,001	,000					
Fosfor	r	,179	-,042	,071	-,056	,082	-,388**	,341*	-,096	-,141	,135	-,092	-,019	,059	1			
	p	,240	,784	,645	,713	,590	,008	,022	,532	,355	,377	,549	,900	,701				
Potasyum	r	,512**	-,085	,181	-,162	,261	,211	,064	,431**	,026	-,233	-,446**	-,558**	,445**	,294*	1		
	p	,000	,579	,233	,288	,084	,164	,677	,003	,863	,123	,002	,000	,002	,049			
Toprak nemi	r	,423**	,076	-,314*	,333*	,470**	,317*	,329*	,800**	,725**	-,813**	-,338*	-,493**	,793**	,002	,275	1	
	p	,004	,619	,036	,025	,001	,034	,027	,000	,000	,000	,023	,001	,000	,991	,068		
Toprak sıcaklığı	r	,546**	-,285	-,010	,224	,245	,530**	-,001	,751**	,532**	-,680**	-,473**	-,264	,666**	-,208	,264	,598**	1
	p	,000	,057	,947	,140	,105	,000	,992	,000	,000	,000	,001	,080	,000	,171	,080	,000	

\* 0.05 Önem düzeyi ile anlamlı \*\* 0.01 Önem düzeyi ile anlamlı r: korelasyon katsayısı p: önem düzeyi

AMF ile kum içeriği arasında yüksek oranda negatif korelasyon olmasının sebebi daha önceden belirtildiği üzere kum içeriği yüksek olan toprakların organik karbon ve su tutma kapasitelerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Toprakta bulunan mikroorganizmalar birçok faktörden etkilenmekte ve bunlardan en önemli olan faktörün ise toprak tekstürü olduğunu söyleyebiliriz. Araştırmadan da görüldüğü üzere toprağın kum içeriği ile nem içeriği arasında kuvvetli bir negatif korelasyon görülmektedir. Bu durumda topraktaki suyun tutulma kapasitesini azaltmakta ve AMF gibi mikroorganizmaların faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Diğer bir durum ise kum içeriğinin yüksek olmasına bağlı olarak, bitkiler tarafından alınabilecek besin maddelerinin yıkanarak azalmasıdır. Besin maddesinin azalmasına bağlı olarak ise bitkilerin köklerinde fotosentez ürünlerinden olan karbon oranı azalmakta ve AMF’de bu karbondan yeterli miktarda yararlanamamaktadır. Ferguson ve Menge (1982) tarafından yapılan çalışmada, AMF’nin bulunduğu konukçu bitkilerin karbon kaynağının azalmasına bağlı olarak AMF’nin azaldığı ve gelişiminin yavaşladığı belirtilmiştir. Bu durumda aslında AMF varlığı ve gelişimi ile konukçu bitki gelişimi arasındaki dengeyi belirtmektedir (Saito, 2000). Moradi vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, AMF spor yoğunluğu ile kum içeriği arasında negatif bir korelasyon olduğunun belirtilmesi, araştırma alanında elde edilen mevcut sonuçlara benzerlik göstermektedir. Araştırma alanında AMF spor yoğunluğu ile bitkiler tarafından alınabilir potasyum arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili mevcut literatüre bakıldığında AMF ile bitkiler tarafından alınabilir potasyum arasında pozitif korelasyon olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (Sivakumar, 2013; Moradi vd., 2017). AMF’nin kireç içeriği ile ilgili Aliasgharzadeh vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada istatistiki olarak anlamlı olmayan negatif bir ilişki bulunmuştur. Araştırma alanında ise AMF ile topraklardaki kireç içeriği arasında istatistiki olarak negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Topraklarda yüksek miktarda kireç bulunması, bitkiler için alınabilir besin maddesi eksikliğine neden olabilir. Yukarıda daha önce de belirtildiği gibi besin maddesi eksikliğinde bitkilerin gelişimi olumsuz etkilenir ve karbon oranları azalabilir. Bu durumda AMF’nin yararlanabileceği karbon oranını olumsuz etkiler. Topraktaki tuzluluğun artmasıyla birlikte AMF spor sayısının olumsuz yönde etkilendiği (Abbott ve Robson, 1991) ve hiç etkilemediği (Aliasgharzadeh vd., 2001; Carvalho vd., 2004; Boz, 2007) ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Yang vd. (2008) yaptıkları çalışmada ise, AMF ile toprak özellikleri arasındaki korelasyon analizinde, topraktaki tuz içeriğinin AMF’yi teşvik eden faktör olduğunu ve AMF aktivitesi ile pozitif ilişkili olduğunu

belirtmişlerdir. Araştırma alanında da bu duruma benzer bir sonuç karşımıza çıkmıştır. Toprak nemi ile AMF ilişkisinde su kenarı alanlarında pozitif ilişkiler (Anderson vd., 1984; Van Duin vd., 1990; Rickerl vd., 1994; Stevens ve Peterson, 1996; Turner ve Friese, 1998) olduğu gibi negatif ilişkilerde (Zak vd., 1995; Jacobson, 1997; He vd., 2002) bulunmaktadır. Araştırma alanında da AMF ile toprak nemi arasında literatüre uygun olarak pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanında buğdaygillerin botanik kompozisyonunun baklagiller ve diğer familyaların botanik kompozisyon oranları ile negatif korelasyon içerisinde olmasının sebebi, birim alanda buğdaygil oranının artmasına bağlı olarak, baklagil ve diğer familyaların oranının azalacağından kaynaklandığı düşünülmektedir. Babalık (2008) tarafından buğdaygillerin saçak köklü oluşundan dolayı toprak nemini çok iyi kullandıkları ve bu nedenle kazık köklülere göre daha fazla yayıldıkları belirtilmiştir. Buğdaygillerin artmasıyla birlikte kökler toprak neminden fazla yararlanacak ve bu sebeple toprak nemi azalacaktır. Buğdaygiller ile toprak nemi arasında görülen negatif korelasyonun sebebinin ise bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Vejetasyon örtüsünün kil ve toz içerikleri ile pozitif, kum içeriği ile negatif korelasyon içerisinde olduğu görülmektedir. Kum içeriğinin artmasıyla birlikte daha önce de belirtildiği üzere bitki besin maddelerinde azalma olmaktadır. Bununla birlikte toprağı örten bitki örtüsünde gelişim gösterememekte ve dolayısıyla vejetasyon örtüsünde azalmaktadır. Araştırma alanında da dere ile taşınan sedimentin birikmesi sonucunda en fazla kum içeriğine sahip olan zon-1'de bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Genel olarak toprak üzerinde bulunan organik materyalin ayrışması, toprağı giren organik asitleri etkilemektedir (Kantarci, 2000). Vejetasyon örtüsünü toprağın üzerinde organik materyal olarak düşünürsek ve bu vejetasyon örtüsünün artmasına bağlı olarak, ayrışma sırasında toprağı giren organik asitlerinde artması beklenir. Dolayısıyla organik asitlerin artmasıyla birlikte toprak pH'sı düşecektir. Vejetasyon örtüsü ile toprak pH'sı arasındaki negatif korelasyonun sebebi ise belirtilen bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırma alanında bulunan toprakların EC miktarı düşük ve tuzsuz sınıfta yer aldığı için bitki gelişimi açısından bir sorun teşkil etmemektedir. Bu nedenle vejetasyon örtüsü ile pozitif bir korelasyon göstermiş olabilir. Yüksek miktarda ve tuzlu sınıfta bir EC durumu söz konusu olsaydı belkide bitki gelişimine sorun teşkil edebilirdi. Sonuç olarakta aralarındaki korelasyonda farklılık olabilirdi. Vejetasyon örtüsü ile toprak nemi arasındaki ilişkinin pozitif korelasyon göstermesi ise artan vejetasyon örtüsü ile toprak yüzeyinden buharlaşma ile kaybın azalmasına bağlanabilir. Vejetasyon

örtüsünün artmasına bağlı olarak toprak yüzeyinden buharlaşma ile kaybın azaldığına ve toprakta yatay ve dikey olacak şekilde su akışının tutularak nem içeriğinin arttığına dair sonucumuzu destekleyen çalışmalarda görölmektedir (Daly ve Porporato, 2005; Asbjornsen vd., 2011; Aalto vd., 2018).



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de geçmişten günümüze hızla artan endüstrileşme birtakım olumsuzluklar getirmiştir. 1940’lı yıllardan sonra başlayan bu hızlı endüstrileşme tarımla veya hayvancılıkla uğraşan kırsal halkı kent merkezlerine taşımıştır. Ulaşımın kolaylığı, yapılan tesislerin genişletilmesi ve pazara yakın olması nedeni ile sanayileşme genel olarak birinci sınıf tarım arazisi olarak tanımlanan ovalar üzerine kurulmuştur. Artan nüfusla ve kırsal alandan göçlerle çalışan toplumların sanayileşmeyle birlikte bu alanlara yayılması, yerleşim yerlerinin artmasına neden olmuştur. Sonuç olarak yapılması gereken uygulamaların eksiklikleri nedeniyle bu durumdan en çok etkilenen orman alanları, mera alanları, sulak alanlar, denizler, akarsular, göller vb. alanlar olmuştur. Çalışma alanı olan Büyük Melen Çayı’nın kıyı zonunda içinde bulunduğu Düzce ovasının bu tarz sanayileşme ve yerleşim yerlerinin artmasıyla etkilenmiştir. Geçmişte orman, tarım, mera, sulak alan ve su kenarı ekosistemi olarak nitelendirilen alanlar sanayileşmenin artmasıyla tahrip olmakta ve olmayada devam etmektedir.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı alanı korumaya yönelik ve bundan sonraki yapılacak olan çalışmalarda ön bilgi niteliği taşıması amacıyla, Düzce ilinin Gölyaka ilçesinde bulunan Büyük Melen Çayı’nın kıyı zonundaki (riparian zon) mera ekosisteminde bitki, toprak ve arbusküler mikorizal fungus özelliklerinin kıyıda uzaklaştıkça nasıl değiştiği incelenmiş ve bu tarz su kenarı ekosistemlerinde bitki ve toprak özelliklerinin en iyi olduğu ve arbusküler mikorizal fungus varlığı ve çeşitliliğinin yüksek olduğu zon aralığının bulunması hedeflenmiştir. Çalışma sırasında yapılan inceleme ve araştırmalar sonucunda çalışma alanında varılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Araştırma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait alınan toprak örneklerinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde; Zon-1 toprakları kumlu balçık sınıfında, hafif alkali, elektriksel iletkenliği düşük ve tuzsuz sınıfta, orta kireç içeriğine sahip, azot içeriği düşük, organik karbon içeriği düşük, alınabilir fosfor içeriği orta ve az potasyum içeriğine sahiptir. Zon-2 toprakları killi balçık sınıfında, hafif alkali, elektriksel iletkenliği düşük ve tuzsuz sınıfta, orta kireç içeriğine sahip, azot içeriği düşük, organik karbon içeriği orta, alınabilir fosfor içeriği orta ve alınabilir potasyum içeriği azdır. Zon-3 toprakları ise tozlu killi balçık sınıfında, hafif alkali, elektriksel iletkenliği düşük ve tuzsuz sınıfta, orta kireç içeriğine sahip, azot içeriği orta, organik karbon içeriği orta, alınabilir

fosfor ve potasyum içeriği bakımından orta sınıftadır. Ayrıca hacim ağırlığı en düşük olarak Zon-1'de en yüksek ise Zon-3'te tespit edilmiştir. En düşük toprak sıcaklığı ve nemi Zon-1'de en yüksek ise Zon-3'te bulunmuştur. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere aynı yetiştirme ortamı şartlarında su kenarından uzaklığa göre toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri etkilenmektedir. Toprak özellikleri bakımından tüm zonlarda orta kireç içeriği, Zon-1 de düşük olarak bulunan azot, organik karbon, potasyum içeriği ve Zon-2'de düşük olarak bulunan azot ve potasyum içeriği dışında bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz etkileyecek bir olumsuzluk bulunmamaktadır.

2. Araştırma alanı olan su kenarı mera ekosistemine ait alınan toprak örneklerinin içerisinde bulunan mikroorganizma grubundaki arbusküler mikorizal funguslara ait özellikler değerlendirildiğinde; 50 gram toprak içerisinde ortalama spor sayısı Zon-1'de 81,2 adet, Zon-2'de 120,1 adet, Zon-3'te ise 274,4 adet olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar neticesinde su kenarından uzaklığa göre AMF spor sayısının etkilendiği görülmektedir. Ayrıca çalışma alanlarından elde edilen mikorizal fungus sporları, klasik yöntemlerle, teşhis anahtarları kullanılarak cins bazında teşhis edilmiştir. Bunun sonucunda ise tüm zonlarda toplam 8 cinse ait arbusküler mikorizal fungus teşhis edilmiştir. Bu cinsler ise *Acaulospora*, *Ambispora*, *Glomus*, *Dentiscutata*, *Funneliformis*, *Rhizophagus*, *Claroideoglossum*, *Cetranspora* cinslerine arbusküler mikorizal funguslardan oluşmaktadır.

3. Vejetasyon analizi sonuçlarına göre ise tüm zonlarda toplam 22 familyaya ait 58 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu bitki taksonlarından 7 tanesi baklagiller, 6 tanesi buğdaygiller, geriye kalan 45 tanesi ise diğer familyalara ait bitki taksonlarından oluşmaktadır. Ayrıca bu bitkilerin 16 tanesi tek yıllık, 42 tanesi çok yıllık bitki taksonlarını oluştururken, 3 tanesi azalıcı, 4 tanesi çoğalıcı, 51 tanesi ise istilacı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Bu değerler tüm zonlarda incelendiğinde taksonlar arasında farklılık olmadığı görülmektedir. Tüm zonlarda elde edilen tür zenginliği fazla gibi görünse de mera alanları için önemli bir yere sahip olan baklagiller ve buğdaygillere ait taksonların az olduğu, ayrıca hayvanların severek tükettiği yem değeri yüksek bitkileri oluşturan azalıcı gruptaki bitkilerin çok sınırlı sayıda olduğu görülmektedir.

4. Vejetasyon analizi sırasında alınan transekt hatlarının analizi sonucunda ise vejetasyon örtüsünün Zon-1'de %76,60, Zon-2'de %94,20 ve Zon-3'te %90,90 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar neticesinde kıyıdan uzaklaştıkça vejetasyon örtüsünün önce arttığı

daha sonra ise biraz azaldığı belirlenmiştir. Baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların botanik kompozisyon değerleri ise zonlar arasında değişiklik göstermiştir. Zon-1’de baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların botanik kompozisyonları sırasıyla %3,40, %87,48 ve %9,11 olduğu, Zon-2’de %9,75, 72,84 ve %17,40 olduğu, Zon-3’de ise %0,30, %85,81 ve %13,88 olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda ise baklagiller ve diğer familyalara ait bitkilerin botanik kompozisyonları kıyıdan uzaklaştıkça önce artmış daha sonra azalmış, buğdaygiller ise kıyıdan uzaklaştıkça önce azalmış daha sonra artmıştır. Alanda baklagillerin botanik kompozisyon oranlarının genel olarak az olduğu, buğdaygillerin ise fazla olduğu görülmektedir.

5. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; AMF spor sayısı ile kil içeriği ( $r = 0,531$ ), EC ( $r = 0,542$ ), alınabilir potasyum ( $r = 0,512$ ), toprak nemi ( $r = 0,423$ ) ve toprak sıcaklığı ( $r = 0,546$ ) arasında kuvvetli pozitif korelasyon, ancak kum içeriği ( $r = -0,433$ ) ve kireç içeriği ( $r = -0,357$ ) arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Baklagillerin, buğdaygiller ( $r = -0,591$ ) ile arasında negatif korelasyon olduğu, vejetasyon örtüsü ( $r = 0,306$ ) ile arasında pozitif korelasyon olduğu, buğdaygillerin, toz içeriği ( $r = -0,299$ ), toprak nemi ( $r = -0,314$ ), ve diğer familyalara ( $r = -0,803$ ) ait bitkiler arasında negatif bir korelasyon olduğu, diğer familyalara ait bitkilerin ise toprak nemi ( $r = 0,333$ ) ile arasında pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Alana ait vejetasyon örtüsü ile kil içeriği ( $r = 0,485$ ), toz içeriği ( $r = 0,588$ ), EC ( $r = 0,493$ ) ve toprak nemi ( $r = 0,470$ ) arasında pozitif korelasyon, kum içeriği ( $r = -0,565$ ) ve pH ( $r = -0,381$ ) ile arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir. Toprak nemi ile AMF ( $r = 0,423$ ), diğer familyalar ( $r = 0,333$ ), vejetasyon örtüsü ( $r = 0,470$ ), azot ( $r = 0,317$ ), organik karbon ( $r = 0,329$ ), kil içeriği ( $r = 0,800$ ), toz içeriği ( $r = 0,725$ ) ve EC ( $r = 0,793$ ) arasında pozitif korelasyon olduğu, buğdaygiller ( $r = -0,314$ ), kum içeriği ( $r = -0,813$ ), kireç içeriği ( $r = -0,338$ ) ve pH ( $r = -0,493$ ) arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçtan anlaşılacağı üzere toprak nemi araştırma sahasındaki birçok faktörü olumlu yönde etkilemektedir.

Dünyada ve Türkiye’de tatlı su olarak bilenen kıyı zon yaşam alanları, deniz veya karasal ekosistemlere göre az bir alanı kaplasa da yüksek biyolojik çeşitlilik, su depolama, karbon depolama vb. gibi özellikleri açısından önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle araştırmaya konu olan Büyük Melen Çayı’nın kıyı zonunda bulunan su kenarı mera ekosistemi veya buna benzer kıyı zonlarının alınacak tedbirlerle sistemlerin korunması veya geri

kazandırılması için hem yer olarak hem de havza bazlı bir yönetim sistemi gerekmektedir. Bu bağlamda yapılması gerekli olan öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Araştırma alanı olan su kenarı mera ekosisteminde buğdaygiller botanik kompozisyon oranının tüm zonlarda yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda mera alanına buğdaygil merası diyebiliriz. Nitekim buğdaygiller oranının artmasına bağlı olarak baklagillerin alanda çok düşük seviyede olduğu görülmektedir. Hayvan otlatılması sırasında alınan besin kaynağı açısından baklagil oranının artırılması gerekmektedir. Bununla beraber yapılan arazi gözlemleri sonucunda vejetasyon örtüsünün toprağı yeterli yüzdede örttüğü, ancak toprağı örten bitkilerin gelişemediğı ve otlatma olgunluğuna gelemediğı belirlenmiştir. Ayrıca alanda yoğun miktarda istilacı olarak nitelendirilen türlerin olması da alanın yoğun ve düzensiz bir şekilde otlatılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle mera alanının kendini yenileyebilmesi için dinlendirilmesi gerektiğı ve doğal tohumlama yapılarak alana baklagiller familyasına ait türlerle birlikte yem değeri yüksek olan azalıcı grupta bulunan bitkilerin kazandırılması gerekmektedir.

2. Araştırma alanında su kenarına yakın zonlarda düşük azot, organik karbon ve potasyum içeriğinin bulunması bitki büyümesi ve gelişmesini olumsuz etkileyebileceğı düşünülmektedir. Yukarıda belirtilen baklagillerin alana getirilmesinden sonra olgun çağa geldiklerinde alanın sürülerek toprağı karıştırılması toprağın içerisindeki azot ve organik karbon miktarını artıracığı düşünülmektedir. Bu işlem yeşil gübre olarak isimlendirilen doğal bir gübreleme yöntemidir. Ayrıca doğal olarak uygulanabilecek yöntemlerden birisi olan arbusküler mikorizal fungus aşılması yönteminde bu alanda gerçekleştirilebilir. Alana ekimi yapılacak baklagillerin arbusküler mikorizal fungus aşılması sonucunda bitkilerin büyümesine ve gelişmesine katkı sağlayacak, buna bağlı olarak tekrardan bitkinin alanda organik madde olarak toprağı geri dönüşümü sırasında katkısı olacaktır.

3. Araştırma alanında bulunan su kenarına yakın olan zonda arbusküler mikorizal fungusların spor sayısının düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise su kenarına yakın zonda bulunan toprakların kum içeriklerinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kum içeriğinin fazla olması organik karbon ve mevcut su tutma kapasitesini düşürmekte, diğer yandan kil miktarındaki azalışta bitki besin maddelerini azaltmaktadır. Bitki besin maddelerinin azalmasından dolayı bitkilerde bulunan karbon oranı azalmakta ve AMF'nin kullandığı karbon miktarı azalmaktadır. Kum içeriğinin bu

zonda fazla olması ise dere ile taşınan sediment miktarının, sel baskınları sırasında bu zonda birikiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumun düzeltilmesi için derenin ve dere kenarlarının ıslah edilerek alanın sel gibi olumsuzluklardan etkilenmesi engellenmelidir. Bu durum sonucunda alana gelen ve biriken sediment miktarının azalması ile toprak özellikleri zamanla iyileşecek ve yukarıda belirtilen gibi alana tekrardan doğal tohumlama ile gelen türlerin topraktan alacağı besin maddeleri ile karbon oranı artarak AMF için gerekli olan karbon miktarıda karşılanmış olacaktır.

4. Islah çalışması gereken mera alanlarında genel olarak öncelik gübrelemeye verilmektedir. Ancak yapılan doğal gübreleme bir yerden sonra yetersiz kaldığı için kimyasal gübrelere bu durum desteklenmektedir. Bu durumda beraberinde bazı olumsuzluklar getirmektedir. Ayrıca alanın kritik bir su kenarı mera ekosistemi olmasından dolayı ve suyun kirlenmemesi açısından kimyasal gübre kullanımını engellenmelidir. Bu durumda daha önce de belirtildiği üzere arbusküler mikorizal fungus gibi doğal aşılama yöntemleri kullanılması önerilmektedir. Kimyasal gübre kullanımında genellikle besin elementi olarak azot ve fosfor bakımından toprak desteklenmektedir. Bu durum hem ekonomik açıdan maliyetli hem de çevreye ve kullanılabilir suyu olumsuz etkileyebilir. Ancak yapılan AMF aşılması ile bu durum hem ekonomik açıdan daha uygun olacağı, hem de bitki ile ortak yaşam kurarak bitki besin maddesi alınımını, çevreye ve suya zarar vermeden karşılayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu durumda AMF hem toprağın agregat yapısını iyileştirecek hemde bitki patojenlerine karşı bitkileri daha dirençli hale getirecektir.

5. Belirtilen bu AMF gibi doğal yöntemlerin kullanılması için alanda tespit edilen veya başka bir çalışma alanlarındaki AMF'lerin Düzce yöresine ve bu yörenin iklim özelliklerine uygun olan izolatlar tespit edilerek kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Ayrıca bu yöreden tespit edilen izotların kurak ve yarı kurak bölgeler için uygunluğuda araştırma konusuna dahil edilirse belki de ilerleyen zamanlarda bu tarz kurak ve yarı kurak alanların restorasyon çalışmalarında kullanılmasında katkı sağlanabilir. Bu durum aynı zamanda Türkiye'de bulunan AM fungusların yayılış haritasına katkı sağlayabilir.

6. Araştırmaya konu olan su kenarı mera ekosistemin korunması için aslında Büyük Melen Çayını besleyen çevre akarsular ve yukarı havzalar bir bütün olarak düşünülmelidir. Alanın çevresinde bulunan Küçük Melen Çayı, Aksu Deresi, Asar Suyu Deresi, Uğur Suyu Deresi,

Efteni Gölü bir bütün olarak düşünölmeli ve bu suların geçtiği kıyı ekosistemlerinin sanayileşmeden ve tarımdan nasıl etkilendiği belirlenerek, olumsuz etkilere karşı stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca Düzce ovasında gerçekleşen sanayinin ve yerleşimin artması ile birlikte olumsuzlukların ne düzeyde olduğunu anlamak için bu tarz su kenarı ekosistemlerinde periyodik ölçümler yerleşim yerinden önce ve sonrasında yapılan değerler ile karşılaştırılmalı ve olumsuz olarak değerlendirilen etkilerin yasal olarak kontrol altına alınması gerekmektedir.

7. Yörede hemen hemen çoğu alanda ve akarsuların yan kolları ve bu kolların birleştiği ana dereler boyunca kıyı ekosistemlerinde yapılan tarımsal işlemlerde yoğun bir şekilde kimyasal gübre kullanılmaktadır. Bu tarz tarımsal alanlarda kullanılan kimyasal gübreler suyu kirletmektedir. Sulak alanları ve su kenarı ekosistemlerini besleyen sulara bu tarz atıkların arıtılmadan salınması ekosistemleri olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle yöre halkı bilinçlendirilmeli ve hukuksal olarak tedbirler alınmalı, yanlış olarak bilinen tarımsal uygulamalar yerine çevreyi korumaya yönelik doğal uygulamalar geliştirilerek uygulamaya geçirilmelidir.

8. Düzce ovasında artan betonlaşma ve dere yataklarına yapılan yerleşim yerleri il genelinde sel gibi olumsuzluklara neden olmakla birlikte su kalitesini bozacak atıklar salmaktadır. Bununla birlikte su kenarı ekosistemlerinin de bu durumdan olumsuz olarak etkilendiği sel olaylarının yaşandığı zaman aralıklarında gözlemlenmiştir. İklimsel değişiklikler nedeniyle birim zamanda düşen yağış miktarı artmakta ve artan su miktarını dere yatakları boşaltamamaktadır. Dere yataklarından boşalamayan sular kent merkezlerine ve verimli arazilere taşmaktadır. Bu olumsuz durumda genel olarak alınan tedbirler dere ıslahı adı altına yapılan taş ve beton kanallar olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu kanallar ekolojik olmamakla birlikte yaşanan durumun önüne geçilmesinde yetersiz kalmaktadır. Aslında ekolojik açıdan bakıldığında toprak suyun akış hızını ve miktarını azaltarak sünger görevi görür. Bu nedenle sel ve taşkın gibi olumsuzluklara karşı tedbir alınması amacıyla yapılan kanallardan ziyade, daha ekolojik bir yöntem olarak yukarı havzalardan gelen suyun zararsız bir şekilde akması için dere yataklarının sayıca ve hacimce artırılması önerilebilir. Ayrıca kent merkezlerinde yeşil alanların artırılmasında toprak tarafından suyun emilmesini katkı sağlayabilir.

9. Düzce ilinde aktif olarak çalışan ve akarsular üzerinde kurulu olan kum ocakları bulunmaktadır. Bu kum ocaklarının yaptıkları işlemlerde kıyı ekosistemler zarar görmekte ve toprakta bulunan organik madde kaybına, aynı zamanda bitkilerin tahrip edilmesi ile yeni organik madde girdisinin engellenmesine sebep olmaktadır. Bitkilerin tahrip olması havzalarda suların kirlenmesine ve yapılan kum alımı sırasında su içerisine daha fazla sediment birikmesine sebep olmaktadır. Artan sediment birikmesi de su ile taşınarak aşağı havzalara geldiğinde araştırma sahasında mevcut olarak karşılaşılan durum gibi kıyı zonlardaki toprak özelliklerini, bitki gelişimini ve birçok mikroorganizmaları olumsuz etkilemektedir. Bu durum ekolojik olarak değerlendirildiğinde ve ekosistemlerin korunması açısından, kum ocakları faaliyetlerinin durdurulması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen durumlar sonucunda çalışma alanı Büyük Melen Havzasının bir parçası olarak görünse de bu havza boyunca bulunan kıyı ekosistemlerinin hangi olumsuzluklar altında olduğunu az da olsa tahmin edebiliriz. Aslında daha sağlıklı bir değerlendirme yapılması için uzun vadede Düzce ovasında ve çevresindeki havzalarda toprak özellikleri, bitki örtüleri, su kaynakları ve bu alanlarda bulunan arbusküler mikorizal fungus gibi mikroorganizmaların araştırılması açısından farklı disiplinlerle bilimsel çalışmalar yapılması ve bu çalışmaların desteklenmesi gerekmektedir. Günümüzde güncel bir konu olarak bilinen iklim değişikliği senaryoları incelendiğinde yakın zamanlarda kurak sahaların artacağı öngörülmektedir. Bu durumdan dolayı önemli ekosistemlerimizde bitki örtüsünün, toprağın ve su kaynaklarının korunması açısından çalışmaya konu olan AMF gibi farklı doğal çözüm yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla yapılan bu araştırma ve önerilerde ilerleyen zamanlarda yapılacak olan araştırmalara katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aalto, J., le Roux, P.C. ve Luoto, M. (2013). Vegetation mediates soil temperature and moisture in arctic-alpine environments. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 45 (4): 429-439.
- Abbott, L.K. ve Robson, A.D. (1981). The role of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and selection of fungi for inoculation. *Australian Journal of Agricultural Research*, 33: 389-408.
- Abbott, L.K. ve Robson, A.D. (1991). Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 35: 121–150.
- Acir, N. (2010). Kazova Topraklarının Depo Potasyum, Kil Mineralojisi ve Spesifik Yüzey Alanı Etkileşimlerinin Geoistatistiksel Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Tokat, 87 s.
- Aksoy, N. (2006). Elmacık Dağı (Düzce) Vejetasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, 415 s.
- Alef, K. (1995). *Soil Respiration*. In: Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Eds. K. Alef and P Nannipieri, Academic Press, London, pp. 214-219.
- Allison, L.E. ve Moodie, C.D. (1965). *Carbonate*. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.; Black C.A; American Society of Agronomy, Wisconsin, pp. 1379-1396.
- Aliasgharzadeh, N., Rastin, S.N., Towfighi, H. ve Alizadeh, A. (2001). Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz Plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. *Mycorrhiza*, 11: 119-122.
- Ahmed, B.R. (2016). Land Use Effects on Soil Physical Properties of The Riparian Zone of Andirin River in Turkey. Master Thesis, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Bioengineering and Sciences, Kahramanmaraş, 83 pp.
- Anderson, R.C., Liberta, A.E. ve Dickman, L.A. (1984). Interaction of vascular plants and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi across a soil moisture–nutrient gradient. *Oecologia*, 64 (1): 111-117.
- Anonim, (1972). *Batı Karadeniz Havzası Toprakları*. Kök İşleri Bakanlığı, Toprak Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:273. Cihan Matbaası, Ankara.
- Anonim, (2020). *Düzce ili çevre durum raporu*. T.C. Düzce Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Düzce, 167s.
- Anonymous, (1990). *Micronutrients*. Assessment at the Country Level. An International Study. FAO Soil Bulletin. 63. Rome.
- Asbjornsen, H., Goldsmith, G.R., Alvarado-Barrientos, M.S., Rebel, K., Van Osch, F.P., Rietkerk, M., Chen, J., Gotsch, S., Tobón, C., Geissert, D.R., Gómez-Tagle, A.,



- Vache, K. ve Dawson, T.E. (2011). Ecohydrological advances and applications in plant–water relations research: a review. *Journal of Plant Ecology*, 4 (1-2): 3-22.
- Asan, Ü. (1995). Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 41 (1): 24-38.
- Atalay, İ.Z. (1982). Gediz Havzası Alüvyial Topraklarının Potasyum Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Potasyum Miktarlarının Tayininde Kullanılacak Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma. Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, İzmir.
- Atatanır, L., Aydın, G., Yorulmaz, A., Turgut, C. ve Yeşilirmak, E. (2010). Büyük Menderes Deltası topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile veri tabanının oluşturulması, *I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi*, Eskişehir, s. 362-371.
- Ba, L., Ning, J., Wang, D., Facelli, E., Facelli, J.M., Yang, Y. ve Zhang, L. (2012). The relationship between the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi and grazing in a meadow steppe. *Plant and Soil*, 352: 143-156.
- Babalık, A.A. (2008). Isparta Yöresi Meralarının Vejetasyon Yapısı ile Toprak Özellikleri ve Topoğrafik Faktörler Arasındaki İlişkiler. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Bilimleri Bölümü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta, 164 s.
- Babalık, A. (2009). Çayır-meralarda dip kaplama ölçüm yöntemleri. *Turkish Journal of Forestry*, 5 (1):50-72.
- Bardgett, R. (2005). *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford university press. Oxford, 242 pp.
- Bauhus, J. ve Khanna, P.K. (1999). *The Significance of Microbial Biomass in Forest Soils*. In: Going underground-ecological studies in forest soils. Eds. N. Rastin and J. Bauhus, Research Signpost, Trivandrum, India, pp. 77-110.
- Batchelor, J.L., Ripple, W.J., Wilson, T.M. ve Painter, L.E. (2015). Restoration of riparian areas following the removal of cattle in the northwestern Great Basin. *Environmental Management*, 55: 930-942.
- Battle-Aguilar, J., Brovelli, A., Luster, J., Shrestha, J., Niklaus, P.A. ve Barry, D.A. (2012). Analysis of carbon and nitrogen dynamics in riparian soils: model validation and sensitivity to environmental controls. *Science of the Total Environment*, 429: 246-256.
- Batjes, N.H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47 (2): 151-163.
- Beauchamp, V.B. (2004) Effects of Flow Regulation on a Sonoran Riparian Ecosystem, Verde River, Arizona. PhD Dissertation. Arizona State University, Arizona, 134 pp.
- Beauchamp, V.B., Stromberg, J.C. ve Stutz, J.C. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Populus–Salix* stands in a semiarid riparian ecosystem. *New Phytologist*, 170 (2): 369-380.

- Beauchamp, V.B., Stromberg, J.C., ve Stutz, J.C. (2007). Flow regulation has minimal influence on mycorrhizal fungi of a semi-arid floodplain ecosystem despite changes in hydrology, soils, and vegetation. *Journal of Arid Environments*, 68 (2): 188-205.
- Belsky, A.J., Matzke, A. ve Uselman, S. (1999). Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, 54 (1): 419-431.
- Bernal, B. ve Mitsch, W.J. (2008). A comparison of soil carbon pools and profiles in wetlands in Costa Rica and Ohio. *Ecological Engineering*, 34 (4): 311-323.
- Bernoux, M., Feller, C., Cerri, C.C., Eschenbrenner, V. ve Cerri, C.E. (2005). Soil carbon sequestration. *Soil Erosion and Carbon Dynamics*, 13-22.
- Bethlenfalway, G.J. ve Dakessian, S. (1984). Grazing effects on mycorrhizal colonization and floristic composition of the vegetation on semi-arid range in Northern Nevada. *Journal of Range Management Archives*, 37 (4): 312-316.
- Bohn, C.C. ve Buckhouse, J.C. (1985). Some responses of riparian soils to grazing management in northeastern Oregon. *Journal of Range Management*, 38 (4): 378-381.
- Bolan, N.S., Robson. A.D. ve Barrow, N.J. (1987) Effects of Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae the availability of iron phosphates to plants. *Plant and Soil*, 99: 401-410.
- Bolat, İ. (2007). Farklı Arazi Kullanım Biçimlerinin Toprağın Mikrobiyal Biyokütle Karbon ( $C_{mic}$ ) ve Azot ( $N_{mic}$ ) İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Zonguldak, 120 s.
- 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. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bartın, 423 s.
- Bolat, İ., Şensoy, H. ve Özer, D. (2015). Short-term changes in microbial biomass and activity in soils under black locust trees (*Robinia pseudoacacia* L.) in the northwest of Turkey. *Journal of Soils and Sediments*, 15: 2189-2198.
- Bolat, İ. ve Şensoy, H. (2019). Microbial biomass soil content and activity under black alder and sessile oak in the Western Black Sea Region of Turkey. *International Journal of Environmental Research*, 13: 781-791.
- Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54 (5): 464-465.
- Boz, T. (2007). Çukurova Deltası'ndaki Tuzcul Bitki Türlerinin Vesikular-Arbuskular Mikorizal Birlikteliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Adana, 87 s.
- Brady, N.C. (1990). *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.

- Bremner, J.M. ve Mulvaney, C.S. (1982). *Nitrogen-Total*. Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties, Ed.; Page, A.L; SSSA Book series No: 9, Madison, 595-622 pp.
- Burger, B., Reich, P. ve Cavagnaro, T.R. (2010). Trajectories of change: riparian vegetation and soil conditions following livestock removal and replanting. *Austral Ecology*, 35 (8): 980-987.
- Butler, D.M., Ranells, N.N., Franklin, D.H., Poore, M.H. ve Green, J.J.T. (2008). Runoff water quality from manured riparian grasslands with contrasting drainage and simulated grazing pressure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126 (3-4): 250-260.
- Carvalho, L.M., Correia, P.M. ve Martins-Loução, M.A. (2004). Arbuscular mycorrhizal fungal propagules in a salt marsh. *Mycorrhiza*, 14 (3): 165-170.
- Chambers, J.C., Blank, R.R., Zamudio, D.C. ve Tausch, R.J. (1999). Central Nevada riparian areas: physical and chemical properties of meadow soils. *Journal of Range Management Archives*, 52 (1): 92-99.
- Chundi, C., Shengjun, W., Douglas, M.C., Maohua, M., Juanjuan, Z., Mingquan, L. ve Xiaoxiao, T. (2017). Effects of local and landscape factors on exotic vegetation in the riparian zone of a regulated river: Implications for reservoir conservation. *Landscape and Urban Planning*, 157: 45-55.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No: 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536 s.
- Çepel, N., 1996. *Toprak İlimi*. Orman Topraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı, Üniversite Yayın No: 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, ISBN: 975-404-421-X, İstanbul.
- Chen, S.Z., Low, P.F. ve Roth, C.B. (1987). Relation between potassium fixation and the oxidation state of octahedral iron. *Soil Science Society of America Journal*, 51 (1): 82-86.
- Cierjacks, A., Kleinschmit, B., Babinsky, M., Kleinschroth, F., Markert, A., Menzel, M., Ziechmann, U., Schiller, T., Graf, M. ve Lang, F. (2010). Carbon stocks of soil and vegetation on Danubian floodplains. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173 (5): 644-653.
- Clary, W.P. (1999). Stream channel and vegetation responses to late spring cattle grazing. *Journal of Range Management Archives*, 52 (3): 218-227.
- Clary, W.P. ve Kinney, J.W. (2002). Streambank and vegetation response to simulated cattle grazing. *Wetlands*, 22 (1): 139-148.
- Cornwell, W.K., Bedford, B.L. ve Chapin, C.T. (2001). Occurrence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in a phosphorus-poor wetland and mycorrhizal response to phosphorus fertilization. *American Journal of Botany*, 88 (10): 1824-1829.

- Conyers, M.K. ve Davey, B.G. (1988). Observations on some routine methods for soil pH determination. *Soil Science*, 145 (1): 29-36.
- Çetiner, M., Gökkuş, A. ve Parlak, M. (2012). Yapay bir merada otlatmanın bitki örtüsü ve toprak özelliklerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2): 80-88.
- Çolak, A.H., Steiner, G. H., Joosten, H. ve Kirca, S. (2011). *Turbalıklar (Mire/Peatland-Moore)*. Ed. Çolak A.H., Günay, T; Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, İstanbul, s. 15-36.
- Daly, E. ve Porporato, A. (2005). A review of soil moisture dynamics: from rainfall infiltration to ecosystem response. *Environmental Engineering Science*, 22 (1): 9-24.
- Davies, F.T. (2000). Benefits and opportunities with mycorrhizal fungi in nursery propagation and production System. *Combined Proceedings International Plant Propagator Society*, 50: 482-489.
- Day, P.R. (1965). *Particle Fractionation and Particle-Size Analysis*. Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling, 9, 545-567.
- Demir, S. (1998). Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler – Arbusküler Mikoriza (VAM) Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Ana Bilim Dalı, İzmir, 114 s.
- Demir, S. ve Onoğur, E. (1999). Bitkilerde Vesiküler-Arbusküler Mikoriza oluşumunun bitki besleme ve bitki korumadaki önemi. *Anadolu Dergisi*, 9 (2): 12-32.
- Dodla, S.K., Wang, J.J., DeLaune, R.D. ve Cook, R.L. (2008). Denitrification potential and its relation to organic carbon quality in three coastal wetland soils. *Science of The Total Environment*, 407 (1): 471-480.
- Dölarslan, B.M. ve Göl, C. (2008). An investigation on the relationship between saline soil and halophytic plants in semi arid region (Acıçay stream). *International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology*, Special Issue, 83-93.
- Dix, M.E., Akkuzu, E., Klopfenstein, N.B., Zhang, J., Kim, M.S. ve Foster, J.E. (1997). Riparian refugia in agroforestry systems. *Journal of Forestry*, 95 (8): 38-41.
- Duda, A. M. (1982). Municipal point source and agricultural nonpoint source contributions to coastal eutrophication 1. Jawra. *Journal of the American Water Resources Association*, 18 (3): 397-407.
- Ediş, S., Tuttu, G., Aytaş, İ., Tuttu, U. ve Özcan, A.U. (2022). Acıçay (Çankırı) Riparian Zonunda zamansal ve mekânsal değişimin analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 1-10.
- Ekberli, İ. ve Gülser, C. (2016). Toprağın ısısal yayılımının fonksiyonel değişimi ve toprak sıcaklığına etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31 (2): 294-300.
- Elmore, W. ve Beschta, R.L. (1987). Riparian areas: perceptions in management. *Rangelands Archives*, 9 (6): 260-265.

- Elmore, W. (1992). Riparian responses to grazing practices. *Watershed management: balancing sustainability and environmental change*, 442-457.
- Entry, J.A., Emmingham, W.H. ve Donnelly, P.K. (1994). Microbial mineralization of atrazine and 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid in riparian pasture and forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 18: 89-94.
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metodları*. İÜ Yayın No. 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayın No. 2, İstanbul. 454 s.
- Eruz, E. (1979). Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 29 (2): 112–120.
- Ewel, K.C., Cressa, C., Kneib, R.T., Lake, P.S., Levin, L.A., Palmer, M.A., Snelgrove, P. ve Wall, D.H. (2001). Managing critical transition zones. *Ecosystems*, 4 (5): 452–460.
- Ferguson, J.J. ve Menge, J.A. (1982). The influence of light intensity and artificially extended photoperiod upon infection and sporulation of *Glomus fasciculatus* on Sudan grass and on root exudation of Sudan grass. *New Phytologist*, 92 (2): 183-192.
- Fisher, R. ve Binkley, D. (2000). *Ecology and Management of Forest Soils*. Northern Arizona University. John Wiley and Sons Publication, ISBN: 9780-4709-7947-1, USA.
- Gardes, M., Biallet, E., Binet, E., Brousseau, C., Carre, F., Charcosset, J., Fradet, N., Griffith, P., Gryta, H., Laquerbe, M., Martinez, C. ve Millot, S. (2003). Les symbiotes mycorrhiziens du peuplier noir (*Populus nigra* L.): la spécificité des assemblages fongiques en milieu riverain. *Les Actes du BRG*, 4: 453–466.
- Gerdemann, J.W. ve Nicolson, T.H. (1963). Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46 (2): 235-244.
- Giovannetti, M. (2000). *Spore Germination and Pre-Symbiotic Mycelial Growth*. In Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Ed. Kapulnik, Y. ve D.D. Douds, J.R.; Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 47-68.
- Gökbulak, F. (2013). *Meralarda vejetasyon analizi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5151, Fakülte Yayın No: 503, İstanbul, 157 s.
- Gumbert, A.A. (2013). Influence Of Riparian Buffer Management Strategies On Soil Properties. Theses And Dissertations Plant And Soil Sciences. University Of Kentucky Uknowledge, USA, 138 pp.
- Gülçur, F. (1974). *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1970, Fakülte Yayın No: 201, İstanbul, 225 s.
- Gregory, S.V., Swanson, F.J., McKee, W.A. ve Cummins, K.W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41 (8): 540-551.

- Griffiths, R.P., Entry, J.A., Ingham, E.R. ve Emmingham, W.H. (1997). Chemistry and microbial activity of forest and pasture riparian-zone soils along three Pacific Northwest streams. *Plant and Soil*, 190: 169-178.
- Hale, R., Reich, P., Daniel, T., Lake, P.S. ve Cavagnaro, T.R. (2014). Scales that matter: guiding effective monitoring of soil properties in restored riparian zones. *Geoderma*, 228: 173-181.
- Hale, R., Reich, P., Daniel, T., Lake, P.S. ve Cavagnaro, T.R. (2018). Assessing changes in structural vegetation and soil properties following riparian restoration. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 252: 22-29.
- Harner, M.J., Mummey, D.L., Stanford, J.A., ve Rillig, M.C. (2010). Arbuscular Mycorrhizal Fungi enhance spotted knapweed growth across a riparian chronosequence. *Biological Invasions*, 12 (6): 1481-1490.
- Haynes, R.J. ve Williams, P.H. (1993). Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, 49: 119-199.
- Hazlett, P.W., Gordon, A.M., Sibley, P.K. ve Buttle, J.M. (2005). Stand carbon stocks and soil carbon and nitrogen storage for riparian and upland forests of boreal lakes in northeastern Ontario. *Forest Ecology and Management*, 219 (1): 56-68.
- He, X.L., Mouratov, S. ve Steinberger, Y. (2002). Temporal and spatial dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi under the canopy of *Zygophyllum dumosum* Boiss. In the Negev Desert. *Journal of Arid Environments*, 52 (3): 379– 387.
- Ho, M.D., McCannon, B.C. ve Lynch, J.P. (2004). Optimization modeling of plant root architecture for water and phosphorus acquisition. *Journal of Theoretical Biology*, 226 (3): 331-340.
- Horike, K. ve Shimano, K. (2012). The relationship between riverside vegetation and the environmental factors in Shinano River, Japan. *Japanese Journal of Ecology*, 62 (2): 121-142.
- Hündür, A. (2019). Ardahan İli Çıldır İlçesi Aşağıcambaz Köyü Doğal Mera Vegetasyonunun Yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tekirdağ, 80 s.
- Ingham, E. ve Wilson, M. (1999). The Mycorrhizal colonization of six wetland species at sites differing in land use history. *Mycorrhiza*, 9 (4): 233–235.
- INVAM (2022). International culture collection of arbuscular and vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi. INVAM. <https://invam.ku.edu/>. son erişim tarihi: (10.03.2022).
- Irmak, A. (1954). *Arazide ve Laboratuarda Toprağın Araştırılması Metodları*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 559, Fakülte Yayın No: 27, İstanbul, 150 s.
- İçağa, Y., Bostanoğlu, Y. ve Kahraman, E. (2006). Akarçay Havzası su kalitesi istatistikleri. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (1): 43-50.

- Jacobson, K.M. (1997). Moisture and substrate stability determine VA-mycorrhizal fungal community distribution and structure in an arid grassland. *Journal of Arid Environments*, 35 (1): 59–75.
- Jenkins, W.R. (1964). A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48 (9): 692 pp.
- Jesus, J.A., Caproni, A.L., Silva, C.F., Pereira, M.G., Santos, O.A.Q. ve Berbara, R.L.L. (2021). Arbuscular Mycorrhizal Fungal communities in pasture and tropical riparian forest ecosystems in Guajar-Mirim, Rondônia, Brazil. *Floresta*, 51 (3): 658-667.
- Jiang, P., Cheng, L., Li, M., Zhao, R. ve Duan, Y. (2015). Impacts of LUCC on soil properties in the riparian zones of desert oasis with remote sensing data: A case study of the middle Heihe River basin, China. *Science of the Total Environment*, 506: 259-271.
- Johnson, P.N. (1976). Effects of soil phosphate level and shade on plant growth and mycorrhizas. *New Zeland Journal of Botany*, 14 (4): 333-340.
- Johnson, N.C., Tilman, D. ve Wedin, D. (1992). Plant and soil controls on mycorrhizal fungal communities. *Ecology*, 73 (6): 2034–2042.
- Kaar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri*. AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kantarcı, M.D. (2000). *Toprak İlimi*. İstanbul Üniversitesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, İstanbul, 420s.
- Kara, ., şentürk, M., Bolat, İ. ve akıroğlu, K. (2011). Relationships between soil properties and leaf area index in beech, fir and fir-beech stands. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 61 (1): 47-54.
- Karagl, R. (1994). Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanma şekilleri Altındaki Toprakların Bazı zellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 194 s.
- Kauffman, J.B., Thorpe, A.S. ve Brookshire, E.J. (2004). Livestock exclusion and belowground ecosystem responses in riparian meadows of eastern Oregon. *Ecological Applications*, 14 (6): 1671-1679.
- Kauffman, J.B., Coleman, G., Otting, N., Lytjen, D., Nagy, D. ve Beschta, R.L. (2022). Riparian vegetation composition and diversity shows resilience following cessation of livestock grazing in northeastern Oregon, USA. *Plos one*, 17 (1): 1-18.
- Kennedy, L.J., Tiller, R.L. ve Stutz, J.C. (2002). Associations between arbuscular mycorrhizal fungi and *Sporobolus wrightii* in riparian habitats in arid South-western North America. *Journal of Arid Environments*, 50 (3): 459-475.
- Kieft, T.L. ve Rosacker, L.L. (1991). Application of respiration-and adenylate-based soil microbiological assays to deep subsurface terrestrial sediments. *Soil Biology and Biochemistry*, 23 (6): 563-568.

- Knapp, R.A. ve Matthews, K.R. (1996). Livestock grazing, golden trout, and streams in the Golden Trout Wilderness, California: impacts and management implications. *North American Journal of Fisheries Management*, 16 (4): 805-820.
- Koukoura, Z. ve Kyriazopoulos, A. (2007). Adaptation of herbaceous plant species in the understorey of *Pinus brutia*. *Agroforestry systems*, 70: 11-16.
- Lake, P.S. (2005). Perturbation, restoration and seeking ecological sustainability in Australian flowing waters. *Hydrobiologia*, 552 (1): 109–120.
- Lauenroth, W.K. (1979). *Grassland Primary Production*. North American grasslands in perspective. In: French, N.R. (Ed.), *Perspectives in Grassland Ecology: Results and Applications of the US/IBP Grassland Biome Study*. Springer-Verlag, New York, pp. 3–24.
- Li, X.L., Marschner, H. ve George, E. (1991). Extension of the phosphorus depletion zone in VA mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant and Soil*, 136 (1): 41-48.
- Liu, S., Hou, X., Yang, M., Cheng, F., Coxixo, A., Wu, X. ve Zhang, Y. (2018). Factors driving the relationships between vegetation and soil properties in the Yellow River Delta, China. *Catena*, 165: 279-285.
- Jones, C.S., Duncan, D.H., Rumpff, L., Robinson, D. ve Vesk, P.A. (2022). Permanent removal of livestock grazing in riparian systems benefits native vegetation. *Global Ecology and Conservation*, 33: 1-13, e01959.
- Mackay, J.E., Cunningham, S.C. ve Cavagnaro, T.R. (2016). Riparian reforestation: are there changes in soil carbon and soil microbial communities? *Science of the Total Environment*, 566: 960-967.
- Marschner, H. (1995). *Marschner's mineral nutrition of higher plants (Second Edition)*. Mycorrhizas, Academic Press, pp. 566-595.
- Mendoza, R.E., García, I.V., de Cabo, L., Weigandt, C.F. ve de Iorio, A.F. (2015). The interaction of heavy metals and nutrients present in soil and native plants with arbuscular mycorrhizae on the riverside in the Matanza-Riachuelo River Basin (Argentina). *Science of the Total Environment*, 505: 555-564.
- Mısır, M., Mısır, N. ve Bulut, A. (2011). Karbon depolama kapasitesinin landsat 7 etm+ uydu görüntüsüyle belirlenmesi. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011 Kahramanmaraş, Kahramanmaraş, s. 532-538.
- Miller, S. ve Bever, J. (1999). Distribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in stands of the wetland grass *Panicum Hemitomon* along a wide hydrologic gradient. *Oecologia*, 119 (4): 586–592.
- Moradi Behbahani, S., Moradi, M., Basiri, R. ve Mirzaei, J. (2017). Sand mining disturbances and their effects on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a riparian forest of Iran. *Journal of Arid Land*, 9 (6): 837-849.
- Morton, J.B. (1988). Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature, and identification. *Mycotaxon*, 32: 267-324



- Morton, J.B. ve Bentivenga, S.P. (1994). Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (*Glomales*, *Zygomycetes*) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. *Plant and Soil*, 159: 47-59.
- Munn, L.C., Buchanan, B.A. ve Nielsen, G.A. (1978). Soil temperatures in adjacent high elevation forests and meadows of Montana. *Soil Science Society of America Journal*, 42 (6): 982-983.
- Naiman, R. ve Décamps, H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 621-658.
- Naiman, R.J., Decamps, H. ve McClain, M.E. (2005). *Riparia — Ecology, conservation and management of streamside communities*. Elsevier Academic Press, London, UK.
- Nannipieri, P., Ascher, J., Ceccherini, M., Landi, L., Pietramellara, G. ve Renella, G. (2003). Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, 54 (4): 655-670.
- Norton, J.B., Jungst, L.J., Norton, U., Olsen, H.R., Tate, K.W. ve Horwath, W.R. (2011). Soil carbon and nitrogen storage in upper montane riparian meadows. *Ecosystems*, 14 (8): 1217-1231.
- Okatan, A. (1986). Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Trabzon, 309 s.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. ve Dean, L.A. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. U.S. Department of Agriculture Circular No. 939.
- Ortaş, İ. (1995). Mikorizanın besin elementleri alımındaki mekanizmaları. *Toprak İlimi Derneği, İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi, 2.
- Ortaş, İ. (2000). Mikorizanın çevre biliminde kullanımı ve önemi. *GAP Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı*, Şanlıurfa, s. 255-272.
- Ontl, T.A. ve Schulte, L.A. (2012). Soil carbon storage. *Nature Education Knowledge*, 3 (10): 35.
- Özbucak, T.B. ve Kutbay, H.G. (2008). The flora of lower parts of Melet River (Ordu). *Journal of Applied Biological Sciences*, 2 (3): 79-88.
- Özbucak, T.B., Taş, B. ve Akçin, Ö.E. (2016). Akçaova Deresi (Ordu) riparian zonunun makrofit florası. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (2): 1-13.
- Özcan, M. (2010). İzmit-Yuvacık Havzası Orman İçi Meraları ve Mera Vejetasyonu Karakteristikleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 172 s.
- Özhan, S. (2004). *Havza Amenajmanı*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, ISBN: 975-404-739-1, İstanbul.

- Özşahin, E. (2013). Gönen çayı deltası'nın toprak özelliklerinin coğrafi açıdan değerlendirilmesi. *Ekev Akademi Dergisi*, 57: 233-246.
- Özyuvacı, N. (1999). *Meteoroloji ve Klimatoloji*. İÜ Yayın No. 4196, Orman Fakültesi Yayın No. 460, İstanbul, 369 s.
- Pagano, M.C., Persiano, A.I.C., Cabello, M.N. ve Scotti, M.R. (2010). Elements sequestered by arbuscular mycorrhizal spores in riverine soils: a preliminary assessment. *J Biophys Struct Biol*, 2 (2): 16-21.
- Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö. ve Şensoy, H. (2010). Arbusküler mikorizal funguslar (AMF), bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (18): 87-98.
- Palta, Ş. (2012). Bartın Yöresi Çayır-Mera Alanlarında Bulunan *Gramineae* Familyasına ait Bitkilerde Arbusküler Mikorizal Fungusların (AMF) Varlığının ve Ekolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bartın, 192 s.
- Palta, Ş., Yaman, İ. ve Baş, E. (2023). Yükseltiye göre meraların bazı toprak ve vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25 (1): 153-169.
- Pauwels, H. ve Talbo, H. (2004). Nitrate concentration in wetlands: assessing the contribution of deeper groundwater from anions. *Water Research*, 38 (4): 1019-1025.
- Patten, D.T. (1998). Riparian ecosystems of semi-arid North America: Diversity and human impacts. *Wetlands*, 18: 498-512.
- Plaster, E.J. (1992). *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
- Plaxton, W.C. (2004). Plant response to stress: biochemical adaptations to phosphate deficiency. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Marcel Dekker, New York, 976-980.
- Prayogo, C., Prastyaji, D., Prasetya, B. ve Arfarita, N. (2020). Structure and composition of major Arbuscular Mycorrhiza (MA) under different farmer management of Coffee and Pine agroforestry system. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 43 (1): 146-163.
- Picone, C. (2000). Diversity and abundance of arbuscular-mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture 1. *Biotropica*, 32 (4a): 734-750.
- Pinay, G., Fabre, A., Vervier, P. ve Gazelle, F. (1992). Control of C, N, P distribution in soils of riparian forests. *Landscape Ecology*, 6: 121-132.
- Piotrowski, J.S., Lekberg, Y., Harner, M.J., Ramsey, P.W. ve Rillig, M.C. (2008). Dynamics of mycorrhizae during development of riparian forests along an unregulated river. *Ecography*, 31 (2): 245-253.
- Qin, Y., Xin, Z., Wang, D. ve Xiao, Y. (2017). Soil organic carbon storage and its influencing factors in the riparian woodlands of a Chinese karst area. *Catena*, 153: 21-29.

- Rahim, S.H. (2017). Effect of Land Use on Erosion Risk and Chemical Properties of Soil of Riparian Zone of Andirin, River. Master Thesis, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Bioengineering and Sciences, Kahramanmaraş, 106 pp.
- Rhodes, L.H. (1980). The use of mycorrhizae in crop production systems. *Outlook on Agriculture*, 10 (6): 275-281.
- Rhoades, J.D. (1982). *Soluble Salts*. Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Ed.; Page, A.L; SSSA Book series, No: 9, Madison, 149-157.
- Robertson, A.I. ve Rowling, R.W. (2000). Effects of livestock on riparian zone vegetation in an Australian dryland river. *Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management*, 16 (5): 527-541.
- Richter, B.S., Tiller, R.L. ve Stutz, J.C. (2002). Assessment of arbuscular mycorrhizal fungal propagules and colonization from abandoned agricultural fields and semi-arid grasslands in riparian floodplains. *Applied Soil Ecology*, 20 (3): 227-238.
- Ricker, M.C., Stolt, M.H., Donohue, S.W., Blazejewski, G.A. ve Zavada, M.S. (2013). Soil organic carbon pools in riparian landscapes of southern New England. *Soil Science Society of America Journal*, 77 (3): 1070-1079.
- Rickerl, D.H., Sancho, F.O. ve Ananth, S. (1994). Vesicular arbuscular endomycorrhizal colonization of wetland plants. *Journal of Environmental Quality*, 23 (5): 913-916.
- Rillig, M.C. (2004). Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes. *Ecology letters*, 7 (8): 740-754.
- Rillig, M.C. ve Mummey, D.L. (2006). Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist*, 171 (1): 41-50.
- Rinklebe, J., Franke, C. ve Neue, H.U. (2007). Aggregation of floodplain soils based on classification principles to predict concentrations of nutrients and pollutants. *Geoderma*, 141 (3-4): 210-223.
- Rowell, D.L. (1994). *Soil science: methods and applications*. Longman Scientific and Technical, Singapore, 368 pp. <https://doi.org/10.4324/9781315844855>
- Saito, M. (2000). Symbiotic exchange of nutrients in arbuscular mycorrhizas: transport and transfer of phosphorus. In: Kapulnik, Y., Douds, D.D. (Eds) *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*, 85-106. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-0776-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-017-0776-3_5)
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H. ve Schwertmann, U. (2001). Toprak bilimi (Çevirenler: Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H.). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın*, 73: 349-361.
- Scheffer, F. ve Schachtschabel, P. (1970). *Lehrbuch der Bodenkunde*. Ferdinand Enke Verlag – Stuttgart – Fed. Almanya.
- Schenck, N.C. ve Smith, G.S. (1982). Additional new and unreported species of Mycorrhizal Fungi (*Endogonaceae*) from Florida. *Mycologia*, 74 (1): 77-92.

- Schenck, N.C. ve Perez, Y. (1990). *Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi*. Edn., 3. Gainesville: Synergistic Publications, 286 pp.
- Schofield, R.K. ve Taylor, A.W. (1955). The measurement of soil pH. *Soil Science Society of America Journal*, 19 (2): 164-167.
- Shane, M.W., De Vos, M., de Roock, S., Cawthray, G.R. ve Lambers, H. (2003). Effects of external phosphorus supply on internal phosphorus concentration and the initiation, growth and exudation of cluster roots in *Hakea prostrata* R. Br. *Plant and Soil*, 248: 209-219.
- Shen, J., Li, H., Neumann, G. ve Zhang, F. (2005). Nutrient uptake, cluster root formation and exudation of protons and citrate in *Lupinus albus* as affected by localized supply of phosphorus in a split-root system. *Plant Science*, 168 (3): 837-845.
- Smith, S.E. ve Read, D.J. (1997). *Mycorrhizal Symbiosis*. (Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas), Academic Press, London, 9-161 pp.
- Smith, M., Conte, P., Berns, A.E., Thomson, J.R. ve Cavagnaro, T.R. (2012). Spatial patterns of, and environmental controls on, soil properties at a riparian–paddock interface. *Soil Biology and Biochemistry*, 49: 38-45.
- Sieverding, E. (1991). *Vesicular-arbuscular mycorrhizae management in tropical agrosystems*. Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, 372 pp.
- Sivakumar, N. (2013). Effect of edaphic factors and seasonal variation on spore density and root colonization of arbuscular mycorrhizal fungi in sugarcane fields. *Annals of microbiology*, 63: 151-160.
- Sivrikaya, F. ve Bozali, N. (2012). Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu planlama birimi örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 1308-5875.
- Shirouzu, Y. ve Shimano, K. (2009). Relationship between riverside vegetation and habitat condition in the Chikuma and Azusa Rivers, Nagano Prefecture, Japan. *Japanese Journal of Ecology*, 59 (1): 1-12.
- SPSS Inc. (2007). SPSS for Windows, Version 18.0. Chicago, SPSS Inc.
- Stevens, K.J. ve Peterson, R.L. (1996). The effect of a water gradient on the vesicular-arbuscular mycorrhizal status of *Lythrum salicaria* L. (Purple Loosestrife). *Mycorrhiza*, 6 (2): 99–104.
- Stohlgren, T.J., Bull, K.A., Otsuki, Y., Villa, C.A. ve Lee, M. (1998). Riparian zones as havens for exotic plant species in the central grasslands. *Plant Ecology*, 138: 113-125.
- Sumner, M.E. (1995). *Sodic soils: new perspectives*. In: Naidu, R., Sumner, M.E., Rengasamy, P. (Eds.), *Australian Sodic Soils: Distribution, Properties and Management*. CSIRO, Melbourne, pp. 1–34.
- Sutfin, N.A., Wohl, E.E. ve Dwire, K.A. (2016). Banking carbon: a review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41 (1): 38-60.

- Tao, L. ve Zhiwei, Z. (2005). Arbuscular Mycorrhizas in a hot and arid ecosystem in southwest China. *Applied Soil Ecology*, 29 (2): 135-141.
- Thornthwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38 (1): 55-94.
- Tisdall, J.M. (1994). Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil*, 159: 115-121.
- Tockner, K. ve Stanford, J. (2002). Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29 (3): 308-330.
- Toprak, B. (2016). Ekto- ve Arbusküler Mikoriza Aşılammış Karaçam (*Pinus nigra*), Toros sediri (*Cedrus libani*) ve Saçlı Meşe (*Quercus cerris*) Fidanlarının İç Anadolu'nun Yarı Kurak Sahalarındaki Ağaçlandırma Başarısı. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce, 172 s.
- Turner, S.D. ve Friese, C.F. (1998). Plant-mycorrhizal community dynamics associated with a moisture gradient within a rehabilitated prairie fen. *Restoration Ecology*, 6 (1): 44-51.
- Türk, M., Bayram, G., Budaklı, E. ve Çelik, N. (2003). Sekonder mera vejetasyonunda farklı ölçüm metodlarının karşılaştırılması ve mera durumunun belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1): 65-77.
- URL-1 (2023). <http://www.duzce.gov.tr/cografya>. (14.02.2023).
- URL-2 (2023). [Meteoroloji Genel Müdürlüğü \(mgm.gov.tr\)](http://www.mgm.gov.tr). (10.03.2023).
- USDA (United States Department of Agriculture), (1987). Soil Mechanics Level I, Module 3- USDA Textural Soil Classification Study Guide. Irmak
- Uslu, Ö.S. ve Hatipoğlu, R. (2007). Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi Araplar köyü yeniyapan merasında farklı gübre uygulamalarının meranın verim ve botanik kompozisyonuna etkileri üzerine araştırmalar. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı*, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Van Duin, W.E., Rozema, J. ve Ernst, W.H.O. (1990). Seasonal and spatial variation in the occurrence of vesicular-arbuscular (VA) mycorrhiza in salt-marsh plants. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 29 (1-4): 107-110.
- Viebrock, H. (1988). Ursachen der Erhöhung des Phosphat-Aneignungs-Vermögens Von Pflanzen Durch VA- Mykorrhiza. Doctoral dissertation, Georg-August-Universität Göttingen, Germany.
- Walkley, A. ve Black, A.I. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37 (1): 29-38.
- Wallace, L.L. (1981). Growth, morphology and gas exchange of Mycorrhizal and nonmycorrhizal *Panicum coloratum* L., a C4 grass species, under different clipping and fertilization regimes. *Oecologia*, 49 (2): 272-278.

- Wanda, A.R. ve Yuliani, G.T. (2015). Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) di hutan pantai Nepa Sampang Madura berdasarkan gradien salinitas. *Lentera bio*, 4 (3): 180-186.
- Wang, D., Zhang, Y.R., Feng, Y.L., Liu, Z. ve Qu, B. (2020). Changes in vegetation and soil properties following 6 years of enclosure in riparian corridors. *Journal of Plant Ecology*, 13 (2): 131-138.
- Waymouth, V., Miller, R.E., Kasel, S., Ede, F., Bissett, A. ve Aponte, C. (2021). Soil bacterial community responds to land-Use change in riparian ecosystems. *Forests*, 12 (2): 157.
- Wetzel, P.R. ve Valk, A.G. (1996). Vesicular–Arbuscular Mycorrhizae in prairie pothole wetland vegetation in Iowa and North Dakota. *Canadian Journal of Botany*, 74 (6): 883-890.
- Wondzell, S.M. (2001). The influence of forest health and protection treatments on erosion and stream sedimentation in forested watersheds of eastern Oregon and Washington. *Northwest Science*, 75: 128-140.
- Yılmaz, H. (2017). Su Kenarı Ekosistemlerinde Topraktaki Karbon Miktarının Değişimi (Bolu Aladağ Çayı Havzası Örneği). Doktora Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çankırı, 184 s.
- Yamato, M. (2004). Morphological types of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in roots of weeds on vacant land. *Mycorrhiza*, 14 (2), 127-131.
- Yang, Y., Chen, Y. ve Li, W. (2008). Arbuscular mycorrhizal fungi infection in desert riparian forest and its environmental implications: A case study in the lower reach of Tarim River. *Progress in Natural Science*, 18 (8): 983-991.
- Yıldız, O., Aydın, D., Sargıncı, M. ve Eşen, D. (2015). Efteni Sulak alanının kurutulmuş sahalarının toprağındaki karbon ve besin değişimi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 11 (2): 23-39.
- Yıldız, O. (2016). Riparian ekosistemler, restorasyon ve dere ıslahı. *I. Uluslararası Şehir, Çevre ve Sağlık Kongresi*, 11-15 Mayıs, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, s. 40-47.
- Zak, J.C., Sinsabaugh, R. ve Mackay, W.P. (1995). Windows of opportunity in desert ecosystems: their implications to fungal community development. *Canadian Journal of Botany*, 73 (S1): 1407–1414.
- Zarekia, S., Jafari, M., Arzani, H., Javadi, S.A. ve Jafari, A.A. (2012). Grazing effects on some of the physical and chemical properties of soil. *World Applied Sciences Journal*, 20 (2): 205-212.
- Zehetner, F., Lair, G.J. ve Gerzabek, M.H. (2009). Rapid carbon accretion and organic matter pool stabilization in riverine floodplain soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 23 (4): 1-7.
- Zhao, X., Yuan, S., Song, H., Su, X., Mao, H., Shen, W., Qu, X. ve Dong, J. (2016). Arbuscular Mycorrhizal and dark septate fungal associations in riparian plants of the Three Gorges Reservoir Region, Southwest China. *Aquatic Botany*, 133: 28-37.

- Zhao, Q., Ding, S., Liu, Q., Wang, S., Jing, Y., and Lu, M. (2020). Vegetation influences soil properties along riparian zones of the Beijiang River in Southern China. *Peer Journal Lif & Environment*, 8: 96-99.
- Zhou, Y., Chen, K., Li, C., Muneer, M.A., Shi, H., Tang, Y., Zhang, J. and Ji, B. (2022). Soil moisture and pH differentially drive arbuscular mycorrhizal fungal composition in the riparian zone along an alpine river of Nam Co watershed. *Frontiers in Microbiology*, 13: 1-14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.994918>.
- Zogg, G.P., Zak, D.R., Ringelberg, D.B., White, D.C., MacDonald, N.W. ve Pregitzer, K.S. (1997). Compositional and functional shifts in microbial communities due to soil warming. *Soil Science Society of America Journal*, 61 (2): 475-481.
- Zubek, S., Rožek, K., Stefanowicz, A.M., Błaszowski, J., Stanek, M., Gielas, I. ve Rola, K. (2021). The impact of beech and riparian forest herbaceous plant species with contrasting traits on Arbuscular Mycorrhizal fungi abundance and diversity. *Forest Ecology and Management*, 492: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119245>.
- Zubek, S., Kapusta, P., Stanek, M., Woch, M. W., Błaszowski, J. ve Stefanowicz, A.M. (2022). *Reynoutria japonica* invasion negatively affects Arbuscular Mycorrhizal Fungi communities regardless of the season and soil conditions. *Applied Soil Ecology*, 169: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104152>.
- Zu, J., Xia, J., Zeng, Z., Liu, X., Cai, W., Li, J., Wang, Q., Wang, Y. ve Dou, C. (2022). Distribution pattern and structure of vascular plant communities in riparian areas and their response to soil factors: a case study of Baoan Lake, Hubei Province, China. *Sustainability*, 14 (23): 1-18. <https://doi.org/10.3390/su142315769>.

## ÖZGEÇMİŞ



