

169828

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖLLER YÖRESİNDEKİ BAZI SULAK ALANLARIN DEGRADASYON
BOYUTLARININ SUBSTRAT DÜZEYİNDE İNCELENMESİ**

Sevda ALTUNBAŞ

DOKTORA TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

2005

**GÖLLER YÖRESİNDEKİ BAZI SULAK ALANLARIN DEGRADASYON
BOYUTLARININ SUBSTRAT DÜZEYİNDE İNCELENMESİ**

Sevda ALTUNBAŞ

DOKTORA TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

**Bu Tez 2002.03.121.01 no'lu Proje Olarak Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Yönetim Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**

2005

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖLLER YÖRESİNDEKİ BAZI SULAK ALANLARIN DEGRADASYON
BOYUTLARININ SUBSTRAT DÜZEYİNDE İNCELENMESİ

Sevda ALTUNBAŞ

DOKTORA TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 29/08/2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

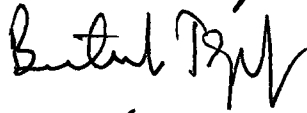
Doç. Dr. Mustafa SARI (Danışman)



Prof. Dr. Yusuf AYVAZ



Prof. Dr. Bülent TOPKAYA



Prof. Dr. Ali ERDOĞAN



Yrd. Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ



ÖZET

GÖLLER YÖRESİNDEKİ BAZI SULAK ALANLARIN DEGRADASYON BOYUTLARININ SUBSTRAT DÜZEYİNDE İNCELENMESİ

Sevda ALTUNBAŞ

Doktora Tezi, Toprak Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Mustafa SARI

Ağustos 2005, 155 Sayfa

Dünya'daki ekosistemlerin en önemlilerinden birisini oluşturan sulak alanların kurutulması, yıllar boyunca kamu yararını gözeten, toplumların sağlık ve refahını arttıran bir çaba olarak görülmüştür. Bununla birlikte dünyanın her tarafında özellikle arid bölgelerde büyük bir hızla gerçekleştirilen kurutmalar ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel bozulmaları da beraberinde getirmiştir. Kurutulan alanların tarım arazilerine çevrilmesi de genellikle iyi sonuçlar doğurmamıştır. Her şeyden önce topraktan ve iklimden kaynaklanan bazı sorunlar, bitkisel üretimdeki verim ve kalitenin beklenilenin altında olmasına neden olmuştur. Bu durum, sulak alanlardan kazanılan arazilerin özellikleri hakkındaki bilgilerin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır. Sulak alanlar, bir bütün olarak düşünülmeli, hidrolojik, biyolojik ve substrat kriterleri dikkate alınarak incelenmeli, özellikleri bölgesel olarak tespit edilip tanımlanmalı ve nihayet bu alanlar için amenajman planları gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada araştırma alanı olarak ülkemizin sulak alan kaynakları bakımından oldukça zengin olan göller yöresi seçilmiştir. Yörede bir tanesi kurutmaların ve degradasyonun izlerinin açıkça görülmeye başlandığı ve iki tanesi de tamamen degrade olmuş alanlar olmak üzere toplam üç göl alanı materyal olarak belirlenmiştir. Seçilen bu üç farklı göl alanında altı profil açılarak uluslararası kabul görmüş sulak alan substrat kriterleri de dikkate alınarak gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

Gerçekleştirilen arazi çalışmaları ve toprak biliminin kuralları dahilinde genetiksel horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçlarına göre; Elmalı çanağında bulunan Karagöl ve Avlan toprakları ile Söğüt Gölü topraklarının ciddi düzeyde degradasyona uğradıkları ve daimi sulak alan özelliğini kaybettikleri sonucuna varılmıştır. Söz konusu profil topraklarının ekolojik ve ekonomik açıdan yeniden sulak alana dönüştürülmesi yapılacak daha detaylı çalışmalarla ortaya konulmalıdır. Eğirdir gölü çanağında yer alan Hoyran 1 ve Hoyran 2 profillerinde de doğal degradasyon söz konusudur. Hoyran 1 profili mevcut hali ile geçici sulak alan niteliğini korumaktadır. Hoyran 2 profili ise sulak alan olma özelliğini kaybetmiş durumdadır. Yöredeki degradasyonun sebepleri farklı boyutlarda yapılacak araştırmalarla desteklenerek mümkün olduğunca önlenmelidir.

Araştırma alanının degradasyon boyutlarını ortaya koyan bu çalışma sonuçlarına göre, sulak alanlar, bir ekosistem bütünlüğü içerisinde hidrolojik, biyolojik ve substrat özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

ANAHTAR KELİMELE: Sulak alanlar, sulak alan kriterleri, sulak alan toprakları, hidrik topraklar, sulak alanlarda degradasyon,

JÜRİ: Doç. Dr. Mustafa SARI (Danışman)

Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Prof. Dr. Bülent TOPKAYA

Prof. Dr. Ali ERDOĞAN

Yrd. Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DEGRADATION STATUS OF WETLAND SOILS IN THE GÖLLER REGION IN SUBSTRAT LEVELS

Sevda ALTUNBAŞ

Ph.D. in Soil Science

Adviser: Assoc.Prof. Dr. Mustafa SARI

August 2005, 155 pages

Wetlands are one of the most important ecological system in the world. They have been degraded for many years by human being for severel reasons such as healt of people, earn of agricultral lands and and others. In the world, especially in the arid regions, degradation of the old lake areas has been caused non-suitable conditions for ecological, social and cultural systems. It is known that is not a good idea to invert old lake areas to agricultural lands. On the other hand, we don't have enough knowledge about soil properties of degraded wetlands. Thus, the hydrological, the vegetative and the substrate criteria of the degraded wetlands should be examined as a whole system and also wetlands should be determined in different local environments. In addition, the management plans should be made for a sustainable land use.

In this study, "Göller Yöresi" has chosen as a research area which is one of the richest areas for the wetland sources in Turkey. A total of three lake areas are chosen as the material of this study. While one of the lake areas has a trace of degradation, two others show higher levels of degradation. A total of six profiles was opened and evaluated in consideration of the international well-known wetland substrate criteria.

According to the field studies and the results of the physical, chemical and the statistical analysis soil samples, Karagöl and Avlan soils in Elmalı region which showed serious degradation signs have lost their wetland properties. It has been suggested that this lake soils should be transformed again into wetland environment. Söğüt 1 and Söğüt 2 profiles in the Söğüt region have lost their wetland properties comletely. Thus it is thought that it is impossible to re-transform this area into wetland environments again. A suitable land use planning should be prepared for a sustainable usage of the area. The Hoyran 1 and Hoyran 2 profiles in the Egirdir Lake region have shown natural degradation properties. While the Hoyran 1 profile has still temporary wetland properties, the Hoyran 2 profile has lost its wetland qualification. Degradation of the land in this region should have prevented by the researces in different aspects.

The research which has been carried out to determine the degradation status of the study areas showed that researches should be done by the consideration of hydrological, biological and subtrate properties of wetland soils as a whole system.

KEY WORDS: Wetlands.indicators of wetland, wetland soils, hidric soils, degraded of wetlands

COMMITEE: Assoc.Prof. Dr. Mustafa SARI

Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Prof. Dr. Bülent TOPKAYA

Prof. Dr. Ali ERDOĞAN

Asst. Prof. Dr. Zeki ALAGÖZ

ÖNSÖZ

Toplumsal gelişmişliğin ve refahın sağlanması yanı sıra global ekosistem dengelerinin korunması açısından bakıldığında gerek geçen yüzyıl ve gerekse içinde bulunduğumuz yüzyılın en önemli uğraşı alanları içerisinde doğal kaynak kullanımı ilk sırayı almaktadır. Doğal kaynakların ise gerek kendi içlerinde ve gerekse birbirleri arasında hassas dengelere sahip olduğu bilinmektedir. Bu dengelerin bozulması veya değişmesi, önce bireysel ekosistemler içerisinde sonra da diğer çevre ekosistemlerde ciddi problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır ve bu bozulmaların sosyo-ekonomik yansımaları toplumsal gelişmeleri de olumsuz yönde etkilemektedir. Dünyada ve ülkemizde büyük bir hızla bozulmaya maruz kalan ekosistemlerin başında ise sulak alanlar gelmektedir. Sözü edilen böyle alanlar, o çevredeki bitki ve hayvan yaşamlarını, temel olarak suyun kontrol ettiği alanlardır.

Ülkemizin Göller yöresi, sulak alanlar açısından oldukça zengindir ve çeşitli ekosistemleri de bünyesinde barındırmaktadır. Ancak yöredeki göllerin büyük bir kısmı, 1970’li yıllarda çeşitli nedenlerle kurutulmuş ve kurutulmaya bağlı olarak çeşitli düzeylerde yaşanan degradasyon söz konusu bu eski sulak alanların hidrolojik ve hatta belki de biyolojik özelliklerin yitirilmesine neden olmuştur. Bu çalışmada Göller yöresinde bulunan ve daha önce kurutulan, hidrolojik ve hatta belki de biyolojik özelliklerini kaybetmiş olma olasılığı bulunan alanların substrat (toprak) özelliklerini arazi ve laboratuvar koşullarında inceleyerek mevcut halleri ile rehabilite edilip edilemeyeceklerine karar vermede yardımcı olabilecek kriterleri ve yine sulak alan dışındaki diğer kullanımlar için en uygun amenajman planlamalarının yapılabilmesinde katkıda bulunacak verileri ortaya koymak ve henüz sulak alan özelliğini kaybetmemiş ortamların ise rehabilitasyonlarına katkı sağlayabilecek bilimsel verileri elde etmektir.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa SARI’ya, bu araştırmanın yapılmasındaki katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi’ne ve Toprak Bölümü çalışanlarına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	3
2.1. Sulak Alan Kavramı	3
2.2. Sulak Alanların İşlev ve Değerleri	8
2.3. Sulak Alan Ekosistemlerinin Temel Özellikleri	10
2.3.1. Sulak alan hidrolojisi	10
2.3.2. Sulak alan biyolojisi	11
2.3.3. Sulak alan substratları	12
2.4. Sulak Alan Degradasyonu	17
3. MATERYAL ve METOD	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu	30
3.1.2. Araştırma alanının iklim özellikleri	33
3.1.3. Araştırma alanının bitki örtüsü	35
3.1.4. Araştırma alanının jeolojisi ve jeolojik yaşı	36
3.1.5. Araştırma alanının fizyografyası	37
3.2. Metod	38
3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan metotlar	38
3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analiz metotları	39
3.2.3. İstatistiksel analiz metotları	41
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	42
4.1. Araştırma Alanı Toprak Profillerinin Morfolojik, Fiziksel, Kimyasal ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	42

4.1.1. Karagöl profili topraklarının özellikleri.....	43
4.1.1.1. Karagöl profili topraklarının morfolojik özellikleri	43
4.1.1.2. Karagöl profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	48
4.1.1.3. Karagöl profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları	60
4.1.2. Avlan profili topraklarının özellikleri.....	63
4.1.2.1. Avlan profili topraklarının morfolojik özellikleri	63
4.1.2.2. Avlan profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	68
4.1.2.3. Avlan profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları	74
4.1.3. Söğüt 1 profili topraklarının özellikleri	77
4.1.3.1. Söğüt 1 profili topraklarının morfolojik özellikleri	77
4.1.3.2. Söğüt 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	81
4.1.3.3. Söğüt 1 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları	88
4.1.4. Söğüt 2 profili topraklarının özellikleri	90
4.1.4.1. Söğüt 2 profili topraklarının morfolojik özellikleri	90
4.1.4.2. Söğüt 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	94
4.1.4.3. Söğüt 2 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları	100
4.1.5. Hoyran 1 profili topraklarının özellikleri.....	102
4.1.5.1. Hoyran 1 profili topraklarının morfolojik özellikleri	102
4.1.5.2. Hoyran 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	105
4.1.5.3. Hoyran 1 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları	111
4.1.6. Hoyran 2 profili topraklarının özellikleri.....	113
4.1.6.1. Hoyran 2 profili topraklarının morfolojik özellikleri	113
4.1.6.2. Hoyran 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	117
4.1.6.3. Hoyran 2 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları	123

4.2. Araştırma Alanı Toprak Profillerinin Morfolojik Özelliklerinin Fiziksel, Kimyasal ve İstatistiksel Analiz Sonuçlarının Ortak Değerlendirilmesi	124
4.2.1. Araştırma alanı toprak profilerinin morfolojik özelliklerinin ortak değerlendirmesi.....	124
4.2.2. Araştırma alanı toprak profilerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının ortak değerlendirmesi	130
4.2.3. Araştırma alanı toprak profilerinin istatistiksel analiz sonuçlarının ortak değerlendirmesi	140
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	144
6. KAYNAKLAR.....	148
7. EKLER.....	153
Ek-1. Yağışlı mevsimde Avlan Gölünden bir görünüm.....	153
Ek-2. Kurak mevsimde Avlan Gölünden bir görünüm	153
Ek-3. Arazi çalışmalarında pH ve Rx okuması.....	154
Ek-4. Arazi çalışmalarında açılan bir profil çukurunun görünümü	154
Ek-5. Kurutulan Söğüt (Manay) Gölünden bir görünüm	155
Ek-6. Arazi çalışmalarında açılan organik katmanlar içeren bir profil çukurunun görünümü.....	155
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

USDA	: Birleşmiş Milletler Tarım Bakanlığı
EPA	: Doğal Kaynakları Koruma Servisi
ACF	: Avustralya Koruma Vakfı
UNDP	: Birleşmiş Milletler Ulusal Gelişme Programı
GEF	: Global Çevre Koruma Örgütü
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişimleri Vakfı
EC	: Elektriksel Kondaktivite (Tuzluluk)
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
DK	: Değişebilir Katyonlar
EK	: Eriyebilir Katyonlar
OM	: Organik Madde
OP	: Organik Fosfor

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Organik toprak ana materyalinin jeogenetik birikiminde safhalar	13
Şekil 3.1. Araştırma alanının coğrafik konumu	32
Şekil 4.1. Karagöl, Söğüt 1, Söğüt 2 ve Hoyran 2 profillerinde OM-N ilişkisi	140
Şekil 4.2. Avlan Söğüt 1 ve Hoyran 2 profillerinde OM-OP ilişkisi	141
Şekil 4.3. Karagöl ve Hoyran 1 profillerinde N-KDK ilişkisi	142
Şekil 4.4. Avlan, Söğüt 1, Hoyran 1 ve Hoyran 2 profillerinde N-OP ilişkisi	143



ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Dünyadaki suyun dağılımı	3
Çizelge 2.2. Ramsar sulak alan tipleri	5
Çizelge 2.3. Türkiye’de uluslararası öneme sahip sulak alanlar	7
Çizelge 3.1. Elmalı, Korkuteli ve Eğirdir meteoroloji istasyonlarına ait bazı iklimsel değerler.....	34
Çizelge 4.1. Von post’un humifikasyon skalası	52
Çizelge 4.2. Karagöl profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	55
Çizelge 4.3. Karagöl profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler	61
Çizelge 4.4. Avlan profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	72
Çizelge 4.5. Avlan profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler	74
Çizelge 4.6. Söğüt 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	83
Çizelge 4.7. Söğüt 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler	88
Çizelge 4.8. Söğüt 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	99
Çizelge 4.9. Söğüt 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler	100
Çizelge 4.10. Hoyran 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ..	110
Çizelge 4.11. Hoyran 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler	111
Çizelge 4.12. Hoyran 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	122
Çizelge 4.13. Hoyran 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler	123

1.GİRİŞ

Mucize gezegen olarak nitelendirilen ve içinde sayısız canlıyı barındıran dünya, oluşumunun başlangıcından bu güne kadar pek çok farklı jeolojik zaman süreçlerinden geçmiştir. Her bir jeolojik zaman içerisinde yeryüzünün görüntüsü biraz daha değişmiş, kimi zaman gezegenin büyük bir kısmı buzullarla kaplanmış, kimi zaman yıllarca süren yağmurlar sonucu büyük su kütleleri arz yüzeyini kaplamış ve kimi zaman da iklim kısmen kararlı hale gelerek daha sakin dönemler yaşanmıştır. Her biri çok uzun zaman alan bu gelişim dönemleri süresince yeryüzü şekillenerek bugünkü görünümünü kazanmıştır. Söz konusu değişimler bugün de devam etmektedir ve dünya var olduğu sürece de devam edecektir.

Geçmişten günümüze yeryüzünde bu değişimler yaşanırken, hızla artan dünya nüfusunun beslenme, barınma vb. ihtiyaçlarını karşılamak için pek çok doğal kaynak bilinçsizce tüketilerek yok edilmiştir. Söz konusu doğal kaynaklardan bir tanesi de sulak alanlardır. Sulak alanlar, yeryüzünün en zengin ekosistemlerini oluşturmaktadırlar ve bu alanlar bulundukları yöre başta olmak üzere global düzeyde ve geniş bir yelpazede ekolojik dengeleme hizmeti veren oldukça kompleks doğal sistemlerdir. Pek çok tanımlamaları yapılmakla beraber, en kapsamlı tanım uluslararası Ramsar sözleşmesinde yer alan tanımıdır. Buna göre sulak alanlar, doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suların durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde 6 metreyi geçmeyen ve deniz kesimlerini de kapsayan bütün sular, bataklıklar, sazlıklar ve turbiyeler olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2000). Kimi sulak alanlar pek çok ekolojik, ekonomik ve sosyal faydaları olmasına rağmen tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kurutularak yok edilmişlerdir. Ancak kurutmalar sonucu elde edilen arazilerden beklenen tarımsal verimin sağlanamaması ve bunun yanı sıra kurutma ile ortaya çıkan pek çok olumsuz ekolojik ve ekonomik sorunlar, özellikle gelişmiş ülkelerde ve son yıllarda da ülkemizde sulak alanların korunması için yeni politikaların geliştirilmesine neden olmuştur.

Ülkemizde sulak alanlar, önceleri sıtma ile mücadele etmek amacı ile ve daha sonraki yıllarda da arazi kazanımı maksadı ile devlet eliyle kurutulmuş ve malesef bazılarındaki kurutma çalışmaları halen devam etmektedir. Söz konusu bu alanların kurutularak yok edilmelerinin temel nedenleri arasında; toplumun bu konuda yeterince bilgiye sahip olmayışı, hatalı planlamalar, tutarsız politikalar, yasalardaki açıklıklar vb. önemli bir yer tutmaktadır. Sulak alan kurutmalarının global ekolojik dengeler açısından ortaya çıkardığı ve yakın geçmişte gözlenen ve tespit edilen olumsuz sonuçları, yapılagelen sulak alan kurutmalarının yeniden gözden geçirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Global ölçekte bu konuda ilk ciddi girişim 2 Şubat 1971 tarihinde İran'ın Ramsar şehrinde yapılan sulak alan antlaşmasıdır (Anonim, 2000). Türkiye, uluslararası düzeyde sulak alanların korunması ve geliştirilmesini hedefleyen Ramsar sözleşmesine 1994 yılında taraf olarak 1998 yılı itibarı ile 9 sulak alanını uluslararası platformlara taşımıştır. Ramsar sözleşmesine taraf olan ülkemizde daha fazla sulak alan kaybetmemek ve mevcut sulak alanlarımızı da korumak için hükümetlere, üniversitelere ve sivil toplum örgütlerine Ramsar sözleşmesi kapsamında yasal ve zorunlu sorumluluklar düşmektedir. Bu nedenle en kısa sürede ilgili kurumlar, ülkenin sulak alan envanterinin çıkarılmasını sağlamalı, bu sulak alanları tüm özellikleri ile değerlendirmeli, konu ile ilgili politikaları gözden geçirmeli, amenajman planlarını gerçekleştirmeli, korumayı ve kırsal kalkınmayı sağlayıp uluslararası ilişkilerde bulunmalıdır. Üniversiteler konu ile ilgili araştırmalar yapmalı, gerek hükümet ve gerekse sivil toplum örgütleri ile ortak çalışmalar yürütmeli, bu konuda uzman araştırmacılar yetiştirmeli ve ülkenin bu uzmanlardan maksimum düzeyde yararlanmasını sağlamalıdır.

Bu düşünceden hareketle gerçekleştirilen bu araştırma, Göller yöresindeki üç sulak alanın (Avlan gölü, Söğüt gölü ve Eğirdir gölü) degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılması ve bu konuda substrat kriterlerinin değerlendirmesinde bir örnek oluşturması bakımından önem arz etmektedir.

2.KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Sulak Alan Kavramı

Sulak alanları tanımlamadan önce söz konusu alanların temel kriteri olan su'dan bahsetmek gerekmektedir. Su, çok genel anlamı ile hayatın kaynağı olarak bilinmektedir. Dünyaya dışarıdan yeni su gelmediği gibi, dışarıya giden su da yoktur. Bir başka deyişle dünyadaki suyun toplam miktarı değişmemektedir. Ancak durumu ve yeri sürekli bir değişim halindedir. Su, sıcaklık ve basınç faktörlerine bağlı olarak maddenin katı, sıvı ve gaz hallerini alabilmektedir. Bu şekliyle suyun gaz hali genellikle hava nemi olarak, katı hali kar ve buz olarak ve sıvı hali de tatlı ve tuzlu sular olarak ifade edilmektedir. Dünyadaki suyun dağılımı Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Dünyadaki suyun dağılımı (Kocataş, 1994)

Rezervler	Hacim	
	km ³	%
Okyanuslar	1.370.000.000	98.0
Tortul kayaçlar	4.000.000	0.3
Buzullar	24.000.000	1.7
Göller	230.000	0.02
Atmosfer	14.000	0.001
Nehirler	1.200	0.00009
Toplam	1.398.240.000	100

Belli bir su kütlesi zaman içerisinde bir halden diğerine geçmektedir. Kar ve buz eriyip sıvılaşarak su olmakta, su buharlaşarak gaza dönüşmekte, buhar ise bulutlarda sıvı ya da katı hale geçip, yağmur ve kar olarak düşmektedir. Dahası, sıvı halindeki sular da, yerçekimi ve diğer güçlerin etkisi ile oradan oraya taşınıp durmaktadır. Suyun bu yer ve hal değiştirmesine ise su döngüsü denilmektedir (Özgür vd. 2004).

Var olduğu günden beri yeryüzünden bir tek damla suyun kaybolmadığı, sürekli olarak farklı yerlerde, farklı şekillerde varlığını sürdürdüğü düşünülürse, su döngüsü denilen çevrimin ne kadar önemli olduğu ve korunması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu döngünün sürekliliğinin sağlanmasında, doğal sürecin işleminde ve doğal işleyişin korunmasında ise ‘sulak alanlar’ oldukça önemli bir konuma sahiptirler.

Sulak alanlar, su döngüsü içinde depo görevini üstlenmektedirler. Bir sulak alan, kendinden çok daha geniş bir hidrolojik sistemin elemanlarından birisini oluşturur ve bu alanın hidrolojik işleyişi, ancak içinde yer aldığı havza ile birlikte düşünülürse tam olarak anlaşılabilir. Bu tür alanlar, bulundukları havzanın en üst noktasından en düşük noktasına kadar suyun her türlü hareketinden etkilenmekte ve buna göre biçimlenmektedirler. Böylelikle yağış, yüzey akışı, yeraltı suyu giriş ve çıkışı ile taşkınlar gibi hidrolojik hareketlilik, besin maddeleri ve enerjinin sulak alanlara ulaşmasını sağladığı gibi, sulak alanların da diğer sistemleri beslemesini sağlamaktır (Anonim, 1998).

Sulak alanlar, çevreyi ve buna bağlı olarak bitki ve hayvan yaşamlarını ağırlıklı olarak suyun kontrol ettiği alanlardır. Çok geniş bir ekosistem olan sulak alanlar, bugüne kadar farklı disiplinlerdeki pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir ve her bir disiplin kendi bakış açısı çerçevesinde sulak alan tanımlamalarını yapmıştır. Ancak uluslararası düzeyde kabul gören ve en çok kullanılan tanım, Ramsar sözleşmesi tanımıdır. Buna göre sulak alanlar; doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suların durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde 6 metreyi geçmeyen ve deniz kesimlerini de kapsayan bütün sular, bataklıklar, sazlıklar ve turbiyeler olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2000). Buna göre sulak alanlar, temel biyolojik ve fiziksel özelliklerine göre gruplandırıldıklarında 31’i doğal ve 9’u suni olmak üzere toplam 40 kategoriye ayrılmaktadır (Çizelge 2.2). Anonim’e (2000) göre oldukça geniş çeşitlilikteki habitat tipinden göl ve ırmaklar, kıyı lagünleri, sazlıklar, mangrovlar ve hatta mercan kayalıkları doğal sulak alan, buna karşılık insan yapımı balık ve karides çiftlikleri, tarla havuzları, sulanan tarımsal alanlar, tuz kefeleri, su depoları, lağım tarlaları ve kanalları da yapay sulak alanlar olarak isimlendirilmektedir.

Çizelge 2.2 Ramsar sulak alan tipleri (Anonim 2000)

Deniz-Kıyı	
A	Deniz kıyılarındaki boğaz ve körfezlerde, sürekli 6 m'den daha sığ deniz suları
B	Tropik denizlerde yer alan yosun yatakları
C	Mercan resifleri
D	Özellikle adaların çevresinde yer alan kayalıklar
E	Kumlu yarmalar veya çakıllı sahiller
F	Haliçler (Delta sistemlerinin haliçleri ve haliçlerin daimi suları)
G	Kumlu veya tuzlu gelgitlerdeki gelgit çamurları
H	Gelgit bataklıkları
I	Gelgite uğrayan orman sulak alanları (mangrovlar)
J	Kıyı acı suları (Tuzlu sular)/ Tuzlu lagünler
K	Temiz su içeren delta lagünleri
Karasal Sulak Alanlar	
L	Daimi karasal deltalar
M	Daimi nehirler/ dereler/ küçük körfezler
N	Mevsimsel akan nehirler/dereler/küçük körfezler
O	Daimi temiz su gölleri (8 ha'ın üzerinde)
P	Mevsimsel temiz su gölleri
Q	Daimi tuzlu/acı sulu/ alkalin göller
R	Mevsimsel olarak tuzlu/ acı sulu/ alkalin göller ve düzlükler
Sp	Daimi tuzlu/ acı sulu/ alkalin bataklıklar veya su birikintileri
Ss	Mevsimsel tuzlu/ acı sulu/ alkalin bataklıklar veya su birikintileri
Tp	Daimi temiz su bataklıkları veya su birikintileri
Ts	Mevsimsel temiz su bataklıkları veya su birikintileri
U	Ormansız peat alanları
Va	Alpin sulak alanlar
Vt	Tundra sulak alanlar
W	Ağırlıklı olarak çalı içeren sulak alanlar
Xf	Ağırlıklı olarak ağaç içeren temiz sulu sulak alanlar
Xp	Ormanlı peat alanları
Y	Temiz sulu pınarlar veya kaynaklar
Zg	Jeotermal sulak alanlar
Zk	Karstik alanlar ve mağaralardaki hidrolojik sistemler
İnsan Yapımı Sulak Alanlar	
1	Su kültürü gölcükleri (balık vb. yetiştiriciliği için)
2	Gölcükler (Genellikle 8 ha'dır ve çiftliklerde depolamada kullanılırlar)
3	Sulama alanları (Sulama kanalları ve çeltik tarlaları)
4	Mevsimsel akışa sahip tarımsal alanlar
5	Tuz arazileri
6	Su depolama alanları (Genellikle 8 ha'ın üzerinde olan rezervuarlar, barajlar vb.)
7	Kazılan yerler
8	Su harcaması yapılan yerler (Pis su alanları, çökelti havuzları vb.)
9	Kanallar ve drenaj kanalları

Anonim'e (1998) göre Türkiye, sulak alanlar bakımından oldukça zengin ve önemli konumda olan bir ülkedir. Bağımsız devletler topluluğu hariç Türkiye, Avrupa ve Ortadoğu ülkeleri arasında sulak alanlar bakımından ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye'de sulak alan kapsamına giren ve genişliği bir milyon hektara ulaşan yerlerin sayısı 250'yi aşmakta, 100 hektarı geçen sulak alanların sayısı ise 75'e ulaşmaktadır. Doğal sulak alanların yansira, yüzölçümleri toplamı doğal sulak alanların 1/3'üne ulaşan baraj gölleri ve göletler gibi suni sulak alanlar da mevcuttur. Uluslararası kriterlere göre düzenli olarak 25000'den fazla su kuşu barındıran ve besleyebilen sulak alanlar A sınıfı, 25000-10000 arası su kuşunu barındıran alanlar ise B sınıfı sulak alan olarak kabul edilmektedir. Çevre Bakanlığının yaptığı bir çalışmaya göre ülkemizde 18 adet A sınıfı ve 46 adet'de B sınıfı sulak alan mevcuttur (Anonim, 1998). Söz konusu bu alanlar Çizelge 2.3'de topluca verilmiştir.

Erdem'e (1995) göre Türkiye'de sulak alanların uluslararası önem taşımasının asıl nedeni, coğrafik konumundan kaynaklanmaktadır. Batı Palearktik bölgedeki kuş yollarından en önemli ikisi (kuzeydoğu-güney göç rotası, kuzeybatı-güney göç rotası) Türkiye üzerinden geçmektedir. Bir alanın uluslararası öneme sahip sulak alan kabul edilebilmesi için ise aşağıda verilen özelliklerden birine veya daha fazlasına sahip olması gerekmektedir (Erdem, 1995). Bunlar;

Bölgesel özellikleri temsil eden veya farklı tip sulak alan için kriter;

Bulunduğu bölgenin karakteristik yapısını gösteren ve o bölgeye özel sulak alanların, özellikle güzel bir örneğini teşkil edenler, uluslararası öneme sahip sulak alan olarak kabul edilebilirler.

Özel öneme sahip sulak alanları belirlemek için bitki veya hayvanlara bakarak oluşturulan genel kriterler;

- a) Bir sulak alan kayda değer bir miktarda nadir, tehlikeye düşebilir veya tehlike altındaki bitki veya hayvan türleri veya alt türlerini destekliyorsa veya bu türlerin bir ve daha fazla bireylerini içeriyorsa b) Bir sulak alan fauna ve floranın özellikleri ile kalitesinden dolayı bir bölgenin ekolojik ve genetik çeşitliliğini sürdürebilmek için özel bir öneme sahip ise c) Bir sulak alan, bitki ve hayvanların biyolojik döngülerinin kritik safhalarında, bu bitki ve hayvan türlerine habitat olması açısından özel bir öneme sahip ise d) Bir sulak alan

endemik bitki ve hayvan türleri veya toplulukları açısından özel bir öneme sahip ise uluslararası öneme sahip sulak alan olarak nitelendirilebilir.

Sulak alanların uluslararası öneme sahip olup olmadığını belirlemek için su kuşlarını kullanarak oluşturulan spesifik kriterler

a) 20 000 su kuşunu düzenli olarak destekliyorsa b) Bir sulak alanın değerlerini, verimliliğini veya çeşitliliğini gösterecek özellikteki su kuşu gruplarından önemli sayıda su kuşunu düzenli olarak destekliyorsa c) Nüfusları hakkında bilgi mevcut ise bir sulak alan, bir su kuşu türü veya alt türleri nüfusunun %1'ini düzenli olarak destekliyorsa, uluslararası öneme sahip sulak alan olarak nitelendirilebilir.

Çizelge 2.3 Türkiye’de uluslararası öneme sahip sulak alanlar (Anonim, 1998)

A Sınıfı Sulak Alanlar		
1. Manyas gölü	7. Meriç deltası	13. Çamaltı tuzlası
2. Seyfe gölü	8. Kızılırmak deltası	14. Işıklı gölü
3. Göksu deltası	9. Eber gölü	15. Beyşehir gölü
4. Burdur gölü	10. Ereğli sazlığı	16. Eğirdir gölü
5. Sultan sazlığı	11. Tuz gölü	17. Seyhan, Ceyhan deltaları
6. Ulubat gölü	12. Büyük menderes deltası	18. Akşehir gölü
B Sınıfı Sulak Alanlar		
1. İğneada longoz ormanı	23. Bolluk gölü	45. Kargamış (Fırat nehri)
2. Büyük çekmece gölü	24. Eşmekaya gölü	46. Hazar gölü
3. Küçük çekmece gölü	25. Hırfanlı Brj.	47. Erzurum ovası
4. Terkos gölü	26. Karamık sazlığı	48. Çıldır gölü
5. Tuzla gölü	27. Karakuyu gölü	49. Kuyucak gölü
6. Sapanca gölü	28. Acı göl	50. Balık gölü
7. İznik gölü	29. Çaltı gölü	51. Saz gölü
8. Kocasu deltası	30. Çorak gölü	52. Murat vadisi
9. Marmara gölü	31. Salda gölü	53. Haçlı gölü
10. K. Menderes deltası	32. Kovada gölü	54. Nazik gölü
11. Güllük sazlığı	33. Çavuşçu gölü	55. Nemrut gölü
12. Köyceğiz gölü	34. Hotamış sazlığı	56. Çaldıran sazlığı
13. Efteni gölü	35. Karapınar ovası	57. Bendimahı deltası
14. Sülüklü gölü	36. Yeşilırmak deltası	58. Çelebibağ sazlığı
15. Yeniçağa gölü	37. Sarıkum gölü	59. Ahlat sazlığı
16. Sarıyer barajı	38. Yedikuğular gölü	60. Erçek gölü
17. Mogan gölü	39. Kaz gölü	61. Van sazlığı
18. Çöl gölü	40. Yarıklı gölü	62. Edremit sazlığı
19. Uyuz gölü	41. Karataş gölü	63. Horkum gölü
20. Kulu gölü	42. Tötürge gölü	64. Yüksekova sazlığı
21. Samsam gölü	43. Tuzla gölü	
22. Kozanlı saz gölü	44. Türkoğlu sazlığı	

2.2. Sulak alanların işlev ve değerleri

Sahip oldukları değerleri ile bulundukları bölge ve ülkenin olduğu kadar tüm dünyanın da doğal zenginliği kabul edilen sulak alanların önem ve işlevleri Haktanır ve Arcak'a (1998) göre aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Sulak alanlar bulundukları bölgenin su rejimini dengelemekte önemli işlevlere sahiptirler. Bunlar;

Yeraltı suyunun deşarjı: Sulak alanlar, yer altı suları için rezerv görevi görmektedirler. Özellikle göl, bataklık, taşkın ovası ve turba tipi sulak alanlarda biriken sular akifer tabakaya geçmekte; akifer tabakada toplanan bu sular, kaynakların düzenli akışını sağladığı gibi, bazen yatay olarak akıp başka bir sulak alanda yer altı suyu deşarjı olarak yüzeye çıkmaktadır. Ülkemizdeki pek çok tarım alanı akifer tabakadan çekilen sularla sulanmakta, bir çok yerleşim merkezinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı da bu şekilde temin edilmektedir.

Taşkın Kontrolü: Sulak alanlar, aşırı yağışlarda toprak tarafından emilemeyen fazla suları depolayarak yavaş ve düzenli bir şekilde çevreye bırakırlar. Bu şekilde taşkınların tahrip edici etkisini önemli düzeyde azaltırlar. Doğal bitki örtüsünün ve sulak alanların korunduğu bölgelerde sel felaketleri az görülmekte. buna karşın nehirlerin ve kaynak sularının ise yıl boyu düzenli olarak akması sağlanmaktadır.

Taban suyunun dengelenmesi: Sulak alanların bulunduğu bölgelerde taban suyu sürekli belirli seviyelerde bulunduğu için, özellikle yazları kurak geçen karasal iklimin hüküm sürdüğü erozyona yatkın bölgelerdeki bitki örtüsü, yaz mevsimi boyunca sürekli yeşil kalır. Örneğin dünyanın en önemli sulak alanlarından birisi olan Amik gölünün kurutulması sonucunda göl çevresinde yer alan arazilerde taban suyunun düşmesi sonucunda birim alandaki verim düşmüş, kurutulan alanın önemli bir kısmında da çölleşme başlamıştır.

Tuzlu su girişinin önlenmesi: Düz kıyı alanlarında bulunan sulak alanlardaki tatlı su basıncı deniz suyunu sıkıştırarak toprağın iç kesimlerine ve yüzeye ilerlemesini önlemektedir. Bu tür yerlerdeki sulak alanların kurutulması sonucu, kısa zamanda arazilerde tuzlanma görülmekte, gerek tarım alanları ve gerekse yaban hayatı bu yeni durumdan zarar görmektedir.

Bulundukları yörenin iklimini stabilize ederler: Sulak alanların sayısız faydalarından birisi de iklim üzerine olan etkileridir Söz konusu alanlar, çevrenin nem oranını yükselterek başta yağış ve sıcaklık olmak üzere yerel iklim elemanları üzerinde olumlu etki yaparlar. Bu durum sulak alanın büyüklüğü ile orantılı olarak sulak alan çevresindeki tarımsal üretimi ve doğal kaynaklara dayanan aktiviteleri de olumlu yönde etkiler

Verimlilik: Bu ekosistemler bir çok bitki ve hayvanın yaşama ortamı için çok uygun alanlardır. Bu nedenle sulak alanlardaki tür çeşitliliği çevredeki diğer oluşumlara göre çoğunlukla daha fazladır. Her bir m² yüzey için oluşturulan organik maddenin gr olarak yıllık miktarı, verimlilik olarak adlandırılır. Bu miktar ise tipik olarak diğer çevre vejetasyonundan iki kat daha fazla olabilmektedir.

Yaşam ortamı: Bu alanlar yeryüzünün en verimli ekosistemlerinden olduğu için komşu sistemlerle karşılaştırıldıklarında çok geniş bir habitat çeşitliliği sunmaktadırlar ve bu nedenle çok fazla sayıda bitki ve hayvan türüne yaşama ve üreme ortamı sağlamaktadırlar. En çok bilinen özellikleri ise göçmen kuşlar için konaklama, barınma, kışlama ve üreme alanı olarak hizmet vermeleridir. Sulak alanlar pek çok ülkede endemik türler ile yok olma tehlikesi altında bulunan türlerin sığındıkları ve korunabildikleri alanları oluştururlar. Aynı zamanda yüksek bir ekonomik değere sahip olup, bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlarlar. Söz konusu katkılar balıkçılık, avcılık, hayvancılık, tarım, saz üretimi, eğlence ve turizm gibi faaliyetlerdir. Bu alanları her yıl binlerce kişi ziyaret etmekte ve bu durum ülke ekonomileri için çok büyük bir gelir sağlamaktadır. Ayrıca yüzme, kuş gözlemciliği, kayıkla gezinti, yürüyüş, koşu, kampçılık, fotoğrafçılık, kolleksiyonculuk gibi daha pek çok aktivite sulak alanlarda gerçekleştirilen rekreatif/turistik faaliyetler olarak katkı sağlamaktadır.

Yukarıda belirtilen değerlerin yanı sıra eğitim ve bilimsel araştırmalar amacıyla da sulak alanlardan yararlanmak olasıdır. Sulak alan ekosistemlerinin tüm değerleri göz önüne alındığında, bu değerlerin geleceğe iletilmesinin yaşamsal döngülerin sürekliliği açısından gerekli olduğu görülmektedir.

2.3. Sulak Alan Ekosistemlerinin Temel Özellikleri

Sulak alanların çeşitleri, çok geniş bir yelpaze içermeleri nedeni ile jeolojik, jeomorfolojik ve biyolojik özellikleri ile oluşum ve gelişimleri de birbirinden farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle sulak alanlar, yapılan çalışmalarda karmaşayı kaldırarak bütünlük sağlamak amacı ile uluslararası düzeyde hidrolojik, biyolojik ve substrat özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmektedirler (NAS, 1995; Zinn ve Copeland 1996; Anonim, 2000). Hidrolojik özellikler, sürekli veya sel baskınlarının yaşandığı dönemlerde yüzeyin su ile kaplı olması veya yüzeye yakın derinliklerin su ile sature olması gerekliliği, biyolojik özellikler sığ su ortamına adapte olmuş biyolojik görünümünün bulunması ve substrat kriteri de ortamda saturasyon haline bağlı olarak fiziksel ve kimyasal olayların gerçekleşmiş olması gibi temel kriterleri içermek zorundadır. Söz konusu bu kriterlere ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.3.1. Sulak alan hidrolojisi

Sulak alanların tanımlanmasında kullanılan üç özellikten birisi olan hidroloji, her zaman biyolojik ve substrat özellikleri gibi kesin bir gösterge olarak kullanılamamaktadır zira söz konusu alanlar başta yörenin iklim özellikleri olmak üzere çeşitli nedenlerle farklı yıllarda ve/veya farklı dönemlerde değişik düzeylerde ıslak veya kuru olabilirler.

NAS (1995) ve Zinn ve Copeland'a (1996) göre sulak alanların hidrolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması için (i) saturasyon süresi ve bu sürenin bitki gelişim dönemleri ile olan ilişkisi, (ii) kritik su derinliği ve (iii) saturasyon sıklığı kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Saturasyon süresinin belirlenmesinde çok yıllık hidrolojik verilere dayanılarak bitki gelişim mevsiminin başlangıcında 14 günlük bir süre dikkate

alınmaktadır. Ancak bu süre uzmanlar tarafından kesinleştirilmemiştir. Bunun nedeni, tundralardan tropiklere kadar yayılan sulak alanlarda jeolojik, jeomorfolojik, morfolojik, genetik, coğrafik, iklimsel vb. pek çok özellik değişken olması ve buna bağlı olarak da farklı bölgelerde farklı sınır değerlerinin ortaya çıkabilmesidir. Saturasyon sıklığı konusunda da bir bütünlük olmamakla beraber bazı araştırmacılar her vejetatif dönemin başlangıcından itibaren 14 günlük bir süre için alanın su ile kaplı olması gerektiği, bazı araştırmacılar ise her 10 yılın en az 6 yılında hidrofonik vejetasyonun faaliyetlerini sürdürmesi gerektiğini bu süre içerisinde de sulak alanlara ait temel kriterlerin karşılanmış olması gerektiğinden söz etmektedirler (NAS 1995, Zinn ve Copeland 1996).

Anonim'e (2002) göre sulak alan hidrolojisinin göstergeleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1-Gözle görülebilir su baskını
- 2-45 cm derinliğe sahip bir sulak alan substratının en az 30 cm'lik derinliği içerisindeki gözeneklerde gözle görülebilir bir toprak saturasyonu
- 3-Su varlığının izleri
- 4-Özellikle yüzeydeki bitkiler üzerinde yer alan su kaynaklı depozitler
- 5-Sulak alan içindeki drenaj paternleri
- 6-Yapraklarda siyahımsı ve grimsi su lekeleri

2.3.2. Sulak alan biyolojisi

Sulak alanlar, içerdikleri canlı toplulukları açısından büyük öneme sahiptirler. Söz konusu alanlarda karasal ve sucul ekosistemlerin sürekli olarak iç içe olması nedeni ile yüksek düzeyde biyolojik bir üretim gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle bu alanlardaki birincil üretim yüksek olduğundan bölgeye beslenmek amacıyla başta kuşlar olmak üzere pek çok hayvan türü de gelmektedir. Yapılan çalışmalarda sulak alan biyolojisi kriterlerinin ağırlıklı olarak hidrofonik bitkilere dayandırıldığı tespit edilmiştir.

NAS'a (1995) göre sulak alan ortamlarında ulusal taxonomilerde yer alan dominant hidrofonik bitki türlerinin %50'sinden fazlasının bulunması gerekmektedir.

Diğer taraftan sulak alanlardaki vejetasyon kriter analizlerinde en uygun yöntem olarak, bitki türlerinin dominantlık durumunun ölçülmesi ve bitki türlerinin yaygınlık indeksinin kullanılması önerilmektedir. Toprak ve su hakkındaki bilgilerin olmadığı durumlarda ise sadece vejetasyon kriterlerinin güvenilir bir sonuç getirmeyeceğinden söz edilmektedir. Bu nedenle sulak alan çalışmalarında hidrolojik ve substrat özelliklerinin de mutlaka dikkate alındığı bir değerlendirmenin yapılması gerekli görülmektedir.

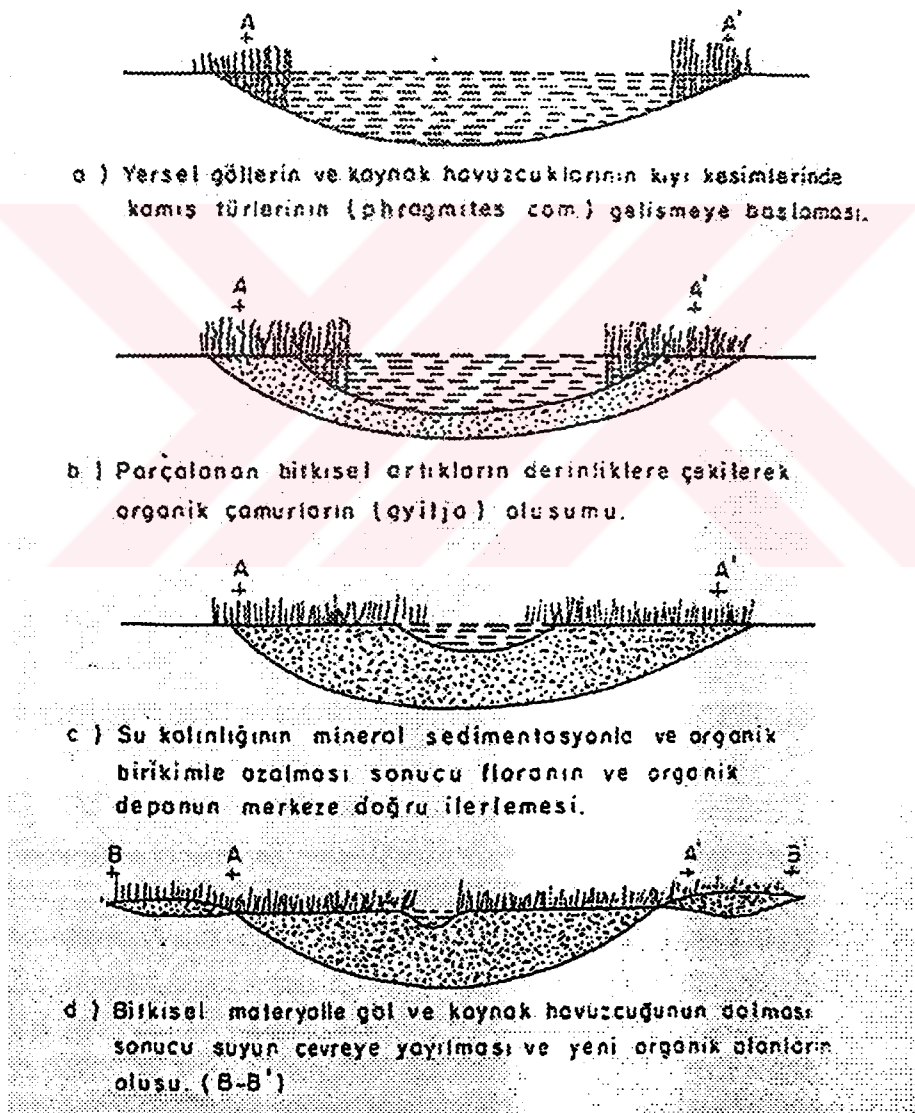
2.3.3. Sulak alan substratları

Hydric topraklar olarak nitelendirilen sulak alan substratları, sürekli veya periyodik olarak su baskınına uğrayan, anaerobik koşulların hakim olduğu ve suyu seven bitkilerin yetiştiği ortamlardır. Uluslararası düzeyde de tanımlanan söz konusu topraklar, bulundukları ortamlardaki yetersiz oksijen veya düşük redoks (Oksidasyon-Redüksiyon) potansiyellerinden saturasyon süresince etkilenmiş olması gereken topraklardır. Bu olaylar sonucunda topraklarda düzensiz renk karakteristikleri, diğer bir deyişle redoksimorfik görünümeler ortaya çıkmış olmalıdır (USDA, 1969; NAS, 1995; NHDES, 1997).

Sulak alan topraklarının bazıları inorganik substratları içermekle birlikte çoğunluğu organik yapıdadır. Organik topraklar olarak tanımlanan bu materyaller, sadece organik değil aynı zamanda inorganik katmanlara da sahip olabilir. Yüzeyde kalın bir bitkisel materyale sahip olmakla karakteristiktirler. Organik katmanlardaki bitkisel materyallerin birikme hızı ise genellikle anaerobik koşullarda çürümesinden daha hızlıdır (Dinç, 1974; Christopher. 2000).

Organik toprakların oluştuğu en önemli ortamlardan birisi olan göller, göle taşınan materyallerin yanı sıra kimyasal ve organik tortullaşma olayları ile zaman içerisinde dolarlar. Böylece göllerin ömrü, ortam şartlarına göre birkaç on bin yıldan birkaç yüz bin yıla kadar değişmektedir. Göllere, ırmaklar ve dereler tarafından sürekli olarak taşınan bu materyallerin iri taneli olanları genellikle gölün kıyılarında, ince tanelileri ise gölün ortasında çökelişirler. Ancak göl içi akıntı ve çalkantı sistemleri ile

karmaşık hale de gelebilirler. Göllerde çökelen tüm materyallere lakustrin (gölsel) çökeller denilmektedir. Göllerin kenarlarında çoğunlukla yoğun bir bitki gelişimi gözlenir. Gölün yavaş yavaş dolması ile bu bitki topluluğuda göle doğru ilerler. Göl, zamanla bataklığa dönüşür ve sonunda kurur (Şekil 2.1). Karasal ortama yeni kavuşan ve organik maddece zengin olan bu topraklar organik toprak olarak isimlendirilmektedir. Uluslararası bir toprak sınıflama sistemi olan Soil Taxonomy'de ise söz konusu bu topraklar Histosol ordosu içerisinde yer almaktadırlar (Dinç ve ark., 1993; Soil Survey Staff 1998).



Şekil 2.1. K.Maraş Gavurgölü'nde incelenen organik toprak ana materyalinin jeogenetik birikiminde safhalar (Dinç vd. 1993)

Anonim'e (2002) göre Birleşmiş Milletler Tarım Bakanlığı, doğal kaynakları koruma servisi (USDA EPA), tarımsal olmayan alanların bir başka deyişle tarım alanları içerisinde yer alan ancak tarımsal değeri olmayan sulak alanların tanımlamasını Hidrik (Hydric) topraklar kapsamında yapmaktadır ve buna göre Hidrik toprak göstergeleri;

1: Histosoller

2: Histik epipedon

3: Çürük yumurta gibi koku çıkaran mineral topraklardaki sülfidik materyal (H_2S)

4: Aquik nem rejimi ve

5: Aşağıda özetlenen toprak koşulları;

5.1. Munsell renk skalası kullanıldığında A horizonunun hemen altında kroması 1 veya daha az olan gleyleşmiş topraklar

5.2. A horizonunun hemen altında 2-3 veya daha az bir kromaya sahip parlak benekler

5.3. Demir (kırmızı kahverengi) veya mangan (siyah) konkresyonları ve

6: Daimi hidrik topraklar olarak sıralanmaktadır.

Anonim'e (2004a) göre hidrik toprak göstergeleri; Aquik nem rejimi, yüksek organik madde içeriği, redüktif koşullar, gley renkleri, sülfidik koku, kumlu topraklarda organik katman, bazı iyonların konsantrasyonları (Fe, Mn vb.) ve Histosol topraklar olarak sıralanmaktadır.

Yine sulak alan topraklarının kimyasının incelendiği bir başka çalışmada, bitki gelişme mevsimi süresince yeterince uzun süre su ile kaplı olarak bulunan, redüktif koşulların hakim olduğu ve redoksimorfik görünümünün tespit edildiği, karbon birikiminin yüksek olduğu, peat veya muck'ların var olduğu ve çürük yumurta kokusunun hissedildiği topraklar, Hidrik topraklar olarak tanımlanmalıdır (Anonim, 2004b)

Anonim'e (2004c) göre Hidrik topraklar; anaeorobik koşulların oluşabileceği kadar uzun süre su ile doymuş topraklardır. Bu topraklar inorganik (mineral) ve organik kökenli olabilirler ve inorganik olan Hidrik topraklarda organik madde %20'den daha

fazla olmak durumundadır. Organik Hidrik topraklar ise muck, peat, tropikal ve gömülü montane toprakları olarak tanımlanmaktadır.

Bir başka çalışmada tespit edilen ve morfolojik toprak özelliklerinin kullanılması ile hidrik toprakların arazi koşullarında tanımlanmasına ilişkin kriterler ise aşağıda verilmiştir (NHDES, 1997).

A Tipi Hydric topraklar

1. Med ve Cezir olayları ile günlük olarak su altında kalan topraklar
2. En az 16 inch (40.64 cm) kalınlığında organik toprak materyali içeren topraklar
3. 8-16 inch (20.32-40.64 cm) kalınlığında organik yüzey katmanı olan topraklar
4. 4-8 inch (10.16-20.32 cm) kalınlığında organik yüzey katmanı veya muck olarak tanımlanan A veya Ap horizonu ve hemen altındaki toprakta, toprak renginin kroması 2 veya daha düşük, valüsü 4 veya daha fazla olan topraklar
5. Kumlu olan toprak katmanının hemen altında hacimsel olarak %5 ve daha fazla redoks (renk lekeleri) görünümü içeren topraklardır.

B tipi Hydric Topraklar

1. Valüsü 3 veya daha düşük, kroması 2 veya daha düşük olan A veya Ap horizonunun altındaki 20 cm'lik derinlikteki topraklardan
 - 1.1. Valüsü 4 veya daha yüksek, kroması 1 veya daha düşük olan topraklar
 - 1.2. Redoks görünümlü, valüsü 4 ve kroması 2 veya daha yüksek olan topraklar
2. Spodik horizonu sahip olan topraklar olup;
 - 2.1. Yüzeyin 6 inch (15.24 cm) derinliği içerisinde %5 lik redoks görünümlü bir E horizonu ve yine redoks görünümlü spodik horizonu bulunan topraklar
 - 2.2. Yüzeyin 12 inch (30.48 cm) derinliği içerisinde 5.08 cm bir spodik horizon ve bunun altında %5'lik ve daha fazla hacim kaplayan redoks görünümü içeren topraklar

- 2.3. Ap horizonunun altında valüsü 3 veya daha düşük kroması 2 veya daha düşük olan koyu renkli ve yüzeyin 10 inch (25.4 cm) derinliği içerisinde %5 ve daha fazla hacimsel redoks görünümü olan topraklar
3. En üst 20 inch (50.8 cm) kısmı kumlu olup;
- 3.1. Valüsü 3 veya daha düşük, kroması 2 veya daha düşük olan A veya Ap horizonunun 10 inch (25.4 cm) derinliği altındaki koyu katmanda valü 4 veya daha yüksek, kroma 3 veya daha düşük ve ayrıca %5'lik redoks görünümü olan topraklar
- 3.2. Valüsü 3'den düşük, kroma 2 veya daha düşük olan çok koyu Ap horizonunun 15 inch (38.10 cm) derinliği altındaki koyu katmanda redoks görünümü ile birlikte valü 4 veya daha yüksek, kroma 3 veya daha düşük olan topraklar
4. En üst 20 inch (50.8 cm) kısmı tınlı olup;
- 4.1. A veya Ap horizonu altında ve yüzeyin 25.4 cm derinliğinde
- 4.1.1 Kroma 1, valü 4 veya daha fazla olan topraklar
- 4.1.2 Kroma 2, Valü 4 veya daha fazla olup redoks görünümlü topraklar
- 4.1.3. 20 inch (50.8 cm) derinlik içerisinde %10'luk redoks kaybı görünümüleri ile birlikte kroması 2 valüsü 4 olan topraklar
- 4.2. Valüsü 3'den çok düşük, kroması 2 veya daha düşük olan çok koyu Ap horizonunun altında yüzeyin 15 inch (38.10 cm) derinliği içerisinde
- 4.2.1. Kroma 1, valü 4 veya daha fazla olan topraklar
- 4.2.2. Kroma 2, valü 4 veya daha fazla olup redoks görünümlü topraklar
- 4.2.3. 20 inch (50.8 cm) derinlik içerisinde %20'lik redoks kaybı görünümüleri ile birlikte kroması 2, valüsü 4 olan topraklar
- 4.2.4. 6 inch (15.24 cm) derinlik içerisinde %5'lik redoks görünümünde %10'luk redoks kaybı olan topraklar
5. 24 inch (60.96 cm) derinlik içerisindeki çok koyu renkli (valü 3'den küçük, kroma 2'den küçük) A veya Ap horizonu ve altındaki kroması 3 veya daha düşük olan %10'luk redoks görünümlü ve redoks kayıplı topraklar olup;
- 5.1. Yüzeyin 6 inch (15.24 cm) derinliğinde %5'lik redoks görünümü olan topraklar
- 5.2. Yüzeyin 6 inch (15.24 cm) derinliğinde %2 Fe/Mn nodülleri içeren topraklar

Sarı vd'e (2000) göre geçmişte sulak alan araştırmalarında hidrolojik, biyolojik ve substrat koşulları üzerinde bireysel yoğunlaşmalar fazla iken günümüzde, bu üç kriterin arasındaki ilişkilerin birlikte değerlendirilmesi esası benimsenmiş durumdadır. Ancak bu husus, özellikle hidrolojik koşulların herhangi bir değişime uğratılmadığı alanlar için geçerlidir. Eğer hidrolojik koşullarda değişim meydana getirilmiş ise bu defa sulak alanlarla ilgili çalışmalarda dikkate alınacak kriterlerin biyolojik kriterler ve substrat kriterleri olması gerektiği üzerinde durulmaktadır.

Buraya kadar yapılan açıklamalar dikkate alındığında sulak alan ekosistemlerinin tanımlanmasında kullanılabilecek pek çok kriter ve yaklaşım bulunmasına rağmen uluslararası bir standardın henüz tam olarak geliştirilemediği görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında etken olan en önemli husus ise, söz konusu bu ekosistemlerin ekolojik anlamda değerlerinin çok geç anlaşılmış olması ve bu alanlar üzerinde yapılan bilimsel çalışmaların sayısının ve niteliğinin çok az olmasıdır. Bununla birlikte, sulak alan ekosistemlerinin üç temel unsurundan ikisi olan sulak alan hidrolojisi ve sulak alan biyolojisi üzerinde pek çok bağımsız araştırma yapılmış ve buna bağlı olarak da belli kriterler geliştirilmeye çalışılmış olmasına rağmen, söz konusu bu ekosistemlerin üçüncü unsuru olan sulak alan substratları, diğer bir deyişle sulak alan toprakları üzerinde ise ekosistem bütünlüğünün gözetildiği yeterince araştırma yapılmamış ve bu nedenle de sulak alan topraklarının toprak özellikleri, kesin sınırlarla belirlenememiştir. Bu konuda yerel ve uluslararası çalışmalar halen devam etmektedir.

2.4. Sulak Alan Degradasyonu

Gezeğin içinde yaşayan bütün canlıların ve cansızların oluşum, gelişim ve yok olma dönemleri vardır. Dolayısı ile söz konusu varlıkları oluşturan ekosistemler de zaman içinde oluşmaya başlarlar ve çeşitli faktörlerin etkisiyle gelişir ve nihayetinde de yok olurlar. Bu, doğal bir süreçtir ve bu süreçlerden doğa hiçbir şekilde zarar görmez. Hatta çok uzun zaman süreçleri isteyen bu yok oluşlar, başka ekosistemlerin doğup gelişmesi için gereklidir ve bu olay, sulak alanlar için de geçerlidir. Bu noktadan hareket edildiğinde çeşitli jeolojik ve jeomorfolojik çöküntü alanlarındaki hidrolojik, biyolojik ve

toprak özellikleri doğrultusunda kendi yörelerine özgü tipik karakteristiklerini ve görünümünü oluşturan sulak alanlar iki farklı şekilde özelliklerini kaybederek yok olma sürecini yaşamaktadırlar. Söz konusu bu yok olma süreçleri ;

1. Doğal olaylar içerisinde hiçbir müdahale yapılmaksızın çok uzun zaman içerisinde kuruyan sulak alanlar,
2. Yapay müdahaleler sonucu kurutulan sulak alanlar şeklindedir.

Sulak alanlar, doğanın ve doğal olayların bir parçası olarak zaman içerisinde çeşitli değişimleri yaşamak durumundadırlar. Söz konusu bu değişimler, doğal olaylarla ortaya çıkabileceği gibi, yapay müdahalelerle de oluşabilmektedirler. Özellikle doğal olmayan yollarla meydana gelen değişimlerin sonuçlarının neler olabileceği henüz tam olarak kesinleştirilememektedir. Sulak alan bozulması veya degradasyonu olarak tanımlanabilecek söz konusu bu yapay değişimler, dünyanın hemen hemen her tarafında yaşanmaktadır. Degradasyona neden olan aktiviteler ise başta hidrolojik koşullardaki değişimler olmak üzere şehirleşme, marinalar, endüstrileşme, tarımsal faaliyetler, silvikültür ve kereste üretimi, madencilik (torf temini) ve atmosferik birikimler olarak sıralanmaktadır. Özellikle hidrolojik değişimler, sulak alanlardaki toprakların kimyasında ve bitki-hayvan topluluklarında ciddi değişimler meydana getirmektedir. Söz konusu bu hidrolojik değişim, sulak alanlarda doğal olaylarla su artışı veya azalması şeklinde olabileceği gibi insanların müdahalesi ile de olabilmektedir (Sarı, 2000).

Doğal değişim süreçleri dışında yapay müdahalelerle göl ve sulak alan ekosistemlerinde meydana getirilen değişimler, özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinde oldukça artmış ve gerek Türkiye'de ve gerekse diğer pek çok ülkede var olan göller ve sulak alanlar, yeni tarımsal üretim alanları kazanmak ve diğer bazı amaçlar için kurutulmuştur. Ülkemizdeki örnekleri çok sayıda olan bu kurutma çalışmaları, halen pek çok sulak alanda devam ettirilmektedir. Sulak alanlar üzerine çalışmalar yapan Dugan'a (1995) göre sulak alan kayıplarının nedenleri de aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır.

Doğal Olmayan Nedenler

1. Tarım, ormancılık ve sivrisinek kontrolü amacıyla kurutma
2. Su ulaşımı ve taşkın kontrolü amacıyla tarama ve nehir kanalizasyonu
3. Katı atık depolama, yol yapımı, ticari, endüstriyel ve oturma bölgeleri yaratma amacıyla doldurma
4. Deniz ve su tarımı için tadilat
5. Sel kontrolü, su sağlama, sulama ve fırtına koruması amacıyla baraj, bent, duvar ve dalgakıran inşaatı
6. Tarımsal ilaç, kanalizasyon atığı ve tortu karışması
7. Turba, kömür, çakıl, fosfat vb. gibi malzeme çıkarma
8. Yer altı sularının tecrit edilmesi

Doğal Nedenler

1. Çökelme
2. Deniz yükselmesi ve çekilmesi
3. Kuraklık
4. Tayfunlar ve diğer fırtınalar
5. Erozyon

Buraya kadar yapılan açıklamalardan da görüleceği üzere genel bir ifade ile tundralardan tropiklere kadar dünyanın pek çok yerinde bulunan sulak alanlar, çeşitli baskı grupları tarafından büyük bir hızla degrade edilmektedir. Nitekim A.B.D., sulak alanların %54'ünü (87 milyon ha), Fransa, bataklık alanların %80'ini , Yeni Zellanda ise %90'ını kaybettiklerini bildirmişlerdir. Gelişmekte olan ülkelerin sulak alan degradasyonu ile ilgili bilgiler ise son derece yetersiz olduğu için bu konuda özellikle arid bölgelerdeki ülkelerin iklimsel, coğrafik ve ekonomik durumları da göz önüne alındığında, kayıpların çok daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir (Dugan, 1995).

Global düzeyde hızla artan ve ekolojik dengeler üzerindeki olumsuzlukların da açıkça gözlenmeye başlandığı sulak alan degradasyonunun durdurulması gerektiği 1960'lı yıllardan itibaren tüm dünyada, lokal ve uluslararası platformlarda tartışılmaya

başlanmıştır. Konuyla ilgili ilk ciddi toplantı 2 Şubat 1991 tarihinde İran'ın Ramsar şehrinde gerçekleştirilmiş ve pek çok ülke, sulak alan degradasyonunu önleme, sulak alanların korunması ve geliştirilmesi temeline dayalı olan Ramsar sözleşmesi kurallarına imza atmıştır. Türkiye, sözleşmeye ilk kez 1994 yılında katılmış ve Ramsar kriterlerine uygun 1995 yılında 5 adet ve 1998 yılında da 9 adet sulak alana sahip olduğunu bildirmiştir. Dünyada 1970'li yıllarda başlayan sulak alan rehabilitasyon ve amenajman çalışmaları, her sene biraz daha artmış ve bu konuda büyük yatırımların yapıldığı uluslararası projeler yürütölmeye başlanmıştır. Diğer taraftan farklı disiplinlerde çalışan bilim adamları ve bazı destek grupları da bölgesel olarak ortak programlar oluşturma yoluna gitmiş ve elde edilen verileri periyodik olarak uluslararası düzeyde yapılan toplantılarda tartışmaya açmışlardır. Yukarıda sözü edilen projelerin ve programların uluslararası boyutta yürütölmesinin en önemli nedeni, sulak alan degradasyonunun sadece ulusal değil aynı zamanda uluslararası bir problem olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim özellikle arid bölgeler için son derece kritik olan sulak alanlarla ilgili olarak Orta Doğu ve Afrika'da uluslararası pek çok proje yürütölmektedir (Anonim 2003).

Uluslararası düzeyde yapılan projelerden birisi olan ve ACF (Avustralya Koruma Vakfı) tarafından yürütölen araştırmalarda, arid zonlardaki sulak alanlar incelenerek bir veri tabanı oluşturulmaya çalışılmakta ve oluşturulan verilerin bilgisayar ortamına aktarılarak, verilerin global paylaşımını sağlayacak bir sulak alan koruma programı ve politikası yürütölmektedir. Bu program içerisinde ACF, öncelikle hangi alanların korunacağına karar verip, korunacak alanlardaki biyolojik rezervlerin devamlılığını sağlamayı amaçlamaktadır. Daha sonraki aşamada ise amaç, degrade olan alanların yerleşim, turizm, tarım ve mineral araştırmaları gibi diğer kullanımlara açıldığında restorasyon çalışmaları ve optimum ideal arazi kullanımlarını belirleyerek ilgili kurumları ve arazi kullanıcılarını eğitmek ve bu konuda yapılacak araştırmalara destek sağlamaktır (Anonim 2004d).

Arid bölgelerde yapılan bir diğer uluslar arası proje ise Jordan'daki Azrak Oasis sulak alanında yürütölmektedir. Jordan, Orta Doğuda kuzey Suriye ile Suudi Arabistan'ın

güney ve güney doğusu ile İsrail arasında bir bölgedir ve bu alanda yürütülen proje, arid alanlarda bu tip projelerin başarılı olacağına yönelik çok güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu başarının temel nedeni ise ulusal ve uluslararası düzeyde finansal kaynağın sağlanabilmiş olmasıdır. Söz konusu proje, 1994 yılında Jordan Hashemite Kindom Hükümeti ve Birleşmiş Milletler Ulusal Gelişme Programı (UNDP) ile Global Çevre Koruma (GEF) örgütü tarafından başlatılmıştır. Projede temel amaç, sürdürülebilir bir sulak alan yönetimi ile yöredeki insanların sosyo-ekonomik ihtiyaçlarını karşılamak ve Azraq'daki ekolojik dengeyi sağlamak olmuştur (Anonim, 2004e).

Benzer şekilde Endonezya ve Uganda'da da sulak alan degradasyonu ve korunması ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Asya sulak alan envanterini oluşturmak ve bölge için ideal bir plan hazırlamak amacıyla ve Endonezya planı da baz alınarak Endonezya Hükümeti ve üniversiteler tarafından veri tabanları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu araştırmaya Birleşmiş Milletler İklim Değişimleri Vakfı (UNFCCC), Biyolojik Çeşitlilik Vakfı ve Asya ve Afrika ülkelerindeki çölleşmeyi inceleyen vakıf (CCD) tarafından da destek sağlanmıştır.

Buraya kadar yapılan açıklamalar dikkate alındığında, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere arid bölgelerde yer alan ve gelişmekte olan bütün ülkeler, sulak alanların degradasyonu ve rehabilitasyonu üzerinde ciddi araştırmalar yaparak araştırma sonuçlarını ülkelerinde ciddiyetle uygulamaya aktarmaya çalıştıkları sonucu ortaya çıkmaktadır. Yine anlaşılabileceği üzere, pek çok büyük vakıf ve özel kuruluş da bu türlü çalışmaları finanse etmekte ve desteklemektedir. Buna karşılık sulak alanlarca oldukça zengin olan ülkemizde ise lokal alanlarda, özellikle degrade olan eski göl alanları ve kurumakta olan sulak alanlar üzerinde ulusal ve uluslararası organizasyonlardan yoksun olan çalışmalar maalesef çok yakın bir geçmişte ancak başlatılabilmektedir. Bununla birlikte farklı disiplinlerdeki uzmanların bu konuya olan ilgisi her geçen gün artmakta ve bunun neticesinde de önümüzdeki birkaç yıl içerisinde degrade olan veya degradasyon tehlikesi altında olan sulak alanlarımızın amenajmanları veya rehabilitasyonları konusunda önemli adımların atılacağına işaretleri alınmaktadır.

Sarı vd'e (2000) göre Türkiye'nin eski göl alanlarındaki ekolojik faktörlere (iklim, flora, fauna, temiz su kaynakları, taban suyu ve yer altı suyu, jeolojik ve jeomorfolojik yapı ile toprak kaynakları) ilişkin gerek kurutma öncesinde ve gerekse kurutma sonrasında yeterli detayda bilimsel bir çalışma yapılmadığı gibi, kurutma öncesi ve sonrasında sosyo-ekonomik analizler de gerçekleştirilememiştir. Yapılan çalışmaların hemen hemen tamamı, kurutulacak alanın toprak özelliklerinin kurutmada uygulanacak yöntemlere ne derecede cevap vereceği üzerinde yoğunlaşmıştır. Buna karşılık göl ve sulak alanların kurutulması sonucunda bu alanların temel ekolojik yapılarında meydana gelecek değişimleri ortaya koyabilecek olan sulak alanların, biyolojik ve hidrolojik değerleri, endemik flora ve fauna özellikleri gibi daha pek çoğu sayılabilecek konular üzerinde yeterince ve kapsamlı bir araştırma ne yazık ki yapılamamıştır. Ayrıca kurutma işlemi sonucunda elde edilen arazilerin tarımsal kullanımlara uygunluğu ve olası sorunları yönünden de ciddi değerlendirmeler yapılmamıştır. Hal böyle olunca da tarımsal üretim altına alınmış olan bu arazilerde ve yakın çevresinde zaman içerisinde çeşitli sorunların baş gösterdiği tespit edilmiş ve ancak bu aşamadan sonra sorunların çözümüne yönelik faaliyetler planlanmaya başlanmıştır.

Tüm dünyada degrade edilen sulak alan topraklarının kullanımlarının ve rehabilitasyonlarının planlanması aşamasında kullanılabilecek özellikleri ile ilgili sınır değerler henüz ortaya konulmamıştır. Bununla birlikte söz konusu topraklarla ilgili bazı uluslararası araştırma sonuçları yayınlanmış ve belli kriterler de oluşturulmaya çalışılmıştır. Ancak bu araştırmaların bölgesel olarak yapılması ve elde edilen verilerin de uluslararası platformlarda tartışılması gerekmektedir. Ülkemizde de bu konudaki çalışmalar yetersiz olmakla beraber özellikle üniversiteler tarafından bazı araştırmalar yürütülmektedir.

Uluslararası kabul görmüş toprak genetiği kuralları çerçevesinde sulak alan toprakları kurutulduktan sonra karasal ortama kavuşur kavuşmaz toprak oluşum işlemleri olan iklim, topoğrafya, zaman, ana materyal ve vejetasyon işlemleri devreye girmektedir. Zaman içerisinde öncelikle doğal bitkilerin daha sonra da kültür bitkilerinin gelişmesine olanak sağlamaktadırlar. Fakat unutulmamalıdır ki karasal ortama çıkan hidrik toprakların

gelişimi, çok uzun yıllar içerisinde doğal oluşum faktörlerinin yanı sıra planlı ve doğru yönetim planlarıyla ancak düzenlenebilmektedir. Diğer taraftan toprakların belli bir üretim potansiyeline sahip olabilmeleri için oldukça uzun zaman sürelerinin geçmesi kaçınılmazdır. Yine söz konusu toprakların bir dizi değişim dönüşüm ve oluşumları yaşaması ve toprağı üretken kılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olması gerekmektedir (Sarı vd., 2000).

Bir toprağın üretken olarak kabul edilebilmesi için bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik unsurları birlikte içermesi gerekmektedir. Herhangi bir nedenle kuruyup karasal ortama kavuşan göl veya diğer sulak alan topraklarının fiziksel bir özelliğı olan tekstür, tamamen sulak alanın çeşidine ve konumuna göre değişmektedir. Toprakların üretkenlik potansiyelleri, su ve besin maddelerini tutma kabiliyetlerinden ötürü direkt etkilenmelerinin yanı sıra, strüktür oluşumu da, plastikliğı, tohumların çimlenme oranlarını, toprak işleme alet ve yöntemlerini de etkilemektedir (FAO, 1977; Landon, 1991). Sulak alan topraklarının karasal ortama çıktıktan sonra strüktürlerinin tam olarak gelişmediğı ancak zaman içerisinde strüktür gelişiminin söz konusu olacağı, yine özellikle arid alanlarda kuru kıvamın sert ve çok sert olduğı, nemli kıvamın da sıkı ve çok sıkı olduğı, yaş kıvamlarının ise çok yapışkan ve çok plastik olduğı ve nihayet söz konusu bu durumun da bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğı bilinmektedir. Yine degrade edilen sulak alanlarda ilk başlarda sıkışmanın olduğı, gözenekliliğın ve geçirgenliğın de düşük olduğı ifade edilmektedir (Sarı vd., 2000).

Toprakların üretkenlik potansiyellerini belirleyen ikinci unsur olarak, toprakların kimyasal özellikleri dikkate alınmak durumundadır. Bu özellikler, toprak reaksiyonu (pH), tuzluluk, alkalilik, katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar (DK), eriyebilir katyonlar (EK), kireç ve organik madde (OM) olarak sayılabilir. Degrade edilerek tarımsal kullanıma açılan toprakların pek çoğunun kimyasal özelliklerinde ciddi düzeyde problemler olduğı ifade edilmektedir. Örneğın bitkisel üretimde pH değerlerinin belli aralıklarında sıkıntılar oluşmaktadır ve kültür bitkileri yetiştiriciliğında en uygun pH sınırları 5.5-7.5 olarak kabul edilmektedir. Özellikle kültür bitkilerinin yetiştirilmesinde etken olan bir diğer kimyasal özellik de tuzluluk ve alkaliliktir. Toprağın oluştuğı ana

materyallerin mineralojik bileşimlerinin yanı sıra toprak içi ve çevresindeki hidrolojik koşulların da yönlendirdiği tuzluluk ve alkalilik, toprak profillerindeki etkin tuz kökleri olan Cl ve SO₄ ile özellikle Na elementinin miktarına ve kimyasal yapılarına bağlı olmaktadır. Özellikle degrade olmuş sulak alan topraklarında gözlenen bu özellik, taban sularının yüksek olduğu yerlerde daha da büyük sorunlar yaratmaktadır (Richardson, 1998).

Toprakların önemli bir diğer özelliği olan kireç (CaCO₃), degrade olmuş ve karasal ortama kavuşmuş sulak alanlar üzerindeki genç topraklarda tarımsal üretim yönünden büyük sıkıntılar yaratmaktadır. Özellikle çevredeki arazilerde karbonatça zengin kayaların bulunması halinde genellikle durgun alanlarda kireçli materyaller depolanmaktadır. Arid bölgelerdeki genç topraklarda, kireç profilden tam olarak yıkanıp uzaklaşmaz. Böyle topraklarda özellikle Ca ve CO₃ kökleri bazı bitki besin elementleri (fosfor ve bazı mikro elementlerle) ile kimyasal bağlar yaparak bitki tarafından alınmalarını engellemekte ve bu da toprakların üretkenlik potansiyellerinin düşmesine neden olmaktadır. Toprak profillerinin serbest karbonatlar için sınır değeri %40 iken bu değer, arid alanlarda %70'lere kadar ulaşmaktadır (FAO 1977; Dinç vd. 1987; Landon 1991; Özbek vd. 1995; Dinç ve Şenol, 1997).

Toprak organik maddesi, gerek toprakların fiziksel özelliklerini düzeltici özelliği ile ve gerekse organik karbon ve organik azot içerikleri ile toprak verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Kurutularak karasal ortama çıkan hidrik topraklar, ilk yıllarda genellikle yüksek organik madde içeriğine sahip olmasına rağmen karasal ortamda büyük bir hızla gerçekleşen ayrışma ile özellikle arid bölgelerde yıldan yıla çok hızlı bir şekilde azalarak %0.5-1 düzeyine kadar inebilmektedir (FAO 1977; Landon 1991; Özbek vd. 1995; Dinç ve Şenol, 1997).

Yukarıdaki açıklamalardan da görüleceği üzere, kurutulmuş sulak alanların tarımsal üretim potansiyellerinin çok iyi olmadığı bir gerçektir. Bununla birlikte insanlar, söz konusu alanların verimli tarımsal alanlar olduğunu zannederek sulak alanları yok etmektedirler. Dünyadaki ve Türkiye'deki sulak alan kurutmalarından ve kurutulan

alanlardaki tarımsal üretim faaliyetlerinden beklenen faydayı sağlayamayan idareciler, sulak alan yönetiminde yeni arayışlar içerisine girmişlerdir. Bu kapsamda ülkemizde de 7 Şubat 1993 tarihinde Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğinin yürürlüğe girmesinin ardından, sulak alanlarla ilgili her türlü sulama, drenaj ve baraj yapım faaliyetlerinde, çevresel etki değerlendirmesinin yapılması zorunlu kılınmış ve buralar ‘hassas bölgeler’ olarak değerlendirmeye alınmıştır. Bu uygulamadan da görüleceği üzere son yıllarda sulak alanların korunması konusunda gerek kamu ve gerekse özel sektör kuruluşlarında sulak alanlara yönelik duyarlı davranış biçimleri ortaya çıkmaya başlamıştır.

Gerek organik toprak özelliğini kaybetmiş topraklar gerekse organik toprak olma özelliğini koruyan topraklarda bitkisel üretim açısından çok ciddi problemler yaşanmaktadır. Organik toprak olmasına rağmen kuruduğu zaman yanma, çökme, tuzluluk, alkalilik, toprak sütrüktürünün bitkisel üretim için optimum olmaması, uzun süre su altında kalmış topraklarda görülen Fe ve Mn içeriklerinin yüksek olması gibi daha pek çok sorun yaşanmaktadır. Söz konusu bu sorunları içeren ve eski göl alanlarının degrade edilmesi ile kazanılan arazilere pek çok örnek vermek mümkündür. Ancak söz konusu alanların çok azında toprak özellikleri hakkında detaylı bilgi bulunmaktadır. Bu konuda Avlan gölü topraklarında, Amik ovası topraklarında, Tarsus Karabucak topraklarında, Burdur Kestel gölü topraklarında, Manay gölü ve Gölhisar gölü topraklarında yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Söz konusu bu alanlardan bazılarına ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Burdur ili sınırları içinde yer alan ve 1970’li yıllarda kurutulan Kestel gölü ve çevresindeki arazilerde ve yine Burdur ili sınırları içinde yer alan Gölhisar göl alanı topraklarında detaylı çalışmalar yapılmıştır. Her iki alanda da öncelikle büro, daha sonra arazi etüt çalışmaları ve nihayetinde arazilerden alınan toprak örneklerinin analizleri laboratuvarında yapılmış ve bulunan bütün veriler değerlendirilerek söz konusu bu alanlardaki toprakların özellikleri ortaya konulmuştur. Buna göre; Kestel alanı topraklarının, son 70-80 yıllık geçmişi içerisinde uluslararası kriterleri karşılayacak düzeyde bir sulak alan niteliği taşımadığı belirlenmiştir. Bu sonuca ulaşabilmek için kullanılan kriterler ise biyolojik yapı kriterleri (Hydroponic vejetasyon), hidrolojik yapı

kriterleri (su ile doygunluk süresi, dönemi ve miktarı) ve toprak kriterleridir (hidrik topraklar). Yapılan incelemeler, zaman zaman yaşanan su baskınları neticesinde bölgenin su ile kaplı olduğu dönemlerde saz ve kamış türü bitkilerin geliştiğini, bazı su canlılarının yaşadığını ve toprakların da bu durumdan etkilendiğini göstermektedir. Araştırmacılara göre Kestel göl alanı topraklarında baskın jeokimyasal ve pedokimyasal prosesler oksidasyon-redüksiyon devreleri ile hidroliz ve hidrasyondur. Bu proseslerin sonuçları toprak profillerinin morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde açık bir şekilde tespit edilmiştir. Bu tespitte en önemli dayanak noktalarını toprak profillerinde gözlenen demir ve mangan birikimi ve indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarına paralel olarak ortaya çıkan renk benekleri oluşturmaktadır. Bu olaylar uluslararası toprak biliminde hidrik toprak oluşumu olarak bilinmektedir. Hidrik toprak oluşum proseslerinin diğer bir önemli göstergesi olan organik madde birikimi, alanın içerisinde yer aldığı arid-semi arid iklim bölgelerinin ortalama organik madde birikimi miktarlarından oldukça yüksektir. Bu bulgular da araştırma alanının belli sürelerde su altında kaldığını göstermektedir. Ancak söz konusu bu sulak alan oluşumu ve gelişimi proseslerinin düzeyi ve süresi, bu alandaki toprakların gerçek sulak alan toprakları haline dönüştürmeye yetmemiştir. Bir başka deyişle araştırma alanının sahip olduğu biyolojik, hidrolojik ve toprak özellikleri, bu alanın gerçek bir sulak alan olarak nitelendirilmesine yetecek kriterlere sahip bulunmamaktadır. Dolayısı ile alana ait topraklar, karasal ortama kavuştuktan sonra önemli değişimler geçirerek sulak alan toprağı ya da bir başka deyişle organik toprak ve/veya hidrik toprak olma özelliğini kaybetmişlerdir (Sarı vd., 2000).

Göhlisar gölü toprakları ise karasal ortama kavuştukları 1980 yılından itibaren değişim ve dönüşüm işlemleri yaşamaya başlamış, ancak çevre şartları ve zamanın da etkisiyle organik toprak olma özelliğini kaybetmemiştir. Bunun nedeni, bu toprakların çok yüksek taban suyu sebebi ile tam olarak kurumadıkları ve bunun neticesinde de bu ortamdaki ayrışma işlemlerinin ve toprakların değişim dönüşüm ve yeniden oluşum işlemlerini daha yavaş yaşadıklarından kaynaklandığı ifade edilmektedir (Toktok, 1997). Aynı bölgede bulunan ve pek çok özelliğı birbirinden farklı olan bu iki eski göl toprağını incelediğimizde, herşeyden önce organik madde açısından ciddi farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Örneğin Kestel gölü Hazine serisi topraklarında O.M.'nin ortalama %8.2

olduğu tespit edilmiştir. Bu değer Türkiye ortalamasının çok üzerinde bir değer olmasına rağmen, organik toprak özelliğini koruyan Gölhisar gölü 1 nolu toprak serisinde ise organik madde ortalama %74.1 olarak belirlenmiştir. Hazine serisinde kireç içeriğinin ortalama %22 civarında ve dolayısı ile aşırı kireçli olduğu, buna karşın Gölhisar 1, serisinde ise yüzeyde %6.5 ve yüzey altında ise ortalama %0.3 ile kireç içeriğinin çok düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum büyük olasılıkla çevreden gelen sel suları ile taşınan bikarbonatların oluşum aşamasında ortamdan yıkanmış olduklarını, yüzeydeki %6.5 kireç içeriğinin ise yine çevreden gelen sular ile burada biriktiğini düşündürmektedir. Yine Hazine serisi topraklarında tüm gövdede kil tekstürün dolayısıyla mineral katmanların hakim olduğu ve tüm gövdede masif bir sürtüktür el yapının varlığı tespit edilmiştir. Buna karşın Gölhisar 1 nolu toprak serisindeki incelenen tüm katmanların organik olduğu ve bu katmanların farklı düzeyde ayrışmaya sahip bitkisel artıklar ve lif içerdikleri tespit edilmiştir. Yine pH özellikleri dikkate alındığında Hazine serisi topraklarının pH değerinin ortalama 8.3 olduğu buna karşın Gölhisar 1 nolu seri topraklarında ise pH'nın ortalama 4.7 belirlenmiştir. Bilindiği üzere bitkisel üretim için en uygun pH aralığı 5.5-7.5 dir. Bu örneklerden de anlaşılacağı üzere tekstür, strüktür, kireç, pH vb. gibi özellikleri itibarıyla söz konusu bu sulak alanların gerek degrade edilmeden önce ve gerekse degrade edildikten sonra kazandıkları toprak özelliklerinin, tarımsal üretim için yeterince uygun olmadıklarını ortaya koymaktadır.

Antalya İli Elmalı İlçesi sınırlarında yer alan Avlan Gölü'nün kurutulması sonucunda yöredeki arazilerin ve ürünlerin verim ve kalitelerinin değişiminin belirlenmesine yönelik olarak yapılan bir çalışmada, kurutma sonucunda dünyanın en değerli sedir ormanları üzerinde olumsuz gelişmeler ortaya çıktığı, elma, buğday ve şekerpancarı veriminde ciddi boyutta azalmaların olduğu ve söz konusu bu olumsuz gelişmelerin etkisi ile yöre insanlarının sosyo-ekonomik yapısında ciddi bozulmaların ortaya çıktığı ve akabinde de yöreden büyük kentlere doğru bir göçün yaşandığı ifade edilmektedir (Baktır ve Sarı, 2002).

Tarım arazisi kazanmak amacıyla gerçekleştirilen göl veya sulak alan kurutmalarına bir diğer örnek de Antalya İli Korkuteli İlçesi sınırlarında yer alan ve 1970’li yıllarda kurutulan Manay Gölüdür. Manay gölünden kurutma sonucunda yörede yaşayan insanlara birkaç bin dekar tarım arazisi kazandırılmıştır. Söz konusu arazilerden belli bir tarımsal ürün üretimi ve buna bağlı olarak bir ekonomik gelir de elde edilmektedir. Ancak bu alanda yapılan araştırmalar, Manay gölünün kurutulması sonucunda kazanılan arazilerin ve bu arazilerin en önemli parçası olan toprakların henüz yeterince olgunlaşıp, tarımsal üretimde başarı ile kullanılabilecek bir özelliğe sahip olamadıklarını göstermektedir. Zira bu toprakların yeterli bir tarımsal üretim potansiyeline sahip olabilmeleri için karasal ortamda çok uzun süreleri geçirmeleri gerekmektedir. Bu nedenle araştırmacılara göre halihazırda ve yakın bir gelecekte, söz konusu topraklardan optimum bir tarımsal ürün elde etmek mümkün görünmemektedir. Yine araştırmacılara göre bu alandaki tarımsal üretimde verimliliğin arttırılabilmesi için söz konusu topraklarda belkide gereğinden fazla gübre ve ilaç kullanılmak durumunda kalınacağı ifade edilmekte ve bu hususun ise toprak özelliklerinin iyice bozulmasına ve diğer ekolojik dengelerin de şimdiden bilinmeyecek bir şekilde değişmesine yol açacağı belirtilmektedir. Ayrıca eski göl alanından kazanılmış olan bu toprakların sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, bu toprakların bilinçsizce kullanılması neticesinde çok daha kötü bir düzeye dönüşebileceği konusunda da ciddi uyarılar yapılmaktadır. Sulu tarım uygulamaları ise söz konusu bu topraklarda telafisi son derece güç olan kötü toprak özelliklerinin ortaya çıkmasına neden olacak ve bu kötü toprak koşullarının ıslahı ise oldukça pahalıya mal olacaktır denilmektedir (Sarı vd. 2003).

Sulak alanların çeşitli özellikleri ile tanımlandığı yukarıdaki açıklamalar dikkate alındığında, aşağıdaki genel sonuçlara ulaşılmaktadır. Sulak alan toprakları, hidrik topraklar olarak isimlendirilmektedir ve özellikleri de büyük ölçüde su tarafından kontrol edilmektedir. Sulak alanların sadece bir kolunu oluşturan göl ortamları ise, en çok degradasyona uğrayan sulak alanlar arasında yer almaktadır. Söz konusu alanların degradasyonunu engellemek ve rehabilitasyonlarını sağlamak amacıyla global ölçekte anlaşmalar yapılmakta ve çeşitli projeler yürütülmektedir. Ülkemizde de yetersiz olmakla birlikte Üniversiteler ve ilgili kamu kurumları tarafından bu konuda önemli çalışmalar

gerçekleştirilmektedir. Ancak söz konusu çalışmalar ağırlıklı olarak sulak alanların biyolojik ve hidrolojik özellikleri üzerine yoğunlaşmakta, buna karşın sulak alan toprakları üzerine yapılan çalışmalar ise yetersiz kalmaktadır. Bu noktadan hareketle planlanan bu araştırma, ülkemizin sulak alan ekosistemleri bakımından en zengin ve ekosistem dengeleri açısından da son derece önemli olan Göller yöresindeki degrade olmuş ve degradasyon tehlikesi ile karşı karşıya olan birkaç sulak alanı üzerinde yürütülmüş ve araştırmanın ağırlıklı çalışmaları ise sulak alan substratları üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarının Göller yöresindeki sulak alanların temel toprak (substrat) özelliklerinin ortaya çıkarılmasında, bu alanların degradasyon boyutlarının belirlenmesinde ve nihayet ekolojik dengeler gözetilerek bu alanların koruma-kullanma değerlerinin belirlenmesinde önemli katkılarının düşünülmektedir. Diğer taraftan tamamlanan bu araştırmanın sonuçları, ulusal ve uluslararası sulak alan ekosistemleri için geliştirilmeye çalışılan sulak alan kriterlerine de katkı sağlayacaktır.

3. MATERYAL ve METOD

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyaller ile sulak alan substratlarının özelliklerinin belirlenmesinde arazi ve laboratuvar koşullarında uygulanan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1. Materyal

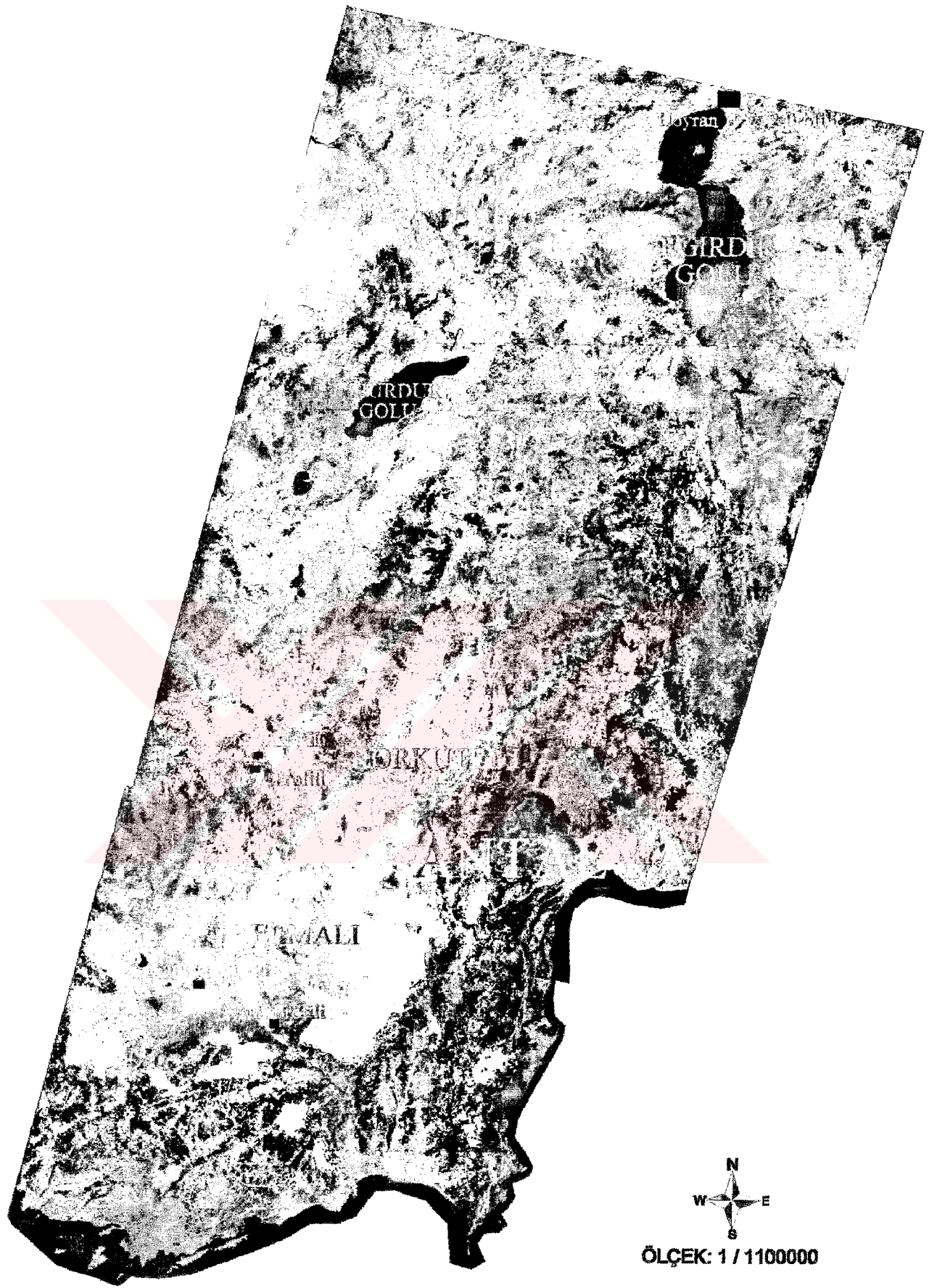
Araştırma alanı olarak belirlenen Elmalı ilçesi sınırları içerisindeki eski göl tabanından iki profil (Avlan ve Karagöl), Korkuteli ilçesi sınırları içerisindeki eski Söğüt Gölünden iki profil (Söğüt 1 ve Söğüt 2) ve son olarak da Eğirdir ilçesi sınırları içerisindeki Eğirdir Gölünün kuzeyinde yer alan Hoyran Gölü bölümünden iki profil (Hoyran 1 ve Hoyran 2) olmak üzere toplam altı toprak profili bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Söz konusu bu altı profil noktasında ve yaklaşık olarak 2 m derinliğinde açılan profil çukurlarında, gerekli olan morfolojik tanımlamalar yapılmış ve uluslararası toprak genetiği kriterlerine uygun olarak her bir profilin her bir katmanından genetiksel horizon esasına göre Karagöl profilinden 5, Avlan profilinden 5, Söğüt 1 profilinden 6, Söğüt 2 profilinden 8, Hoyran 1 profilinden 6 ve Hoyran 2 profilinden 5 olmak üzere toplam 35 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır.

3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu

Türkiye'nin güneyinde yer alan araştırma alanı, Akdeniz Bölgesi'nin batısında bulunan Antalya ve Isparta il sınırları içerisinde yer almaktadır. Söz konusu alanda Antalya ilinin Elmalı ve Korkuteli ilçelerinde, Isparta ilinin ise Eğirdir ilçesinde toplam altı profil çukuru açılarak toprakların morfolojik tanımlamaları ve gerekli diğer analizler yapılmıştır.

Araştırma için seçilmiş olan ilk iki toprak profili, Antalya'nın Elmalı ilçesi sınırları içerisinde ($36^{\circ} 41' - 36^{\circ} 48'$ enlem ve $29^{\circ} 45' - 29^{\circ} 55'$ boylam) yer alan Elmalı çanağındaki Karagöl ve Avlan profilleridir. Karagöl profili, Üçüncü ada mevkinde ve Balıklar

dağının güneydoğusunda yaklaşık 1026 m kotundaki bir alanda; Avlan profili ise Avlan Gölü mevkinde, tünel girişinin yaklaşık 1250 m kuzey doğusunda ve 1024 m kotundaki bir alanda açılmıştır. Araştırmanın ikinci alanını oluşturan Korkuteli ilçesi ($37^{\circ} 12' - 37^{\circ} 03'$ enlem $30^{\circ} 07' - 30^{\circ} 09'$ boylam) Söğüt kasabası sınırları içerisinde yer alan eski Söğüt (Manay) Gölü çanağından da, Söğüt 1 ve Söğüt 2 olmak üzere iki profil noktası seçilmiştir. Söğüt 1 profili, Söğüt kasabasının batısında Taşhöyük tepesinin 1500 m güneydoğusunda ve 1395 m kotundaki bir alanda, Söğüt 2 profili ise, Söğüt kasabasının batısında, Taşhöyük tepesinin 250 m güneydoğusunda ve 1405 m kotundaki bir alanda açılmıştır. Araştırma kapsamındaki son alan, Isparta ili Eğirdir ilçesi sınırları içerisindeki ($31^{\circ} 02'$ doğu enlemi $41^{\circ} 94'$ kuzey boylamı) Eğirdir Gölü çevresidir. Araştırma kapsamındaki tek aktif göl olan Eğirdir Gölü ise Eğirdir ve Hoyran olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin değerlendirilmesi neticesinde, bu alandaki degradasyonun ağırlıklı olarak Hoyran Gölü bölümünde olduğunun tespit edilmesi hususu dikkate alınarak, çalışılacak profil noktaları, Eğirdir gölünün kuzeyinde yer alan Hoyran Gölü civarından seçilmiştir. Söz konusu alanda belirlenen ve Hoyran 1 olarak isimlendirilen toprak profili, Tuzlalar mevkinin güneyinde, Sakızlı tepesinin yaklaşık 3 km güneybatısında ve 934 m kotundaki bir alanda, Hoyran 2 olarak isimlendirilen toprak profili ise Bucak mevkinde Sakızlı tepesinin yaklaşık 1.5 km güneydoğusunda ve 950 m kotundaki bir alanda açılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanının coğrafik konumu ve profil noktaları

3.1.2. Araştırma alanının iklimi

Araştırma alanı, Göller yöresinde yer alan Antalya ve Isparta illerini kapsamaktadır. Antalya ilinde iklim yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz iklim tipine sahip olmakla birlikte, araştırmaya konu olan ve Antalya sınırları içerisinde yer alan Avlan ve Karagöl ile yine Antalya sınırları içerisinde yer alan Söğüt Göl alanlarının iklimi daha çok karasal olup Akdeniz ılıman iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi arasında yer alan bir geçit bölge iklim tipine sahiptir. Isparta ilinin iklimsel yapısı da yine Akdeniz ılıman iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi arasındaki geçit bölgesindedir. Bu nedenle araştırmanın yürütüldüğü bütün alanlarda genellikle yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçen karasal iklim hüküm sürmektedir.

Elmalı ilçesinde iklim, yukarıda da ifade edildiği üzere Akdeniz bölgesinde yer almasına rağmen daha çok göller yöresinin geçit iklim özelliklerini göstermektedir. Kışları yağışlı, yazları kurak ve kısmen de serin bir iklim hüküm sürmektedir. Sıcaklık, kıydan hemen sonra başlayan yüksek dağların etkisi ile hızla düşmektedir. Elmalı ilçesi, kış mevsiminde karasal iklim özellikleri ve yağışlarıyla da İç Anadolu iklimine benzeyen sert bir iklime sahiptir (Anonim 2004f). Korkuteli ilçesinde de Akdeniz ılıman iklimi ile İç Anadolu karasal iklimi arasındaki geçit bölgesinde olmasına rağmen, araştırma alanında daha çok yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olan karasal bir iklim tipi etkisini göstermektedir. Yöredeki cephesel yağışlar genellikle kış ve ilkbahar aylarında etkili olmakla birlikte, Akdeniz üzerinden gelen cephe sistemleri, yağışlarının büyük bölümünü Torosların denize bakan yamaçlarına bıraktığından, çalışma alanına düşen yağış değerleri düşük olmaktadır. Eğirdir ilçesinde ise iklim, Akdeniz ile İç Anadolu iklimleri arasındaki bir geçiş zonunda yer almaktadır. Bu iklim tipine bağlı olarak ilçede ne Akdeniz'in yağışlı ve ne de İç Anadolu'nun kurak iklimini gözlemek mümkün değildir.

Araştırma alanında (36°.45' enleminde ve 29°.55' boylamında) 1095 m kotunda bulunan Elmalı ilçesi meteoroloji istasyonunun 1980-2000 yılları arasında yaptığı gözlemler sonucu elde edilen ortalama değerlere göre, Elmalı ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 450.9 mm olup en çok yağış düşen aylar ise sırasıyla Aralık, Ocak ve Mart

aylarıdır. İlçenin yıllık ortalama sıcaklığı 12.8°C olup, en sıcak aylar sırasıyla Temmuz, Ağustos ve Haziran aylarıdır. Araştırma alanının bir diğer basamağını oluşturan (36°.45' enleminde ve 30°.12' boylamında), 1014 m kotunda bulunan Korkuteli ilçesi meteoroloji istasyonunun 1980-2000 yılları arasında yaptığı gözlemler sonucu elde edilen ortalama değerlere göre; Korkuteli ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 354.3 mm olup en çok yağış düşen aylar ise sırasıyla Aralık, Ocak ve Mart aylarıdır. İlçenin yıllık ortalama sıcaklığı 12.5°C olup, en sıcak aylar sırasıyla Temmuz, Ağustos ve Haziran aylarıdır. Araştırmanın son basamağını oluşturan ve (37°.52' enleminde ve 30°.50' boylamında) 920 m kot yüksekliğine sahip Eğirdir ilçesi meteoroloji istasyonunun 1980-2000 yılları arasında yaptığı gözlemler sonucu elde edilen ortalama değerlere göre, Eğirdir ilçesinin yıllık ortalama yağış miktarı 744.4 mm olup en çok yağış düşen aylar sırasıyla Aralık, Ocak ve Şubat aylarıdır. İlçenin yıllık ortalama sıcaklığı 13°C olup, en sıcak aylar sırasıyla Temmuz, Ağustos ve Haziran aylarıdır (Anonim 2004g). Her üç araştırma alanına ait söz konusu bu iklimsel değerler Çizelge 3.1 de topluca verilmiştir.

Çizelge 3.1. Elmalı, Korkuteli ve Eğirdir meteoroloji istasyonlarına ait bazı iklimsel değerler

	Kot (m)	Ort Yağış (mm)	Ort. Sıcak. (°C)	Yağışlı Aylar	Sıcak Aylar	Enlem- Boylam
Elmalı	1095	450.9	12.8	Aralık Ocak Mart	Temmuz Ağustos Haziran	36°.45' N'- 29°.55' E
Korkuteli	1014	354.3	12.5	Aralık Ocak Mart	Temmuz Ağustos Haziran	36°.45' N- 30°.12' E
Eğirdir	920	744.4	13.0	Aralık Ocak Şubat	Temmuz Ağustos Haziran	37°.52' N- 30°.50' E

3.1.3. Araştırma alanının bitki örtüsü

Antalya havzası çeşitli toprak, topoğrafya ve iklim şartlarına sahip olduğundan doğal bitki örtüsünde de çok çeşitlilik gözlenir. Havzada iklim, topoğrafya ve yükseltinin elverişli olması nedeniyle doğal bitki örtüsü olarak genellikle çok yıllık bitkiler baskındır.

Çok yıllık bitkilerden genellikle, denizden 0-600 m. arasında değişen yüksekliklerde Akdeniz'e özgü maki toplulukları yer almaktadır. Maki topluluklarının yanısıra en çok rastlanılan ağaçlar; *Quercus coccifera* (Kermez meşesi), *Quercus ilex* (Pırnal meşesi), *Erica arborea* (Ağaç Funda), *Pistacia lentiscus* (Sakız, Merlengeç), *Styrax officinalis* (Tesbih ağacı), *Laurus nobilis* (Defne), *Olea europaeae* (Yabani zeytin), *Ceraonia siliqua* (Keçi boynuzu) ve *Paliurus spina-christi* (Karaçalı) dır (Anonim, 1993a).

Araştırma alanındaki diğer çok yıllık bitkilerden orman ağaç ve ağaçcıkları, bulundukları yüksekliklere göre şöyle sıralanmaktadırlar. 0-1200 m, arasında değişen yüksekliklerde bölgenin en önemli orman ağacı olan *Pinus brutia* (Kızılçam) yer alır. 1000-1400 m, arasındaki yüksekliklerde *Cedrus libani* (Sedir) ve *Pinus nigra* (Karaçam) esas teşkil eder. Karaçam, 1000 m'den itibaren kızılçamla birlikte ve 1400 m'den sonra ise yalnız olarak geniş yayılım gösterir. 1400-1700 m arasındaki yüksekliklerde ise *Abies cilicia* (Kökner) ve *Junipera* (Ardıç) yer alır. Köknerler genellikle karaçam, sedir ve ardıçlarla karışık olarak bulunur. Ardıç'ın en yaygın hali ise 1500 m'nin üzerindeki yüksekliklerde gözlenmektedir (Anonim, 1993a).

Antalya havzasında önemli alan kaplayan otsu bitkilerden 0-600 m yüksekliklerde bulunanlar; *Spartium junceum* (Katır tırnağı), *Caludea cilicia* (Patlangıç) *Cistus laurifolius* (Laden), *Vistus comminus* (Mersin) ve *Nerium oliander* (Zakkum) iken 600 m'den daha yükseklerde bulunanlar ise *Thymus vulgaris* (Kekik), *Euphorbiatine* (Sütleşen), *Circium spp* (Deve diken) ve *Liquidambar orientalis* (Günlük)' dür (Anonim, 1993a).

Isparta ilinin doğal bitki örtüsünü genellikle kurakçıl karakterli otsu bitkiler, çalı-orman karışımı ve yükseltilerde ise çam ve çok yıllık mera bitkileri oluşturmaktadır. Kurakçıl otsu bitkiler, daha çok ilin kuzey yarısında yer almaktadırlar. Bunlar *Festuca*, *Astragalus*, *Peganum harmala* (Üzerlik, Nazarlık otu) ve yağışlı dönemlerde yeşillenen kurak yaz döneminde sararıp kuruyan diğer otlardır. İl topraklarının yaklaşık %21.2'si ormanlık olup daha çok ilin güneyinde yer almaktadır. Orman örtüsüne egemen olan ağaçlar ise meşe türleri, ardıç ve bazı koniferlerdir (Anonim 1993b).

Araştırma alanında yer alan illerdeki bitki örtüsü genel özellikleri ile yukarıda tanımlandığı şekildedir. Araştırma amaçlı açılan toprak profillerinin yer aldığı göl alanlarında ise bitki örtüsünü; Karagöl profilinde doğal sazlık ve kamışlar, Avlan profilinde doğal otsu bitkiler, Söğüt 1 profilinde doğal çayır örtüsü, Söğüt 2 profilinde buğday tarlası, Hoyran 1 profilinde doğal sazlık ve çayırlar ile Hoyran 2 profilinde de doğal çayırlar temsil etmektedir.

3.1.4. Araştırma alanının jeolojisi ve jeolojik yaşı

Göller bölgesi, büyük ölçüde tortul kayalardan ve özellikle kireçtaşlarından ibaret bir jeolojik yapı göstermektedir. Alandaki çukur topoğrafyalar ise alüvyon ile kaplı olup yer yer de volkanik oluşumlar dikkati çekmektedir. Araştırma alanında yer alan Elmalı bölgesinin jeolojik ve litolojik özellikleri, Toros dağ kıvrımları süreci ile özdeşleşmiştir ve Toroslar, alp kıvrımlı dağların güney kanadını oluşturmaktadırlar. Alp kıvrımı hareketleri, Trias formasyonunda (185-255 milyon yıl önce) başlayıp uzun zaman periyodu içinde sürekli yükselmeler, tektonik olaylar, aşınma, taşınma ve birikme gibi jeolojik olaylarla litolojik bir çok temel değişimlere uğramışlardır. Örneğin Elmalı yöresinde, Kuvaterner formasyonunda yani yaklaşık 1 milyon yıl önce Toroslar yeniden yükselmiş, akarsu aşınmaları şiddetlenmiş, erozyon artmış, daha sonra erozyonla taşınan materyaller, dağlar arasındaki düzlüklerde yer alan Elmalı ovasında birikmiştir. Bu ovadaki tipik ana materyaller alüviyal ve kolüviyal sedimentlerden oluşmaktadır (Anonim 1993a).

Bölgede yaşanan tektonik olaylar sonucunda şekillenen bir diğer oluşum da eski Söğüt gölününde içerisinde yer aldığı alandır. Söz konusu bu göl alanı, yöredeki yüksek arazilerden çeşitli yan dereler tarafından taşınıp getirilen materyallerle uzun süreler boyunca beslenerek göl tabanında kireçli killeri ile birlikte çeşitli irilikteki materyaller (kum, silt, çakıl) depolanmış ve bu süreç içerisinde de gerek göl içi ve gerekse göl çevresinin tipik doğal flora ve fauna çeşitleri gelişmiştir. Kuvaternerin son dönemlerinde söz konusu bu eski göl tabanı, çevresindeki göl teraslarına ve hafif eğimli alanlara, çevredeki yüksek dağlık ve tepelik alanlardan gerek çamur akıntıları şeklinde gerek kolüviyal hareketlerle ve gerekse diğer flüviyal hareketlerle çeşitli malzemeler getirilerek depolanmıştır. Böylece söz konusu araştırma alanında, göl tabanı oluşumu materyaller ile birlikte karasal kökenli flüviyal materyaller, belli bir jeomorfolojik düzen içerisinde bu alandaki jeolojik ve jeomorfolojik yapıyı şekillendirmişlerdir (Sarı vd., 2004).

Araştırma alanında yer alan Isparta bölgesinin temel jeolojik bileşimini kambriyen yaşlı şist ve arduvazlar, devoniyen yaşlı mermer ve meta kum taşları ile permien yaşlı kuvarsitler oluşturmaktadır. Permien yaşlı kayalar Eğirdir'in güney batısında yer alırlar. Mesozoik dönemde değişik tipte oluşan litolojik birimler ise tektonizma ile karmaşık bir hal almıştır. Triyas yaşlı kayalar marn ağırlıklı, kumtaşı ve şeyl aralanmaları şeklindedir. Isparta merkez, Eğirdir, Sütçüler, Senirkent ve Uluborlu civarında ise yaygın olarak kretase yaşlı kireçtaşları yer almaktadır (Anonim 1993b).

3.1.5. Araştırma alanının fizyografyası

Araştırma alanında yer alan ve pasif göl sistemleri olan eski Avlan ve Söğüt Gölleri, tektonik oluşumlu göl alanlarıdır. 1970'li yıllarda kurutulmaya başlanan söz konusu bu alanlar, karasal ortama kavuştuktan sonra kısmen tarım arazisi ve kısmen peat ticaretinin yapıldığı alanlar olarak kullanılmaktadır.

Isparta ili Eğirdir ilçesi (31° 02' 91'' doğu enlemi, 41° 94' 00'' kuzey boyları) sınırları içerisinde yer alan Eğirdir gölü, araştırma alanında aktif olan tek göl alanıdır. Eğirdir gölü, Türkiye'nin dördüncü büyük gölü olması sebebi ile de son derece önemli bir

veye sahiptir. Eğirdir, Senirkent, Yalvaç ve Gelendost ilçeleri ile sınırlandırılmış ve kuzey güney uzanımlı büyük bir çöküntü alanının kuzey sınırında oluşmuş rift tektoniğine bağlı bir göldür. Kuzey güney doğrultuda gölün uzunluğu 50 km, kıyı uzunluğu 150 km, en geniş yeri 16 km ve en dar yeri de 3 km'dir. Gölün bu dar olan kemer boğazının kuzeyinde kalan kesim, Hoyran gölü olarak isimlendirilmektedir. Gölün derinliği 7-15 m arasında olup, en derin yeri 15 m ile Barla kasabası kıyısıdır. İçme, sulama, kullanma, su ürünleri yetiştiriciliği yanısıra enerji üretimi ve turizm açısından da önemli olan Eğirdir Gölü'nün beslenimi, yağışlardan, göl içindeki kaynaklardan ve göle akan derelerden sağlanmakta olup, gölün su giderlerini ise Kovada kanalı, göl içindeki düdenler, özellikle içme ve sulama suları için kullanılan pompaj istasyonları (örneğin Isparta içme suyu) ve buharlaşma yoluyla olan kayıplar oluşturmaktadır (Özgür vd. 2004).

3.2. Metod

Araştırma alanı toprak profillerinden genetiksel horizon esasına göre alınan toplam 35 adet bozulmuş toprak örneği laboratuvarda analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak profillerinin arazi koşullarında tanımlanmasında ve her bir profilden alınan toprak örneklerinin laboratuvar teknikleri ile analizinde kullanılan metotlar ise aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan metodlar

Bu araştırmada araziye çıkmadan önce 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan ve 1981 ve 1992 yıllarına ait hava fotoğraflarından yararlanılarak örnekleme yapılacak alanlar belirlenmiştir. Daha sonra araştırma kapsamında yer alan eski Avlan ve eski Söğüt Göllerinden ve hala aktif olan Eğirdir Gölünün kuzey kesimini oluşturan Hoyran Gölü çevresinden göl aynalarını ve teraslarını temsil edecek şekilde toplam 6 farklı çalışma alanı tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, büroda hava fotoğrafları ve topoğrafik haritalar kullanılarak göl alanlarına ait olası profil noktaları

tespit edilmiş ve tespit edilen bu yerler, arazide yerinde yapılan incelemeler sonucunda araştırmanın amacına uygun olacak şekilde toplam altı profile indirgenerek kesinleştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşaması arazide gerçekleştirilmiş ve yukarıda açıklandığı şekliyle belirlenen yerlerde toprak profilleri açılarak SOIL SURVEY STAFF (1998) esasları dahilinde morfolojik olarak incelenmiş ve tanımlanmıştır. Arazide, toprakların morfolojik özelliklerinden renk saptanmasında Munsel renk skalası ve CaCO_3 kontrolünde %10'luk HCl kullanılmıştır. Profillerde kil ve demir kaplamaları yanısıra demir ve mangan nodüllerinin belirlenebilmesi amacıyla da *30 ve *100 büyütme cep mikroskopları kullanılmıştır. Toprak profillerinin her bir genetiksel horizonundaki redoks potansiyelleri ise taşınabilir Pt-Ag elektrotlu pH-metre kullanılarak belirlenmiştir. İnceleme ve tanımlama işlemleri tamamlanan her bir toprak profilinden genetik horizon esasına göre bozulmuş toprak örnekleri de bu aşamada alınmıştır.

Çalışmanın son aşamasında ise toprakların horizon düzeyinde fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla topraklar laboratuvara getirilmiş, önce serilerek kurutulmuş, sonra tokmakla ezilerek 2 mm'lik elekten elenmiş ve böylece yapılacak analizler için hazır hale getirilmiştir. Analizler için hazırlanan toprak örneklerinde laboratuvarında; bünye (tekstür), kireç (CaCO_3), tuz (EC), katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH); organik madde (OM), organik fosfor (OP), toplam azot (N) ile toplam demir (Fe) ve toplam mangan (Mn) analizleri yapılmıştır.

3.2.2. Fiziksel ve kimyasal analiz metotları

Toprak Bünyesi: Bouyoucos (1955) tarafından belirtilen esaslara göre, hidrometre yöntemiyle yapılmıştır. Analiz sonuçlarına dayalı bünye (tekstür) sınıfının belirlenmesinde ise toprak bünyesi sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır (Black, 1965). Organik katmanların bileşimi ise Von Post humifikasyon skalası dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çaycı, 1989).

Kireç (CaCO_3):Toprak örneklerinin kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülerek, sonuçlar $\%\text{CaCO}_3$ olarak hesaplanmıştır (Çağlar 1949).

Elektriksel İletkenlik (EC): Anonim'e (1982) göre doygunluk ekstraktında ölçülmüştür.

Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK):Sodyum asetat ekstraksiyon metoduna göre (USDA, 1969) yapılmıştır.

Değişebilir Kasyonlar (DK):Amonyum asetat yöntemi ile elde edilen ekstraktta Na, K, Ca ve Mg'un atomik absorpsiyon cihazında okunması ile elde edilmiştir (Kacar, 1995).

Toprak Reaksiyonu (pH): Pt, AgCl elektrot kullanılarak arazide mobil pH metre ile ölçülmüştür.

Redoks Reaksiyonu (Rx): Pt, AgCl elektrot kullanılarak arazide mobil pH metre ile ölçülmüştür

Organik Madde (O.M.):Modifiye Walkley-Black metoduna göre tayin edilmiş (Black, 1965), sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

Organik Fosfor (O.P.): Saunders ve Williams tarafından geliştirilen Walker ve Adams tarafından değiştirilen metoda göre tayin edilmiş (Black, 1965), sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

Toplam Azot (N): Modifiye Kjeldahl metoduna göre tayin edilerek (Kacar 1995); sonuçlar % olarak verilmiş ve Loue'ya (1968) göre sınıflandırılmıştır.

Toplam Demir ve Mangan (Fe ve Mn): Jackson'a göre hidroflorik, sülfirik ve perklorik asit karışımı ile yaş yakılan toprak örneğinde çözeltiye geçen Fe ve Mn miktarının AAS ile belirlenmesi esasına göre belirlenmiş ve (Kacar 1995) sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

3.2.3. İstatistiksel analiz metotları

Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinde yapılan bazı analiz sonuçları arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla, bilgisayar ortamında MINITAB paket programında doğrusal regresyon ve korelasyon analizleri uygulanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Doğal bir ekosistem olan sulak alanlar, global ekolojik bileşenlerin dengelenmesinde vazgeçilmez unsurlardır. Söz konusu bu ekosistemin özellikleri ve fonksiyonları ise günümüzün bilimsel ve teknolojik seviyesi doğrultusunda “sulak alan biyolojisi”, “sulak alan hidrolojisi” ve “sulak alan substratları/toprakları” olmak üzere üç temel parametre ile tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Bu çalışma da Türkiye’nin Göller yöresi olarak isimlendirilen alanında yer alan aktif ve pasif göl ekosistemlerinin substrat (toprak) özelliklerinin tanımlanması ve lakustrin ana materyaller üzerine gelişen toprak profillerinin tanımlanmış bu özelliklerinden yola çıkarak, söz konusu alanların geçmişte sulak alan olup olmadıkları, şayet geçmişte sulak alan özelliği taşımışlarsa, bugün söz konusu bu özelliklerini devam ettirip ettirmedikleri ve nihayet eğer sulak alan toprağı olma özelliklerini yitirdiler ise bu alanların hangi düzeyde degradasyona uğradıklarının tespitinin yapılması hedeflenmiştir. Bu amaçla yürütülen çalışmalardan elde edilen bilgi ve bulgular aşağıda değişik başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Araştırma Alanı Toprak Profillerinin Morfolojik, Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

Çalışmada, araştırma alanı olarak pasif göl niteliği taşıyan alanlar için Antalya ili Elmalı ilçesi çanağında yer alan Avlan-Karagöl ile yine Antalya ili Korkuteli ilçesi Söğüt kasabasının Manay çanağında yer alan Söğüt Gölü, aktif göl niteliği taşıyan alanlar için ise Isparta ili Eğirdir ilçesi sınırları içerisindeki Eğirdir Gölü seçilmiştir. Tanımlanan söz konusu bu üç ayrı göl ortamının toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla her biri göl çanağında 2 adet olmak üzere toplam altı profil açılmış ve araştırma için arazi koşullarında öngörülen morfolojik inceleme ve değerlendirmeler, toprak genetiğinin uluslararası kabul görmüş kuralları (Soil Survey Staff, 1993) çerçevesinde yapılmıştır. Arazi koşullarındaki inceleme ve değerlendirmeler ile birlikte, açılan her bir toprak profilinden genetiksel horizon esasına göre alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizlerine dayalı olarak belirlenen fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile bu özellikleri

sayısal ortamda tanımlamak amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonuçları ise profiller düzeyinde ayrı ayrı olmak üzere aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Karagöl profili topraklarının özellikleri

Araştırma alanının Antalya ili Elmalı ilçesi sınırlarında yer alan ve 1970’li yıllarda devlet kararı ile kurutulmuş olan Karagöl topraklarını temsil eden toprak profili, yörenin üçüncü ada mevkisindeki DSİ pompaj binasının 1250 m kuzeydoğusunda, Balıklar dağının yamacından geçen yolun güneydoğusunda ve yaklaşık 1026 m kotunda açılmıştır. Fizyografik ünite olarak eski göl tabanı olarak tanımlanan ve lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiş olan profilin yayılım gösterdiği alan, düz düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Karagöl profilinin morfolojik özellikleri ile fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları ise aşağıdaki gibi bulunmuştur.

4.1.1.1. Karagöl profili topraklarının morfolojik özellikleri

Bu çalışmada Karagöl olarak isimlendirilmiş olan topraklar, yüzeyden itibaren yaklaşık 200 cm derinliğinde açılan bir profile tanımlanmış ve genetiksel horizonlarının A1/2C/3Oa/3Oe/3Oi şeklinde bir dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu bu tespitlere göre yüzeyden itibaren yaklaşık 50 cm derinliğe kadar mineral materyallerden oluşan Karagöl toprakları, bu derinlikten sonra çeşitli düzeylerde ayrışmaya uğramış organik horizonlara geçiş yapmaktadır. Mineral horizonlarda tekstür tın (L) ve siltli tın (SiL) iken organik topraklar için Von Post skalasına göre 3Oa horizonundaki materyaller H7, 3Oe horizonundaki materyaller H4 ve 3Oi horizonundaki materyaller ise H2 şeklinde tanımlanmıştır. Profile tespit edilen kireç içeriği sınıflandırıldığında; mineral horizonların aşırı kireçli, organik horizonların ise 3Oa horizonunun yüksek kireçli ve 3Oe horizonunun kireçli ve 3Oi horizonunun da düşük kireçli olarak tanımlanan sınıflara girdiği belirlenmiştir. Sütrüktür, tüm profile masif, drenaj ise çok fena olarak tespit edilmiştir. Söz konusu profilin bulunduğu alandaki bitki örtüsünü ise doğal sazlık ve karnışlar ile çayırliklar temsil etmektedir. Karagöl profilinin morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
A1	0-38	Kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1 yaşı); tın; masif; dağılgan (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); aşırı kireçli; az yoğun saçak kök; yoğun tatlı su canlı kabukları; belirgin düz sınır.
2C	38-50	Kahverengimsi gri (7.5 YR 4/1 yaşı); siltli tın; masif; dağılgan (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); aşırı kireçli; az yoğun saçak kök; çok yoğun tatlı su canlı kabukları; belirgin düz sınır.
3Oa	50-66	Siyah (7.5 YR 1.7/1 yaşı); H7; masif; dağılgan (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); yüksek kireçli; önemli düzeyde ayrılmış bitkisel artıklar ve çok düşük lif içeriği; belirgin düz sınır.
3Oe	66-88	Siyah (7.5 YR 2/1 yaşı); H4; masif; dağılgan (nemli), yapışkan değil plastik değil (yaş); kireçli; orijinal özelliğine çok yakın fakat kısmen ayrılmış organik materyal; belirgin düz sınır.
3Oi	88-200	Siyah (7.5 YR 2/1 yaşı); H2; masif; dağılgan (nemli), yapışkan değil plastik değil (yaş); düşük kireçli; çok az ayrılmış bitkisel dokular; belirgin düz sınır.

Yeri : Balıklar dağının eteğinden geçen yolun 75 m güneydoğusu
Yükseklik : 1026 m
Fizyoğrafya : Eski göl tabanı
Taşlılık : Yok
Drenaj : Çok fena
Bitki örtüsü : Doğal sazlık, kamışlıklar ve çayırlar
Ana materyal : Lakustrin

Yukarıda da açıklandığı üzere Karagöl profili, incelenen yaklaşık 2 m'lik derinlik içerisinde A1/2C/3Oa/3Oe/3Oi şeklindeki bir horizon dizilimine sahip bulunmaktadır. Bu dizilim, Elmalı çanağındaki Karagöl'ün bu derinlikteki materyallerinin birikim sürecini üç farklı jeolojik süreçte tamamlamış olduğunun en açık kanıtıdır. Diğer taraftan profilin üst katmanlarındaki mineral horizonların ve yüzeyden yaklaşık olarak 50 cm'lik bir derinlikten sonra başlayan organik horizonların arazi koşullarında tespit edilen morfolojik özellikleri, söz konusu bu alanın geçmişte su ile kaplı olduğunu, sürekli anaerob koşullar altında organik ana materyallerin biriktiğini ve ayrışmanın da çok yavaş gerçekleştiğini ve bu sebeple de hemen hemen bütün profilin siyah ve siyaha yakın renkli ve H7, H4 ve H2 tekstür sınıfında yer alan organik horizonların bu ortamda bulunış nedenlerini açıklamaktadır. Bununla birlikte, yüzeydeki mineral horizonun kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1) gibi koyu bir renge sahip olması durumu, halihazırda kurak-yarıkurak bir iklim tipine sahip olan Karagöl yöresinin toprakları için karşılaşılmaması pek olası olmayan bir durumdur. Zira böyle bir iklimsel yapı altında toprakların yüzey katmanlarındaki siyah rengin ortaya çıkmasında etkili olan organik materyallerin, pedogenetik (toprak oluşumu ve profil gelişimi) süreçler kapsamında ayrışması ve buna bağlı olarak da bu toprakların özellikle valü ve kroma değerlerinde belirli yükselmelerin gerçekleşmiş olması gerekmektedir. Buna karşılık Karagöl toprak profilinin yüzey katmanının valü ve kroma değerleri ise, normal koşullarda olması gerektiğinden daha düşük olarak belirlenmiştir. Böylesine düşük bir valü ve kroma değerine sahip genetiksel bir horizonunun üzerinde ise çoğunlukla organik maddece daha zengin bir mineral katman ve hatta bir organik horizonun bulunması gerekmektedir. Ancak böyle bir katman araştırmanın yürütüldüğü bu ortamda tespit edilememiştir. Dolayısıyla bu durumu, toprak genetiğinin bilinen

kuralları ile açıklamak mümkün görülmemekle birlikte incelenen profilin bir gerçeği olarak da çözümlenmesi gereken bir sorundur. Bu koşullarda yapılabilecek en uygun yaklaşım, “söz konusu bu alandaki halihazır toprakların yüzeyinde gerçekten de ya organik maddece daha zengin bir mineral katman veya bir organik horizon bulunmakta idi ve bu katman, doğal pedogenetik süreçler içerisinde ayrışarak mineralizasyona uğramak yerine çok hızlı bir oksidasyonla yok oldu” şeklinde olmak durumundadır. Gerçekten de yöre insanları ile yapılan görüşmeler neticesinde Karagöl’ün tarım arazisi kazanılmak üzere devlet eliyle ve yeterince bilimsel ve teknik kurallara da uyulmadan kurutulması ile daha önce var olan organik materyallerin alev alarak çok kısa sürede yandığı ve hatta çok kısa bir süre öncesine kadar devam eden bu yanma olayları ile bu alandaki toprakların yüzeyden itibaren önemli miktarlarda çöktüğü de öğrenilmiştir. Yöre sakinlerinden edinilen bu bilgiler, Karagöl profilinde yapılan morfolojik tespitleri de tam anlamıyla destekler niteliktedir. Dolayısıyla bu yanma olayları da organik maddece zengin ve koyu renkli ancak organik horizon olacak kadar organik madde içermeyen bu günkü mineral yüzey horizonun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Söz konusu bu durum ise Karagöl’de belirli düzeylerde bir degradasyonun yaşandığının önemli kanıtlarından birisi olmaktadır.

Profilde renk, mineral horizonlardan A1’de kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1), 2C horizonunda kahverengimsi gri (7.5 YR 4/1), organik horizonlarda siyah (7.5 YR 1.7/1 ve 7.5 YR 2/1) olarak tespit edilmiştir. Bilindiği üzere topraklarda renk hü, valü ve kroma olmak üzere üç ayrı ölçütü tanımlanmaktadır. Hü, başat spektral renktir ve ışığın dalga boyu ile ilgilidir. Valü, rengin koyuluk derecesini belirtir ve yansıyan ışığın miktarı ile ilgilidir. Kroma ise rengin saflığının ölçüsüdür (Dinç vd. 1987). Sulak alan topraklarının renk özellikleri yöreden yöreye değişmekle beraber, özellikle göl ortamlarında oluşan organik hidrik toprakların renklerinin düşük valü ve kromaya sahip olması gerekmektedir (Anonim 2004b). Nitekim Karagöl profilinin organik horizonları da düşük valü ve kroma değerleri göstermektedir. A horizonunda bu denli düşük valü ve özellikle düşük kromanın varlığı ise yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü, çok kısa bir süre öncesine kadar yüzeyde var olan ve çok hızlı yanarak kaybolan organik horizonun kalıntılarının mineral özellik gösteren A1 horizonu ile karışması sonucu oluştuğu

düşünülmektedir. Nitekim söz konusu bu yorum, yapılan morfolojik çalışmalar ve yöre sakinlerinin sözleri ile de desteklenmektedir. Bu nedenle incelenen renk özellikleri de Karagöl topraklarının ciddi bir degradasyon olayını yaşadığını göstermektedir.

Karagöl profilinin bütün horizonlarında strüktür masif yapıdadır. Strüktürün gelişmemiş olması, bu toprakların karasal ortama kavuştuktan sonra pedogenetik değişimleri gerçekleştirebilecek kadar uzun süreler geçirmediğinin önemli bir göstergesidir. Söz konusu bu bulgu da karasal ortama kısa süre öncesinde kavuşan Karagöl topraklarının, toprak oluşum süreçlerince yeterince değişime uğratılmadığı ve bu alanların çok kısa bir süre içinde ve yine olağan üstü hızlı bir şekilde degradasyona uğradığını işaret etmektedir. OM'ce zengin olan tüm profilde kıvam, kil içeriğine bağlı olarak nemli koşullarda dağılgan, yaş koşullarda ise A1, 2C ve 3Oa horizonlarında az yapışkan ve az plastik ve 3Oe ve 3Oi horizonlarında da yapışkan değil ve plastik değil şeklinde bulunmuştur.

Elmalı çanağını çevreleyen yüksek arazilerden gelen ve kurutulmadan önceki haliyle Karagöl'ü besleyen yüzey sularının ve bu sularla taşınan çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki parçacıklar gibi çeşitli boyutlardaki akarsu yüklerinin (Embleton ve Thornes, 1979) söz konusu bu çevre arazilerin jeolojik yapılarına da bağlı olarak karbonat ve bikarbonatlarca zengin olmaları nedeniyle, Karagöl topraklarının mineral horizonlarının aşırı kireçli çıkmasına neden olmuştur. Profili besleyen suların bu denli yüksek karbonat içermeleri ve su ile doygunluğun yüksek olması nedeni ile yüzeyden organik katmanlara doğru sürekli bir kireç yıkanımı söz konusudur. Bu sebeple ayrışma düzeyi daha fazla olan 3Oa horizonu yüksek kireçli, 3Oe horizonu kireçli ve ayrışmanın çok az olduğu 3Oi horizonu da düşük kireçli olarak belirlenmiştir. Profilin büyük bir kısmında kirecin yüksek değerlerde olması, öncelikle bu ortamın yakın zamana kadar tamamen su ile doygun olmasından, daha sonra ise su ile doygunluktan kurtulmak suretiyle karasal ortam özelliğine kavuşmuş olan bu profilin pedogenetiksel bir süreç olan yıkanma (elluviasyon) olayı ile yıkanmaya elverişli bir tekstürel bileşime sahip olmasına rağmen kireçli bileşiklerin profilden uzaklaşmasına yetecek kadar bir zaman geçirmediğinden kaynaklanmaktadır. Bu husus, söz konusu bu toprakların genç topraklar olduğunun ve

yine toprak özelliklerinin gelişimini yönlendiren pedogenetik süreçlerden de yeterince etkilenmediğin bir göstergesidir.

4.1.1.2. Karagöl profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Karagöl profilinden genetik horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde, fiziksel toprak özelliklerinden toprak tekstürü, kimyasal toprak özelliklerinden ise kireç (CaCO_3), tuz (EC), kation değişim kapasitesi (KDK), değişebilir kasyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH), redoks potansiyeli reaksiyonları (Rx), organik madde (OM), organik fosfor (OP), toplam azot (N) ile toplam demir ve mangan (Fe ve Mn) analizleri yapılmış ve elde edilen analitik veriler, sulak alan substratlarına ilişkin mevcut kriterler kapsamında değerlendirilmiştir.

Karagöl profilinin tekstürel dağılımına bakıldığında, mineral horizonlarının tekstürel bileşiminin ortalama %15.86'sını 2 mikrondan daha küçük mineral parçacıklar olan killerin, organik horizonlarının tekstürel bileşimini ise H7, H4 ve H2 sınıfı materyallerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Söz konusu bu analitik bulgular, göl sistemlerinin oluşumunda etkili olan jeomorfolojik prosesler ile büyük bir uyum göstermektedir. Zira göl ekosistemlerinin oluşumunda, çevredeki yüksek arazilerden yüzey suları ile taşınarak getirilen mineral materyallerin birikimi esastır ve bu birikimde göl kıyısından başlayarak göl merkezine, kabadan inceye doğru bir boylamasına depolanma olayı gerçekleşmektedir (Dinç vd. 1993). Açılan profil çukurunun yüksek arazilerin hemen eteğindeki bir konumda olmasına bağlı olarak Karagöl profilinde de söz konusu bu boylamasına derecelemenin gerçekleştiğinin ilk işareti olan kaba tekstürlü materyallerin depolandığı tespit edilmiştir. Bu nedenle de profilin mineral katmanlarındaki kil miktarı oldukça düşük bulunmuştur. Diğer taraftan sulak alanlar olarak da tanımlanan göl ortamlarındaki organik materyallerin birikimi de göllerin daha sık ve fotosentez açısından sorunsuz olan kıyılarında gerçekleşmektedir (Dinç vd. 1993). Nitekim Karagöl profilinde gerek yaklaşık 50 cm'lik derinlikten sonra ve gerekse yüzeyde yakın zamanda yandığı belirlenen organik materyallerin birikebilmiş olması, bu alanın eskiden bir sulak alan niteliği taşıdığının kesin kanıtları olarak gözetilmek durumundadır.

Profildeki kireç (CaCO_3), %2-52 arasında olup yüzeydeki mineral katmanlar aşırı kireçli iken organik katmanlarda kireç miktarı azalarak sırasıyla yüksek kireçli, kireçli ve düşük kireçli sınıfına düşmüştür. Söz konusu bu profil alanının yöredeki kurak dönemin son aylarına kadar su ile doymuş olduğu dikkate alındığında, yılın neredeyse tamamında anaerob koşulların ve redüktif reaksiyonların hakim olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Söz konusu bu anaerob koşullar ile birlikte redüksiyon reaksiyonlarının baskın olduğu Karagöl topraklarının pH değerleri, A1 horizonunda 7.7 ile başlayıp derinlikle birlikte artan redüksiyona bağlı olarak gittikçe azalarak 3Oi horizonunda 6.8 değerine ulaşmıştır. Bu nedenle A1 horizonunda hafif alkali ile başlayan toprak reaksiyonu, pH'nın azalmasıyla 3Oa horizonundan itibaren nötr olarak belirlenmiştir. Redoks potansiyelleri (Rx), 96 ile 373 mV arasında olan söz konusu profilin organik madde (OM) içerikleri, A1 horizonunda %12.4 2C horizonunda %9.08, 3Oa horizonunda %66,35, 3Oe horizonunda %65.7, 3Oi horizonunda %62.8 ile tüm profilde çok yüksek değerlerdedir. Katyon değişim kapasitesi içerikleri (KDK), mineral horizonlarda 32.01-38.83 me/100g, organik horizonlarda ise 90.19-123.78 me/100g olarak tespit edilmiştir. Karagöl profili topraklarının değişebilir katyonları (DK) baskınlık sırasına göre Ca, Mg, Na ve K şeklinde bir dağılım göstermektedir. Tuzluluk (EC), 0.01-1.84 dS/m arasında belirlenmiş olup, tüm profilde tuzsuz sınırlarındadır. Toplam Azot (N), %0.43-1.87 arasında olup çok iyi düzeydedir. Organik fosfor (OP) ise %0.0022- 0.0314 arasında değişmektedir. Yapılan toplam demir ve toplam mangan analizlerinde de toplam Fe A1 horizonunda 11365 mg/kg, 2C horizonunda 17830 mg/kg, 3Oa horizonunda 9045 mg/kg, 3Oe horizonunda 5770 ve 3Oi horizonunda ise 6192 mg/kg olarak belirlenmiştir. Toplam Mn analizlerinde ise A1 horizonunda 241 mg/kg, 2C horizonunda 543 mg/kg, 3Oa horizonunda 198 mg/kg, 3Oe horizonunda 140 mg/kg ve 3Oi horizonunda ise 268 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Karagöl topraklarının çeşitli özelliklerine ilişkin olarak yukarıda verilen analitik değerler ile ilgili açıklama ve yaklaşımlar ise aşağıdaki gibidir.

Karagöl topraklarının mineral katmanlarında ortalama kum içeriği %35, silt içeriği %49.14 ve kil içeriği ise %15.86 olarak belirlenmiş ve A1 horizonundaki tekstür sınıfı L

ve 2C horizonundaki tekstür sınıfı ise SiL olarak tespit edilmiştir. Karagöl profili organik horizonlarının ayrışma dereceleri ise Von Post Huminifikasyon skalasına göre değerlendirildiğinde 3Oa horizonunun H7, 3Oe horizonunun H4 ve 3Oi horizonunun da H2 sınıfları içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Karagöl profilinin organik katmanlarında gözlenen söz konusu bu farklı ayrışma düzeyleri, organik materyal birikiminden sonraki bir dönemde bu alanda meydana gelen doğal iklimsel değişimlere bağlı olarak bu materyallerin bir süre su ortamından uzaklaşarak kısmen de olsa hava ile temas ettiğinin ve böylece farklı derecelerde ayrışmaya uğradıklarının açık bir kanıtıdır. Bu kapsamda, ortamda biriken organik materyallerin en üst kısmı (bu günkü 3Oa horizonu) belli düzeylerde oksidasyona uğrayarak ayrılmış, buna karşılık daha alt katmanlar ise (3Oe ve 3Oi katmanları) yeterince oksijenle temas edemediklerinden daha düşük düzeyde bir ayrışma olayı yaşamışlardır. Zira yukarıda tanımlanan şekliyle bir ayrışma gerçekleşmemiş olsa idi, bu katmandaki organik materyallerde alt katmanlarda olduğu gibi H4 ve/veya H2 olarak tespit edileceklerdi. Bununla birlikte 3Oa katmanındaki organik materyallerin H7 sınıfı ayrışma düzeyinin daha üst seviyelerine kadar ulaşamamış olması, diğer bir deyişle organik materyallerin ayrışma düzeylerinin daha üst seviyelere çıkamamış olmasının nedeni H7 ayrışma düzeyine kadar ulaşan bu alandaki materyallerin yeniden su ile kaplanarak ortamın yeniden sulak alan haline gelmesi ve buna bağlı olarak da 3Oa olarak tanımlanan materyallerin üzerleri, çevredeki yüksek arazilerden getirilerek depolanan yeni materyallerle kaplanarak hava ile temasının kesilmesi ve bu nedenle de ayrışma olayının kesintiye uğramasıdır. Söz konusu bu tespitler Karagöl alanının geçmişte belirli bir dönem karasal ortam özelliğine kavuştuğu ve daha sonra ise yeniden sulak alan özelliği kazandığı ve çok yakın bir geçmişte (1970'li yıllar) uygulanan kurutma neticesinde degrade olmaya başladıktan sonra da yüzeydeki horizonlarda çok hızlı bir ayrışma ve yanmaların gerçekleştiğini açıkça göstermektedir. 3Oe horizonundaki birikmiş materyalin ise ayrışma derecesi bakımından üzerindeki 3Oa horizonundan farklı olduğu gözlenmiştir. Söz konusu bu farklılık, 3Oe horizonunun genetiksel oluşumu sırasında kurutma ile hızla düşen taban suyu seviyesine bağlı olarak hava ile temasının 3Oa horizonunda olduğu kadar fazla olmadığı ve ayrışmanın bu nedenle daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Yaklaşık 112 cm kalınlığında olan 3Oi horizonu ise kurutma işleminden kaynaklanan taban suyu düşüşünden neredeyse hiç etkilenmemiş ve bu nedenle de bitkisel artıklar hiç

ayrışmamış durumdadır. International Peat Society'nin 3x3 sınıflandırma sisteminde ayrışma derecelerine göre, zayıf ayrışmış veya hiç ayrışmamış peatler fibrik materyal olarak adlandırılmakta ve Von Post skalasına göre H1-H3 ayrışma derecelerini içine almaktadır. Orta derecede ayrışmış peat; mesik materyal (H4-H6), çok ayrışmış peat ise; saprik materyal (H7-H10) şeklinde adlandırılmıştır (Bunt 1988). Söz konusu bu sınıflama sistemin esasları dikkate alındığında ise Karagöl toprakları daha önce de ifade edildiği üzere yukarıdan aşağıya H7, H4 ve H2 şeklinde sınıflandırılmış ve farklı ayrışma düzeylerine göre fibrik, mesik, ve saprik olarak ayırt edilmiştir. Dolayısıyla bir ön sonuç olarak söz konusu katmanların yukarıda tanımlanan ve açıklanan özellikleri ve gelişim süreçleri dikkate alındığında Karagöl topraklarının bir zamanlar tartışmasız şekilde sulak alan olduğu ancak bu alanın sulak alan özelliklerinin zaman zaman kesintiye uğradığı ortaya çıkmaktadır.



Çizelge 4.1. Von post'un humifikasyon skalası (Çaycı 1989)

	Tanımlama
H1	Tamamıyla ayrışmamış, parmaklar arasında sıkıştırıldığında neredeyse berrak bir su çıkar, bitki artıkları kolaylıkla tanınabilir, amorf materyal içermez.
H2	Neredeyse tamamen ayrışmamış peat, parmaklar arasında sıkıldığında berrak veya sarımsı bir su çıkar, bitki artıkları kolaylıkla tanınabilir, amorf materyal içermez.
H3	Çok az ayrışmış peat, parmaklar arasında sıkıldığında bulanık kahverengibir su çıkar, peat parmaklar arasından kaymaz, bitki artıkları halen tanınabilir ve amorf materyal içermez.
H4	Az ayrışmış peat, parmaklar arasında sıkıldığında çok bulanık koyu renkli bir su çıkar, peat parmaklar arasından kaymaz, fakat bitki artıkları hafif macunumsu olup, bazı tanınabilir özelliklerini kaybetmişlerdir.
H5	Nispeten ayrışmış peat, parmaklar arasında sıkıştırıldığında çok bulanık bir su çıkar, çok az miktarda amorf granüler peat parmaklar arasından kayar. Bitki artıklarının yapısı oldukça belirsiz olmakla beraber, belirgin özelliklerini tanımak mümkün olup bitki artıkları çok macunumsudur.
H6	Nispeten çok ayrışmış peat, bitki yapısı çok belirsiz, parmaklar arasında sıkıldığında 1/3 oranında peat parmaklar arasından kayar, bitki artıklarının yapısı çok macunumsudur.
H7	Fazla ayrışmış peat, bol miktarda amorf materyal içerir, bitki yapısı az tanınabilir, parmaklar arasında sıkıldığında yaklaşık ½ oranında peat parmaklar arasından kayar. Eğer materyalden su çıkarsa bu su çok bulanık ve macunumsudur.
H8	Çok fazla ayrışmış peat, bol miktarda amorf materyal içerir, bitki yapısı belirsizdir. Parmaklar arasında sıkıldığında 2/3 peat parmaklar arasından kayar, elde kalan materyal kök gibi ayrışmaya dirençli materyaldir.
H9	Pratik olarak tamamıyla ayrışmış peat, herhangi bir bitki yapısı zorlukla tanınabilir. Parmaklar arasında sıkıldığında oldukça üniform bir macun oluşturur.
H10	Tamamıyla ayrışmış peat, bitki yapısı tanınamaz, parmaklar arasında sıkıldığında tüm peat parmaklar arasından kayar.

Karagöl Profili topraklarının CaCO_3 içerikleri incelendiğinde, mineral horizonlarda %38-63-52.27, organik horizonlarda ise %2.27-5.30 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Buna göre mineral katmanlar aşırı kireçli, 30a horizonu yüksek kireçli, 30e horizonu kireçli ve 30i horizonu ise düşük kireçli sınıfında yer almaktadır. Söz konusu bu toprakların etrafındaki yüksek arazilerin karbonatlarca zengin tortul

kayaçlardan oluştuğu bilinmektedir. Karagöl topraklarının üst katmanlarındaki mineral materyallerin kireççe zengin olmasının nedeni halihazırdaki mineral materyalleri taşıyan sularla beslenmesi olarak açıklanabilecektir ancak mineral katmanların altındaki organik katmanlarda kireç miktarının aniden azalması, uluslararası toprak genetiğinin olağan kuralları ile açıklanabilecek nitelikte bulunmamaktadır. Diğer bir deyişle tüm jeolojik geçmişini kireççe zengin materyallerle kaplı bulunan yüksek arazilerin tabanında geçiren Karagöl alanında yer alan toprakların üst katmanlarının %52'ye varan düzeylerde kireç içermesine karşılık alt katmanlarında bu kireç miktarının %2'lere düşmesi, olağan bir pedogenetik süreç değildir. Bu nedenle Karagöl alanında en az iki, hatta üç farklı sulak alan sürecinin yaşanmış olduğu ve Karagöl substratlarının bu üç farklı süreçten farklı düzeylerde etkilendiği sonucu bir kere daha ortaya çıkmış olmaktadır. Karagöl profilinin kireç içeriklerinden yola çıkılarak belirlenen bu üç farklı sürecin ilki 3Oa, 3Oe ve 3Oi olarak tanımlanan katmanların oluşum devresi ve ikincisi A1 ve 2C olarak tanımlanan katmanların oluşum devresi ve nihayet üçüncüsü de bugün yerinde bulunmayan ancak gerek morfolojik gerek fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile tespit edilebilmiş olan ve ayrıca yöredeki insanlardan edinilen bilgilerle desteklenen yanmış organik katmanların oluşum devreleridir. Nitekim Andriesse (1988) de Peat topraklarının serbest karbonat içeriklerinin çoğunlukla ihmal edilebilecek düzeylerde düşük olduğunu rapor etmektedir. Aynı araştırmacı, bazı ötrofik peatlerde ise peat alanının oluşum aşamaları başlangıcında bu ortamda yaşayan canlıların kabuklarının ayrışması nedeniyle serbest karbonatları içerebildiklerini ve yine çevredeki kireç taşları veya marndan kaynaklanan yüksek kireç içeriğine sahip olunabileceğini ifade etmektedir.

Karagöl profilinde EC, 0.01-1.84 dS/m arasında tespit edilmiş ve EC analiz sonuçlarına ilişkin veriler Soil Survey Staff'a (1998) göre sınıflandırıldığında tüm profilin tuzsuz olduğu belirlenmiştir. Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporu'na (Anonim 1983) göre de Elmalı ilçesi topraklarında herhangi bir tuzluluk problemi olmadığı ifade edilmiştir. Göl ortamlarındaki toprakların en önemli kimyasal bileşenleri olan Cl, SO₄ ve CO₃ kökleri, doğrudan topraktan bir buharlaşmanın bulunmaması ve profilde çözelti halinde bulunan bu köklerin sürekli olarak üzerlerindeki su yükü ve bu suyun kimyasal bileşim konsantrasyonlarına bağlı olarak

aşağıya (profilin derinliklerine) doğru hareket ettirilerek çok derinlere gitmiş olması nedeniyle tuzsuz (düşük EC değerleri) olarak bulunmalarına neden olmuştur.

Karagöl profili topraklarının KDK içerikleri, mineral horizonlarda 32.01-38.83 me/100g organik horizonlarda ise 90.19-123.78 me/100g olarak tespit edilmiştir. USDA (1969) Sodyum asetat ekstraksiyon metoduna göre yapılan KDK analizi sonucunda KDK değerlerinin aslında tüm profilde yüksek olduğu organik horizonlarda bu değerlerin daha da arttığı belirlenmiştir. Normal bir tarım toprağının KDK 15-25 me/100g olduğu bilindiğine göre söz konusu toprakların yüksek KDK değerine sahip oldukları söylenebilir. Karagöl profili toprakları çok genç topraklar olmaları nedeniyle içerdikleri kil tiplerinin de 2:1 smektit grubu kil mineralleri olduğu tahmin edilmektedir. Zira smektit grubu kil minerallerinin KDK'leri 80-100me/10g olduğu bilinmektedir. Nitekim Toktok'un (1997) peat toprakları üzerinde yaptığı bir çalışmada, en yüksek KDK'nin ayrışmanın en yüksek olduğu horizonlarda olduğunu ve profilde derinlere inildikçe ayrışmanın, buna bağlı olarak da KDK'nin azaldığını belirlemiştir. Söz konusu bulgu Karagöl profilinin organik katmanlarının KDK ile uyum göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda OM'nin ayrışması arttıkça KDK'de arttığı tespit edilmiştir. Karagöl profilindeki OM miktarı ile KDK arasında yapılan istatistiki analizlerde de pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Nitekim Dinç (1974), Doğu Akdeniz Bölgesi organik toprakları üzerine yaptığı bir çalışmada OM içerikleri %22.1 olan örneklerde KDK değerinin 49 me/100g, OM içeriği %79.2 olan örneklerde ise KDK değerinin 216 me/100g olduğunu bildirmiştir. Dolayısıyla araştırma alanı topraklarında artan OM miktarına bağlı olarak artan KDK değerleri son derece normaldir. Diğer taraftan KDK artışının organik materyal miktarı ile birlikte ayrışma düzeyi ile de yakın bir ilişkisi bulunmaktadır. Karagöl topraklarının organik nitelikli katmanlarındaki ayrışma düzeyleri incelendiğinde artan ayrışmaya bağlı olarak KDK değerlerindeki yükseldiği gözlenmektedir (Çizelge 4.2). Bu husus da Karagöl alanında sulak alan niteliğine bağlı olarak oluşan organik materyallerin bir dönem sulak alan özelliğinden kurtularak ayrışmaya uğradığını gösteren diğer bir kanıttır.

Çizelge 4.2. Karagöl topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Kireç %	Tuz dS/m	KDK me/100g	Değişebilir Katyonlar me/100g				pH	Rx (mV)	Organik Madde %	Organik Fosfor %	Toplam Fe mg/kg	Toplam Mn mg/kg	N %	Bilnye Dağılımı %			Bilnye
					Na+	K+	Mg++	Ca++								Kum	Silt	Kil	
A1	0-38	38.63	1.84	38.83	0.23	0.09	3.18	45.48	7.7	302	12.40	0.0083	11365	241	0.70	50.00	36.64	13.36	L
2C	38-50	52.27	0.01	32.01	0.11	0.16	2.68	36.57	7.6	350	9.08	0.0064	17830	543	0.43	20.00	61.64	18.36	SiL
30a	50-66	5.30	0.01	123.78	0.18	0.12	4.60	40.25	7.3	373	66.35	0.0314	9045	198	1.83	-	-	-	H7
30e	66-88	3.79	0.86	110.28	0.17	0.10	4.87	44.49	6.9	127	65.7	0.0147	6192	268	1.87	-	-	-	H4
30i	88-200	2.27	1.41	90.19	0.21	0.07	4.05	37.26	6.8	96	62.8	0.0022	5770	140	1.74	-	-	-	H2

Karagöl topraklarında, arazi koşullarında Pt- AgCl elektrot kullanılarak yapılan pH ölçümleri sonucunda pH, mineral horizonlarda 7.6-7.7 ile hafif alkali, organik horizonlarda ise 6.8-7.3 arasında olmak üzere nötr sınırlar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Söz konusu toprakların pH içerikleri yöre topraklarında yapılan diğer çalışmalar ile de uyum içerisinde. Nitekim Sönmez (2002). Elmalı yöresinde yaptığı bir çalışmada 0-60 cm'lik toprak derinliği içerisinde pH değerlerini 7.5-8.2 hafif alkali-alkali sınırları arasında olduğunu tespit etmiştir. Organik topraklar üzerinde yapılan çalışmalarda yüksek CaCO_3 içeren ötrofik peatlerin pH değerlerinin 6.0'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Örneğin Lucas Florida'da yaptığı bir çalışmada fazla miktarda karbonat içeren peatlerin yüksek pH değerlerine sahip olduklarını ve bu tip peatlerin ötrofik peatler sınıfına girdiğini belirtmiştir (Andriesse 1988). Karagöl topraklarının kireç içeriklerinin 30i horizonu hariç kireçli, yüksek kireçli ve aşırı kireçli olduğu ve pH içeriklerinin de 6'nın üzerinde olduğu dikkate alındığında, söz konusu araştırmacı ile aynı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Sulak alanlar, su ile doymuş koşulların hakim olduğu alanlar oldukları için H^+ iyonları ile zengin olması ve dolayısı ile pH larının da düşük olması beklenir. Ancak bu durum her zaman böyle gerçekleşmez çünkü, toprak pH'sı pek çok özellik tarafından yönlendirilmektedir. Söz konusu özelliklerden bir tanesi de bazla doymuşluk yüzdesidir. Toprakların pH derecelerindeki değişimler, toprak kolloidlerince tutulmuş Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ ve K^+ gibi bazik katyonlar ile Al^{+++} ve H^+ gibi asidik katyonların arasındaki orana yakından bağlı olmaktadır. Nitekim toprakların bazla doymuşluk derecesi arttıkça, toprakların pH'ları da yükselmektedir. Çizelge 4.2'den de görüleceği üzere Karagöl topraklarının bazla doymuşlukları oldukça yüksektir. Çevre arazilerden sularla taşınarak göl ekosistemine depolanan söz konusu bu bazik katyonlar, Karagöl topraklarının pH'sının yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Karagöl topraklarının degradasyona uğradığının bir diğer kanıtı olarak OM içeriği açısından çok zengin olan bu toprakların mineralizasyonu sırasında ortaya çıkması gereken humik asitlerin, fulvik asitlerin ve organik asitlerin oluşması gerektiği ve bunun da pH üzerine olan etkisinin görülmesi gerektiğidir. Ayrıca bu asitlerin yanı sıra OM'nin mikrobiyal parçalanması sırasında NH_3 ve H_2S gibi inorganik bileşiklerin de oluşması ve söz konusu bu bileşiklerin toprakta yükseltgenerek nitrik ve sülfirik asit gibi kuvvetli inorganik asitlerin oluşturması ve dolayısıyla toprak çözeltisindeki hidrojen iyonları

konsantrasyonunun artması beklenirdi. Ancak kurutmaların çok hızlı olması OM'nin çok hızlı ayrışmasına hatta yanmasına neden olarak söz konusu safhaların tam olarak yaşanamamasına neden olmuş böylece Karagöl topraklarının pH'sı, mineral katmanlarda hafif alkali ve organik katmanlarda da ancak nötr değerlerine ulaşabilmiştir.

Araştırma alanında, pH belirlemede olduğu gibi arazide horizon bazında Pt-AgCl referans alınan bir elektrotla yapılan redoks (Rx) okumaları sonucunda da profilin Rx potansiyelinin 96 ile 373 mV arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların redoks potansiyelleri belirli sınırlar arasında değildir çünkü topraklar kopleks sistemlerdir. Ancak çok genel bir ifade ile toprakların Rx potansiyelleri iyi havalanmış asit topraklarda yüksek pozitif değerlerde görülürken (800mV), anaerob koşullarda ve nötr veya alkali reaksiyonlu topraklarda düşük hatta kısmen negatif değerler ortaya çıkmaktadır (-350mV). Redoks potansiyeli düştükçe ortamda oksijen azalır ve sülfat redüksiyonu artar (Özbek vd. 1995). Nitekim Karagöl profili topraklarında yüzeyden aşağı doğru inildiğinde havasız koşulların artması sebebi ile oksijenin azalmış olduğu ve bunu takiben Rx reaksiyonlarının göreceli olarak düştüğü görülmektedir. Özellikle uzun süre su altında kalan sulak alan topraklarının Rx potansiyellerinin düşük olması ve sülfat içeriklerinin artmış olması beklenir. Araştırma alanında bulunan Rx değerleri de yüzeyden itibaren belirli bir azalma göstermesine rağmen çok düşük değerlere ulaşmamıştır. Karagöl profili topraklarının taban suyundan etkilenen organik katmanlarında 3Oa horizonunda 373 mV ile başlayan Rx potansiyeli değeri 3Oe horizonunda 127 mV ve 3Oi horizonunda da iyice azalan oksijen miktarına bağlı olarak 96 mV olarak tespit edilmiştir. Oksijenin az olduğu yani su ile doymuş koşulların hakim olduğu topraklarda mikroorganizmalar elektron akseptörü olarak O₂ yerine diğer maddeleri kullanırlar. Önce NO₃ ve Mn-oksitler yüksek redoks potansiyelleri nedeniyle indirgenirler. Böylece indirgenmiş bileşiklerin artışı ile redoks potansiyelinde de bir düşme görülür. Söz konusu bilgiler Karagöl profili topraklarının organik katmanlarında hala su ile doymuş koşulların varlığını dolayısıyla buranın yakın geçmişe kadar bir sulak alan olduğunu ancak, yüzeye doğru artan Rx potansiyeli değerlerinin yaşanan degradasyonun kanıtı olarak kabul edilmesi gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

Karagöl profili topraklarının toplam N kapsamı, mineral horizonlarda %0.43-0.70, organik horizonlarda ise %1.74-1.87 arasında ve çok iyi düzeyde olduğu bulunmuştur. Karagöl profili topraklarının gerek mineral horizonlarında ve gerekse organik horizonlarında OM değerlerinin yüksek olması nedeni ile toplam N içeriklerinin de yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim Sönmez (2002) Elmalı yöresinde yaptığı çalışmada toprakların OM içerikleri ile N içerikleri arasında %5 düzeyinde önemli bir istatistiki ilişki bulmuştur. Yine Toktok (1997) yaptığı çalışmada peat örneklerinde profillerin gelişme sürelerine göre N içeriklerinin değiştiğini, yüzeyden itibaren aşağı inildikçe N içeriğinin de azaldığını tespit etmiştir. Söz konusu bulgu Karagöl profilinde yapılan N analizi ile uyum göstermektedir. Gelişme sürelerine ve derinliğe bağlı olarak toplam N miktarları da değişmiştir.

OM, mineral horizonlarda %9.08-12.40, organik horizonlarda ise %66.35-62.38 arasında ve çok yüksek sınıflarında bulunmuştur. Söz konusu bu bulgular, diğer pek çok araştırmacının işaret ettiği değerler ile büyük bir uyum göstermektedir. Nitekim Toktok (1997) Göller yöresinde yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Levesque ve Mathur (1986), Kanada'da organik topraklar üzerinde yaptıkları çalışmalarda OM içeriğinin bitki çeşidine göre değişmekle birlikte %46.25-93.07 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Arazi çalışmaları ve gözlemleri ile toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçları, Karagöl profili topraklarının bir süre öncesine kadar tamamen organik topraklar olduğunu işaret etmektedir. Ancak göl alanında degradasyonun başlaması ile yüzeydeki organik madde hızla mineralize olarak hatta yanarak uzaklaşmış ve %20'nin altına düşmüştür. Uluslararası kriterlere göre OM miktarının %20'nin altında olması söz konusu toprakların organik nitelikli olmadığını gösterir. Bu nedenle Karagöl topraklarının yüzeydeki horizonları, organik maddece çok zengin mineral horizonlar olarak tanımlanmıştır. Yaklaşık 50 cm'den sonra gelen gömülü horizonlar ise sahip oldukları OM içerikleri ile organik horizonlar olarak sınıflandırılmışlardır.

Karagöl profili topraklarının OP içerikleri yapılan analiz sonucunda mineral horizonlarda %0.0064-0.0083, organik horizonlarda ise %0.0022-0.0314 arasında olduğu belirlenmiştir. Kacar'a (1995) göre, topraklarda toplam fosforun yarısından daha

az bir bölümünü OP oluşturmaktadır. Kuşkusuz bu durum çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Türkiye topraklarının OP fosfor kapsamı üzerine araştırmalar yok denecek kadar azdır. Kacar (1995) Çukurova yöresi topraklarının OP kapsamını araştırmış ve OP miktarının %0.00102-0.01392 arasında değiştiğini ortalama miktarın %0.00733 olduğunu saptamıştır. Karagöl profili toprakları incelendiğinde OM miktarının artışına bağlı olarak OP miktarında arttığı gözlenmektedir. Organik maddece zengin olan sulak alan topraklarında OP miktarının da yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Nitekim söz konusu profilde en fazla OM ve en çok ayrışmanın olduğu organik horizon 3Oa horizonu olduğu için OP miktarı da bu horizonunda en yüksek çıkmıştır. Bu da göstermektedir ki toprak profilinin yüzeyinde yaşanan çok hızlı bir ayrışma ve hatta yanma sonucu OP beklenilenin altında bulunurken, geçmişte doğal koşullarda ayrışmaya başlayan 3Oa horizonundaki OP miktarı ise yüksek olarak bulunmuştur. Bu da söz konusu göl alanının degradasyon boyutlarını ortaya koymak açısından önemli bulgu olarak kabul edilmelidir.

Söz konusu topraklarda yapılan toplam demir ve mangan analizleri sonuçları değerlendirildiğinde mineral horizonlarda 11365-17830 mg/kg arasında değişen toplam Fe'in organik horizonlarda gittikçe azalarak 9045-5770 mg/kg değerine kadar düştüğü tespit edilmiştir. Mengel ve Kirkby (1987) Fe^{+2} ve Fe^{+3} 'ün çözünürlüğünün artan pH değeri ile azaldığını, inorganik demirin çözünürlüğünün nötral bölgede çok az olduğunu belirtmişlerdir. Aktaş'a (1995) göre topraklarda havasız koşulların oluşması halinde Fe^{-3} , Fe^{+2} 'ye indirgenir ve Fe'in çözünürlüğünde artış olur. İyi havalandırılan topraklarda ise Fe^{-2} , Fe^{+3} 'e yükseltgenir ve yükseltgenme sırasında toprak pH'ı düşer. Aynı profilin değişik derinliklerinde Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonlarının oranları değişebilmektedir. Profilin alt katmanlarında havalandırma az olabilmekte ve buralardaki Fe^{+2} iyonlarının miktarı, profilin üst katlarına oranla daha fazla olabilmektedir. Böylece toprakta üst katlardan alt katlara inildikçe redoks potansiyeli genellikle düşmektedir. Karagöl profili topraklarında Fe içeriğinin yüksek olarak bulunmuş olması da literatürle büyük bir uyum göstermektedir. Zira söz konusu topraklar, yılın önemli bir bölümünde su ile doymun durumdadırlar ve aynı zamanda yüksek OM nedeni ile inorganik Fe'in yanı sıra kileyt formunda olan Fe miktarının da yüksek olduğu düşünülmektedir. Nitekim söz konusu profilin özellikle organik katmanlarında ayrışma düzeyi dikkate alındığında, sırasıyla ayrışmanın en fazla

olduğu 3Oa horizonunda 9045 mg/kg ile en yüksek, 3Oe horizonunda 6192 mg/kg ile üstündeki horizonza göre daha az ve ayrışmanın en az olduğu 3Oi horizonunda ise 5770 mg/kg ile en düşük değerde tespit edilmiştir.

Toplam Mn değerlerinin ise mineral katmanlarda 241-543 mg/kg iken organik katmanlarda düzenli olmasada bir azalma göstererek 3Oi horizonunda 140 mg/kg değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Toprakların değişen Mn kapsamlarının 10-1000 ppm arasında olduğu Thomson ve Troeh tarafından bildirilmektedir. Mn, toprakta Mn^{+2} , Mn^{+3} ve Mn^{+4} değerlikli bileşikler halinde bulunabilmektedir. Toprakda Mn'nin hangi değerlikte bulunacağını genellikle oksidasyon-redüksiyon koşulları belirlemektedir. Redüksiyon koşulları hakimse Mn^{+2} formundadır. Havalanmanın yetersiz olduğu ıslak topraklarda hakim olan indirgen koşullar, alınabilir Mn miktarını da arttırmaktadır (Aktaş, 1995). Karagöl profili toprakları yılın büyük bir kısmında su ile doymun olduğu için redüktif reaksiyonların hakim olduğu ve profilin yüzeyinden itibaren derinlere gidildikçe Mn^{+2} 'nin miktarının artmış olduğu düşünülmektedir. Derinlikle birlikte azalan toplam Fe ve Mn miktarlarının pek çok faktöre bağlı olmakla beraber OM ve kireç ile bağlantılı olduğu da düşünülmektedir. Sulak alan tanımlanmasında ve degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılmasında Fe ve Mn içerikleri, toprakların oksidasyon ve redüksiyon koşulları ile direkt ilişkili olduğu için büyük önem arzetmektedir. Bu sebeple sulak alan topraklarının degradasyon düzeyinin ortaya çıkarılacağı topraklarda mutlaka toplam Fe ve toplam Mn analizleri yapılmalıdır.

4.1.1.3. Karagöl profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları

Daha önceki bölümlerde eski Karagöl sulak alanının substrat özellikleri, uluslararası toprak genetiğinin kalitatif ve semikantitatif kuralları çerçevesinde değerlendirilerek söz konusu bu alanın sulak alan özelliklerini taşıyıp taşımadığı ve eğer bu alan degradasyona uğradı ise bu degradasyonun nedenleri ve düzeyleri de toprak genetiğinin kuralları içerisinde saptanmaya çalışılmıştır. Bu bölümde ise toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kalitatif ve semikantitatif ilişkileri ile birlikte bu özellikler arasındaki ilişkilerin kantitatif olarak da belirlenip belirlenemeyeceğinin

araştırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda, kantitatif olarak belirlenen kimi toprak özelliklerinin birbirleri arasındaki ilişkiler, korelasyon ve regresyon analizleri ile istatistiki olarak sorgulanmıştır. Söz konusu bu sorgulamanın sonuçları ise aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.3'ten de anlaşılacağı üzere Karagöl topraklarının OM içerikleri ile CaCO_3 miktarları arasında %1 düzeyinde önemli ve negatif bir ilişki saptanmıştır. Söz konusu ilişkinin korelasyon katsayısı da oldukça yüksek bulunmuştur. OM içeriği ile CaCO_3 miktarı arasındaki bu negatif ilişki, muhtemelen toprakta artan CaCO_3 miktarının mikroorganizma faaliyetlerini de arttırması ve buna bağlı olarak da organik maddenin ayrışmasının hızlanmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Andresse (1988), kimi ötrofik peatlerde ortamın kireççe zengin olduğunu ve Sönmez'de (2002) toprakta artan CaCO_3 miktarının mikroorganizma faaliyetinin de artmasına ve bu yolla OM'nin ayrışmasındaki artışa paralel olarak toplam OM miktarında bir azalmanın ortaya çıktığını ifade etmektedir. Bu noktadan hareket edildiğinde, sulak alan topraklarının tanımlanmasında OM ile CaCO_3 arasındaki bu negatif ilişki, bir kriter olarak kullanılabilir gibi görünmektedir ancak OM'nin azalmasına neden olan mikroorganizma faaliyetlerinin aerob veya anaerob koşullarda mı olduğu konusuna bir açıklık getirememektedir. Bu nedenle söz konusu ilişkinin sulak alan degradasyonunun belirlenmesi aşamasında kullanılıp kullanılamayacağı hususu ileri araştırmalarla netleştirilmelidir.

Çizelge 4.3 Karagöl profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiler

İlişki	Korelasyon Katsayısı (r)
OM- CaCO_3	-0.983**
OM-N	0.995***
OM-KDK	0.967**
N-KDK	0.972**

n:5

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.1$

Araştırmada OM ile toplam N arasında %0.1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Söz konusu ilişki, toprak organik maddesinin ayrışması ile ilgilidir. Zira toprak organik maddesinin yapısında C, H, O, N, S, ve P gibi elementlerin yanı sıra değişebilir şekilde Ca ve Mg veya kompleks halde çok sıkı olarak bağlanmış Fe, Mn, Zn ve Cu bulunmaktadır (Özbek vd 1995). Dolayısı ile OM'nin ayrışarak artması sonucu ortama önemli miktarda N elementi bırakılmaktadır. Karagöl topraklarında kurutma ile OM ayrışması ilk başlarda olması gerektiğinden daha hızlı gerçekleşmiş hatta yüzeyde yanmalar yaşanmış ise de şu anda yüzeyde yüksek düzeyde bulunan OM'nin ayrışması devam etmektedir. OM ve N arasındaki ilişki organik hidrik toprak özelliği taşıyan sulak alanlarda dikkate alınması gereken bir kriter olarak düşünülmektedir.

Yapılan istatistiki değerlendirmelere göre OM miktarı ile KDK arasında da %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki saptanmıştır. OM'nin ayrışma ürünlerinden birisi olan humus, toprakta killerinkine benzer kolloidal yapıya sahip bir madde olarak kabul edilmektedir (Akalan 1987). OM' nin yapısındaki humusun ortaya çıkması, toprak ortamında katyonların tutulmasını artırmakta bu da KDK'nin artmasına neden olmaktadır. Humusun KDK'si ortalama 200 me/100g civarında olup parçalanma ve huminleşme derecesine göre değişmektedir (Özbek vd, 1995). Söz konusu Karagöl profili de OM'ce zengin hatta yaklaşık 50 cm'den sonra organik katmanları içermektedir. Dolayısıyla bu katmanlarda KDK, yaklaşık 90-120 me/100g olarak belirlenmiş ancak en yüksek değerine ayrışmasında en yüksek olduğu 3Oa horizonunda ulaşmıştır. KDK sulak alan topraklarının incelenmesinde her zaman bir kriter olarak kullanılmamıştır ancak bu araştırmadan da anlaşılacağı üzere KDK topraktaki ayrışmanın düzeyi ve miktarı hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. İşte bu noktadan hareketle sulak alan topraklarının degradasyon boyutlarının belirlenmesinde mutlaka dikkate alınması gereken bir toprak özelliği olarak düşünülmektedir.

Karagöl profili topraklarında toplam N ile KDK arasında ise %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Bir toprakta N miktarının artışı, OM' nin ayrıştığının bir göstergesidir, OM ayrışınca ortaya çıkan humus ise toprakta kolloid görevi görerek KDK'nin artmasına sebep olmaktadır (Akalan 1987). Söz konusu ilişki de

bir önceki paragrafta anlatılmış olan sulak alan degradasyonu kriterleri içerisinde, KDK özelliğinin mutlaka kullanılması gerektiğini bir kez daha istatistiki olarak ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak Karagöl profili topraklarının, arazideki morfolojik görünümüleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde, bir zamanlar daimi sulak alan niteliğini taşıdığı, ancak horizon dizilimi ve ayrışma düzeyleri dikkate alındığında sulak alan özelliklerinde birkaç dönem kesinti yaşamış olduğunu ve nihayet 1970'li yıllarda uygulanan kurutma işlemi ile de sulak alan niteliğinden uzaklaşmaya başladığını ve mevcut hali ile sulak alan olmadığı gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle söz konusu alanda yoğun olarak yapılan torf ticaretinin acilen durdurularak bu alanın korunması sağlanmalı, bilimsel anlamda farklı dallardaki uzmanların yapacağı biyolojik, hidrolojik, çevresel vd. araştırmalar dikkate alınarak bu alanın gelecekteki kullanımı konusunda bir karara varılmalı ve bu karar acilen uygulamaya konulmalıdır.

4.1.2. Avlan Gölü topraklarının morfolojik özellikleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları

Araştırma alanının Antalya ili Elmalı ilçesi sınırlarında yer alan profillerinden ikincisi olan Avlan profili, Avlan gölü mevkiindeki, tünel girişinin 1250 m kuzey doğusunda ve yaklaşık 1024 m kotunda açılmıştır. Önemli bir kısmında tarımsal üretim yapılan alan, eski göl tabanı fizyoğrafik ünitesinde ve lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiş ve düz düze yakın bir topoğrafyada yer alan topraklara sahiptir. Avlan profilinin morfolojik özellikleri ile fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

4.1.2.1. Avlan profili topraklarının morfolojik özellikleri

Söz konusu bu çalışmada Avlan olarak isimlendirilmiş topraklar, yüzeyden itibaren yaklaşık olarak 2 m derinliğinde açılan bir profilde tanımlanmış ve genetiksel

horizonlarının A1/AC/C1/2C1/2Cg2 şeklinde bir dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre profilde iki farklı dönemin depolanma ürünleri yer almaktadır ve profilin yaklaşık 58-60 cm'lik derinliğinden sonra bir önceki depolanma döneminin ürünü olan 2C horizonlarına geçiş başlamaktadır. Tüm profil kil (C) tektürlü olup aşırı kireçli ve masif sütrüktürel yapıdadır. Yüzeyden itibaren yaklaşık 17 cm'lerden sonra başlayan pas lekeleri, drenaj sınıfının fena olduğunu göstermektedir. Avlan profili yılın büyük bir kısmında su ile kaplı bir profil olması nedeni ile otsu bitki örtüsü dışında bir bitki örtüsüne sahip değildir. Diğer taraftan profil çukurunun kuzeyinde kalan ve taban suyunun daha derinlerde olduğu arazilerde ise tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir. Avlan profilinin morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
A1	0-17	Kahverengimsi gri (10 YR 5/1 yaşı); kil; masif; sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik (yaşı); aşırı kireçli; az yoğun saçak kök; az yoğun canlı kabukları; belirgin düz sınır.
AC	17-30	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2 yaşı); kil; masif; sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik(yaşı); aşırı kireçli; orta yoğun pas lekeleri ve orta yoğun kayma yüzeyleri; belirgin düz sınır.
C1	30-58	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2 yaşı); kil; masif; sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik(yaşı); aşırı kireçli; orta yoğun pas lekeleri ve orta yoğun kayma yüzeyleri; belirgin düz sınır.

2C1	58-85	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2 yaş); kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik(yaş); aşırı kireçli; çok yoğun pas lekeleri ve çok yoğun kayma yüzeyleri; orta yoğun tatlısu canlı kabukları; belirgin düz sınır.
2Cg2	85+	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2 yaş); kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik(yaş); aşırı kireçli; çok yoğun pas lekeleri ve çok yoğun kayma yüzeyleri; orta yoğun tatlısu canlı kabukları; az yoğun Mn konkresyonları; belirgin düz sınır.

Yeri : Tünel girişinin yaklaşık 1250 m kuzey doğusu
Yükseklik : 1024 m
Fizyografya : Eski Göl tabanı
Taşlılık : Yok
Drenaj : Fena
Bitki Örtüsü : Doğal otlar
Ana materyal : Lakustrin

Yukarıda açıklandığı üzere Avlan profili, incelenen yaklaşık 2 m' lik derinlik içerisinde A1/AC/C1/2C1/2Cg2 şeklinde belirlenen horizon dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu dizilim, Elmalı çanağının Avlan profili kısmında yer alan bölümünün birikim sürecini iki farklı jeolojik dönemde tamamlamış olduğunu göstermektedir. Yaklaşık 17 cm'lerden sonra başlayan ve bütün profil boyunca devam eden pas lekelerinin (indirgenme – özellikle de yükseltgenme zonları) varlığı, söz konusu bu toprakların mevcut hali ile daimi sulak alan niteliğini taşımadığının önemli bir göstergesidir. Diğer taraftan Elmalı çanağında 1026 m kotunda incelenen ve bir önceki bölümde verilen Karagöl profiline kıyasla daha çukur bir topoğrafyada yer alan ve 1024 m kotunda

incelenen Avlan topraklarının, daha çukurda yer almasına karşın Karagöl toprakları kadar sulak alan niteliğini taşımıyor olması da açıklığa kavuşturulması gereken diğer bir husustur. Nitekim Karagöl topraklarının yüzeydeki ve yüzeyin hemen altındaki mineral katmanlarında yaklaşık %9-12 arasında olan organik madde, Avlan profilinin aynı mineral katmanlarında yaklaşık %1.5-2.5 düzeyinde kalmıştır. Karagöl profiline kıyasla daha düşük OM içeriğine sahip olan Avlan profilinde buna karşılık daha yüksek bir kil miktarı tespit edilmiştir. Söz konusu bu bulgular, bir zamanlar Karagöl ile Avlan Gölünün tek bir ana gl sistemi içerisinde yer aldıklarını, Karagöl bölgesinin söz konusu bu ana gl sisteminin kıyı kesimini, Avlan gölünün ise bu ana sistemin merkezini diğer bir deyişle ana gl sisteminin su yükü en derin bölgesini oluşturduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda düşünüldüğünde, araştırma alanının daha sığ olan gl kıyılarında (Karagöl gibi) su seviyesinin düşük olması, güneş işınlarının gl tabanına kadar ulaşmasına ve bu ortamdaki bitkisel materyallerin fotosentez yapmasına olanak sağlamak suretiyle gölün kıyı kesimlerinde yoğun bir vejetatif gelişimin gerçekleşmesine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da yıllar boyu süren bitkisel materyal birikimi, bu yörelerde organik toprak oluşumunu ve gelişimini sağlamaktadır. İşte söz konusu bu işlemler de bir önceki bölümde tanımlanan Karagöl toprak profilinde tespit edilen organik katmanların varlığının nedenlerini ispat etmektedir. Buna karşılık ana gl sisteminin en çukur ve su seviyesinin en yüksek olduğu Avlan Gölü tabanında ise güneş işınlarının tabana kadar ulaşamaması nedeniyle bitkisel materyaller gelişememekte ve yine en ince mineral materyaller ile bir kısım suda çözünmüş ve askı yükler (genellikle silt ve kil boyutundaki parçacıklar) gölün en derin yerlerinde birikmek suretiyle organik maddesi düşük, organik birikimlerden de yoksun ağır killi bir sulak alan substratının oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerle 1970’li yıllarda kurutulmaya başlanan Avlan gölü, kısa sürede degradasyona uğrayarak önce hidrolojik sonra da zaten çok az gelişebilmiş olan biyolojik özelliklerini önemli ölçüde kaybetmişlerdir. Buraya kadar yapılan açıklamalar dikkate alındığında, yörede gerçekleşen iklimsel değişimlere bağlı olarak su derinliğinde jeolojik süreçler içerisinde çeşitli değişimleri yaşamış olan Avlan gölünün eskiden daimi bir sulak alan olduğu ve bu alanın daha önce tanımlanan ana gl sisteminin en derin yerini oluşturduğu ve nihayet 1970’li yıllardaki ani kurutma çalışmaları neticesinde de sulak alan niteliklerini hızla kaybettiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Renk, A1 horizonu hariç bütün profilde grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2), A1 horizonunda ise yüzeydeki bir miktar organik maddenin de katılımı ile kahverengimsi gri (10YR 5/1) renge dönüşmüştür. Sulak alan topraklarında renk değişken bir özellik olmakla birlikte, NHDES'in (1997) hidrik toprakların arazi koşullarında tanımlanmasına ilişkin verdiği kriterlerle, Avlan profili topraklarının renk özellikleri arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Nitekim hidrik topraklarda yüzey ve yüzeyaltı katmanları için izin verilen renk değerleri NHDES'e (1997) göre B tipi sulak alan substratlarından araştırma alanı topraklarına en yakın olan 1.1 nolu topraklar için yüzeyde value 3 veya daha düşük kroma değerleri 2 veya daha düşük, yüzey altında ise value 4 veya daha yüksek kroma değeri 1 veya daha düşük olmasına karşılık Avlan topraklarının yüzey katmanındaki renginin valüsü 5 ve kroma değeri de 1 olarak bulunmuştur. Buradan da görüleceği üzere Avlan profilinin renk özelliklerinden kroma, hidrik toprak özelliğini karşılayabilir iken value değerleri bu kriterleri karşılamaktan uzaktır. Bu sonuç da söz konusu bu profilin hidrik toprak özelliğini ya hiç taşımadığını veya bu özelliğini daha sonra kaybettiğini göstermektedir.

Avlan profilinde strüktür gelişimi gözlenmemiş olup tüm profil masif yapıdadır. Masif strüktür, söz konusu bu toprakların karasal ortama kavuştuktan sonra çok uzun süreler geçirmediğinin çok açık bir göstergesidir. Kıvam özelliği ise tüm profilin yüksek kil içeriğine bağlı olarak A1, AC, C1 ve 2C1 horizonlarında nemli iken sıkı 2Cg2 horizonunda çok sıkı ve yaş kıvamda yapışkan ve plastik ile çok yapışkan, çok plastik olarak bulunmuştur. Söz konusu bu bulguda bu toprakların göl çanağının en derin yörelerinde yer aldığı ve fluviyal ve lakustrin jeomorfolojik prosesler içerisinde boylamasına dereceleme olarak tanımlanan işlemin bu bölgede sonuçlanarak en ince mineral materyaller ile çözünmüş yüklerin bu yörelerde depolandığının açık bir kanıtıdır.

Çevre arazilerin kireççe zengin karbonat ve bikarbonatları içermesi nedeni ile bu bölgelerden gelen yüzey sularının içerisinde çözünmüş yük olarak bulunan CaCO_3 'ün varlığına bağlı olarak, profilin bütün horizonları aşırı kireçli bulunmuştur. Kirecin topraktan yıkanarak uzaklaşması için çok uzun süreler geçmesi gerektiği bilindiğine göre,

Avlan profili topraklarının aşırı kireçli olması, bu toprakların yakın zamanda karasal ortama kavuşmuş, genç topraklar olduklarının da diğer bir göstergesi olarak kabul edilmelidir.

4.1.2.2. Avlan profil topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Avlan profilinden genetik horizon esasına göre alınan (Soil Survey Staff 1998) toprak örneklerinde, fiziksel toprak özelliklerinden toprak tekstürü (bünye), kimyasal toprak özelliklerinden ise kireç (CaCO_3), tuz (EC), kation değişim kapasitesi (KDK), değişebilir kasyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH), redox potansiyeli reaksiyonları (Rx), organik madde (OM), organik fosfor (OP), toplam azot (N), toplam demir (Fe) ve toplam mangan (Mn) analizleri yapılarak, elde edilen analitik veriler sulak alan substratlarına ilişkin mevcut kriterler kapsamında değerlendirilmiştir.

Avlan profili topraklarının tekstür bileşiminin ortalama %65.6 sını 2 mikrondan daha küçük mineral parçacıklar olan killer oluşturmaktadır. Profildeki kireç (CaCO_3), %23-36 arasında olup tüm profil aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. Toprak reaksiyonu (pH) değerleri, A1 horizonunda 7,8 ile başlayıp AC ve C horizonlarında 8.0 değerine kadar artarak hafif alkaliden, alkali karaktere geçmiştir. 2C1 horizonunda 7.7 olarak ölçülen pH 2Cg2 horizonunda 7.4'e düşmüştür ve bu iki horizontdaki pH değerleri hafif alkali sınıfında yer almaktadır. Redoks potansiyelleri (Rx) 232-312 mV arasında olan söz konusu profilin organik madde (OM) içerikleri, A1 horizonunda %2.45 ile başlayıp profil boyunca azalarak düşük ve nihayetinde 2Cg2 horizonunda %0.77 ile çok düşük sınırlarına kadar ulaşmıştır. Kation değişim kapasitesi (KDK) 20.33-28.55 me/100g arasında olan Avlan profili topraklarının değişebilir kasyonları (DK) ise baskınlık sırasına göre Ca, Mg, K, Na şeklinde bir dağılım göstermektedir. Tuzluluk (EC), 0.21-1.25 dS/m arasında belirlenmiş olup tüm katmanlar tuzsuz sınırlarındadır. Toplam Azot (N), %0.049-1.104 arasında olup yüzeyden itibaren orta, fakir ve çok fakir olarak devam etmektedir. Organik fosfor (OP) değerleri ise %0.0023- 0.0229 arasında tespit edilmiştir. Avlan profili topraklarının toplam Fe içerikleri 29725 – 37740 mg/kg ve toplam Mn içerikleri ise 880-1118 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Avlan profilinin ortalama kum içeriği %3.84, ortalama silt içeriği %30.56 ve ortalama kil içeriği de %65.6 olarak tespit edilmiş ve tüm profil kil (C) tekstür sınıfına dahil edilmiştir. Avlan profili topraklarının içerdikleri çok yüksek kil ve masif strüktürel yapılara bağlı olarak geçirgenliklerinin çok düşük olduğu, arazi çalışmaları sırasında da belirlenmiştir. Göl sistemlerinin oluşumunda yüzey suları ile getirilen materyallerin kabadan inceye doğru biriktirildiği bilindiğine göre ve Avlan profili de göl aynasına en yakın noktadan açıldığı için, profilde ince materyallerin bulunması ve tekstürün kil olması beklenen bir sonuçtur. Bu sonuçlar da Avlan profili ile temsil edilen bu alanın geçmişte bir sulak alan olduğunu ve sözü edilen bu sulak alanında en derin yerinin Avlan profilinin çevresi olduğunu göstermesi bakımından son derece önemli bir bulgudur.

Avlan profili topraklarının CaCO_3 içerikleri incelendiğinde, %23.4-36.0 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre tüm profil aşırı kireçli sınıfta yer almaktadır. Söz konusu bu toprakların yer aldığı göl tabanının etrafı, karbonatlarca zengin yüksek dağlık araziler olarak belirlenmiş olan tortul kayaçlarla çevrili bulunmaktadır. Söz konusu bu yüksek arazilerden akıp gelen kireççe zengin sular ile beslenen bu alan topraklarının kireç içeriklerinin yüksek olmaları son derece doğaldır. Bununla birlikte söz konusu bu alanda yayılım gösteren toprakların, yukarıda da ifade edildiği üzere ağır killi oluşları ve geçirgenliklerinin de düşük olması nedeniyle profildeki kireç daha aşağılara yıkanamamış ve yakın geçmişte kurutulan bu ortamdaki toprakların kireççe zengin olarak bulunmalarına neden olmuştur.

Avlan profilinde EC, 0.21-0.25 dS/m arasında tespit edilmiştir ve tüm profilin tuzsuz olduğu belirlenmiştir. Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre Elmalı ilçesi topraklarında herhangi bir tuzluluk problemi olmadığı ifade edilmiştir. Yapılan tuzluluk analiz sonuçları literatürü destekler niteliktedir. Tıpkı Karagöl profilinde olduğu gibi Avlan profilinde de Cl , SO_4 ve CO_3 kökleri, doğrudan topraktan bir buharlaşmanın bulunmaması ve profilde çözelti halinde bulunan bu köklerin sürekli olarak üzerlerindeki su yükü ve bu suyun kimyasal bileşim konsantrasyonlarına bağlı olarak aşağıya (profilin derinliklerine) doğru

hareket ettirilerek çok derinlere gitmiş ve bu sebeple de tuzsuz (düşük EC değerleri) olarak bulunmalarına neden olmuştur.

Avlan profili topraklarının KDK içerikleri 20.33-28.55 me/100g olarak tespit edilmiştir. KDK değerlerinin tüm profile yüksek olduğu ancak en yüksek değere kil içeriğinin en yüksek olduğu 2Cg2 horizonunda ulaştığı belirlenmiştir. Söz konusu toprakların genç olmaları, 2:1 tipi kil minerallerince zengin olduklarının da bir göstergesidir (Dinç ve Şenol, 1997). Diğer taraftan toprakların KDK içerikleri, kil ve humus miktarına bağlı olarak değişmektedir. Avlan profilindeki kil içeriği dikkate değer ölçüde yüksek olduğu için, kolloid özelliğe sahip olan söz konusu bu kil mineralleri nedeniyle bu toprakların KDK'lerinin de yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte Avlan profilinin KDK değerleri, sulak alanların tipik özelliği olan yüksek OM miktarına sahip olamadığı için beklenildiği kadar yüksek çıkmamıştır. Bu husus da söz konusu bu alanların, eski gölün en derin su yükü bulunan alanları olduğunu ve bu nedenle de yeterli miktarda bir biyolojik (organik) materyalin birikmediğini desteklemesi bakımından önemli görülmektedir.

Avlan profili topraklarında arazide Pt - AgCl elektrot kullanılarak yapılan pH ölçümlerinde, toprak reaksiyonunun 7.4-8.0 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Söz konusu toprakların pH değerleri, yöre topraklarında yapılan diğer çalışmalar ile de uyum içerisindedir. Nitekim Sönmez (2002), Elmalı yöresinde yaptığı bir çalışmada 0-60 cm'lik toprak derinliği içerisinde pH değerlerini 7.5-8.2 (hafif alkali-alkali) sınırları arasında tespit etmiştir. Yine Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlanmış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre, Elmalı ilçesi tarım topraklarının % 94.5'inin pH'sı 7.6-8.5 değerleri arasında değişmektedir. Bilindiği üzere toprakların bazla doygunluk derecesi arttıkça, pH'ları da yükselmektedir. Çizelge 4.4'den de görüleceği üzere Avlan profili topraklarının bazla doygunlukları oldukça yüksektir. Çevre arazilerden sularla taşınarak göl ekosistemine depolanan bazik katyonlar, tıpkı Karagöl topraklarında olduğu gibi Avlan profili topraklarında da pH'nın yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

Avlan profilinde pH belirlemede olduğu gibi arazide horizon bazında Pt-AgCl referans alınan bir elektrotla yapılan Rx okumaları sonucunda profilin Rx düzeyinin 232-312 mV arasında değiştiği belirlenmiştir. Özellikle 2Cg2 horizonunda pH'nın ve Rx potansiyelinin en düşük olduğu, pH arttıkça ve yüzeye yaklaşıldıkça Rx potansiyelinde arttığı tespit edilmiştir. Bilindiği üzere anaerob koşulların hakim olduğu sulak alan topraklarında havasız koşullarda Rx değerlerinin yüzeyden aşağı doğru azalması gerekmektedir. Yapılan Rx okumalarında söz konusu bulgunun Avlan profilinde de olduğu ancak mevcut hali ile (kurak dönemin sonu) daimi sulak alan özelliği taşımadığından, yüzeyden aşağı doğru düzenli bir düşüş gösterse de, Karagöl profiline nazaran daha yüksek pH ve buna bağlı olarak da daha yüksek Rx koşulları içerdiği belirlenmiştir.

Avlan profili toprakları toplam N kapsamının, %0.05-0.10 arasında değiştiği A1 horizonunda orta, AC ve C1 horizonlarında fakir ve 2C1 ve 2Cg2 horizonlarında da çok fakir olduğu tespit edilmiştir. Avlan profilinin OM değerlerinin düşük olması, bu toprakların N içeriklerinin de düşük olarak bulunmasına neden olmuştur. OM değerinin düşük olması bu alanda birikecek kadar bitkisel materyalin gelişemediğini bir başka deyişle söz konusu bu alanın Elmalı Göl çanağının en derin noktalarından birisi olduğunun çok açık bir kanıtıdır.

Avlan profili topraklarında OM %0.77-2.45 arasında olup bu değerler A1 horizonunda yeterli sınıfta iken AC ve C1 horizonlarında düşük, 2Cg2 horizonunda ise çok düşük sınırlarında bulunmuştur. Bu bulgu da yukarıdaki paragrafta açıklanan hususu destekler niteliktedir. Söz konusu toprakların OP içerikleri yapılan analiz sonucunda %0.0023-0.0229 arasında belirlenmiştir. Avlan profili toprakları incelendiğinde OM miktarının artışına bağlı olarak OP miktarında arttığı gözlenmektedir. Kacar'a (1995) göre topraklarda toplam fosforun yarısından daha az bir bölümünü organik fosfor oluşturmaktadır. Kuşkusuz bu durum çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Bu faktörlerin başında OM miktarı, ayrışma düzeyi, OM'nin içeriği, ortamdaki kireç miktarı vb özellikler sayılabilir. Avlan profilinin Karagöl profiline oranla daha düşük OM içerdiği bilinmektedir. Buna rağmen OP miktarının beklenilenin üstünde çıkmasının nedeni tam olarak açıklanamamıştır.

Çizelge 4.4. Avlan profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Kireç %	Tuz dS/m	KDK me/100g	Değişebilir Katyonlar Me/100g				pH	Rx (mV)	Organik Madde %	Organik Fosfor %	Toplam Fe mg/kg	Toplam Mn mg/kg	N %	Bünye Dağılımı %			Bünye
					Na+	K+	Mg++	Ca++								Kum	Silt	Kil	
A1	0-17	23.48	0.25	23.59	0.13	0.60	5.58	28.66	7.8	312	2.45	0.0229	36120	1100	0.10	1.44	34.56	64.00	C
AC	17-30	26.21	0.25	24.79	0.11	0.38	6.71	28.41	8.0	306	1.29	0.0110	37740	1118	0.08	3.44	28.56	68.00	C
C	30-58	36.09	0.22	20.33	0.10	0.38	7.69	25.68	8.0	303	1.29	0.0070	29725	880	0.08	3.44	36.56	60.00	C
2C1	58-85	34.59	0.21	23.29	0.12	0.36	10.22	24.66	7.7	301	1.03	0.0023	31035	890	0.05	5.44	32.56	62.00	C
2Cg2	85+	27.07	0.25	28.55	0.18	0.38	65.76	24.15	7.4	232	0.77	0.0035	33570	1002	0.07	5.44	20.56	74.00	C

Söz konusu topraklarda yapılan toplam demir ve mangan analizleri sonuçları değerlendirildiğinde iki farklı depolanma ürünü olan bu topraklarda ikincisinde (A1, AC ve C horizonlarında) toplam Fe içeriğinin 29725-37740 mg/kg arasında ve birinci depolanma döneminde ise (2C1, 2Cg2) toplam Fe'in 31035-33570 mg/kg değerine kadar düştüğü tespit edilmiştir. Aktaş'a (1995) göre topraklarda havasız koşulların oluşması halinde Fe^{+3} , Fe^{+2} 'ye indirgenir ve Fe'in çözünürlüğünde artış olur. İyi havalandan topraklarda ise Fe^{+2} , Fe^{+3} 'e yükseltgenir ve yükseltgenme sırasında toprak pH'ı düşer. Aynı profilin değişik derinliklerinde Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonlarının oranları değişebilmektedir. Profilin alt katmanlarında havalandan az olabilmekte ve buralardaki Fe^{+2} iyonlarının miktarı, profilin üst katlarına oranla daha fazla olabilmektedir. Böylece toprakta üst katlardan alt katlara inildikçe redoks potansiyeli genellikle düşmektedir. Avlan profili topraklarında Fe içeriğinin yüksek çıkmasının nedeni literatürle uyum göstermektedir. Zira söz konusu topraklar yılın önemli bir bölümünde su ile doymun durumdadırlar.

Toplam Mn değerlerinin ise son dönem depolanma ürünü olan mineral katmanlardan (A1, AC ve C horizonlarında) toplam Mn içeriğinin 880-1118 mg/kg arasında ve önceki depolanma döneminde ise (2C1, 2Cg2) toplam Mn'ın 890-1002 mg/kg değerine kadar düştüğü tespit edilmiştir. Toprakların değişen Mn kapsamı 10-1000 ppm arasında olduğu bildirilmektedir. Diğer taraftan Mn, toprakta Mn^{+2} , Mn^{+3} ve Mn^{+4} değerlikli bileşikler halinde bulunabilmektedir. Yine toprakda Mn'in hangi değerlikde bulunacağını ortamdaki oksidasyon-redüksiyon koşulları belirler. Redüksiyon koşulları hakimse Mn^{+2} formundadır. Havalandan yetersiz olduğu ıslak topraklarda hakim olan indirgen koşullar, alınabilir Mn miktarını da arttırmaktadır (Aktaş, 1995). Avlan profili toprakları yılın büyük bir kısmında su ile doymun olduğu için redüktif reaksiyonların hakim olduğu ve profilin yüzeyinden itibaren derinlere gidildikçe Mn^{+2} 'nin miktarının artmış olduğu düşünülmektedir. Nitekim yaklaşık 17 cm'den sonra başlayan pas lekeleri ve yaklaşık 80-85 cm'den sonra gözlenen Mn konkresyonları bu sonucu doğrular niteliktedir. Derinlikle birlikte azalan toplam Fe ve Mn miktarlarının pek çok faktöre bağlı olmakla beraber OM ve kireç ile bağlantılı olduğu da düşünülmektedir. Buraya kadarki açıklamalar dikkate alındığında sulak alan tanımlanmasında ve degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılmasında Fe ve Mn içerikleri, toprakların

oksidasyon ve redüksiyon koşulları ile direkt ilişkili olduğu için büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple sulak alan topraklarının degradasyon düzeyinin ortaya çıkarılacağı topraklarda mutlaka toplam Fe ve toplam Mn analizleri yapılmalıdır.

4.1.2.3. Avlan profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları

Avlan profilinden genetik horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon ve regresyon analizi uygulanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Avlan profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiler

İlişki	Korelasyon Katsayısı (r)
OM-OP	0.964**
Kil-KDK	0.967**
EC-CaCO ₃	-0.930*
Mg-Rx	-0.996***
N-OP	0.897*

n:5

***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.1

Avlan profili topraklarının OM ile OP içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki saptanmıştır. Söz konusu bu ilişki, Akalan’ın (1987) belirttiği üzere OM’nin yapısında önemli miktarlarda bulunan organik orjinli fosfor bileşiklerinin mikroorganizma faaliyetleri ile ayrıştırılarak basit fosforlu bileşikler haline dönüştürülmesinden kaynaklanmaktadır. Ortamda basit organik bileşikler halinde bulunan fosfor ise mineralize olarak toprak çözeltisinde çeşitli inorganik bileşikler oluşturmaktadır. Avlan profili toprakları çok yüksek OM içermese de ayrışma sonucu ortaya çıkan OP ile arasında istatistiki olarak pozitif bir ilişkinin olması bize, sulak alan

topraklarının ve degradasyon boyutlarının belirlenmesinde önemli olan OP değerlerinin mutlaka dikkate alınması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Avlan profilinin kil içeriği ile KDK arasında %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Özbek vd (1995) toprakların KDK, her şeyden önce kil fraksiyonuna bağlı olduğunu ve toprakların potansiyel KDK'lerinin kil minerallerinin ve OM'nin çeşidi ve miktarı tarafından kontrol edildiğini ifade etmişlerdir. Bu noktadan hareketle Avlan profili topraklarının KDK incelendiğinde, kil miktarındaki artışa paralel olarak KDK'ninde arttığı belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu alanın göl ekosistemlerinde en ince materyallerin taşındığı (askı ve çözünmüş yükler) merkez alanın diğer bir deyişle gölün en derin noktaları olduğunun bir diğer kanıtıdır. Sulak alan topraklarının tespitinde gerek organik hidrik topraklarda ve gerekse mineral hidrik topraklarda KDK değerleri, mutlaka dikkate alınması gereken kriterlerden birisi olarak gözetilmelidir.

Avlan profilinde EC ile CaCO_3 arasında %5 düzeyinde önemli negatif bir ilişki bulunmuştur. Kireçli bileşikler genellikle Ca ve Mg karbonatlar ile Na ve K karbonatlardan oluşmaktadır (Aydemir ve İnce, 1988). Ca ve Mg'ca zengin olduğu bilinen yöre topraklarında Na, DK'nın baskınlık sırasına göre en son sırasında yer almaktadır. Toprakta tuzluluğun Na ve Cl köklerinden kaynaklandığı düşünülürse Tuz ve CaCO_3 arasında negatif bir ilişkinin çıkması beklenebilir bir sonuçtur.

Avlan profilinde Mg ile Rx arasında %0.1 düzeyinde önemli negatif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakta pek çok bileşiğin olduğu gibi Ca ve Mg çözünürlükleri pH'ya bağlıdır. Redoks potansiyelinin düşmesi ortamda karakteristik pH değişikliklerini ortaya çıkarır. pH düştükçe Rx potansiyeli de düşer. Ayrıca redükte olmuş maddelerin oksidasyonu sırasında da pH düşer. Örneğin Alkalın topraklarda redükte edici koşullarda CO_2 ve organik asitlerin mikrobiyal üretimi sonucunda pH ve Rx potansiyeli düşer (Özbek vd.1995). Nitekim Avlan profilinde de Mg miktarı yüzeyden itibaren derinlere gidildikçe artarken, buna karşılık Rx potansiyeli değerleri, redüktif koşullar ve kısmen azalan pH değerleri ile birlikte yüzeyden itibaren aşağı doğru belirgin bir azalış

göstermiştir. Bu husus da Avlan profili topraklarının Karagöl profiline oranla daha yüksek bir pH'ya sahip olduğunu desteklemektedir.

Avlan profilinde toplam N ile OP arasında %5 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki saptanmıştır. Bir toprakta N miktarının artışı, OM' nin ayrıştığının bir göstergesidir OM ayrışınca ortaya çıkan pek çok yapıdan bir tanesi de OP bileşikleridir. Böylece N artarken OP miktarının da artması beklenen bir sonuçtur. OM içeriğince çok zengin olmayan Avlan profili topraklarında, var olan OM' nin ayrışması sonucunda da ortamdaki N ve OP miktarının artması ve bu artışın istatistiki olarak önem arzemesi, OP kriterinin, mineral sulak alanlarda bile olsa kullanılması gereken bir kriter olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Avlan profilinin yapılan morfolojik, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları göstermektedir ki, bir zamanlar daimi sulak alan özelliği taşıyan bu alan, devlet eliyle yapılan kurutma faaliyeti sonucunda degradasyona uğrayarak hızla sulak alan olma özelliğini yitirmiştir. Bununla birlikte bu alanın yeniden göl olması için yakın geçmişte çalışmalar başlatılması ve su tutulmasının sağlanması sonucunda tıpkı Karagöl profilinde olduğu gibi bu alanda da yılın büyük bir kısmında su ile doygun koşullar sağlanmıştır. Bu husus profildeki Rx potansiyel değişimlerinin izleri, yapılan arazi çalışmalarında bulunan morfolojik tespitlerde de yaklaşık 85 cm derinlikten itibaren gözlenen Mn^{++} birikimleri ile de desteklenmektedir. Ancak, Avlan profili toprakları, mevcut halleri ile uluslararası sulak alan niteliklerini taşımamaktadır.

4.1.3. Söğüt 1 topraklarının morfolojik özellikleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları

Araştırma alanının Antalya ili Korkuteli ilçesi sınırlarında yer alan Söğüt 1 profili, Söğüt kasabasının batısında Taşhöyük tepesinin 1500 m güney doğusunda ve yaklaşık 1395 m kotundaki bir alanda açılmıştır. Önemli bir kısmında tarımsal üretim yapılan bu alan, fizyoğrafik ünite olarak eski göl tabanı olarak tanımlanmış ve bu ünite üzerinde yer alan topraklar, lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiştir. Alan, düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Söğüt 1 profilinin morfolojik özellikleri ile fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

4.1.3.1. Söğüt 1 profili topraklarının morfolojik özellikleri

Bu çalışmada Söğüt 1 olarak isimlendirilmiş olan topraklar, yüzeyden itibaren yaklaşık 250 cm derinliğinde açılan bir profilde tanımlanmış ve genetiksel horizonlarının A1/2C1/2C2/3A1/3A2/4Cg şeklinde bir dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu bu tespitlere göre yüzeyden itibaren yaklaşık 26 cm'lik bir solumdan sonra 2C horizonlarına, 75 cm'den sonra 3A horizonlarına ve 200 cm'den sonra da 4Cg horizonuna geçiş başlamaktadır. Profilin tekstür dağılımı incelendiğinde A1 horizonunun killi tın (CL), 2C1, 2C2 ve 3A2 horizonlarının kil (C), 3A1 ve 4Cg horizonlarının da siltli kil (SiC) olduğu tespit edilmiştir. Tüm profil masif strüktüre sahip olup aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. Yaklaşık 25 cm'lik derinlikten itibaren canlı kabuklarının yoğun olarak görüldüğü profilde drenaj iyi olarak belirlenmiştir. Profilin bulunduğu alandaki bitki örtüsünü doğal çayır örtüsü temsil etmektedir. Söğüt 1 profilinin morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
A1	0-26	Kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1 yaş); killi tın; masif; sıkı (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); aşırı kireçli; orta yoğun saçak

		kök; az yoğun biyolojik aktivite izleri; belirgin düz sınır.
2C1	26-55	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 4/2 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; orta yoğun biyolojik aktivite ve canlı kabukları; belirgin düz sınır.
2C2	55-75	Grimsi sarı kahverengi (10 YR 5/2 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; orta yoğun biyolojik aktivite ve tatlı su canlı kabukları; belirgin düz sınır.
3A1	75-140	Kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/2 yaş); siltli kil; masif; sıkı (nemli), yapışkan ve plastik (yaş); aşırı kireçli; çok yoğun biyolojik aktivite, az yoğun tatlı su canlıları ve orta düzeyde ayrılmış bitkisel dokular; belirgin düz sınır.
3A2	140-200	Siyah (7.5 YR 2/1 yaş); kil; masif; çok sıkı (nemli). çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; orta yoğun tatlı su canlı kabukları ve az ayrılmış çok yoğun bitkisel dokular; belirgin düz sınır.
4Cg	200-250	Gri (7.5 Y 5/1 yaş); siltli kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik(yaş); aşırı kireçli; çok yoğun ayrılmamış bitkisel

dokular; orta yoğun pas lekeleri; belirgin
düz sınır.

Yeri : Taşhöyük tepesinin 1500 m güneydoğusu
Yükseklik : 1395 m
Fizyografya : Eski Göl tabanı
Taşlılık : Yok
Drenaj : İyi
Bitki Örtüsü : Doğal çayır
Ana materyal: Lakustrin

Yukarıda açıklandığı gibi Söğüt 1 profili, incelenen yaklaşık 2.5 m derinlik içerisinde A1/2C1/2C2/3A1/3A2/4Cg şeklinde bir horizon dizilimine sahip bulunmaktadır. Bu dizilim, eski Söğüt Gölü (Manay) çanağındaki Söğüt 1 profilinin incelenen derinlikteki materyallerin birikimini dört farklı jeolojik süreçte tamamladığını göstermektedir. Her bir katmanın sahip olduğu ve yukarıda verilen morfolojik özellikleri dikkate alındığında söz konusu bu göl ortamında biriken organik materyallerin zaman zaman karasal ortama kavuşarak ayrışmaya başladıkları, sonra yörenin daha serin ve yağışlı bir döneme girmesi ile birlikte yeniden su ile kaplanıp sulak alan olduklarını ve indirgen koşulların yaşandığını, daha sonra yeniden kurak bir dönem geçirerek biriken organik yapıların ayrıştığını daha sonra yeniden kurduğunu ve açıklanan bu değişimlerin ışığında yörenin dört farklı dönemden geçmiş olduğunu söylemek mümkündür. Bu bulgu, şu an sulak alan olma özelliğini kaybettiği düşünülen Söğüt 1 profilinin aslında, hiçbir zaman tam olarak daimi sulak alan olmadığını ispatlaması bakımından da önemli bir ön bulgudur.

Sahip olunan renk dağılımı ile horizonlar arasındaki farklılığın çok net bir şekilde gözleendiği profilde, A1 horizonu yüzeydeki yüksek organik madde sebebi ile kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1), 2C1 ve 2C2 horizonlarında kısmen organik madde miktarından ve kısmen de indirgenme-yükseltgenme reaksiyonlarından dolayı grimsi sarı kahverengi (10 YR4/2 ve 10 YR 5/2), 3A horizonlarında muhtemelen iyi ayrışmış

organik maddenin varlığı nedeniyle yeniden koyulaşarak 3A1 horizonunda kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/2) ve 3A2 horizonunda ise siyah (7.5 YR 2/1) ve nihayet yoğun bir indirgenme ortamı özelliğine sahip 4Cg horizonunda ise gri (7.5 Y 5/1) olarak tespit edilmiştir. Özellikle 3A1 ve 3A2 horizonlarında tespit edilmiş olan koyu rengin iyi ayrılmış organik maddeden kaynaklandığını göstermesi bakımından söz konusu bu katmanların altındaki ve üstündeki horizonlardan daha yüksek KDK değerlerine sahip olması da önemli bir bulgudur. Profilde sulak alan topraklarının göstergelerinden bir tanesi olan oksidasyon redüksiyon izlerine, yaklaşık 2m'lik derinlikten itibaren yer alan 4Cg horizonu hariç, rastlanılamamış olması ve drenaj problemlerinin olmaması bu alanın mevcut halleri ile uzun süredir su ile doymun durumda olmadığını göstermektedir. Tıpkı Karagöl profilinde olduğu gibi yüzeyde kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1) olacak kadar koyu bir rengin varlığı kurak yarı kurak iklime sahip olan Söğüt yöresi için karşılaşılmaması gereken bir sonuçtur. Ancak bu kadar düşük valü ve özellikle kroma değeri, hali hazırda organik toprak özelliği göstermeyen bu toprakların önceden üzerinde başka horizon veya horizonlar olduğunu ve bu horizonların da büyük bir olasılıkla organik kökenli olduğunu, fakat Söğüt gölünün kurutulması ile karasal ortama kavuşan bu organik katmanların hızla yanarak yok olduğu, yanan katmaların altında yer alan mineral horizonların ise söz konusu yanma ürünleri ile karışarak bu denli koyu renge kavuştuğu düşünülmektedir. Nitekim yöre sakinleri ile yapılan görüşmeler de bulgularımızı doğrular niteliktedir. Zira yöre sakinleri, Söğüt gölü topraklarının kurutulmaya başladıktan sonra alev alev yandığını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla gerek toprak rengi ve gerekse organik madde miktarı ve ayrışma düzeyleri ve KDK değerleri, söz konusu bu toprakların yakın bir geçmişte ciddi boyutlarda degradasyona uğradıklarını göstermektedir.

Profilin tamamında masif strüktür hakimdir. Masif strüktür, söz konusu toprakların karasal ortama kavuştuktan sonra çok uzun süreler geçirmediğinin bir başka deyişle genç topraklar olmalarının bir göstergesidir. Kıvam, yüksek kil içeriğine bağlı olarak nemli iken A1, 2C1, 2C2, 3A1 horizonlarında sıkı, 3A2 ve 4Cg horizonlarında çok sıkı ve yağ iken A1 horizonunda az yapışkan az plastik, 3A1 horizonunda yapışkan ve

plastik 2C1, 2C2, 3A2 ve 4Cg horizonlarında da çok yapışkan çok plastik olarak belirlenmiştir.

Çevre arazilerin kireççe zengin karbonat ve bikarbonatları içermesi nedeni ile bu bölgelerden gelen yüzey suları ile beslenen profilin bütün horizonları aşırı kireçli olarak tespit edilmiştir. Kirecin ortamdan yıkanarak uzaklaşamamış oluşu, söz konusu profil topraklarının genç topraklar olduğunun diğer bir kanıtıdır. Bu husus, tüm toprak gövdesi boyunca strüktürel ünitelerin gelişmemiş bir başka deyişle tüm profilin masif strüktürlü olarak bulunmuş olması ile de desteklenmektedir.

4.1.3.2. Söğüt 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Söğüt 1 profilinden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde, fiziksel toprak özelliklerinden toprak tekstürü (bünye), kimyasal toprak özelliklerinden ise kireç (CaCO_3), tuz (EC), kation değişim kapasitesi (KDK), değişebilir kasyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH), redox potansiyeli reaksiyonları (Rx), organik madde (OM), organik fosfor (OP), toplam azot (N), toplam demir (Fe) ve toplam mangan (Mn) analizleri yapılmış ve elde edilen analitik veriler, sulak alan substratlarına ilişkin mevcut kriterler kapsamında değerlendirilmiştir.

Söğüt 1 profili topraklarının tekstürel bileşiminin ortalama %45.45 ini 2 mikrondan daha küçük mineral parçacıklar olan killer oluşturmaktadır. Profildeki kireç (CaCO_3) miktarı, %38-75 arasında olup tüm profil aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. Toprak reaksiyonu (pH) değerleri tüm profile hafif alkali sınıfında olup A1 horizonunda 7.8 ile başlayıp derinliğe bağlı olarak gittikçe azalarak 4Cg hrizonunda 7.3 değerine ulaşmıştır. Redoks potansiyelleri (Rx) 106-285 mV arasında olan söz konusu profilin organik madde (OM) içerikleri, A1 horizonunda %10.18 ile çok yüksek sınırından başlayıp profil boyunca azalarak 3A2 horizonunda %3.41 ile yüksek ve 4Cg horizonunda da %1.22 ile düşük olarak belirlenmiştir. Kation değişim kapasitesi içerikleri (KDK) 5.82-31.23 me/100g arasında olan Söğüt 1 profili topraklarının değişebilir kasyonları (DK) baskınlık sırasına göre Ca, Mg, Na ve K şeklinde sıralanmaktadır. Tuzluluk (EC)

%0.36-1.45 arasında belirlenmiş olup tüm profil tuzsuz sınırlarındadır. Toplam Azot (N)'un profildeki dağılımında ise yüzeyden itibaren yüksek-çok yüksek (%0.54) değerlerle başlayıp profil derinliği boyunca azalarak 4Cg horizonunda çok fakir (%0.006) değerine ulaşmaktadır. Organik fosfor (OP), %0.0017-0.0256 arasında değişmektedir. Profilin toplam Fe içeriği 5892 ile 20225 mg/kg ve toplam Mn içeriği ise 272-396 mg/kg arasında bir değişim göstermektedir.

Söğüt 1 profilinin ortalama kum içeriği %14.15, ortalama silt içeriği %40.4 ve ortalama kil içeriği de %45.45 olarak tespit edilmiş ve A1 horizonu killi tın (CL), 2C1, 2C2 ve 3A2 horizonları kil (C), 3A1 ve 4Cg horizonları ise siltli kil (SiC) tekstür sınıfına dahil edilmiştir. Söğüt 1 profilinde kil miktarının bu denli yüksek oluşu bize göl ekosistemlerinde kabadan inceye doğru olan materyal birikimi işlemlerinin söz konusu alanda da etkili olduğunu ve profilin açıldığı noktada ağırlıklı olarak killerin biriktiğini, dolayısı ile Söğüt 1 profilinin Söğüt göl aynasının merkezine yakın bir yerde olduğunu işaret etmektedir.

Söğüt 1 profili topraklarının CaCO_3 içerikleri incelendiğinde %38.58-75.20 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre tüm profil aşırı kireçli sınıfta yer almaktadır. Antalya ili Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre, Korkuteli ilçesi topraklarının %48.6'sı aşırı kireçli olarak rapor edilmiştir. Söz konusu profil topraklarının etrafı karbonatlarca zengin tortul kayalardan oluşmaktadır. Dolayısı ile alan, sürekli olarak kireçce zengin sular ile beslenmektedir. Ayrıca bir zamanlar göl olan bu alanın karasal ortama kavuşmasının üzerinden kısa bir süre geçtiği bilindiğinden, son derece genç olan bu profilden kirecin yıkanarak uzaklaşmadığı bu yüzden aşırı kireçli olduğu düşünülmektedir. Bu düşünce morfolojik özelliklerle de desteklenmektedir. Kireç içeriği bu toprakların üç farklı jeolojik dönemde depolandığının açık bir kanıtıdır. Profil topraklarının her bir katmandaki değerlerinin pedogenetik bir süreçten geçmemesi, diğer bir deyişle yakın geçmişe kadar ya daimi ya da geçici sulak alan olması nedeniyle kirecin pedogenetik değişimi dönüşümü ve yıkanımı gerçekleşmemiştir. Bu da söz konusu bu alanın kısa sürede kurutularak degradasyona uğratıldığının bir diğer kanıtıdır.

Çizelge 4.6. Söğüt 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Kireç %	Tuz dS/m	KDK me/100g	Değişebilir Katyonlar Me/100g				pH	Rx (mV)	Organik Madde %	Organik Fosfor %	Toplam Fe mg/kg	Toplam Mn mg/kg	N %	Bünye Dağılımı %			Bünye
					Na+	K+	Mg++	Ca++								Kum	Silt	Kil	
Ap	0-26	45.12	1.45	31.23	0.53	0.28	4.76	37.86	7.8	260	10.18	0.0256	14405	335	0.54	20.72	49.28	30.00	CL
2C1	26-55	53.39	0.75	29.09	0.24	0.13	4.24	31.20	7.4	285	9.47	0.0147	12125	396	0.44	14.72	35.28	50.00	C
2C2	55-75	75.20	0.36	16.81	0.13	0.10	2.58	23.34	7.4	250	6.51	0.0237	5892	387	0.28	24.72	29.28	46.00	C
3A1	75-140	66.17	0.36	25.55	0.14	0.15	3.56	26.67	7.3	285	6.18	0.0162	7503	272	0.25	8.72	41.28	50.00	SIC
3A2	140-200	66.93	0.56	22.43	0.21	0.15	4.74	24.21	7.3	250	3.41	0.0054	9703	385	0.14	10.00	40.00	50.00	C
4Cg	200-250	38.58	0.46	15.82	0.24	0.21	8.20	28.83	7.3	106	1.22	0.0017	20225	385	0.06	6.00	47.28	46.72	SIC

Söğüt 1 profilinde EC 0.36-1.45 dS/m arasında ve tüm profilin tuzsuz olduğu belirlenmiştir. Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre de Korkuteli ilçesi tarım topraklarının %99.7'sinde tuzluluk problemi olmadığı ifade edilmiştir. Karagöl ve Avlan profillerinde olduğu gibi EC değerlerinin düşük olması söz konusu Söğüt 1 profil alanının da bir zamanlar su yükü ile kaplı olduğunu ve bu su yükünün tuz köklerini yıkayarak profilin derinliklerine doğru gönderdiğini göstermektedir.

Söğüt 1 profili topraklarının KDK içerikleri 15.82-31.23 me/100g arasında tespit edilmiştir. KDK değerlerinin kil içeriği en düşük olmasına rağmen OM içeriği en yüksek olan A1 horizonunda en yüksek değere ulaştığı ve kil içeriğinin yüksek olmasına rağmen OM miktarının en düşük olduğu 4Cg horizonunda da en düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir. KDK'nin organik maddeye bağlı olarak yüksek ve/veya düşük olması, söz konusu bu toprakların genç topraklar olmalarının, diğer bir deyişle pedogenetik süreçlerden yeterince etkilenememiş olmalarının bir başka kanıtı olarak kabul edilmelidir. Zira KDK, topraktaki humus ve kil miktarı ile doğru orantılı olarak artmakta veya azalmaktadır. Bu noktadan hareketle, söz konusu profile OM'nin hava ile temas ettiği yüzey katmanlarında çok hızlı bir ayrışma göstererek humusun ortaya çıktığı ve bilindiği üzere organik bir kolloid olan humusunda KDK miktarını arttırdığı düşünülmektedir. Bu bulgu da Söğüt 1 profili topraklarının bir zamanlar sulak alan olduğunu ve çok kısa süre içerisinde degrade edildiğini veya kurutulduğunu göstermektedir. Nitekim, söz konusu profilin genç olması, profiledeki yüksek kireç içeriği ve yüksek KDK özelliği ile desteklenmektedir.

Söğüt 1 profili topraklarında arazide Pt -AgCl elektrot kullanılarak yapılan pH ölçümlerinde toprak reaksiyonunun 7.3-7.8 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu belirlemelere göre toprak reaksiyonu A1, 2C1 ve 2C2 horizonlarında hafif alkali, 3A1, 3A2 ve 4Cg horizonlarında ise nötr sınıfta yer almaktadır. Sönmez (2002), Korkuteli yöresinde yaptığı bir çalışmada 0-30 cm'lik toprak derinliği içerisinde toprakların %31.3'ünü hafif alkali, %68.7'sini de alkali sınırlar içerisinde tespit etmiştir. Bilindiği üzere toprak pH'sı pek çok özellik tarafından yönlendirilmektedir. Söz konusu

özelliklerden bir tanesi de bazla doygunluk yüzdesidir. Toprakların pH derecelerindeki değişimler, toprak kolloidlerince tutulmuş Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ ve K^+ gibi bazik katyonlar ile Al^{+++} ve H^+ gibi asidik katyonların arasındaki orana yakından bağlı olmaktadır. Nitekim toprakların bazla doygunluk derecesi arttıkça, toprakların pH'ları da yükselmektedir. Çizelge 4.6'dan da görüleceği üzere Söğüt topraklarının bazla doygunlukları oldukça yüksektir. Çevre arazilerden sularla taşınarak göl ekosistemine depolanan bazik katyonlar Söğüt 1 profili topraklarının pH'sının da yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Söğüt 1 topraklarının degradasyona uğradığının bir diğer kanıtı olarak, OM içeriği açısından zengin olan bu toprakların mineralizasyonu sırasında ortaya çıkması gereken humik asitlerin, fulvik asitlerin ve organik asitlerin oluşması gerektiği ve bunun da pH üzerine olan etkisinin görülmesi gerektiğidir. Ayrıca bu asitlerin yanı sıra OM'nin mikrobiyal parçalanması sırasında NH_3 ve H_2S gibi inorganik bileşiklerin de oluşması ve söz konusu bu bileşiklerin toprakta yükseltgenerek nitrik ve sülfirik asit gibi kuvvetli inorganik asitlerin oluşturması ve dolayısıyla toprak çözeltisindeki hidrojen iyonları konsantrasyonunun artması beklenirdi. Ancak kurutmaların çok hızlı olması, OM'nin çok hızlı ayrışmasına hatta yanmasına neden olarak söz konusu safhaların tam olarak yaşanamamasına neden olmuş böylece Söğüt 1 profili topraklarının pH'sı hafif alkali ve nötr sınıflarında yer alabilmiştir.

Söğüt 1 profilinde arazide horizon bazında Pt -AgCl referans alınan bir elektrotla yapılan Rx okumaları sonucunda profilin Rx içeriğinin 106-285 mV arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların redoks potansiyelleri belirli sınırlar arasında değildir çünkü topraklar kompleks sistemlerdir. Ancak çok genel bir ifade ile toprakların Rx potansiyelleri, iyi havalanmış asit topraklarda yüksek pozitif değerlerde görülürken (800mV), anaerob koşullarda nötr veya alkali reaksiyonlu topraklarda düşük hatta kısmen negatif değerler ortaya çıkmaktadır (-350mV). Redoks potansiyeli düşükçe ortamda oksijen azalır ve sülfat redüksiyonu artar (Özbek vd. 1995). Nitekim Söğüt 1 profili topraklarında yüzeyden aşağı doğru inildiğinde havasız koşulların artması sebebi ile oksijenin azalmış olduğu ve bunu takiben Rx reaksiyonlarının düştüğü görülmektedir. Özellikle uzun süre su altında kalan sulak alan topraklarının Rx potansiyellerinin düşük olması ve sülfat içeriklerinin artmış olması beklenir. Araştırma alanında bulunan Rx

değerleri de yüzeyden itibaren belirli bir azalma göstermesine rağmen çok düşük değerlere ulaşmamıştır. Oksijenin az olduğu yani su ile doymuş koşulların hakim olduğu topraklarda mikroorganizmalar elektron akseptörü olarak O₂ yerine diğer maddeleri kullanırlar. Önce NO₃ ve Mn-oksitler yüksek redoks potansiyelleri nedeniyle indirgenirler Böylece indirgenmiş bileşiklerin artışı ile redoks potansiyelinde de bir düşme görülür. Söz konusu özellikler, Söğüt 1 profili topraklarının özellikle 4Cg katmanında görülmekte ve bu da doymuş koşulların varlığını dolayısıyla buranın yakın geçmişe kadar bir sulak alan olduğunu ancak, yüzeye doğru artan Rx potansiyeli değerlerinin bulunmuş olması da yaşanan degradasyonun bir kanıtı olarak kabul edilmesi gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

Söğüt 1 profili topraklarının toplam N kapsamalarının %0.057-0.539 arasında değiştiği, 4Cg horizonunda çok fakir ve diğer tüm horizonlarda ise çok iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Profilde OM miktarı azaldıkça toplam N içeriği de derinlikle birlikte düzenli bir azalma göstermektedir. Aydeniz vd. (1987) yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Söğüt 1 profili topraklarında OM %1.22-10.18 arasında olup A1, 2C1, 2C2 ve 3A1 horizonlarında çok yüksek, 3A2 horizonunda yüksek, 4Cg horizonunda ise düşük sınırlarında bulunmuştur. Daha önce açıklanan morfolojik bulgular, söz konusu alanın bir zamanlar OM'ce çok daha zengin olduğunu ancak yüzeydeki OM'nin yanarak yok olduğunu, profil içerisinde ise gölgesel birikim esnasında zaman zaman karasal ortama kavuşulduğu için OM'nin belli düzeylerde ayrışmalar yaşadığı dönemler geçirdiği belirlenmiştir. Profilde özellikle 2C ve 3A horizonlarındaki yüksek OM miktarları, bu bulguları destekler nitelikte görünmektedir. Yine Söğüt 1 profili topraklarının OP içerikleri %0.0017-0.0256 arasında olduğu belirlenmiştir. Artan OM miktarına bağlı olarak OP miktarının da arttığı ve profil içerisinde aşağıdan yukarı doğru göreceli bir OP artışının olduğu belirlenmiştir. Söz konusu bu bulgu, bir zamanlar burasının sulak alan olduğunu ancak ciddi bir degradasyon yaşadığını göstermekte ve yüzeydeki OM'nin ayrışması ile de OP ve N miktarının da arttığı sonucunu ortaya koymaktadır.

Söğüt 1 profili topraklarında yapılan toplam demir ve mangan analizleri sonuçları değerlendirildiğinde Ap horizonunda 14405 mg/kg, 2C1 ve 2C2 horizonlarında 12125-5892 mg/kg, 3A1ve 3A2 horizonlarında 7503-9703 mg/kg ve 4Cg horizonunda ise 20225 mg/kg değerine yükselmiştir. Mengel ve Kirkby (1987) Fe^{+2} ve Fe^{+3} 'ün çözünürlüğünün artan pH değeri ile azaldığını, inorganik demirin çözünürlüğünün nötral bölgede çok az olduğunu belirtmişlerdir. Aktaş'a (1995) göre topraklarda havasız koşulların oluşması halinde Fe^{+3} , Fe^{+2} 'ye indirgenir ve Fe'in çözünürlüğünde artış olur. İyi havalandırılan topraklarda ise Fe^{+2} , Fe^{+3} 'e yükseltgenir ve yükseltgenme sırasında toprak pH'ı düşer. Aynı profilin değişik derinliklerinde Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonlarının oranları değişebilmektedir. Profilin alt katmanlarında havalandırma az olabilmekte ve buralardaki Fe^{+2} iyonlarının miktarı, profilin üst katlarına oranla daha fazla olabilmektedir. Böylece toprakta üst katlardan alt katlara inildikçe redoks potansiyeli genellikle düşmektedir. Söğüt 1 profili topraklarında Fe içeriğinin yüksek çıkmasının nedeni literatürle uyum göstermektedir. Nitekim pH'nın profil içerisinde yüzeyden itibaren azalması ile toplam demir miktarında artmış ve demir, en yüksek değerine havalandırmanın az, Rx potansiyelinin düşük olduğu 4Cg horizonunda ulaşmıştır.

Toplam Mn değerlerinin ise Ap horizonunda 335 mg/kg, 2C1 ve 2C2 horizonlarında 396-387 mg/kg, 3A1ve 3A2 horizonlarında 272-385 mg/kg ve 4Cg horizonunda ise 385 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Toprakların değişken Mn kapsamalarının genellikle 10-1000 ppm arasında olduğu bildirilmektedir. Yine Mn, toprakta Mn^{+2} , Mn^{+3} ve Mn^{+4} değerlikli bileşikler halinde bulunabilmektedir. Toprakda Mn'in hangi değerlikde bulunacağını ise genel anlamda oksidasyon-redüksiyon koşulları belirlemektedir. Redüksiyon koşulları hakimse Mn^{+2} formundadır. Havalandırmanın yetersiz olduğu ıslak topraklarda hakim olan indirgen koşullar, alınabilir Mn miktarını da arttırmaktadır (Aktaş, 1995). Söğüt 1 profili topraklarında yüzeyden aşağı doğru azalan pH ve Rx potansiyeli değerleri ve ayrıca önce azalan sonra artan toplam Fe değerlerine göre profilin alt kısımlarında redüktif reaksiyonların hakim olduğu ve profilin yüzeyinden itibaren derinlere gidildikçe Mn^{+2} 'nin miktarında da artış beklenmesine rağmen, artış 3A1 horizonundan 3A2 horizonuna geçerken yaşanmış, havalandırmanın yetersiz olduğu 4Cg horizonunda ise 3A2 horizonu ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu açıklamalardan da

anlaşılacağı üzere sulak alan tanımlanmasında ve degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılmasında toprakların Fe ve Mn içerikleri, ortamların oksidasyon ve redüksiyon koşulları ile direkt ilişkisinin bulunması ve bu ilişkinin açıklanabilmesi için büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple sulak alan topraklarının degradasyon düzeyinin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada mutlaka toplam Fe ve toplam Mn analizleri yapılmalıdır.

4.1.3.3. Söğüt 1 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları

Söğüt 1 profilinden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan analizlere bağlı olarak belirlenmiş olan fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon ve regresyon analizi uygulanmış, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Söğüt 1 topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiler

İlişki	Korelasyon Katsayısı (r)
OM-N	0.967**
OM-OP	-0.996***

n:6

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.1$

OM ile toplam N arasında %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprak organik maddesinin yapısında C, H, O, N, S, ve P gibi elementlerin yanı sıra değişebilir şekilde Ca ve Mg veya kompleks halde çok sıkı olarak bağlanmış Fe, Mn, Zn ve Cu bulunmaktadır (Özbek vd 1995). Bu bilgiden hareketle, OM’nin ayrışması sonucu ortama Fe, Mn ve N gibi elementler kazandırılır, bir başka deyişle OM miktarı arttıkça Fe, Mn, N miktarında artması beklenir ki nitekim Söğüt 1 profili topraklarında kurutma ile OM ayrışması ilk başlarda olması gerektiğinden daha hızlı gerçekleşmiş hatta yüzeyde yanmalar yaşanmış ise de şu anda yüzeyde yüksek düzeyde bulunan OM’nin ayrışması devam etmektedir. Bu noktadan hareketle OM ve N arasındaki ilişki özellikle organik

hidrik toprak özelliği taşıyan sulak alanlarda dikkate alınması gereken bir kriter olarak düşünülmektedir.

Söğüt 1 profili topraklarının OM ile OP içerikleri arasında %0.1 düzeyinde önemli negatif ilişki saptanmıştır. Topraklarda OM'nin yapısında önemli miktarlarda organik orjinli fosfor bileşikler bulunmaktadır. Bu fosfor bileşikler mikroorganizma faaliyetleri ile ayrıştırılarak basit fosforlu bileşikler haline dönüştürülürler. Basit organik bileşikler halinde bulunan fosfor, mineralize olarak toprak çözeltisinde çeşitli inorganik bileşikler oluşturur (Akalan 1987). OM miktarının artmasına rağmen OP miktarının azalması akla ayrışma koşullarını getirmektedir. OM'nin orjininin fosfor içeren bileşiklerce zayıf olması OM miktarının artmasına rağmen bir ayrışma ürünü olan OP miktarının artmamasına sebep olabilir. Pek çok elementin olduğu gibi P'unda yarayışlılığı pH ile doğru orantılıdır. pH ile Fe arasındaki ilişki de göz önüne alınırsa bu profilde OP'un pH'ya bağlı olarak yeterince yüksek çıkmadığı düşünülebilir.

Sonuç olarak Söğüt 1 profili toprakları arazideki morfolojik incelemeleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları ile genel olarak değerlendirildiğinde, bu alanın yakın bir tarihe kadar sulak alan özelliği taşıdığı ancak, kurutulduktan sonra hızla degrade olarak yüzeydeki organik horizonların yandığı ve mevcut hali ile Söğüt 1 topraklarının sulak alan substratı özelliğini taşımadığı kanısına varılmıştır. Bölgede farklı daldaki uzmanların yapacağı daha detaylı çalışmalar ile söz konusu alanın yeniden sulak alan haline getirilip getirilmeyeceği bilimsel veriler ışığında değerlendirilerek ekolojik, sosyolojik ve ekonomik faktörler de dikkate alınarak bir sonuca varılması gerekmektedir.

4.1.4 Söğüt 2 profili topraklarının morfolojik özellikleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları

Araştırma alanının Antalya ili Korkuteli ilçesi sınırlarındaki eski Söğüt Gölü arazileri içerisinde yer alan profillerinden ikincisi olan Söğüt 2 profili, Söğüt kasabasının kuzey doğusunda, Taşhöyük tepesinin 250 m güneydoğusunda ve yaklaşık 1405 m kotunda açılmıştır. Önemli bir kısmı tarımsal üretim faaliyetleri amacıyla kullanılmakta olan alandaki topraklar fizyografik ünite olarak eski göl tabanında ve lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiştir. İncelenen alan, düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Söğüt 2 profilinin arazi koşullarında belirlenmiş olan morfolojik özellikleri ile fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile birlikte Söğüt 2 profilinin sahip olduğu kimi özellikler arasındaki ilişkilerin araştırıldığı istatistiksel analiz sonuçları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

4.1.4.1. Söğüt 2 profili topraklarının morfolojik özellikleri

Bu çalışmada Söğüt 2 olarak isimlendirilmiş olan topraklar, yüzeyden itibaren yaklaşık 250 cm'lik bir profil derinliğinde olup Ap/C/2A1/2A2/3A1/3A2/4A/4C şeklinde bir horizon dizilimi göstermektedir. Tekstür, Ap, C, 2A2, 4A ve 4C horizonlarında siltli kil (SiC), 2A1, 3A2 horizonlarında kil ve 3A1 horizonunda da siltli killi tın'dır. Profilde kireç 2A1 horizonunda yüksek kireçli, diğer bütün horizonlarda ise aşırı kireçli olarak belirlenmiştir. Sütrüktür, tüm profilde masiftir. Morfolojik açıdan profilin en önemli özelliklerinden birisi de oldukça büyük boyutlarda olan tatlı su canlı kabuklarının bulunmasıdır. Söz konusu profilde drenaj sınıfı ise fena olarak belirlenmiştir. Söğüt 2 profilinin morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
Ap	0-28	Zeytuni kahverengi (2.5 Y 4/3 yaş); siltli kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik (yaş); aşırı kireçli; orta yoğun saçak kök; belirgin düz sınır.

C	28-75	Zeytuni kahverengi (2.5 Y 4/4 yaş); siltli kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik (yaş); aşırı kireçli; yoğun Mn konkresyonları; belirgin düz sınır.
2A1	75-85	Kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); çok yüksek kireçli; çok yoğun Mn konkresyonları; kesikli düz sınır.
2A2	85-100	Kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1 yaş); siltli kil; masif; sıkı (nemli), az yapışkan az plastik değil (yaş); aşırı kireçli; orta yoğun biyolojik aktivite ve canlı kabukları; çok yoğun Mn konkresyonları; belirgin düz sınır.
3A1	100-140	Kahverengimsi siyah (2.5 Y 3/2 yaş); siltli killi tın; masif; dağınık (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); aşırı kireçli; belirgin düz sınır.
3A2	140-170	Griimsi kahverengi (7.5 YR 4/2 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), az yapışkan az plastik (yaş); aşırı kireçli; belirgin düz sınır.
4A	170-200	Kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1 yaş); siltli kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik (yaş); aşırı kireçli; belirgin düz sınır.
4C	200-250	Kahverengimsi siyah (2.5 Y 3/1 yaş); siltli kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik (yaş); aşırı kireçli; belirgin düz sınır.

Yeri : Taşhöyük tepesinin 250 m güney doğusu
Yükseklik : 1405 m
Fizyografya : Eski göl tabanı
Taşlılık : Yok
Drenaj : Çok fena
Bitki örtüsü : Buğday
Ana materyal : Lakustrin

Yukarıda açıklandığı üzere Söğüt 2 profili, incelenen yaklaşık 2.5 m'lik derinlik içerisinde Ap/C/2A1/2A2/3A1/3A2/4A/4C şeklinde bir horizon dizilimine sahip bulunmaktadır. Bu dizilim, Söğüt Gölünün bu derinlikteki materyallerinin birikim sürecini bir önceki Söğüt 1 profili ile benzer şekilde ve dört farklı dönemde tamamladığını göstermektedir. Diğer taraftan yüzeyden yaklaşık 75 cm sonra başlayan ve organik maddece çok zengin tatlısu canlı kabuklarını da içeren ve koyu renkli olan 2A ve 3A horizonlarının varlığı, bu alanın en az üç farklı dönemde serin ve yağışlı geçen bir iklim yaşadığını, bu alanın söz konusu bu üç dönemde uzun süre su ile kaplı olduğunu ve anaerob koşullar altında organik ana materyallerin biriktiğini ve ayrışmanın da çok yavaş gerçekleştiğini göstermektedir. Söz konusu bu topraklar sadece morfolojik özellikleri değerlendirildiğinde bile, bir zamanlar gerçek bir sulak alan olduğu ancak yakın bir geçmişte ciddi bir degradasyon olayını yaşayarak sulak alan özelliklerini yitirip yitirmedikleri araştırılan bu günkü haline dönüştükleri ortaya çıkmaktadır.

Sulak alan substratları yönünden incelenen Söğüt 2 profilinde renk Ap ve C horizonlarında zeytuni kahverengi (2,5 Y 4/3 ve 2.5 Y 4/4), 3A2 horizonunda grimsi kahverengi (7.5 YR 4/2) ve diğer bütün horizonlarda ise kahverengimsi siyah (7.5 YR 3/1 - 2.5 Y 3/1) olarak tespit edilmiştir. Söğüt 2 profinin özellikle yaklaşık 75 cm derinlikten itibaren başlayan katmanlarındaki oldukça düşük olarak bulunmuş olan value ve kroma (3/1) değerleri, bu toprakların sulak alan substratları olduklarının önemli bir kanıtıdır. Nitekim göl ortamlarında gerek OM birikimi ve bunların farklı düzeylerde ayrışması ve yine su ile saturasyondan kaynaklanan redüktif ortamlardaki ayrışmanın ürünleri olan yüksek orandaki Fe ve Mn değerleri de bu kanıtı desteklemektedir. Diğer

tarafından OM miktarları, yapılan analizler sonucunda %20'nin altında bulunmuştur. Bu bulgu da söz konusu toprakların organik olmadığını ancak OM miktarlarının yüksek olduğu mineral toprakların varlığına işaret etmektedir. Bu sonuçlar da bir zamanlar sulak alan olan Söğüt 2 profili topraklarının jeolojik süreçler içerisinde zaman zaman kuruyarak oksidatif koşullara ulaştıklarını ve profillerinde gerek OM'nin ve gerekse mineral materyallerin kısmende olsa ayrışmaya uğradıklarını göstermektedir. İklimsel değişikliklere bağlı olarak değişen sulak alan hidrolojisi, özellikle serin ve yağışlı dönemlerde söz konusu bu alanda yeniden bir saturasyon ortamı yaşanmasına neden olmuş ve çevreden gelen yüzey suları bu alana yeniden mineral materyal taşıma ve depolama işlemlerini gerçekleştirirken bir taraftan da özellikle gölün sığ kıyılarında sazlık ve kamışlıklardan oluşan vejetasyon gelişimine neden olmuştur. Söz konusu bu kurak ve yağışlı periyotlar, Söğüt 2 olarak tanımlanan alanda ve yaklaşık 2.5 m'lik toprak derinliğinde dört defa tekrarlanmıştır. Profildeki horizon dizilimi ve renk özellikleri de bu bulguları kesin bir şekilde destekler niteliktedir.

Diğer taraftan Söğüt 2 profilinin morfolojik özelliklerinin tespiti aşamasında tüm profilde belirlenmiş olan masif strüktür, söz konusu bu toprakların yukarıda açıklanan ve özellikle OM ve mineral materyallerdeki ayrışmadan sorumlu olan kurak dönemlerin çok uzun süreleri kapsamadığını göstermektedir. Zira Simonson'un da ifade ettiği üzere eğer bu kurak dönemler toprak genetiği açısından anlamlı farklılıkları ortaya çıkaracak kadar uzun süreleri kapsamış olsa idi, toprak profilinde süregiden pedogenetik olaylarla zayıf da olsa bir strüktür gelişimi gerçekleşebilmiş olmalı idi. Yine Simonson'un belirttiği pedogenetik olaylar incelenen profil içerisinde yeterince etkili olmadıklarından ve özellikle yıkanma (ellüviyasyon) olayı gerçekleşmediğinden tüm profil aşırı kireçli olarak bulunmuştur. Söz konusu bütün bu bulgu ve yorumlamalar da Söğüt 2 profili ile tanımlanan bu alanın bir zamanlar gerçek bir sulak alan olduğunun en önemli kanıtlarını oluşturmaktadır (Dinç vd.1987).

4.1.4.2. Söğüt 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Söğüt 2 profilinden genetik horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde fiziksel toprak özelliklerinden toprak tekstürü (bünye), kimyasal toprak özelliklerinden ise kireç (CaCO_3), tuz (EC), kation değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH), redox potansiyeli reaksiyonları (Rx), organik madde (OM), organik fosfor (OP), toplam azot (N), toplam demir (Fe) ve toplam mangan (Mn) analizleri yapılmış ve elde edilen veriler sulak alan substratlarına ilişkin mevcut kriterler kapsamında değerlendirilmiştir.

Söğüt 2 profilindeki genetik horizonların tekstürel bileşiminin ortalama %48.79'unu 2 mikrondan daha küçük mineral parçacıklar olan killer oluşturmaktadır. Profildeki kireç (CaCO_3) miktarı, %14-41 2A1 horizonunda çok yüksek kireçli diğer bütün horizonlarda ise aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. Profilde toprak reaksiyonu (pH) değerleri, Ap horizonunda 7.7 ile başlayıp derinlikle birlikte gittikçe azalarak 4C horizonunda 6.7 değerine kadar düşmektedir. Bu kapsamda Ap horizonunda hafif alkali ile başlayan toprak reaksiyonu sınıfı, derinlikle birlikte hafif alkali ve nötr düzeyine ulaşmıştır. Redoks potansiyelleri (Rx), 118-320 mV arasında olan söz konusu profilin organik madde (OM) içerikleri, Ap horizonunda %5.54 ile yüksek, C horizonunda %2.06 ile yeterli, 2A1 horizonunda %12.11, 2A2 horizonunda %10.69, 3A1 horizonunda da %10.50 ve 3A2 horizonunda %10.95 değerleri ile çok yüksek ve nihayet 4A horizonunda %4.70 ve 4C horizonunda da %5.67 değerleri ile yüksek sınırlarında bulunmuştur. Kation değişim kapasitesi (KDK) değerleri ise 28.05-46.69 me/100g olarak tespit edilmiştir. Söğüt 2 profili topraklarının değişebilir katyonları (DK) baskınlık sırasına göre Ca, Mg, Na ve K şeklinde bir dağılım göstermektedir. Tuzluluk (EC), %0.01-1.41 arasında belirlenmiş olup tüm profil tuzsuz sınırlarındadır. Toplam azot (N), %0.111-0.865 arasında olup çok iyi düzeydedir. Organik fosfor (OP), %0.0034-0.0863 değerleri arasında bulunmuştur. Toplam Fe 12510-33835 mg/kg arasında değişirken toplam Mn, 201-747 mg/kg arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Profilin ortalama kum içeriği %13.25, ortalama silt içeriği %37.94 ve ortalama kil içeriği de %48.79 olarak tespit edilmiş ve Ap, C, 2A2, 4A ve 4C horizonları siltli kil (SiC), 2A1 ve 3A2 horizonları kil (C), 3A1 horizonu ise siltli killi tın (SiCL) tekstür sınıflarına dahil edilmiştir. Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre, Korkuteli ilçesi topraklarının %2.7'si kum bünyeli, %75.7'si tın bünyeli, %19.9'u killi tın bünyeli ve %1.7' si kil bünyelidir. Gerek bulunduğu kot itibari ile ve gerekse tekstürel bileşimi göz önüne alındığında Söğüt 2 profili ile temsil edilen alanın eski Söğüt Gölü'nün bir terası olduğu akla gelmektedir. Zira göl ekosistemlerinde çevre arazilerden yüzey suları ile taşınarak gelen çeşitli büyüklükteki parçacıkların göl sisteminin kıyılarından merkezine doğru kabadan inceye bir materyal depolama özelliği gösterdiği daha önceki bölümlerde ifade edilmişti. Buna dayanarak da söz konusu alanın bir zamanlar gerçek bir göl tabanı, diğer bir deyişle bu alanın eski bir sulak alan olduğu bir kez daha ispatlanmış olmaktadır.

Söğüt 2 profili topraklarının CaCO_3 içerikleri incelendiğinde, %14-41 arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre 2A1 horizonu çok yüksek kireçli ve bunun dışındaki tüm horizonlar ise aşırı kireçli sınıfta yer almaktadır. Söz konusu toprakları çevreleyen yüksek araziler, karbonatlarca zengin tortul kayalardan oluşmaktadır. Bu nedenle araştırma alanı sürekli olarak kireççe zengin sular ile beslenmektedir. Aynı zamanda çok genç topraklar olması nedeni ile kirecin ortamdan yıkanarak uzaklaşmadığı bu yüzden de profilin aşırı kireçli olduğu düşünülmektedir. Söz konusu bu bulgu da Söğüt gölünün pedogenetik işlemleri yaşayacak kadar bir zaman geçirmediğini ve söz konusu bu sulak alanın kısa sürelerde degrade edilerek karasal ortama kavuştuğunu göstermektedir.

Söğüt 2 profilindeki EC değerleri 0.01-1.41 dS/m arasında tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin EC analiz sonuçları tüm profilin tuzsuz olduğunu göstermektedir. Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre, Korkuteli ilçesi tarım topraklarında herhangi bir tuzluluk problemi olmadığı ifade edilmiştir. Yapılan EC analiz sonuçları da litratörü destekler niteliktedir.

Söğüt 2 profili topraklarının KDK içeriklerinin 28.05-46.69 me/100g arasında olduğu tespit edilmiştir. KDK değerlerinin tüm profilde yüksek olduğu ve en yüksek değere de OM'si ve kil içeriği en yüksek olan 2A1 horizonunda ulaştığı belirlenmiştir. Normal bir tarım toprağının KDK 15-25 me/100 g olduğu bilindiğine göre söz konusu toprakların yüksek bir KDK değerine sahip oldukları söylenebilir. Aynı zamanda söz konusu toprakların genç olmaları da baskın kil tipinin KDK'si yüksek smektit grubu killer olabileceğini işaret etmektedir. Tüm bu bulgular Söğüt gölünün yaşadığı degradasyona bağlı olarak Söğüt 2 profilinin Söğüt 1 profiline nazaran daha erken karasal ortama kavuştuğunu ve OM' deki ayrışmanın da daha erken başladığını düşündürmektedir. Ayrıca Söğüt 2 profilinin eski göl terası olması (göl merkezinden kıyıya daha yakın bir kısım) itibarı ile daha çok vejetasyon gelişmesine ve buna bağlı olarak da daha fazla OM içermesi nedeniyle ve söz konusu bu OM'nin ayrışması sonucu da ortamdaki humus miktarının artmış olduğu ve bu durumun doğal bir sonucu olarak KDK'nin artmasına neden olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Söğüt 2 profili topraklarında arazide Pt -AgCl elektrot kullanılarak yapılan pH ölçümlerine göre pH değerleri 6.7-7.7 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre Ap ve C horizonlarında hafif alkali olan toprak reaksiyonu diğer tüm horizonlarda nötr sınıfta yer almaktadır. Topraksu Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Antalya İli Verimlilik Envanteri Raporuna (Anonim 1983) göre, Korkuteli ilçesi tarım topraklarının %95.2'sinin pH'sı 7.6-8.5 değerleri arasında değişmektedir. Literatür ile Söğüt 2 profilinin pH içerikleri arasında küçük de olsa bir farklılık gözlenmektedir. Bu durumun sulak alanların karasal ortama kavuştuktan sonra ayrışması sırasında ortaya çıkan humik asitlerin, fulvik asitlerin ve organik asitlerden kaynaklandığı ve bunun da pH üzerine olan etkisinin görüldüğüdür. Ayrıca bu asitlerin yanı sıra OM'nin mikrobiyal parçalanması sırasında NH_3 ve H_2S gibi inorganik bileşiklerin de oluşması ve söz konusu bu bileşiklerin toprakta yükseltgenerek nitrik ve sülfirik asit gibi kuvvetli inorganik asitlerin oluşturması ve dolayısıyla toprak çözeltisindeki hidrojen iyonları konsantrasyonunun artmasını sağladığı ancak gerek iklimsel koşullar ve gerekse toprak ortamındaki bazı doygunluğun yüksek olması sebebi ile pH değerlerinin ancak bu kadar değişebildiği sonucuna varılmıştır.

Söğüt 2 profilinde pH belirlemede olduğu gibi arazide horizon bazında Pt-AgCl referans alınan bir elektrotla yapılan Rx okumaları sonucunda profilin Rx içeriğinin 118-316 mV arasında değiştiği belirlenmiştir. Rx potansiyeli değerleri toprakta çok sık değişen değerlerdir. Ancak çok genel bir ifade ile toprakların Rx potansiyelleri iyi havalanmış asit topraklarda yüksek pozitif değerlerde görülürken (800mV), anaerob koşullarda nötr veya alkali reaksiyonlu topraklarda düşük hatta kısmen negatif değerler ortaya çıkmaktadır (-350mV). Redoks potansiyeli düştükçe ortamda oksijen azalır ve sülfat redüksiyonu artar (Özbek vd. 1995). Söğüt 2 profili topraklarında yüzeyden aşağı doğru inildiğinde Rx değerlerinde düzenli bir değişim belirlenememiştir. Bu durum sulak alanlarda mutlak dikkate alınması gereken Rx potansiyeli değerlerinin ortam pH'sı başta olmak üzere, ortamda bulunan ve Rx tepkimesine girebilecek indirgen ve yükseltgen elementlerin miktarı ile de ilişkili olduğunu göstermektedir.

Söğüt 2 profili topraklarının toplam N kapsamının, %0.111-0.865 arasında değiştiği ve N miktarının C horizonunda iyi, diğer tüm horizonlarda ise çok iyi olduğu tespit edilmiştir. Aydeniz vd. (1987), yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Söğüt 2 profilinde OM değerlerinin yüksek olması nedeni ile toplam N içeriklerinin de yüksek olduğu düşünülmektedir. Nitekim Söğüt 2 profili topraklarında OM değerleri, %2.06-12.11 arasında olup Ap, 4A, 4C horizonlarında yüksek, C horizonunda yeterli, diğer tüm horizonlarda da çok yüksek sınırlarında bulunmuştur. Bilindiği üzere söz konusu topraklar eskiden göl alanı iken kurutulmuş tarıma açılmıştır. Yüzeydeki OM nin mineralizasyona uğrayarak hızla degrade olduğu ve bu nedenle OM içeriğinin de yüzeyde daha hızlı bir şekilde azaldığı düşünülmektedir. OM içeriğine bağlı olarak Söğüt 2 profili topraklarının OP içerikleri, %0.0034-0.0863 arasında olduğu belirlenmiştir. Kacar (1995) yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Söğüt 2 profili toprakları incelendiğinde, OM miktarının artışı ile OP miktarı arasında her zaman doğrusal bir ilişki bulunamamıştır. Söz konusu ilişkinin yakalanamaması, bir çok nedene bağlı olmakla beraber pH içeriği ve organik maddenin yapısındaki bileşiklerin fosforca zengin olup olmadığı ile de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Söz konusu durum göl ekosisteminde OM'ce zengin olan ortamlarda N ve OP belirlemelerinin o alanın tanımlanması ve varsa degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılmasında önemli kriterler olarak belirlenmiş bulunmaktadır.

Söz konusu topraklarda yapılan toplam demir ve mangan analizleri sonuçları değerlendirildiğinde dört farklı jeolojik birikim süreci yaşayan Söğüt 2 profili topraklarında dördüncü ve son birikim sürecindeki Ap ve C horizonlarında Fe'in 30460-33835 mg/kg ve Mn'in ise 717-747 mg/kg , üçüncü birikim sürecindeki 2A1 ve 2A2 horizonlarında Fe'in 18985-15365 mg/kg ve Mn'in 237-215 mg/kg, ikinci birikim sürecindeki 3A1 ve 3A2 horizonlarında Fe'in 12040-12510 mg/kg ve Mn'in ise 201-248 mg/kg ve son olarak da ilk birikim dönemindeki 4A ve 4C horizonlarında ise Fe'in 25740-22570 mg/kg ve olduğu belirlenmiştir. Söğüt 2 profili topraklarında Fe ve Mn içerikleri incelendiğinde farklı birikim dönemlerinde yüzey suları ile ortama getirilen söz konusu Fe ve Mn'ca zengin materyallerin profil içerisinde düzensiz bir depolanmaya sebep olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.



Çizelge 4.8 Sögüt 2 profilii topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Kireç %	Tuz dS/m	KDK me/100 g	Değişebilir Katyonlar me/100g				pH	Rx (mV)	Organik Madde %	Organik Fosfor %	Toplam Fe mg/kg	Toplam Mn mg/kg	N %	Bünye Dağılımı %			Bünye
					Na+	K+	Mg++	Ca++								Kum	Silt	Kil	
Ap	0-28	23.31	0.41	35.50	0.23	0.80	8.76	36.72	7.7	285	5.54	0.0108	30460	717	0.24	2.00	45.28	52.72	SiC
C	28-75	21.18	1.18	32.20	0.40	0.27	14.02	34.17	7.5	316	2.06	0.0034	33835	747	0.11	2.00	39.28	58.72	SiC
2A1	75-85	14.37	1.21	46.69	0.35	0.13	11.81	37.83	7.1	118	12.11	0.0146	18985	237	0.86	36.00	3.28	60.72	C
2A2	85-100	41.60	1.23	29.48	0.29	0.08	10.65	34.98	6.7	251	10.69	0.0107	15365	215	0.56	14.00	45.28	40.72	SiC
3A1	100-140	32.53	1.41	28.05	0.28	0.08	9.58	32.10	6.7	305	10.50	0.0197	12040	201	0.50	18.00	45.28	36.72	SiCL
3A2	140-170	40.85	1.09	36.85	0.25	0.09	9.25	29.49	6.9	306	10.95	0.0071	12510	248	0.57	10.00	39.28	50.72	C
4A	170-200	25.72	0.01	43.45	0.31	0.15	9.45	34.26	6.7	287	4.70	0.0863	25740	263	0.30	10.00	45.28	44.72	SiC
4C	200-250	29.50	1.13	40.14	0.32	0.11	10.83	36.90	6.8	285	5.67	0.0067	22570	244	0.30	14.16	40.56	45.28	SiC

4.1.4.3. Söğüt 2 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları

Söğüt 2 profilinden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon ve regresyon analizi uygulanmış. elde edilen sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Söğüt 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiler

İlişki	Korelasyon Katsayısı (r)
OM-N	0.903*
N-Rx	-0.770*

n:8

***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.1

Söğüt 2 profili için yapılan istatistiki analizler neticesinde toprakların OM miktarı ile toplam N arasında %5 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Söz konusu ilişki, toprak organik maddesinin ayrışması ile ilgilidir. Toprak organik maddesinin yapısında C, H, O, N, S, ve P gibi elementlerin yanı sıra değişebilir şekilde Ca ve Mg veya kompleks halde çok sıkı olarak bağlanmış Fe, Mn, Zn ve Cu bulunmaktadır (Özbek vd 1995). Dolayısı ile OM'nin ayrışması sonucu ortama diğer elementlerle birlikte önemli miktarda N kazandırılır ve böylece topraktaki OM miktarı arttıkça N miktarı da artar. Nitekim yüzeyde OM ayrışması ile yüzeydeki N miktarda artmıştır. C katmanında ise OM azalmasına bağlı olarak da N miktarı azalmış, 2A1, 2A2 ve 2A3 horizonlarındaki OM yeniden artış göstererek bir zamanlar karasal ortama kavuştuğu ve belli oranlarda ayrışma yaşadığı belirlenen bu horizonlarda N içeriği de yeniden bir artış göstermiştir. OM ve N arasındaki bu ilişki, sulak alanlarda özellikle degradasyon boyutlarının ortaya konulmasında mutlaka dikkate alınması gereken bir kriter olarak düşünülmektedir.

N ile Rx arasında %5 düzeyinde önemli negatif bir ilişki saptanmıştır. OM'nin ayrışması sonucu açığa çıkan N miktarı arttıkça, topraklardan açığa çıkan organik asitlerle pH'nın azalacağı buna bağlı olarak da Rx potansiyellerinin düşeceği düşünülebilir ancak unutulmamalıdır ki Rx reaksiyonları toprakta çok sık değişmektedir. Bu gibi durumlarda daha sağlıklı yorumlar yapmak için Rx ölçümleri mevsimsel olarak ve günlük periyotlarla ölçülerek değerlendirilmelidir. Dolayısıyla Söğüt 2 profili için bulunan bu ilişki ihtiyatla karşılanmalıdır.

Sonuç olarak Söğüt 2 profili toprakları arazideki morfolojik ölçümleri ve görünüşleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları ile genel olarak değerlendirildiğinde, Söz konusu alanın yakın bir tarihe kadar sulak alan özelliği taşıdığı ancak, kurutulduktan sonra hızla degrade olarak yüzeydeki organik horizonların mineralize olduğu ve mevcut hali ile sulak alan özelliğini taşımadığı belirlenmiştir. Bölgede, farklı daldaki uzmanların yapacağı daha detaylı çalışmalar ile söz konusu alanın yeniden sulak alan haline getirilip getirilmeyeceği bilimsel veriler ışığında değerlendirilerek ve ekolojik, sosyolojik ve ekonomik faktörler de dikkate alınarak bir sonuca varılması gerekmektedir.

4.1.5. Hoyran 1 profili topraklarının morfolojik özellikleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları

Araştırma alanının Isparta ili Eğirdir ilçesi sınırlarında yer alan Hoyran 1 profili Tuzlalar mevkiinin güneyinde Sakızlı tepesinin 3 km güneybatısında ve yaklaşık 934 m. yüksekliğinde açılmıştır. Fizyografik ünite olarak eski göl tabanı ve lakustrin ana materyal üzerinde gelişen profilin yayılım gösterdiği alan düz düze yakın bir topoğrafya sahiptir. Hoyran 1 profilinin morfolojik özellikleri ile fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları yanı sıra toprak özelliklerinin istatistiksel ilişkileri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

4.1.5.1. Hoyran profili topraklarının morfolojik özellikleri

Eğirdir Gölünün kuzey kısmında ve gölün hemen kıyısında seçilmiş ve Hoyran 1 olarak isimlendirilmiş olan topraklar yüzeyden yaklaşık 200 cm derinliğinde açılan bir profilde tanımlanmış ve Soil Survey Staff (1993) esaslarına göre ayırđedilen genetiksel horizonlarının A1/A2/2C/3A/3C/4C şeklinde bir dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre yüzeyden itibaren yaklaşık 48 cm'lik bir derinlikten sonra 2C horizonuna, yaklaşık 70 cm'lik derinlikten itibaren 3A horizonuna ve 155 cm'lik derinlikten itibaren de 4C horizonuna geçiş başlamaktadır. Profilin tekstür dağılımına bakıldığında, en altta yer alan 4C horizonunun killi tın (CL) ve bunun dışındaki diğerk bütün horizonların ise kil (C) tekstürlü olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu profilin tüm horizonlarında strüktür masif olarak belirlenmiştir. Yüksek kireçli olarak belirlenmiş olan A2 horizonu haricindeki bütün horizonlar aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. İncelenen profilin en tipik morfolojik özelliğı, yaklaşık 48 cm'lerden sonra başlayan çok yoğun demir ve mangan lekeleridir ve profil halihazırda fena drenaj sınıfına girmektedir. Hoyran 1 profilinin bulunduğu alandaki bitki örtüsünü ise doğal çayır ve sazlıklar temsil etmektedir. Yukarıda genel hatlarıyla verilen Hoyran 1 profilinin detaylı morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
A1	0-31	Kahverengimsi siyah (10 YR 3/2 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), yapışkan plastik (yaş); aşırı kireçli; az yoğun saçak kök; yoğun biyolojik aktivite ve canlı kabukları; belirgin düz sınır.
A2	31-48	Siyah (10 YR 2/1 yaş); kil; masif; dağılğan (nemli), yapışkan ve plastik(yaş); çok yüksek kireçli; orta düzeyde ayrıışmış kamışlar; belirgin düz sınır.
2C	48-70	Kahverengimsi gri (10 YR 5/1 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; çok yoğun pas lekeleri ve çok yoğun Mn konkresyonları; belirgin düz sınır.
3A	70-105	Kahverengimsi gri (10 YR 4/1 yaş); kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; çok yoğun Fe ve Mn konkresyonları; belirgin düz sınır.
3C	105-155	Koyu grimsi sarı (2.5 Y 5/2 yaş); kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; çok yoğun pas lekeleri ve Fe ve Mn konkresyonları; belirgin düz sınır.
4C	155-200	Grimsi sarı (2.5 Y 6/2 yaş); killi tın; masif; dağılğan (nemli), az yapışkan ve az plastik

(yaş); aşırı kireçli; çok yoğun pas lekeleri;
belirgin düz sınır.

Yeri : Sakızlı tepesinin yaklaşık 3 km güneybatısı
Yükseklik : 934 m
Fizyografya : Eski Göl tabanı
Taşlılık : Yok
Drenaj : Fena
Bitki Örtüsü : Sazlık ve çayır
Ana Materyal : Lakustrin

Yukarıda açıklandığı üzere Hoyran 1 profili, incelenen yaklaşık 2 m lik derinlik içerisinde A1/A2/2C/3A/3C/4C şeklinde bir horizon dizilimine sahip bulunmaktadır. Bu dizilim, Eğirdir çanağındaki söz konusu bu profili oluşturan toprakların dört farklı birikim dönemi yaşadığını göstermektedir.

Renk dağılımının çok net bir şekilde gözleendiği profilde A1 horizonu yüzeydeki organik madde sebebi ile kahverengimsi siyah (10 YR 3/2), A2 horizonu siyah (10 YR 2/1), 2C ve 3A horizonları kahverengimsi gri (10 YR 5/1 ve 10 YR 4/1), 3C horizonu koyu grimsi sarı (2.5 Y 5/2) ve 4C horizonunda ise grimsi sarı (2.5 Y 6/2) olarak belirlenmiştir. Fena drenaj koşulları, profilde yaklaşık 48 cm'den sonra başlayan pas lekeleri ile birlikte gözlenen Fe ve Mn birikimleri, bu ortamda redoks reaksiyonlarının yoğun olarak yaşandığını göstermektedir. A2 horizonunun siyah, A1 horizonunun ise kahverengimsi siyah olarak bulunmuş olması, söz konusu profilin en üst katmanlarının ileri derecede oksidasyona uğradığını, dolayısı ile mineralizasyon sonucu kısmen de olsa OM'nin ayrılarak bir kayıp yaşadığına işaret etmektedir. Söz konusu bu OM kaybına rağmen incelenen profilde yine de en yüksek OM miktarı, yüzeydeki A1 horizonunda bulunmaktadır. Bu durum, aslında A1 horizonunun geçmişte çok daha yüksek miktarda OM içermekte olduğunu ancak, Eğirdir Gölünün su seviyesindeki düşüşlere bağlı olarak hidrolojik doygunluğunu yitiren bu ortamın hızla okside olarak OM kaybına uğradığı ve devam eden oksidatif reaksiyonların, OM miktarı yüksek olmasına rağmen mineral

materyalleri değiştirmesi ve özellikle yüzey katmanında bulunan Fe’li bileşiklerin oksidasyona uğramaları ile birlikte toprak rengini tanımlayan val ve kroma değerlerinde kısmen de olsa bir artışa neden olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Hoyran 1 profilinde strüktür, bütün horizonlarda masif yapıdadır. Masif strüktür, söz konusu toprakların karasal ortama kavuştuktan sonra çok uzun süreler geçirmediğinin bir işaretidir. Kıvam özelliği, yüksek kil içeriğine bağlı olarak nemli iken A1 ve 2C horizonlarında sıkı, A2 ve 4C horizonlarında dağılğan ve 3A ve 3C horizonlarında çok sıkı ve yaş iken A1 ve A2 horizonlarında yapışkan plastik, 2C, 3A ve 3C horizonlarında çok yapışkan çok plastik 4C horizonunda ise az yapışkan az plastik olarak belirlenmiştir.

Çevredeki yüksek arazilerin kireççe zengin karbonat ve bikarbonatları içermesi nedeni ile bu bölgelerden gelen yüzey suları ile beslenen profilin A2 horizonu çok yüksek kireçli diğer bütün horizonları aşırı kireçli olarak tespit edilmiştir. Profilin neredeyse tamamında kirecin aşırı kireçli değerlerde olması, öncelikle bu ortamın yakın zamana kadar tamamen su ile doygun olmasından, daha sonra ise su ile doygunluktan kurtulmak suretiyle karasal ortam özelliğine kavuşmuş olan bu profilin, kireçli bileşiklerin profilden uzaklaşmasına yetecek kadar bir zaman geçirmediğinden kaynaklanmaktadır. Bu husus, söz konusu bu toprakların genç topraklar olduğunun ve yine toprak özelliklerinin gelişimini yönlendiren pedogenetik süreçlerden de yeterince etkilenmediğinin bir göstergesidir.

4.1.5.2. Hoyran 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Hoyran 1 profilinden genetik horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde fiziksel toprak özelliklerinden toprak tekstürü (bünye), kimyasal özelliklerinden ise kireç (CaCO_3), tuz (EC), katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir katyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH), redox potansiyeli reaksiyonları (Rx), organik madde (OM), organik fosfor (OP) , toplam azot (N), toplam demir (Fe) ve toplam mangan (Mn) analizleri

yapılmış ve sonuçlar sulak alan substratlarına ilişkin mevcut kriterler kapsamında aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Hoyran 1 profili topraklarının tekstürel bileşiminin ortalama %54.6 sını 2 mikrondan daha küçük mineral parçacıklar olan killer oluşturmaktadır. Profildeki kireç (CaCO_3) miktarı %12-46 arasında olup tüm profil aşırı kireçli sınıfta yer almaktadır. Toprak reaksiyonu (pH) değerleri 7.2-7.7 arasında, nötr ve hafif alkali sınırları içerisindedir. Söz konusu profilin organik madde (OM) içerikleri, A1 horizonunda %7.28 ile çok yüksek sınırından başlayıp profil boyunca azalarak 4C horizonunda %1.03 ile düşük olarak belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri, 10.26-69.39 me/100 g arasında olan Hoyran 1 profili topraklarının değişebilir katyonları (DK) baskınlık sırasına göre Ca, Mg, K ve Na şeklinde sıralanmaktadır. Tuzluluk (EC), %0.30-0.99 arasında belirlenmiş olup tüm profil tuzsuz sınırlarındadır. Toplam azot (N), %0.022-0.853 arasında olup, organik fosfor %0.0002-0.0211 arasında değişmektedir. Yine Toplam Fe 12275-24805 mg/kg ve toplam Mn ise 403-844 mg/kg düzeylerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Profilin ortalama kum içeriği %14.16, ortalama silt içeriği %31.13 ve ortalama kil içeriği de %54.61 olarak belirlenmiş ve tüm profil kil (C) tekstür sınıfına dahil edilmiştir. Göl topraklarının oluşumunda materyal taşıyıcı güçler (akarsular) göle ulaştıkları noktada taşıdıkları yükleri parça iriliklerine göre bırakırlar. Söz konusu yükler ağırlıklı olarak kum, silt, ve kil boyutundaki parçacıklardır (Embleton ve Thornes 1979). Bu nedenle Hoyran 1 profili, göl aynası içerisinde aktif göle çok yakın bir noktadan açıldığı için tekstürün kil ağırlıklı çıkması beklenen bir sonuç olmuştur. Ancak söz konusu profil noktası, bugünkü aktif gölün kıyısı gibi görünmesine rağmen gerçek göl çanağının daha büyük olduğu düşünülürse bir sonraki bölümde açıklanacak olan Hoyran 2 profilinin de özellikleri gereğince bugün itibarı ile göl terası olmasına rağmen bir zamanlar göl aynasında yer aldığı ve dolayısıyla Eğirdir Göl çanağının çok daha büyük olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Hoyran 1 profili topraklarının CaCO_3 içerikleri incelendiğinde, %12.86-46.50 arasına olduğu tespit edilmiştir. Buna göre A2 horizonu çok yüksek kireçli ve bunun dışındaki tüm horizonlar ise aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. Çevredeki yüksek araziler karbonatlarca zengin tortul kayalardan oluşmaktadır. Dolayısı ile alan, sürekli olarak kireççe zengin sular ile beslenmektedir. Genç topraklar olmaları nedeni ile kirecin ortamdan yıkanarak uzaklaşmadığı bu yüzden de profilin aşırı kireçli olduğu düşünülmektedir.

Hoyran 1 profilinde EC, 0.30-0.99 dS/m arasında tespit edilmiştir ve tüm profilin tuzsuz olduğu belirlenmiştir. Bu zamana kadar anlatılan diğer diğer dört profile olduğu gibi bu profile de su yükünün tuz köklerini yıkayarak profilden uzaklaştırdığı düşünülmektedir. Hoyran 1 profili topraklarının KDK içerikleri 10.26-69.39 me/100g arasında tespit edilmiştir. KDK değerlerinin tüm profile yüksek olduğu ancak en yüksek değere, kil içeriği en yüksek olan 2C horizonunda ulaştığı belirlenmiştir. Toprakta KDK, öncelikli olarak koloidal yapı ve ortamdaki katyonlarla ilişkilidir. Koloidal özellik gösteren yapılar ise inorganik kolloidler (kil mineralleri) ve organik kolloidler (OM'nin ayrışması sonucu oluşan humus) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Söz konusu inorganik koloidal sistemlerin özellikleri ise kil miktarı ve tipi ile yakından ilişkilidir. Bu ilişki kapsamında özellikle 2:1 tipi killerin hakim olduğu genç topraklarda KDK'nin de yüksek çıkması beklenir, Toprak oluşum proseslerinin binlerce hatta yüzbinlerce yılda oluştuğu bilindiğine göre Hoyran 1 profili topraklarının da genç topraklar olmaları nedeni ile 2:1 tipi killere sahip olduğu ve bu nedenle de KDK'lerinin özellikle kilce zengin olan 2C horizonunda en yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Hoyran 1 profili topraklarında horizon esasına göre arazide, Pt- AgCl elektrot kullanılarak yapılan pH ölçümlerinde pH değerlerinin 7.2-7.7 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu kapsamda A2 horizonunda nötr olan toprak reaksiyonu A1, 2C, 3A, 3C ve 4C horizonlarında ise hafif alkali sınıfında yer almaktadır. Yine arazide horizon bazında Pt -AgCl referans alınan bir elektrotla yapılan Rx okumaları sonucunda da, profilin Rx potansiyellerinin 122-330 mV arasında değiştiği ve Rx potansiyellerinin yüzeyden itibaren düzenli bir şekilde derinlikle birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Sulak

alan toprakları için önemli bir kriter olan Rx potansiyeli değerleri bilindiği üzere havasız koşullarda düşmektedir. Söz konusu profilin morfolojik bulguları da yüzeyden itibaren aşağı doğru havasız koşulların varlığını göstermektedir bu sebeple Rx ölçümleri beklenen şekilde bulunmuştur.

Hoyran 1 profili topraklarının toplam N kapsamlarının % 0.02-0.85 arasında değiştiği ve A1, A2 ve 3A horizonlarında çok iyi, 2C horizonunda iyi, 3C horizonunda fakir ve 4C horizonunda da çok fakir olduğu tespit edilmiştir. Hoyran 1 profili topraklarında OM değerleri, %1.03-7.28 arasında olup A1 horizonunda çok yüksek, A2 horizonunda yeterli, 2C ve 3A horizonlarında yüksek ve 3C, 4C horizonlarında ise düşük sınırlarında bulunmuştur. Hoyran 1 profili önceleri daimi sulak alan iken yavaş yavaş kurumaktadır. Yüzeyde çok yüksek olan OM'nin kısa sürede azalacağı düşünülmektedir. Hoyran 1 profili araştırma alanındaki diğer profillerden farklıdır çünkü söz konusu göl alanı yapay değil büyük ölçüde doğal olarak kurumaktadır. Dolayısı ile değişim yavaş olmaktadır. Hoyran 1 profili topraklarının OP içeriklerinin %0.0002-0.0211 arasında olduğu belirlenmiştir. Söz konusu profil toprakları incelendiğinde OM miktarının artışı ile OP miktarı arasında her zaman doğrusal bir ilişki bulunamamıştır. Ancak tıpkı OM ve N'da olduğu gibi yüzeyden aşağıya doğru rakamsal bir azalma söz konusudur. İlişkinin doğrusal olmaması OM içindeki materyallerin fosfor içeriğine, ve ayrışma koşullarına bağlı olarak değişmektedir.

OM, yüzeyde yüksek iken (%7.28) profilin derinliklerine doğru gittikçe azalan (%1.03) oranlarda bulunmuştur. Zira, Eğirdir göl çanağının daimi bir sulak alan olduğu ve zaman içerisinde çeşitli nedenler ile suyun çekilerek göl alanının küçüldüğü, söz konusu bu küçülmenin sonucu olarak da sığlaşan yerlerde vejetasyonun iklimsel faktörlere bağlı olarak belli oranlarda ayrışma geçirdiği tespit edilmiştir. Nitekim profildeki N ve OP miktarları da bu durumu doğrular nitelikte görünmektedir. Zira N ve OP düzenli olmasa da profil içerisinde yüzeyden aşağı doğru bir azalış göstermektedir. Diğer taraftan bu göl ortamının vejetatif bileşiminde sazlık ve kamışlıkların baskın olduğu yapılan arazi çalışmaları ile saptanmıştır. Yukarıda da açıklandığı üzere OM'nin kaynağı olan bu saz ve kamışların ayrışması ile ortama aynı zamanda Fe ve Mn elementleri de

kazandırılmaktadır. Ancak Fe ve Mn'in yüksek değerlerini tamamen OM'nin ayrışmasına bağlamak da doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Nitekim OM'nin çok yüksek olduğu A1 horizonunda Fe ve Mn düşük bulunmuştur. Buna karşılık OM'nin düşük olduğu 3C ve 4C horizonlarında ise Fe ve Mn yüksek olarak bulunmuştur. Söz konusu bu yüksek değerler, bu ortamlardaki redüktif koşullarda süregiden indirgenme reaksiyonlarına bağlı olarak mineral materyallerin bünyesinde bulunan Fe ve Mn'in ayrışması ve nodül-konkresyonlar şeklinde ortamda miktarlarının artması şeklinde açıklanmaktadır. Nitekim redüktif ortamların önemli bir belirteci olan düşük Rx potansiyeli değerleri incelenen profilin 2C katmanından itibaren hızla düşmekte ve en düşük değerine 3C katmanında ulaşmaktadır. Sözü edilen bu düşük Rx değerlerine sahip katmanlarda ise Çizelge 4.10'dan da açıkça görüleceği üzere özellikle en yüksek Mn değerlerine ulaşmış bulunmaktadır. Dolayısıyla sulak alan substratlarının tanımlanması ve degradasyon boyutlarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kullanılabileceği öne sürülen Mn miktarının, sadece OM ayrışmasından değil, indirgen koşullarda mineral materyallerin de ayrışmaya uğramasıyla artış gösterdiği sonucuna da ulaşılmaktadır. Söz konusu bu sonuç, Baul ve ark tarafından önerilen ve Fe ve Mn'in özellikle redüktif ortamlardaki bulunuş formlarını daha çok elementel olarak açıklaması ile de desteklenmektedir (Dinç vd. 1987). Ayrıca Hoyran 1 profilinin morfolojik tanımlamaları sırasında saptanmış olan Mn konkresyonları da bu sonucu bir kere daha desteklemektedir. Dolayısıyla sulak alan substratlarının değerlendirilmesi sırasında redüksiyon ortamlarının varlığı ve/veya yokluğunun veya geçmişte bu türlü redüksiyon reaksiyonlarının gerçekleşip gerçekleşmediğinin tespitinde Mn'in önemli ve vazgeçilmez bir kriter olduğu bir defa daha kanıtlanmış olmaktadır.

Çizelge 4.10. Hoyran 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Kireç %	Tuz dS/m	KDK me/100g	Değişebilir Kationlar Me/100g				pH	Rx (mV)	Organik Madde %	Organik Fosfor %	Toplam Fe mg/kg	Toplam Mn mg/kg	N %	İlmye Dağılımı %			Bilmye
					Na+	K+	Mg++	Ca++								Kum	Silt	Kill	
A1	0-31	45.38	0.96	32.05	0.31	0.40	6.42	23.07	7.5	330	7.28	0.0103	13775	456	0.36	18.16	34.56	47.28	C
A2	31-48	12.86	0.99	25.52	0.26	0.50	9.27	36.63	7.2	300	3.22	0.0211	24665	403	0.85	26.16	30.56	43.28	C
2C	48-70	30.25	0.82	69.39	0.21	0.57	10.01	26.79	7.6	243	2.11	0.0015	24805	674	0.12	4.16	12.56	83.28	C
3A	70-105	28.74	0.42	21.09	0.25	0.46	8.77	28.89	7.4	192	3.74	0.0087	24055	663	0.20	6.16	32.56	61.28	C
3C	105-155	40.09	0.34	31.80	0.11	0.33	12.99	21.84	7.4	122	1.48	0.0006	20870	757	0.08	8.16	28.56	63.28	C
4C	155-200	46.50	0.30	10.26	0.11	0.17	4.80	19.17	7.7	205	1.03	0.0003	12275	844	0.02	22.16	48.56	29.28	C

4.1.5.3. Hoyran 1 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları

Hoyran 1 profilinden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon ve regresyon analizi uygulanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Hoyran 1 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiler

İlişki	Korelasyon Katsayısı (r)
Ca-OP	0.845*
N-KDK	0.926**
N-OP	0.971**

n:6

***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.1

Hoyran 1 profili topraklarının Ca ile OP arasında %5 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprak organik maddesinin yapısında C, H, O, N, S, ve P (bu fosforun önemli bir kısmı organik basit bileşikler şeklindedir) gibi elementlerin yanı sıra değişebilir şekilde Ca ve Mg veya kompleks halde çok sıkı olarak bağlanmış Fe, Mn, Zn ve Cu bulunmaktadır (Özbek vd 1995). Dolayısı ile Hoyran 1 profilinde Ca ile OP arasında bulunmuş olan istatistiksel ilişki, bu ortamdaki OM’nin ayrışarak toprak sistemine Ca ve OP kazandırdığı ve buna bağlı olarak da Ca arttıkça ortamdaki OP’da bir artış olacağına işaret etmektedir. Ancak bu istatistiki ilişkinin bir kriter olabilmesi için yeter düzeyde araştırmanın yapılması gerekmektedir.

Hoyran 1 profilinde toplam N ile KDK arasında %1 düzeyinde önemli pozitif ve OP ile KDK arasında ise %5 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Bilindiği üzere bir toprakta N ve OP miktarının artışı, OM’ nin ayrıştığının önemli bir göstergesidir. OM’nin ayrışması sonucunda oluşan humus ise toprakta kolloid görevi

görerek KDK'nin artmasına sebep olmaktadır (Akalan 1987). Bu nedenle N ve KDK arasındaki söz konusu bu ilişki, sulak alan degradasyonu kriterleri içerisinde. KDK özelliğinin de mutlaka kullanılması gerektiğini bir kez daha istatistiki olarak ortaya koymaktadır.

Hoyran 1 profilinde toplam N ile OP arasında da %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. OM ayrışınca ortaya çıkan N ve OP bileşikleri gibi daha pek çok yapı vardır. Böylece ortamda N artarken OP miktarının da artması beklenen bir sonuçtur. Bu sebeple OM'nin ayrışması sonucunda ortamdaki N ve OP miktarının artması ve bu artışın istatistiki olarak önem arzemesi, OP kriterinin yapay veya doğal olarak degradasyona uğrayan sulak alan topraklarında mutlaka kullanılması gereken bir kriter olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak söz konusu bu kriterinde güvenceyle kullanılabilmesi için yeterli sayıda araştırma ile desteklenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak Hoyran 1 profili toprakları arazideki morfolojik ölçümleri ve görünüşleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları ile genel olarak değerlendirildiğinde, bir süre öncesine kadar daimi sulak alan özelliğini taşıdığı ancak, doğal ve yapay etkenlere dayanan nedenlerle özellikle de Eğirdir Gölünden geçen Kumdanlı fay hattı nedeni ile geçmişte yaşadığı deprem veya depremler ile gölün sularının bir kısmının olası bir çatlakla boşalarak yön değiştirdiğini açıklamaktadır. Nitekim uzmanlar Eğirdir Göl çanağının bu depremler sayesinde bir boyun yaparak yamulduğunu ifade etmektedirler (Anonim, 2005). Zira Eğirdir gölündeki fay sol yönlü atımlı bir fay olduğu için gölün kuzeyi ve güneyi ayrı istikametteki kuvvetlerin etkisi altında kalmıştır. Buna bağlı olarak su eskiden olduğu yerden bugünkü Hoyran 1 profilinin olduğu noktalara kadar çekilmiştir. Bir başka deyişle eskiden göl aynasında yer alan Hoyran 1 profili, yeni gölün kıyısı olarak karşımıza çıkmıştır. Bu doğal degradasyonun yanı sıra yöredeki artan nüfusa bağlı olarak içme ve sulama suyu temini, kirlilik vb. sebeplerle göl alanı yapay olarak da degradasyona uğramaya devam etmektedir. Hoyran 1 profilinin açıldığı bölgenin mevcut hali ile sulak alan özelliğini taşıdığı ancak her geçen sene artan yapay degradasyona bağlı olarak suların çekildiğinden ve bu alanın giderek sulak alan olma özelliğini kaybetme riski ile karşı karşıya olduğundan söz etmek gerekmektedir.

4.1.6 Hoyran 2 profili topraklarının morfolojik özellikleri, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları

Araştırma alanının Isparta ili Eğirdir ilçesi sınırları içerisinde yer alan profillerinden ikincisi olan Hoyran 2 profili, Bucak mevkindeki Sakızlı tepesinin yaklaşık 1.5 km güney doğusunda ve yaklaşık 950 m. yüksekliğinde açılmıştır. Fizyografik ünitesi eski göl tabanı olarak ayırt edilmiş ve lakustrin ana materyal üzerinde gelişmiş olan profilin yayılım gösterdiği alanlar düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Hoyran 2 profilinin morfolojik özellikleri ile fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

4.1.6.1. Hoyran 2 profili topraklarının morfolojik özellikleri

Bu çalışmada Hoyran 2 olarak isimlendirilmiş olan topraklar, yüzeyden yaklaşık 160 cm derinliğinde açılan bir profilde tanımlanmış ve genetiksel horizonlarının A1/C/2C/3C1/3C2 şeklinde bir dizilimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu tespitlere göre yüzeyden itibaren yaklaşık 45 cm'lik bir derinlikten sonra 2C horizonuna, yaklaşık 78 cm'den sonra da 3C horizonlarına geçiş başlamaktadır. Profildeki tekstür sınıfı C horizonunun siltli kil (SiC) ve diğer bütün horizonlarda ise kil (C) olarak tespit edilmiştir. Tüm profil masif strüktürlü olup aşırı kireçli sınıfında yer almaktadır. Yaklaşık 78 cm'lerden sonra başlayan pas lekelerinin bulunduğu profilde drenaj orta olarak sınıflandırılmıştır. Profilin bulunduğu alandaki bitki örtüsünü, çoğunluğu tek yıllık olan doğal çayır örtüsü temsil etmektedir. Hoyran 2 profilinin detaylı morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Horizon	Derinlik (cm)	Profil Tanımlaması
A1	0-25	Sarımsı kahverengi (2.5 Y 5/3 yaş); kil; masif, Çok sert (kuru), çok sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik (yaş); aşırı kireçli; seyrek saçak kök; belirgin düz sınır.

C	25-45	Mat sarı (2.5 Y 6/4 yaş); siltli kil; masif; çok sert (kuru), çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; belirgin düz sınır.
2C	45-78	Mat sarı (2.5 Y 6/3 yaş); kil; masif; çok sıkı (nemli), çok yapışkan ve çok plastik (yaş); aşırı kireçli; belirgin düz sınır.
3C1	78-108	Mat sarı (2.5 Y 6/3 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), yapışkan ve plastik (yaş); aşırı kireçli; az yoğun pas lekeleri; belirgin düz sınır.

3C2	108-158	Parlak sarı (2.5 YR 7/3 yaş); kil; masif; sıkı (nemli), yapışkan ve plastik (yaş); aşırı kireçli; az yoğun pas lekeleri; belirgin düz sınır.
-----	---------	--

Yeri : Sakızlı tepesinin 1.5 km güney doğusu

Yükseklik : 950 m

Fizyografya : Eski göl tabanı

Taşlılık : Yok

Drenaj : Orta

Bitki Örtüsü : Doğal çayır

Ana Materyal : Lakustrin

Yukarıda da açıklandığı gibi Hoyran 2 profili, incelenen yaklaşık 1.5 m derinlik içerisinde morfolojik özellikleri yönünden farklılıklar gösteren A1/C/2C/3C1/3C2 şeklinde bir horizon dizilimine sahip bulunmaktadır. Bu dizilim, Hoyran 2 profili ile temsil edilen söz konusu bu eski göl alanının gelişimini üç farklı birikim döneminde tamamladığını göstermektedir. Bu kapsamda, Hoyran 2 profilinin incelenen yaklaşık 158

cm'lik derinliğinin altında da çok daha eski jeolojik dönemlerin ürünleri olarak depolanmış olan materyaller bulunmakla birlikte sözü edilen bu 158 cm'lik derinlik içerisinde ilk dönem olarak kabul edebileceğimiz bir süreçte yaklaşık 78-158 cm'lik derinlikteki materyalleri içeren ve bu araştırmada 3C1 ve 3C2 olarak tanımlanan katmanlar depolanmıştır. Daha sonraki bir süreçte ise 45-78 cm'lik derinliklerde tanımlanmış ve 2C olarak isimlendirilmiş olan materyaller ve nihayet günümüze en yakın son süreçte ise yüzeyden başlayarak yaklaşık 45 cm'lik derinliğe kadar ulaşan ve A1/C olarak tanımlanmış olan bu son katmanlar depolanmıştır.

Hoyran 2 profilinin yukarıda açıklanan üç farklı jeolojik süreç içerisinde depolanmış olduğunun ve depolandıktan sonra geçirdiği değişim ve dönüşümlerin toprak morfolojisine yansımış olan en önemli kanıtları renk, strüktür ve tekstür özellikleridir. Söz konusu bu özellikler değerlendirildiğinde; en alttaki 3C1 ve 3C2 katmanların sahip oldukları parlak-mat sarı renkleri, masif strüktürleri ve tekstürel bileşiminde, baskın olan kil boyutundaki parçacık dağılımı ile, bu katmanların eski gölün tabanında ve eski gölün kıyısından uzakta, diğer bir deyişle gölün derin bölgelerinde depolanmaları sonucunda oluştuklarını göstermektedir. Zira sözü edilen bu topraklar, eski gölün kıyısına yakın kısımlarda depolanmış olsalar idi, bu alanlarda sığ olan su derinliğine bağlı olarak sulak alan vejetasyonu gelişebilecek ve nihayetinde bu alanda kısmen de olsa bir OM birikimi ve buna bağlı olarak da toprak renginde belirgin bir koyulaşma ortaya çıkmış olacaktı. Söz konusu bu hususların gerçekleşmemiş olması, Hoyran 2 profili ile temsil edilen bu alanın hiçbir zaman gölün kıyısı olamadığı ve jeolojik süreçlerinin tamamını göl aynası ve/veya göl merkezi olarak tanımlanabilecek bir konumda geçirmiş olduğunu kanıtlamaktadır. İncelenen profilin 45-78 cm'lik derinliklerinde yer alan ve iki depolama döneminde oluşan 2C katmanı da 3C1 ve 3C2 katmanının sahip olduğu özelliklere büyük benzerlik göstermesi nedeniyle söz konusu bu alanın yine hiçbir zaman göl kıyısı haline gelmediğini, diğer bir deyişle 2C katmanının depolandığı dönemde de incelenen bu alanın gerçek bir sulak alan olduğunu işaret etmektedir. Keza bu günün yüzeyinden itibaren yaklaşık 4 cm'lik derinliğe kadar ulaşan materyallerde eski göl sularının altında depolanmıştır ve bu materyallerin depolandığı dönemlerde de söz konusu bu alan aktif bir sulak alan niteliğindedir. Bununla birlikte bu son dönem materyallerinin depolanmasını

takiben göl alanında çok hızlı bir degradasyon başlamış ve muhtemel göl kıyısı sınırları incelenen profilin kuzey ve kuzey batısında bulunan Senirkent ve Uluborlu yerleşimlerine kadar ulaşmakta iken bugün bu göl kıyısı sınırları su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak incelenen Hoyran 2 profilinden daha da güneye kayarak bugünkü sınırlarına kadar küçülmüştür. Söz konusu bu küçülme, bu alanda yaşanan degradasyonun en önemli kanıtıdır. Nitekim pek çok yazılı kaynak bu alandaki gölün küçülmesinde, diğer bir deyişle sulak alan sınırlarının daralarak alanın degradasyona uğramasındaki en önemli etkenin bu alanda yaşanmış olan ve Kumdanlı fayının hareketi ile oluşmuş bulunan depremler olduğunu ifade etmektedir. Degradasyonun başlamasında ve/veya oluşumunda etken olan diğer faktörler ise başlangıçta muhtemelen iklimsel değişikliklere bağlı olarak ortaya çıkan doğal degradasyon olmakla beraber günümüze doğru, söz konusu bu sulak alan çevresinde yer alan yerleşmelere ve artan nüfusa bağlı olarak gerek içme ve kullanma ve gerekse tarımsal amaçla sulama nedeniyle göl suyunun kullanımının artmasından kaynaklanmaktadır. Bu ikinci faktör grubu yapay degradasyon olarak tanımlanabilir. Yukarıda tanımlandığı şekliyle hem doğal ve hem de yapay degradasyona uğrayan ve göldeki su seviyesi düştükçe, önce göl sularının çok eski çağlardaki sınırı olan Senirkent ve Uluborlu yörelerindeki, sonrada bu çalışmada incelenen Hoyran profillerinin bulunduğu eski göl tabanlarında biriktirilmiş/depolanmış olan materyaller sudan kurtularak karasal ortama çıkmışlar ve akabinde de bu alanlarda yörenin ekolojik özelliklerinin izin verdiği doğal otsu-çayır bitkileri, bu ortamdaki toprak özelliklerini etkilemeye ve değiştirmeye başlamıştır. Bu kapsamda da incelenen Hoyran 2 profilinin yüzeyindeki A1 horizonundaki OM miktarı artmış ve renkte de alttaki diğer katmanlara kıyasla daha koyu bir renk hakim olabilmıştır.

Hoyran 2 profilindeki renk dağılımı, bu araştırma kapsamında incelenen diğer profillerle hiçbir benzerlik göstermemektedir. A horizonu, organik madde sebebi ile sarımsı kahverengi (2.5 Y 5/3), C, 2C ve 3C1 horizonlarında mat sarı (2.5 Y 6/4, 2.5 Y 6/3 ve 2.5 Y 6/3) ve 3C2 horizonunda ise parlak sarı (2.5 Y 7/3) olarak gözlenmiştir. Yaklaşık 78 cm'den sonra başlayan pas lekeleri bu alanda orta düzeyde bir drenaj problemi yaşandığını göstermektedir. Toprak rengi ile ilgili olarak tespit edilen Hü ve valü değerleri söz konusu bu profilin Hoyran 1 profiline göre daha uzun süre önce

karasal ortama kavuşmuş olduğunu ve daha hızlı bir şekilde degradasyona uğradığına işaret etmektedir. Profildeki OM içerikleri de bu düşüncüyü doğrular niteliktedir.

Profilin tamamında masif strüktür hakimdir. Tıpkı diğer profillerde olduğu gibi bu durum söz konusu toprakların karasal ortama kavuştuktan sonra çok uzun süreler geçirmediğinin bir göstergesidir. Kıvam özelliği, yüksek kil içeriğine bağlı olarak kuru iken A ve C horizonlarında çok sert, nemli iken A, C, 2C horizonlarında çok sıkı, 3C1 ve 3C2 horizonlarında sıkı ve yaş iken A, C, 2C horizonlarında çok yapışkan çok plastik, 3C1 ve 3C2 horizonlarında yapışkan ve plastik olarak belirlenmiştir. Çevredeki arazilerin kireççe zengin ve karbonat ve bikarbonatları içermesi nedeni ile bu bölgelerden gelen yüzey suları ile beslenen profilin bütün horizonları aşırı kireçli olarak tespit edilmiştir. Henüz çok genç olan Hoyran 2 profili topraklarından kirecin yıkanamadığı yapılan analizlerde kesinleştirilmiştir.

4.1.6.2. Hoyran 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Hoyran 2 profilinden genetik horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde, fiziksel toprak özelliklerinden toprak tekstürü (bünye), kimyasal toprak özelliklerinden ise kireç (CaCO_3), tuz (EC), kation değişim kapasitesi (KDK), değişebilir kanyonlar (DK), toprak reaksiyonu (pH), redoks potansiyeli reaksiyonları (Rx), organik madde (OM), organik fosfor (OP), toplam azot (N), toplam demir (Fe) ve toplam mangan (Mn) analizleri yapılmış ve elde edilen veriler sulak alan substratlarına ilişkin mevcut kriterler kapsamında değerlendirilmiştir.

Hoyran 2 profili topraklarının tekstürel bileşiminin ortalama %57.3'ünü 2 mikrondan daha küçük mineral parçacıklar olan killer oluşturmaktadır. İnorganik koloidal sistemler olarak da tanımlanan kil minerallerinin profile bu denli yüksek değerlerde olmasına rağmen incelenen profiledeki KDK değerlerinin düşük olarak bulunmuş olması, söz konusu bu toprakların organik koloidal sistemlerinin yeterince etkin olamamasına işaret etmektedir. Nitekim yapılan analizler, Hoyran 2 profilindeki OM miktarının düşük olduğunu ve buna bağlı olarak da organik koloidal sistemlerin yeterince gelişemediğini

kanıtlamaktadır. Söz konusu bu bulgular, Hoyran 2 profilini temsil edilen bu alanda, morfolojik değerlendirmelerde de işaret edildiği gibi, eski göl sisteminin su yükü en fazla olan ve bu nedenle de bu alanlara kilce zengin materyallerin depolandığını ve derin su ortamlarında ise sulak alan vejetasyonunun fotosentez yapabilecek ortam koşullarını sağlayamadığı için gelişemediğini ve buna bağlı olarak da organik kökenli materyallerin bu alanda yeterince depolanamadığının önemli kanıtlarını oluşturmaktadır. Diğer taraftan OM'nin ayrışması ile topraklarda miktarının artması beklenen OP ve N miktarlarının da aynı göl sisteminin bir parçası olan Hoyran 1 profilinden oldukça düşük düzeylerde bulunmuş olması da bu sonucu desteklemektedir. Nitekim Hoyran 1 profilinin yüzey horizonunda %7.3 olarak tespit edilmiş olan OM miktarına karşılık Hoyran 2 profilinin yüzey horizonunda bu miktar 2.12 olarak bulunmuş ve OM'nin varlığı ve ayrışması ile doğrudan ilişkili olan OP ve N miktarları ise OM miktarı yüksek olan Hoyran 2 profilinden daha yüksek olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, buraya kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı üzere Hoyran 2 profili ile temsil edilen alan, eski göl sisteminin vejetasyonun gelişemeyeceği kadar derin su yükü ile kaplı olan merkezine yakın bir konuma sahip olduğu ve bu alanın hiçbir zaman göl kıyısı olarak bir süreç geçirmediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Yukarıda yapılan açıklamalar doğrultusunda, bu araştırmaya konu edilen Eğirdir gölünün halihazırdaki konumu ve durumu dikkate alındığında, özellikle bu göl sisteminin bir bileşeni olan Hoyran 1 profili de dikkate alındığında, Hoyran 2 profilinin gölün su yükü yönünden en yüksek bir alanını temsil ettiği, diğer bir deyişle bu alanın hiçbir zaman sulak alan vejetasyonunun gelişimine izin verebilecek derecede sığ ve kıyıya yakın bir durum ve konumda olmadığı açıklaması ile çelişmektedir. Zira Eğirdir gölünde degradasyona bağlı olarak bir su çekilmesi söz konusu olmuş ise ki su çekilmesinin olduğu kesindir, Hoyran 1 profiline göre eski göl kıyılarına daha yakın konumda olan ve Hoyran 2 profili ile temsil edilen alanlar, Hoyran 1 profilinden daha önce (Hoyran 1 profili aktif göl sistemine daha yakındır) kıyı konumuna gelmeli idi ve bu alanda da sulak alan vejetasyonu gelişmek suretiyle bir OM birikimini sağlamış olması gerekirdi. Ancak sulak alan substratlarına ilişkin olarak yapılmış olan tüm analiz sonuçları ve arazi gözlemleri, bu alanın herhangi bir jeolojik süreçte kıyı özelliği taşımadığına işaret

etmektedir. Dolayısıyla daha önceki bölümlerde açıklanan ve yapay olarak kurutmaya dayalı süreçler kapsamında kabul edilemeyecek bu çelişkinin açıklığa kavuşturulması gerekmektedir.

Yukarıdaki paragrafta da açıklandığı üzere, incelenen Hoyran 2 profilinin temsil ettiği alanlarda, toprakların morfolojik özelliklerinin tartışıldığı bir önceki bölümde işaret edildiği şekli ile doğal bir degradasyonun yaşandığı kesindir. Bununla birlikte yukarıda tanımlanan çelişkinin ana kaynağını oluşturan ve bu günkü halihazır göl kıyısına yakın olan Hoyran 1 profilinde sulak alan substratlarının gelişebilmiş olmasına rağmen, olağan degradasyon süreçleri içerisinde mutlaka bir dönem kıyı özelliğine sahip olması ve sulak alan vejetasyonunun gelişmesi ve buna bağlı olarak da OM miktarının ve KDK'nin yüksek olarak bulunması gereken Hoyran 2 profili topraklarında bu değerlerin beklenen düzeyde bulunmayışı, bu alandaki degradasyonun doğal ancak olağandışı bir degradasyon olduğunu ve çelişkinin de buradan kaynaklandığını göstermektedir. Söz konusu bu olağandışı doğal degradasyonun oluşabilmesi için de, bu alandaki su seviyesinde çok hızlı ve/veya ani düşüşlerinin yaşanmış olması gerekmektedir. Su seviyesindeki böyle bir hızda veya ani bir şekilde düşüşler ise bu alanda geçmiş bir tarihte yaşanmış olması gereken tektonik bir olayla ancak oluşabilecektir. İncelenen Hoyran 2 profilindeki bütün morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikler ise, bu alanda gerçekten de ciddi bir tektonizma yaşandığına ve muhtemelen göl tabanında oluşan bir tektonik çatlaktan veya yine oluşan tektonik hareketle göl çevresindeki karstik yapılarda mevcut ancak o ana kadar kapalı olan bir veya birkaç düdenin aktif hale geçmesi ve göl ortamından önemli miktardaki suyun başka sistemlere boşalmasına neden olduğuna işaret etmektedir. Söz konusu bu tektonik olaylarla göl sularının hızlı bir şekilde çekilmesi ve eski göl kıyılarının kuzey-kuzeybatı yörelerindeki en eski sınırları olan Senirkent ve Uluborlu yerleşmelerinden, bu günkü Hoyran 1 profili civarına kadar gerilemesi olayı da muhtemelen oldukça eski bir jeolojik süreçte yaşanmış olmalıdır. Zira Hoyran 2 profilinin sahip olduğu özellikle kimyasal özellikler, bu su çekilmesinin yakın bir tarihte olmadığına işaret etmektedir. Nitekim Hoyran 2 profilinin tüm toprak katmanlarının sahip olduğu pH, EC ve değişebilir Na değerleri, daha önce incelenen ve halen degradasyon süreçlerini yaşamakta olan diğer sulak alan substratlarının sahip olduğu özelliklerden büyük farklılıklar göstermektedir.

Örneğin Hoyran 2 profili dışındaki diğer tüm profillerde pH, EC ve değişebilir Na miktarları, incelenen bu profildeki değerlere kıyasla oldukça düşüktür. Diğer sulak alanlardaki söz konusu bu toprak özelliklerinin Hoyran 2 topraklarına kıyasla düşük çıkmasının en önemli nedeni, sözü edilen bu toprakların daha önce de söylendiği gibi çok kısa bir süre önce devlet eli ile kurutulmaya başlamaları, diğer bir deyişle, çok kısa bir süre önce su yükünden kurtulmaya başlamış olmalarıdır. İşte bu nedenle Hoyran 2 profili dışındaki diğer tüm sulak alan topraklarının eski sulak alan karakteristikleri içerisinde, üzerlerindeki daimi ve/veya geçici su yüküne bağlı olarak göl ortamlarındaki toprakların en önemli kimyasal bileşenleri olan Cl, SO₄ ve CO₃ kökleri, doğrudan topraktan bir buharlaşmanın bulunmaması ve profile çözelti halinde bulunan bu köklerin sürekli olarak üzerlerindeki su yükü ve bu suyun kimyasal bileşim konsantrasyonlarına bağlı olarak aşağıya (profilin derinliklerine) doğru hareket ettirilerek çok derinlere gitmiş olması nedeniyle tuzsuz (düşük EC değerleri) olarak bulunmalarına neden olmuştur. Diğer taraftan tanımlanan bu olaylar ve/veya süreçler (özellikle topraktan doğrudan bir buharlaşmanın yaşanmaması) Hoyran 2 profili dışındaki diğer sulak alan profillerinde Na iyonunun da aktif hale geçmesini diğer bir deyişle toprakların değişebilir ve eriyebilir katyonları içerisinde baskın koloidal yüzey haline gelmesini engellemek suretiyle bu topraklarda alkalileşme olayına ve nihayet pH değerlerinde de bir yükselmeye neden olamamışlardır. Buna karşılık yukarıda da ifade edildiği üzere göl sularının oldukça eski bir dönemde ve hızlı bir şekilde çekilmesi ile Hoyran 2 profili ile tanımlanan alan karasal ortama kavuşmuş ve profile sature halde var olan su, bu defa doğrudan doğruya topraktan buharlaşmaya başlamıştır. Buharlaşan su miktarı zaman içerisinde arttıkça, profilin daha derinlerinde yer alan su içerisinde eriyik halde bulunan özellikle Na ve Cl kökleri, kapillar yükselme ile yüzeye tırmanmaya başlamış ve profilin üst kısımlarına kadar ulaşan ve daha çok Na ve Cl iyonlarınınca zengin bu su buharlaştıkça, profil Na ve Cl iyonlarınınca zenginleşmiş ve nihayet günümüzde de bu toprakların EC değerlerinin ortalama 2.5-3.0 dS/m, pH değerlerinin ortalama 9.5-10 ve değişebilir Na değerlerinin de ortalama 15-20 me/100g gibi yüksek değerlere ulaşmasına neden olmuştur. Bu durumun aksine olarak, diğer bir deyişle eğer Hoyran 2 profili yavaş yavaş su yükünden kurtulmaya ve/veya diğer sulak alanlarda olduğu gibi zaman zaman geçici sulak alan özelliğini koruyabilmiş olsa idi, toprak profilinin derinliklerinde yüksek düzeylerde

bulunan Cl ve Na iyonları, profilde yüksek düzeyde bir kapillar hareket olamayacağından yukarı çıkamayıp toprak profilinin tuzlulaşmasına, alkalileşmesine ve pH değerlerinin de yükselmesine neden olamayacaklardı. Nitekim göl tabanı gibi riskli jeomorfolojik ünitelerde süregiden en önemli pedogenetik proseslerden ilki toprakların tuzlulaşmasından sorumlu olan ve kapillar su hareketinin baş rolü oynadığı salinizasyon olayı ve ikincisi ise toprakların alkalileşmesinden ve pH değerlerinin yükselmesinden sorumlu olan solonizasyon olayıdır (Dinç vd., 1995). Dolayısıyla elde edilen bu analitik ve morfolojik veriler Hoyran 2 profilinin hem salinizasyon ve hem de solonizasyon olayından etkilenebilecek düzeyde pedogenetik bir gelişimi yaşamış olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Hoyran 2 profili ile temsil edilen toprakların sahip olduğu morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikler, bu alanın herhangi bir jeolojik süreçte hiçbir zaman kıyı özelliğine sahip olmadığını ve ayrıca oldukça uzun süreler öncesinden günümüze kadar karasal ortamda kaldığını ve özellikle salinizasyon ve solonizasyon olaylarının etkisi altında kaldığını kesinlikle işaret etmektedir. Söz konusu bu olaylarda yavaş yavaş çekilen, diğer bir deyişle yavaş yavaş degrade olan bir sulak alandan daha çok ani su çekilmesi veya hızlı bir degradasyon yaşandığını açık bir şekilde kanıtlamaktadır. Bu noktadan hareket edildiğinde ise, sulak alanların degradasyon boyutlarının belirlenmesinde salinizasyon ve solonizasyon olaylarının farklı düzeylerinin bir kriter olarak kullanılabileceği yönünde açık bir eğilim de ortaya çıkmış olmaktadır.

Çizelge 4.12. Horyan 2 profili topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Kireç %	Tuz dS/m	KDK me/100 g	Değişebilir Katyonlar Me/100g				pH	Rx (mV)	Organik Madde %	Organik Fosfor %	Toplam Fe mg/kg	Toplam Mn mg/kg	N %	Bünye Dağılımı %			Bünye
					Na+	K+	Mg++	Ca++								Kum	Silt	Kill	
A	0-25	37.82	2.72	19.42	10.58	1.00	2.56	20.01	9.4	-	2.12	0.0070	19305	865	0.09	12.16	38.56	49.28	C
C	25-45	43.87	2.96	16.38	20.11	0.62	1.89	14.01	10.0	-	0.51	0.0014	20960	915	0.03	4.16	40.56	55.28	SiC
2C	45-78	41.60	2.78	18.68	25.63	0.69	4.50	13.62	10.0	-	0.77	0.0006	22495	851	0.03	4.16	26.56	69.28	C
3C1	78-108	38.57	4.42	17.53	4.52	0.46	5.76	13.68	9.7	-	0.51	0.0013	22705	878	0.02	4.16	38.56	57.28	C
3C2	108-158	47.80	1.45	14.57	11.76	0.14	5.45	14.40	9.9	-	0.51	0.0006	16895	809	0.01	8.16	36.56	55.28	C

4.1.6.3. Hoyran 2 profili topraklarının istatistiksel analiz sonuçları

Hoyran 2 profilinden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesi amacıyla, analiz sonuçlarına korelasyon ve regresyon analizi uygulanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Hoyran 2 pofili topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiler

İlişki	Korelasyon Katsayısı (r)
OM-N	0.982**
OM-OP	0.965**
N-OP	0.976**

n:5

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.1$

Hoyran 2 profilinin OM miktarı ile toplam N arasında % 1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. Toprak organik maddesinin yapısında C, H, O, N, S, ve P gibi elementlerin yanı sıra değişebilir şekilde Ca ve Mg veya kompleks halde çok sıkı olarak bağlanmış Fe, Mn, Zn ve Cu bulunmaktadır (Özbek vd 1995). Hoyran 2 profili topraklarının OM ile OP içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki saptanmıştır. Topraklarda OM’nin yapısında önemli miktarlarda organik orjinli fosfor bileşikler bulunmaktadır. Bu fosfor bileşikler mikroorganizma faaliyetleri ile ayrıştırılarak basit fosforlu bileşikler haline dönüştürülürler. Basit organik bileşikler halinde bulunan fosfor, mineralize olarak toprak çözeltisinde çeşitli inorganik bileşikler oluşturur (Akalan 1987). Hoyran 2 profilinde toplam N ile OP arasında %1 düzeyinde önemli ve pozitif bir ilişki saptanmıştır. OM ayrışınca ortaya çıkan N ve OP bileşikler gibi daha pek çok yapı vardır. Böylece ortamda N artarken OP miktarının da artması beklenen bir sonuçtur. Daha önce de belirttiği gibi sulak alan topraklarının tanımlamalarında OM, OP ve N birbirine bağlı ve mutlaka araştırılması gereken özellikler olarak dikkate alınmalıdır.

4.2. Araştırma Alanı Toprak Profillerinin Morfolojik Özelliklerinin, Fiziksel, Kimyasal ve İstatistiksel Analiz Sonuçlarının Ortak Değerlendirilmesi

Bu bölümde araştırma alanında yer alan altı toprak profilinin morfolojik, fiziksel, kimyasal ve istatistiksel analiz sonuçları topluca değerlendirilerek, söz konusu profillerin sulak alan topraklarının özelliklerini ne derecede taşıyıp taşımadıkları tartışılacaktır. Araştırma kapsamında incelenen literatür bildiriminde sulak alan topraklarının tanımlanmasında indikatör olarak renk, OM, OP, R_x reaksiyonları ve pH gibi toprak özelliklerinin dikkate alındığı görülmüştür. Bununla birlikte uluslar arası kabul görmüş sulak alan tanımlaması 6 m derinliğe kadar olan bütün suları kapsadığı için, söz konusu bu çok farklı sucul ortamlarda doğal olarak sahip olunan biyolojik ve hidrolojik kriterlerin farklılığına bağlı olarak sulak alan topraklarının özelliklerinin de çok değişken olacağı unutulmamalıdır. Bu kapsamda ve uluslararası toprak genetiği kriterleri de dikkate alınarak değerlendirilen araştırma alanı toprak profilleri, önce toprak biliminin öngördüğü genetiksel unsurlar ve daha sonra da eldeki mevcut sulak alan toprak kriterleri dikkate alınarak yorumlanmıştır. Olabildiğince detaylı bir şekilde morfolojik, fiziksel ve kimyasal olarak incelenen araştırma alanı topraklarının, sulak alan toprakları ile ilgili yapılacak çalışmalara destek olacağı düşüncesinden hareketle bu araştırmanın arazi çalışmaları ve toprak örneklemeleri için hidrolojik koşulların en kötü olduğu ve sulak alan niteliklerinin en aza indiği bir dönem seçilmiştir. Böyle bir dönemde belirlenen arazi çalışmaları ve toprak örneklemelerinde morfolojik, fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin yanısıra toprak örnekleri kullanılarak yapılan laboratuvar çalışmaları da dikkate alınarak araştırma alanı toprakları yorumlanmış ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler sulak alan substratları yönünden genel olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

4.2.1. Araştırma alanı toprak profillerinin morfolojik özelliklerinin ortak değerlendirilmesi

Araştırma alanı topraklarının morfolojik değerlendirmesinde horizon dizilimi, renk, strüktür ve kıvam özellikleri dikkate alınmıştır. Araştırma alanında yer alan altı profilin hepsi, fizyoğrafik ünite olarak eski göl tabanı ve lakustrin ana materyal üzerinde gelişmişlerdir. Bu durum incelenen tüm toprak profillerinin ortak bir özelliğidir.

Araştırma alanı profillerinin incelenebilen derinlikteki horizon dağılımları değerlendirildiğinde, Karagöl (A1/2C/3Oa/3Oe/3Oi), ve Hoyran 2 (A1/C/2C/3C1/3C2) profillerinin 3; Avlan (A1/AC/C/2C1/2Cg2) profilinin 2; Söğüt 1 (A1/2C1/2C2/3A1/3A2/4Cg), Söğüt 2 (Ap/C/2A1/2A2/3A1/3A2/4A/4C) ve Hoyran 1 (A1/A2/2C/3A/3C/4C) profillerinin ise 4 farklı birikim dönemi yaşadıkları, sahip oldukları litolojik kesintilerden anlaşılmaktadır. Farklı dönemlerde, çevredeki yüksek arazilerden yüzey suları ile taşınarak depolanan bu birikimlerin araştırma alanının bütün profillerinde ortak olarak rastlanmış olması, bu alanlarda bir sulak alan çeşidi olan göl ekosistemlerinin varlığına işaret etmektedir. Söz konusu profiller içerisinde sadece Karagöl profili organik horizonlar içermektedir. Bunun dışındaki bütün profiller A/C horizon dizilimine sahip mineral topraklardır. Bilindiği üzere göl alanı topraklarının oluşum aşamaları, yüzey suları ile beslenen göllerin tabanında bu suların taşıyıp getirdiği sedimentlerin kabadan inceye doğru çökmesi ve yüzeydeki organik aksamın da zamanla dıştan içe doğru depolanarak iklimsel ve çevresel şartlara bağlı olarak ayrışması şeklinde gerçekleşmektedir. Araştırma alanında yer alan profillerde A/C horizon dağılımının varlığı, söz konusu toprakların genç topraklar olduklarını dolayısı ile karasal ortama yeni kavuştuklarını ispatlamaktadır. Bu bulgu ile, çalışma alanındaki Karagöl, Avlan ve Söğüt göl alanlarının hidrolojik özelliklerini kısa bir süre önce kaybettiklerini bir başka deyişle yapay degradasyona uğradıklarını, Eğirdir gölünün ise tektonik olaylarla doğal degradasyona uğradığını ancak bugün özellikle insan etkisi ile yapay degradasyonun da devam ettiği söylenebilecektir.

Toprak genetiği açısından çok önemli bir kriter olan renk; topraklardan yansıyan ışığın miktarına ve dalga boyuna bağlıdır. Toprak konusunda eğitim görmemiş kişiler bile profil içerisindeki renk farklılığını ayırt edebilirken, bu konuda uzman kişiler toprak rengindeki farklılıkları herhangi bir fiziksel, kimyasal veya biyolojik olaya bağlayarak topraklar hakkında daha detaylı yorumlar yapabilirler. Örneğin siyah toprak rengi genellikle organik maddenin bir belirtisi olmakta, kırmızı renkler ise serbest demir oksitlerin iyi havalanmış topraklardaki varlığını vurgulamaktadır. Serbest demirin topraktan indirgenme yoluyla ayrılması ile toprak mineral parçacıkları çoğunlukla gri-mavi arası bir renk göstermektedir (Dinç vd. 1995). Bu kapsamda sulak alanlara ait

özellikle mineral topraklar incelendiğinde, renk özelliklerinin karakteristik olduğu görülür. Toprak rengi bize söz konusu toprakların geldikleri yerler hakkında bilgiler verebilir. Aynı zamanda göl ortamında meydana gelen pedokimyasal olayların varlığı ve düzeyi hakkında bilgi sahibi olmamızı ve bunun neticesinde de o alanın sulak alan olup olmadığı hakkında yorum yapmamızı sağlar. Sulak alan toprakları hidrik topraklar olarak nitelendirilir. Hidrik topraklar organik veya mineral olabilirler. Organik hidrik topraklarda renk genellikle siyah, koyu kahverengi veya koyu gri renktedir. Mineral hidrik topraklarda ise renk, gleyleşmeden dolayı gri, yeşilimsi gri veya mavimsi gri renge sahiptir bu rengin nedeni Fe ve Mn'dır (Oksidasyon-Redüksiyon olayları) (Christopher, 2000).

Vepraskas vd. (2003), kimyasal olarak redüksiyona uğramış uzun süre su ile sature olan sulak alan topraklarında renk özelliklerinin düşük kroma ile tanımlanabileceğini belirlemişlerdir. Bu kapsamda araştırma alanındaki toprak profillerinin renk özellikleri değerlendirildiğinde, Karagöl profilinde organik horizonların siyah (7,5 YR 2/1), mineral horizonlarda ise kahverengimsi siyah (7,5 YR 3/1) ve gri (7,5 YR 4/1); Avlan profilinde kahverengimsi gri (10YR 5/1) ve grimsi sarı kahverengi (10 YR5/2); Söğüt 1 profilinde OM miktarı yüksek horizonlarda kahverengimsi siyah (7,5 YR 3/1) ve siyah (7,5 YR 3/1) diğer horizonlarda ise grimsi sarı kahverengi (10 YR 4/2) ve gri (7,5 Y 5/1); Söğüt 2 profilinde zeytuni kahverengi (2,5 Y 4/3), kahverengimsi siyah (7,5 YR 3/1), grimsi kahverengi (7,5 YR 4/2); Hoyran 1 profilinde OM'ce zengin horizonlarda kahverengimsi siyah (10YR 3/2) ve siyah (10 YR 2/1), diğer horizonlarda kahverengimsi gri (10 YR 5/1), koyu grimsi sarı (2,5 Y5/2) ve grimsi sarı (2,5 Y6/2); Hoyran 2 profilinde ise sarımsı kahverengi (2,5 Y 5/3), mat sarı (2,5 Y 6/4), parlak sarı 2,5 YR 7/3) olarak belirlenmiştir. Sulak alan topraklarının renk özellikleri yöreden yöreye değişmekle beraber, özellikle göl ortamlarında oluşan organik hidrik toprakların renklerinin düşük valü ve kromaya sahip olması gerekmektedir (Anonim 2004b). Nitekim araştırma alanında organik katmanlara sahip olan tek gölün Karagöl profili toprakları olduğu bilindiğine göre, söz konusu profilin organik horizonlarında düşük valü ve kroma değerleri beklenmeliydi, nitekim sonuçlar beklenildiği şekilde bulunmuştur. A horizonundaki düşük valü ve özellikle düşük kromanın varlığı ise çok kısa bir süre

öncesine kadar yüzeyde var olan ve çok hızlı yanarak kaybolan organik horizonun kalıntılarının mineral özellik gösteren A1 horizonu ile karışması sonucu oluştuğu belirlenmiştir. Araştırma alanındaki diğer 5 profil değişen OM içerikleriyle birlikte mineral topraklar olarak tanımlanmıştır. Söğüt 1 ve Söğüt 2 profilinde belirlenen düşük valü ve kroma değerlerinin kurak yarı kurak iklime sahip olan Söğüt yöresin için beklenmeyen bir sonuç olduğu, Söğüt gölünün kurutulması ile karasal ortama kavuşan organik katmanların hızla yanarak yok olduğu, yanan katmaların altında yer alan mineral horizonların ise söz konusu yanma ürünleri ile karışarak bu denli koyu renge kavuştuğu sonucuna varılmıştır. Nitekim yöre sakinleri bu bulguları doğrular nitelikte bilgi vermişlerdir. Hoyran 1 profil topraklarında da özellikle yüzeyde olan koyu rengin, mevcut aktif gölün kıyası olması nedeniyle OM'ce zengin ve buna bağlı olarak da gerçekleşen mineralizasyon olayları neticesinde koyu renkli olduğu söylenebilecektir. Avlan profili topraklarının yüzey katmanındaki renginin valüsü 5 ve kroma değeri de 1 olarak bulunmuştur. Buradan da görüleceği üzere Avlan profilinin renk özelliklerinden kroma, hidrik toprak özelliğini karşılayabilir iken value değerleri bu kriterleri karşılamaktan uzaktır. Hoyran 2 profilinin ise en alttaki 3C1 ve 3C2 katmanların sahip oldukları parlak-mat sarı renkleri, masif strüktürleri ve tekstürel bileşiminde, baskın olan kil boyutundaki parçacık dağılımı ile, bu katmanların eski gölün derin bölgelerinde depolanmaları sonucunda oluştuklarını göstermektedir. Zira sözü edilen bu topraklar eski gölün kıyasına yakın kısımlarda depolanmış olsalar idi, bu alanlarda sığ olan su derinliğine bağlı olarak sulak alan vejetasyonu gelişebilecek ve nihayetinde bu alanda kısmen de olsa bir OM birikimi ve buna bağlı olarak da toprak renginde belirgin bir koyulaşma ortaya çıkmış olacaktı. Söz konusu bu hususların gerçekleşmemiş olması, Hoyran 2 profili ile temsil edilen bu alanın hiçbir zaman gölün kıyası olmadığı ve jeolojik süreçlerinin tamamını göl aynası ve/veya göl merkezi olarak tanımlanabilecek bir konumda geçirmiş olduğunu kanıtlamaktadır. Bu husus Elmalı yöresinde incelenen Avlan profili içinde geçerlidir ve bu iki profilin ortak özelliği olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, tüm profillerde özellikle yüzeydeki OM nedeni ile A horizonları kahverengi özellik gösterirken, OM içeriği yüksek olan gömülü horizonlarda siyah, diğer horizonlarda ise depolanan materyalin yapısına bağlı olarak parlak sarıdan kahverengimsi siyaha kadar değişen renk özelliği belirlenmiştir. Literatür bilgileri ile kıyaslandığında Karagöl

profilinin organik sulak alan toprak rengi kriterlerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer profillerin renk özellikleri, mineral topraklara ait sulak alan toprak renk özellikleri (düşük valü ve kroma) ile kıyaslandığında Söğüt 1, Söğüt 2 ve Hoyran 1 profillerinin uyum gösterdiği, Avlan profilinin kroma özelliklerinin hidrik toprak özelliklerine uyumlu, valü özelliklerinin ise uyumlu olmadığı belirlenmiştir. Hoyran 2 profili toprakları ise renk özellikleri açısından tüm profillerden büyük farklılıklar göstermektedir. Yüzey katmanı hariç, mat sarı olarak belirlenen profil renginin söz konusu alanın hiçbir zaman göl kıyısı olmamasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Avlan profilinde belirlenen valüdeğeri hidrik topraklar için verilen değerden farklı olmakla birlikte söz konusu toprakların kroma değerleri diğerlerinde olduğu gibi sulak alan substratı niteliklerini taşıdığını göstermektedir. Dolayısıyla renk özellikleri ve hali hazırdaki diğer özellikleri dikkate alındığında Avlan-Karagöl ve Söğüt göllerinin bir zamanlar sulak alan oldukları ancak kısa süreler öncesinde degradasyona uğratıldıkları, Eğirdir gölü çanağının ise geçmişte farklı bir yayılım gösterdiği ancak yaşanan doğal degradasyon (tektonik değişimler) ile bugünkü görünümüne ulaştığı ve bugün de yapay degradasyonun yaşandığı belirlenmiştir.

Toprak morfolojisi açısından önemli olan bir diğer özellik strüktür'dür. Strüktür; toprağı oluşturan organik madde (humus) ve inorganik tekssel parçacıkların (kum, silt ve kil) toprak oluşum proseslerinin etkisi altında bir araya gelerek oluşturduğu kümeli yapılar şeklinde tanımlanmaktadır. Her bir toprak çeşidi için farklılık gösteren strüktürel üniteler, toprak profilinin derinliği boyunca yer alan her bir farklı horizontda da farklılıklar gösterebilmektedir. Strüktürel üniteler için büyüklük, dayanıklılık ve tip olmak üzere üç temel ayırım söz konusudur ve strüktür özelliği, toprakların bitki kök gelişimlerini hava ve su geçirgenliklerini, ısınmalarını vb özellikleri kontrol etmektedir (FAO, 1977; Landon, 1991). Strüktür oluşumu görülmeyen topraklar, toprak tanelerinin kendi arasında kümelenmesi sonucu oluşmuş, birbirinden doğal yüzeylerle ayrılabilen agregat veya pedlerin bulunmadığı topraklardır. Bu topraklar, horizontdan koparıldıklarında doğal yüzeylerle ayrılmaz, yeni bir kırılma yüzeyi oluşturarak kırılırlar veya dağılırlar. Yeni bir kırılma yüzeyi oluşturarak kırılan strüktürsüz topraklar 'masif' olarak adlandırılırlar (Dinç ve Şenol 1997). Bu kapsamda araştırma alanında incelenen altı profilin hepsinde masif strüktür tespit edilmiştir. Göller yöresinde yer alan araştırma alanı profillerinin çok kısa

bir süre önce karasal ortama kavuştuğu bilinmektedir. Toprak oluşum proseslerinin henüz yeterince çalışmadığı ve bunun sonucunda strüktür gelişiminin gerçekleşemediği düşünülmektedir. Masif strüktür araştırma alanındaki toprakların kısa bir süre öncesine kadar sulak alan olduklarını ancak degradasyona uğrayarak hidrolojik ve kısmen de biyolojik özelliklerini kaybettiklerini doğrular nitelikte tespit edilmiştir.

Toprakların değerlendirilmesinde kullanılan diğer önemli parametrelerden birisi olan kıvam, tüm toprak kütesinin adhezyonu ve kohezyonu ile belirlenen ve toprağın şeklinin bozulmasına karşı gösterdiği direncin bir ifadesi olup, toprak işleme ve mühendislik çalışmaları açısından önemli bir özelliktir. Toprak kıvamı, kuru, nemli ve yaş olmak üzere üç şekilde incelenir. Kuru kıvamları sert ve çok sert, nemli kıvamları sıkı ve çok sıkı, yaş kıvamları çok yapışkan çok plastik olan topraklar bitkisel üretimde sıkıntı yaratırlar (Dinç vd. 1995). Bu kapsamda incelenen araştırma alanındaki profillerden sadece Hoyran 2 profilinde kuru kıvam belirlenmiştir. Söz konusu profil kuru iken çok sert, nemli iken dağılğan yaş iken çok yapışkan çok plastik özelliğe sahiptir. Diğer profiller OM ve kil içeriklerine bağlı olarak nemli iken sıkı veya çok sıkı yaş iken yapışkan plastik veya çok yapışkan çok plastik özellik göstermişlerdir. Kıvam açısından değerlendirildiğinde kurak dönemin sonu olmasına rağmen sadece Hoyran 2 profilinin tamamen kuru olduğu görülmüştür. Söz konusu alanların şayet tarımsal amaçlarla kullanımları başlayacak veya devam edecek ise kıvam özellikleri açısından bitkisel üretimde sorun yaratacakları düşünülmektedir. Bu bulgu da bir zamanlar sulak alan olan ancak çeşitli nedenlerle degradasyona uğratılan bu alanların özellikle tarımsal kullanımlar için uygun olmadıklarının ortak bir göstergesidir.

Araştırma alanındaki profillerin morfolojik özellikleri genel olarak bir değerlendirmeye alındığında, Karagöl, Avlan, Söğüt 1, Söğüt 2 ve Hoyran 2 profil topraklarının geçmişte sulak alan oldukları fakat günümüzde belli düzeylerde degrade olarak sulak alan olma özelliklerini yitirdiklerini göstermektedir. Hoyran 1 profili ise aktif gölün hemen kıyısında yer alıp yılın önemli bir bölümünde su ile doymun olduğundan halen geçici sulak alan özelliğini korumakta olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

4.2.2. Araştırma alanı toprak profillerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının ortak değerlendirilmesi

Araştırma alanı topraklarının fiziksel toprak özelliklerinden tekstür, kimyasal toprak özelliklerinden ise CaCO_3 , EC, KDK, DK, pH, Rx, OM, OP, Toplam N, Toplam Fe ve Mn analiz sonuçları bütün profiller için ortak olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

FAO ve Landon'a göre toprak tekstürü, toprağın inorganik kısmını oluşturan ve kum, silt ve kil adı verilen parçacıkların oransal miktarları olarak tanımlanmaktadır. Tanımda adı geçen kum, silt ve kil birer boyut ve/veya irilik sınıfını ifade etmekte olup her birisi belli ve uluslararası standartları olan materyallerdir. Bu materyaller arasında kilin önemli bir yeri vardır. Zira killer sahip olduğu boyut özelliğinin yanı sıra toprakların elektrokimyasal fonksiyonlarını da kontrol eden bir materyallerdir. Toprakların inorganik kolloidal sistemleri olarak adlandırılan killer, bulundukları ortamda tip ve miktarları ile toprakların iletkenliklerini olumlu veya olumsuz yönde etkilerler. Toprak profillerindeki miktarları ve tipleri, toprakların strüktür oluşumunu, likit ve plastik limit sınırlarını su, besin maddesi ve diğer katyon ve anyonları tutma kapasitelerini, su ve hava geçirgenliklerini, tohumların çimlenme oranlarını, toprak işleme alet ve yöntemlerinin seçimini ve daha pek çok olayı kontrol etmekte ve yönlendirmektedirler (Sarı vd. 2000). Bu kapsamda araştırma alanı toprakları değerlendirildiğinde, incelenen 6 toprak profili içerisinde Karagöl profili hariç, diğerlerinin tekstürel yönden büyük bir benzerlik gösterdiği görülmektedir. Nitekim Avlan, Söğüt 1, Söğüt 2, Hoyran 1 ve Hoyran 2 profillerinde baskın tekstür sınıfı C ve SiC olarak bulunmuştur. Söz konusu bu bulgu da bu toprakların eski göl tabanlarında ve lakustrin ana materyal üzerinde oluşuklarının ortak bir sonucunu ortaya koymaktadır. Karagöl profili ise araştırma alanında toprak gövdesinde diğer profillere büyük benzerlik gösteren mineral katmanlarla birlikte diğerlerinden farklı olarak organik katmanları da içeren bir durum göstermektedir. Bu durum eski göl tabanlarında yer alan bir toprak profili için son derece doğaldır ve daha öncede ifade edildiği üzere (toprak rengi ile ilgili açıklamalar) araştırma alanındaki diğer bazı toprak profillerinde de Karagöl profiline benzer şekilde organik katmanların geçmişte var olduğu ve yeterli bilimsel ve teknik yaptırımlar dikkate alınmadan

kurutulmaları neticesinde bu organik katmanların hızlı oksidasyonla (yanma ile) yok oldukları dikkate alındığında aslında Karagöl profili ile diğer toprak profillerinin bu halleriyle de ortak özelliklere sahip oldukları ortaya çıkarılmış olmaktadır. Karagöl profili tekstürel olarak iki kısımda değerlendirilmiştir. Çünkü söz konusu profilde hem mineral hemde organik horizonlar mevcuttur. Organik horizonlar Von Post Humifikasyon skalasına göre değerlendirilerek H7, H4 ve H2 ayrışma sınıflarına dahil edilmiştir. Mineral horizonları ise L ve SiL sınıflarındadır. Avlan ve Hoyran 1 profilleri C, Söğüt 1 profili CL, SiC ve C, Söğüt 2 ve Hoyran 2 profilleri SiC ve C tekstüre sahiptirler. Göl ekosistemlerinin oluşumunda, çevredeki yüksek arazilerden yüzey suları ile taşınarak getirilen mineral materyallerin birikimi esastır ve bu birikimde göl kıyısından başlayarak göl merkezine, kabadan inceye doğru bir boylamasına depolanma olayı gerçekleşmektedir (Dinç vd. 1993). Karagöl profilinde de söz konusu bu boylamasına derecelemenin gerçekleştiğinin ilk işareti olan kaba tekstürlü materyallerin depolanması sulak alanın kıyısı olduğunu göstermektedir. Avlan profilinde ince materyallerin bulunması ve teksktürün kil olması Avlan profili ile temsil edilen bu alanın geçmişte bir sulak alan olduğunu ve sözü edilen bu sulak alanında en derin yerinin Avlan profilinin çevresi olduğunu göstermesi bakımından önemli bir bulgudur. Nitekim söz konusu profilin renk içeriği ve OM dağılımı da bu bulguyu destekler niteliktedir. Söğüt 1 profilinde kil miktarının bu denli yüksek oluşu bize göl ekosistemlerinde kabadan inceye doğru olan materyal birikimi işlemlerinin söz konusu alanda da etkili olduğunu ve profilin açıldığı noktada ağırlıklı olarak killerin biriktiğini, dolayısı ile Söğüt 1 profilinin Söğüt göl aynasının merkezine yakın bir yerde olduğunu işaret etmektedir. Söğüt 2 profilinin ise tekstürel dağılımı incelendiğinde ince ve orta ince tekstürel materyaller ile kaplı olduğu görülmektedir. Gerek bulunduğu kot itibarı ile ve gerekse tekstürel dağılımı göz önüne alındığında Söğüt 2 profil noktasının eski Söğüt Gölü'nün bir terası olduğu akla gelmektedir. Hoyran 1 profili, göl aynası içerisinde eski gölün iç ve aktif gölün ise çok yakın bir noktasından açıldığı için tekstürün kil ağırlıklı çıkması beklenen bir sonuç olmuştur. Hoyran 2 profili mevcut hali ile aktif göle uzak bir noktada olmasına rağmen kil tekstürlü olması, söz konusu alanın da göl aynası içerisinde yer aldığı ancak geçirdiği ani ve çok hızlı bir doğal degradasyon ile suların çekilmesi neticesinde aktif göle çok uzak kaldığı sonucunu doğurmaktadır. Tüm bu bulgular araştırma alanındaki 6

toprak profilinin de bir zamanlar sulak alan olduğunu kanıtlaması bakımından önemli görülmektedir.

Sarı vd. (2000), Toprakların bir diğer önemli kimyasal özelliklerinden olan kireç (CaCO_3), özellikle allokton (alüviyal, kolüviyal, bajada, pediment, eski göl ve deniz tabanları) materyaller üzerinde oluşmaya başlayan topraklarda çok daha önem arz etmektedir. Zira, özellikle çevresindeki yüksek arazilerde de karbonatça zengin kayaların bulunması halinde, bu türlü göl ortamlarda çoğunlukla kireçli materyaller depolanmaktadır. Diğer taraftan böyle alanlardaki toprak oluşumu daha başlangıç dönemindedir ve toprak oluşumunun yeni başladığı ve özellikle arid iklim koşullarının hakim olduğu bu alanlardaki genç topraklarda kireç, profilin derinliklerine doğru yıkanma işlemini henüz gerçekleştirememiştir. Araştırma kapsamındaki göl alanlarının etrafı genellikle karbonatça zengin kayalardan oluşmaktadır. Çok uzun sürelerdir çevre arazilerin karbonatça zengin suları ile beslenen araştırma alanı profillerinde, kireç içeriğinin yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Önemli olan sulak alan toprağı olarak değerlendirildiğinde profillerin kireç düzeyini yorumlayabilmektir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda sulak alan toprak kriterleri içerisinde kirece yer verilmemiştir. Çünkü sulak alanlar dünyanın her bölgesinde farklı jeolojik ve jeomorfolojik yapılar üzerinde olabilmektedir. Dolayısı ile kireç bağlayıcı bir unsur değildir. Ancak sulak alan degradasyonu denilince kireç içeriği yüksek olan topraklar önem kazanmaktadır. Çünkü karasal ortama kavuşarak degradasyona uğramaya başlayan sulak alan toprakları, toprak oluşum işlemlerine maruz kalarak pek çok değişimler yaşarlar. Söz konusu değişimlerden bir tanesi de zaman içerisinde kirecin profilden yıkanarak uzaklaşmasıdır. Genetik bir süreç olan kireç yıkanımı çok uzun sürelerde gerçekleşen ve bize toprağın yaşı hakkında bilgi veren çok önemli bir özelliktir. Araştırma alanı profillerinin neredeyse tamamında kireç aşırı kireçli olarak tespit edilmiştir. Söz konusu profillerin yaklaşık olarak 30-40 yıl gibi kısa süreler içerisinde kurutulmaya başlandığı düşünülürse çok genç topraklar oldukları ortaya çıkmaktadır. Yapılan analiz sonuçları ve arazi gözlemleri de bu sonucu doğrular niteliktedir.

Richardson'a göre toprağın oluştuğu ana materyallerin mineralojik bileşiminin yanı sıra toprak içi ve çevresindeki hidrolojik koşullarında yönlendirdiği tuzluluk ve alkalilik, toprak profillerindeki etkin tuz kökleri olan Cl ve SO₄ ile özellikle Na elementinin miktarına ve kimyasal yapılarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Daha çok allokton (taşınarak oluşmuş) materyallerde (sulak alanların kurutulması sonucunda elde edilmiş araziler buna en tipik örnektir) yoğun olarak gözlenen bu özellik, taban sularının yüksek olduğu koşullarda daha fazla sorun yaratmaktadır (Sarı vd. 2000).

Araştırma alanı toprakları tuzluluk ve alkalilik özellikleri yönünden ortak bir değerlendirmeye tabi tutulduğunda sadece Hoyran 2 profili hafif tuzlu, diğer bütün profiller tuzsuz olarak belirlenmiştir. Sulak alan topraklarının tuz içerikleri konusunda da belli bir sınırlama yoktur. Zira 6 metreyi geçmeyen tuzlu deniz suları, bataklıklar ve göller de sulak alan olarak kabul edilmektedir. Ancak özellikle göl ekosistemlerinde uzun süre su yüküne maruz kalan sulak alan topraklarında tuz köklerinin yıkanarak profilin derinlerine gitmesi beklenen bir sonuçtur. Nitekim Hoyran 2 profili hariç tüm profillerde tuzluluk problemine rastlanılmamıştır. Hoyran 2 profilinde ise göl sularının oldukça eski bir dönemde ve hızlı bir şekilde çekilmesi sonucu Hoyran 2 profili ile tanımlanan alan karasal ortama kavuşmuş ve profilde var olan su, bu defa doğrudan doğruya topraktan buharlaşmaya başlamıştır. Buharlaşan su miktarı zaman içerisinde arttıkça, profilin daha derinlerinde bulunan su içerisindeki eriyik halde bulunan özellikle Na ve Cl ile birlikte, kapillar yükselme sonucu yüzeye tırmanmaya başlamış ve profilin üst kısımlarına kadar ulaşan ve daha çok Na ve Cl iyonlarınca zengin olan bu su buharlaştıkça, profil Na ve Cl iyonlarınca zenginleşmiş ve nihayet günümüzde de bu toprakların tuzlulaşmasına neden olmuştur. Söz konusu veriler ise gölsel sulak alan değerlendirmesinde tuzluluk değerinin degradasyonun boyutları hakkında bir gösterge olacağını ispatlaması bakımından önemli bulunmaktadır.

Toprak genetiği açısından önemli bir diğer kimyasal özellik de KDK'dır. KDK topraklardaki organik (humus) ve inorganik kolloidlerin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar. KDK toprağın değişim komplekslerindeki negatif elektriki yükleri nötralize eden, kolaylıkla değişebilir durumda bulunan katyonların toplam miktarını gösterir ve genellikle

100 g toprağa miliekivalan olarak ifade edilir. Topraklardaki negatif elektriki yükler: a) Silikat minerallerinin kafes yapıları arasındaki izomorf yer değiştirmelerden, b) Minerallerin kenarlarındaki ve dış yüzeylerindeki kırılmış bağlantılardan, c) Organik bileşiklerdeki asit tepkimeli grupların dissosiyasyonu olmalarından ve d) Parçacıkların yüzeyinde gerçekteşen kimyasal tepkimeler sonucu özellikle belli iyonların absorbe edilmelerinden oluşur (Kacar 1995).

Araştırma alanındaki profillerin KDK incelendiğinde en yüksek KDK içeriğinin OM’ce en zengin olan Karagöl profilinde (32-123 me/100g), ikinci olarak kil içeriği en yüksek olan Hoyran 1 profilinde (10-69 me/100g), üçüncü olarak OM içeriği yüksek olan Söğüt 2 profilinde (28-46 me/100g) daha sonra sırasıyla Söğüt 1 profili (5-31 me/100g), Avlan profili (20-28 me/100 g) ve son olarak da OM’ce en fakir olan Hoyran 2 profilinde (14-19 me/100 g) olarak tespit edilmiştir. Normal bir tarım toprağının KDK’si 15-25 me/100g olmalıdır (Landon 1991). Buna göre Hoyran 2 profili haricindeki tüm profillerin KDK içerikleri normal bir tarım toprağından yüksektir. Dikkat çekici unsur ise kil içeriğinden çok OM miktarına bağlı olarak KDK’nin artmış olmasıdır. Sulak alan topraklarının belirlenmesinde bu güne kadar değerlendirilmeyen bir özellik olan KDK toprak genetiği açasından çok önemlidir. Yüksek KDK kolloid miktarları ve tipleri hakkında bilgi verirken aynı zamanda toprakların yaşı hakkında da yorum yapmamızı sağlar zira genç toprakların hakim kil tipi smektit grubu killerdir ki KDK içerikleri 80-100 me/100 g civarındadır. Yaşlı toprakların kil içerikleri ise (kaolinit) 3-15 me/100g olarak bilinmektedir.

Araştırma alanında yer alan profillerin hepsinde DK’da ilk sıralarda Ca ve Mg almaktadır. Üçüncü olarak Na ve dördüncü olarak K baskın durumdadır. DK, sulak alan toprakları için belirleyici kriter olmamasına rağmen özellikle degradasyon boyutları incelenirken indirekt etkisinden dolayı dikkate alınması gerektiği düşünölmektedir.

Toprak pH’sı bir toprağın en önemli kimyasal özelliklerinden birisidir. Bitkilerin gelişmeleri için gerekli olan mutlak gerekli elementlerin yarıyılılıkları, gelişme ortamının pH’sı ya da hidrojen iyonları aktivitesi ile yakından ilgilidir. Toprak asit, nötr ya da bazik

olsun çeşitli bileşiklerin çözünürlükleri, değişim yerlerine iyonların bağlanma güçleri ve çeşitli mikroorganizmaların aktivitesi yine pH ile yakından ilgilidir. $\text{pH} < 4$ genelde sülfidlerin yükseltgenmesinden oluşan serbest asitlerin toprakta bulunduğu, $\text{pH} < 5.5$ değişebilir Al'un fazlaca olduğuna ve $\text{pH} 7.8-8.2$ ortamda CaCO_3 'ün fazlaca bulunduğu bir işarettir (Kacar 1995). Anonim'e (2004b) göre bir solüsyonda pH'nın 7 olması nötr, < 7 olması asidik ve > 7 olması da basik olduğunu gösterir. Kimyasalların oksitlenmiş veya indirgenmiş stabilitelerinin spesifik Rx potansiyelleri pH'ya bağlıdır. Önceden drene olan topraklar yeniden su ile doyurulduklarında pH ve Rx potansiyeli arasında bir ilişkinin olduğu görülür. Sulak alanlardaki organik topraklar genellikle asidik, mineral topraklar ise nötr veya alkalin koşullara sahiptir. Bu bulgu araştırma alanı profilleri ile uyum göstermektedir. Pensilvanya da sulak alanlar üzerine yapılan bir çalışmada OM, pH, hacim ağırlığı, matrix chroma, toplam N gibi toprak özelliklerinin incelendiği 44 sulak alanda OM ile pH arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Machung, vd.2004).

Araştırma alanındaki profillerde Hoyran 2 profili hariç arazide yapılan pH ölçümlerinde, pH'nın Karagöl profilinde 6.8-7.7, Avlan profilinde 7.4-8.0, Söğüt 1 profilinde 7.3-7.8, Söğüt 2 profilinde 6.7-7.7, Hoyran 1 profilinde 7.2-7.7 ve Hoyran 2 profilinde (Laboratuvar ölçümü) 9.4-10.0 arasında olduğu, Karagöl, Söğüt1, Söğüt 2 ve Hoyran 1 profillerinde hafif alkali ve nötr sınıflarında Avlan profilinde hafif alkali ve alkali sınıfında ve Hoyran 2 profilinde ise kuvvetli alkali sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Su ile doymuş ortamlarda pH'nın profilin derinlerine gidildikçe azaldığı düşünülünce özellikle degrade olan sulak alan topraklarında artması gerektiği sonucu çıkarılabilir Buna bağlı olarak da araştırma alanındaki sulak alanların degrade edildiği ifade edilebilmektedir.

Sulak alan tanımlamalarında mutlaka kullanılması gereken kimyasal özelliklerden bir tanesi de, topraktaki oksidasyon-redüksiyon olaylarının varlığını ve düzeyini gösteren Rx potansiyeli tepkimeleridir. Elektron alışverişi sonucunda meydana gelen madde değişimi-dönüşümü reaksiyonlarına redoks reaksiyonları denir. Toprakların Rx potansiyelleri, bitki besin maddelerinin yarıyışlılıklarına, biyolojik reaksiyonlara, toprak oluşuna, toprak OM'sinin ayrışma ve polimerizasyonuna, mineralizasyonuna, nitrifikasyona vb pek çok olaya etki eder. Diğer taraftan ortam pH'sının Rx

reaksiyonlarının yürümesinde önemli bir etkisi vardır. Zira bazı reaksiyonlar asit koşullarda, bazıları ise nötral veya bazik ortamlarda yürümektedir. Bununla birlikte son derece kompleks olan toprak sistemlerinde Rx potansiyelleride son derece değişkendir ve söz konusu bu potansiyelleri belli sınırlar içerisinde tanımlamak her zaman mümkün olmamaktadır. Ancak genel bir kural olarak toprakların Rx potansiyelleri, toprak pH'sının yükselmesi ile belli bir azalma göstermektedir. Çok genel anlamda toprakların Rx potansiyelerinin -0.3 ile +0.85 v arasında değiştiği ifade edilmektedir. Negatif Rx değerlerine ise genellikle OM'ce zengin ve uzun süre su altında kalmış topraklarda rastlanabildiği belirtilmektedir (Marschner 1986).

Araştırma alanı toprak profillerinin Rx içerikleri değerlendirildiğinde profillerde yüzeyden itibaren aşağı doğru Rx içeriklerinin düzenli olmasa da azaldığı. Özellikle Karagöl, Avlan ve Hoyran 1 profillerinde Rx potansiyeli değerlerinin yüzeyden itibaren düzenli bir azalış sergilediği gözlenmiştir. Eğirdir profili tamamen kuru olduğundan yerinde Rx ölçümü yapılamamıştır.

Bir diğer kimyasal toprak özelliği de OM'dir. Toprakların OM'si, mineral toprağın içinde ve üstünde bulunan bütün bitkisel ve hayvansal ölü maddelerle bunların değişim ürünlerinden oluşur. OM'nin C içeriği değişiklik göstermekle beraber genellikle %50 civarındadır. N ise %5 düzeyindedir. Toprak OM'si içinde A metallerden C, H, O, N, S ve P'un yanı sıra metallerde bulunur. Bunlar Ca ve Mg gibi değişebilir şekilde veya Cu, Fe, Mn, Zn gibi sıkı bağlanmış kompleksler şeklinde bulunabilirler (Özbek vd., 1999). Dünyanın farklı yerlerinde farklı araştırmacılar tarafından sulak alan toprakları üzerine yapılan çalışmalarda OM kimi zaman belirleyici bir kriter iken, kimi zaman dikkate alınmamıştır. Özellikle durgun su ortamlarını içeren sulak alan toprakları için OM miktarı ve hatta çeşidinin, ayrışma düzeyi ve koşullarının, ayrışma sonucu ortama verilen besin maddelerinin toprak oluşumu üzerine önemli etkisinin olduğu ve mutlak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma alanı topraklarının OM içerikleri Hoyran 2 ve Avlan profillerinde içinde bulundukları eski göllerin derin noktası olması nedeni ile çok düşük, Karagöl profilinde

organik horizonlardan dolayı çok yüksek, Karagöl, Söğüt ve Hoyran 1 profillerinde ise göl sistemlerinin kıyılarında yer alıp vejetatif gelişime olanak sağlamaları nedeniyle değişen miktarlarla birlikte genellikle yüksek düzeydedir. Bu durum, araştırma alanındaki özellikle Karagöl, Söğüt 1, Söğüt 2 ve Hoyran 1 profillerinin ortak özellikleridir ve bu alanların bir zamanlar ve özellikle de Hoyran 1'in halihazırda sulak alan vejetasyonu ile kaplı olduğunun bir göstergesidir. Söz konusu alanların eskiden göl olmaları ve havasız koşullarda OM'nin birikmesi ve geç ayrışmasından dolayı OM içeriklerinin yüksek olduğu ancak kısa süre öncesinde gerçekleşen yapay degradasyonlar nedeniyle yüzey horizonlarda hızlı bir mineralizasyon yaşandığı belirlenmiştir. Sulak alan topraklarının tanımlanmasında kullanılan indikatörlerden birisi olan OM bazı sulak alanlar için önemli iken, bazı sulak alanlarda daha düşük boyutlarda çıkabilmekte ve önem taşımayabilmektedir.

OM içeriğine bağlı olan OP, sulak alanlar için önemle üzerinde durulması gereken bir diğer indikatör olmalıdır. Topraktaki fosfor, mineral ve organik olarak iki ana grup altında toplanabilir. Toprakların toplam fosfor kapsamı genellikle %0.04-0.10 arasında olup çok ekstrem durumlarda %0.2 civarına ulaşmaktadır. Bu miktarın önemli bir bölümü OM'ye bağlı olan organik fosfordur. Toprakta OM üst horizonlarda fazla olduğundan OP da OM'ye bağlı olarak üst katlarda daha fazladır. OP, organik bileşiklerin yapısına girmiş ve sıkıca bağlanmıştır ve ancak OM'nin parçalanması sonucu açığa çıkabilir (Aktaş 1995). Araştırma alanı profilleri incelendiğinde profillerde yüzeyden derinlere inildikçe OM miktarındaki azalışa paralel olarak OP miktarının da azaldığı tespit edilmiştir. Bazı horizonlarda gözlenen düzensiz değişimlerin ortam pH'sı veya OM'nin sahip olduğu bileşiklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Toprak kimyası ve bitki yetiştiriciliği açısından önemli bir diğer özellik de toprakların toplam N kapsamlarıdır. Çoğu topraklarda N'un büyük bir bölümü organik şekildedir ve yüzey topraklarında göreceli olarak daha fazladır. Tarım topraklarında üst katmanlarda toplam N %0.06-0.5 arasında değişirken alt katmanlarda %0.02'den daha azdır. Organik topraklarda ise toplam N miktarı %2.5'den daha fazladır (Kacar 1995).

Araştırma alanı profilleri toplam N içerikleri yönünden değerlendirildiğinde Karagöl profilinin yüksek OM içeriğine bağlı olarak toplam N içeriğinin de en yüksek olduğu (%0.43-1.87), sırasıyla Söğüt 2 profilinde yine OM içeriğine bağlı olarak (%0.11-0.86), Hoyran 1 profilinde (%0.02-0.85), Söğüt 1 profilinde (%0.06-0.54), Avlan profilinde (%0.05-0.10) ve OM içeriği en düşük olan Hoyran 2 profilinde ise (%0.01-0.09) arasında olduğu ancak bütün profillerde yüzeyden aşağı doğru OM miktarındaki azalmaya bağlı olarak %N içeriklerinin de azaldığı tespit edilmiştir.

Mengel ve Kirkby (1987) Fe^{+2} ve Fe^{+3} 'ün çözünürlüğünün artan pH değeri ile azaldığını, inorganik demirin çözünürlüğünün nötral bölgede çok az olduğunu belirtmişlerdir. Aktaş'a (1995) göre, topraklarda havasız koşulların oluşması halinde Fe^{+3} , Fe^{+2} 'ye indirgenir ve Fe 'in çözünürlüğünde artış olur. İyi havalandan topraklarda ise Fe^{+2} , Fe^{+3} 'e yükseltgenir ve yükseltgenme sırasında toprak pH'ı düşer. Aynı profilin değişik derinliklerinde Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonlarının oranları değişebilmektedir. Profilin alt katmanlarında havalanma az olabilmekte ve buralardaki Fe^{+2} iyonlarının miktarı, profilin üst katlarına oranla daha fazla olabilmektedir. Böylece toprakta üst katlardan alt katlara inildikçe redoks potansiyeli genellikle düşmektedir. Toplam Mn değerlerinin ise, mineral katmanlarda 241-543 mg/kg iken organik katmanlarda düzenli olmasada bir azalma göstererek 30i horizonunda 140 mg/kg değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Mn toprakta Mn^{+2} , Mn^{+3} ve Mn^{+4} değerlikli bileşikler halinde bulunabilmektedir. Toprakda Mn'nin hangi değerlikde bulunacağını oksidasyon-redüksiyon koşulları belirler. Redüksiyon koşulları hakimse Mn^{+2} formundadır. Havalanmanın yetersiz olduğu ıslak topraklarda hakim olan indirgen koşullar alınabilir Mn miktarını da arttırmaktadır (Aktaş, 1995).

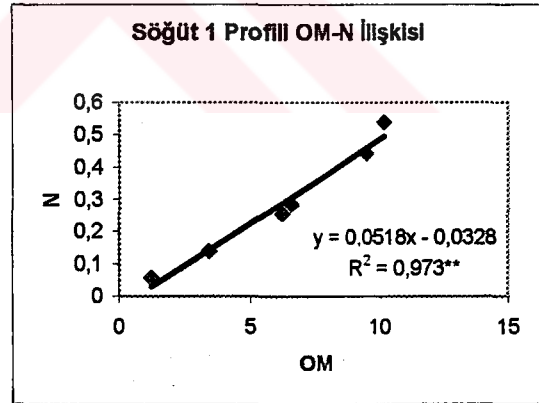
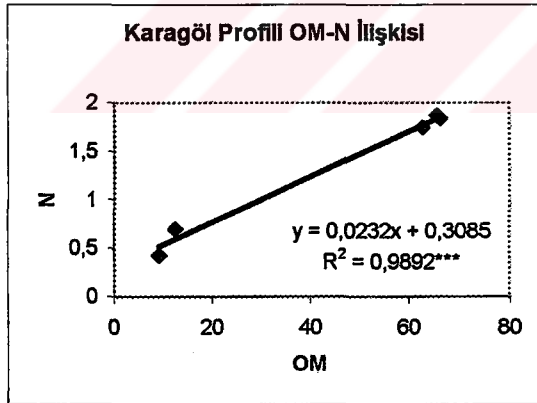
Karagöl profili topraklarında Fe içeriğinin yüksek çıkmasının nedeni literatürle uyum göstermektedir. Zira söz konusu topraklar yılın önemli bir bölümünde su ile doymun durumdadırlar ve aynı zamanda yüksek OM nedeni ile inorganik Fe 'in yanı sıra kileyt formunda olan Fe miktarının da yüksek olduğu düşünülmektedir. Avlan profili topraklarında Fe içeriğinin yüksek çıkmasının nedeni, söz konusu toprakların yılın önemli bir bölümünde su ile doymun durumda olmalarından kaynaklandı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, redüktif reaksiyonların hakim olduğu ve profilin yüzeyinden itibaren derinlere

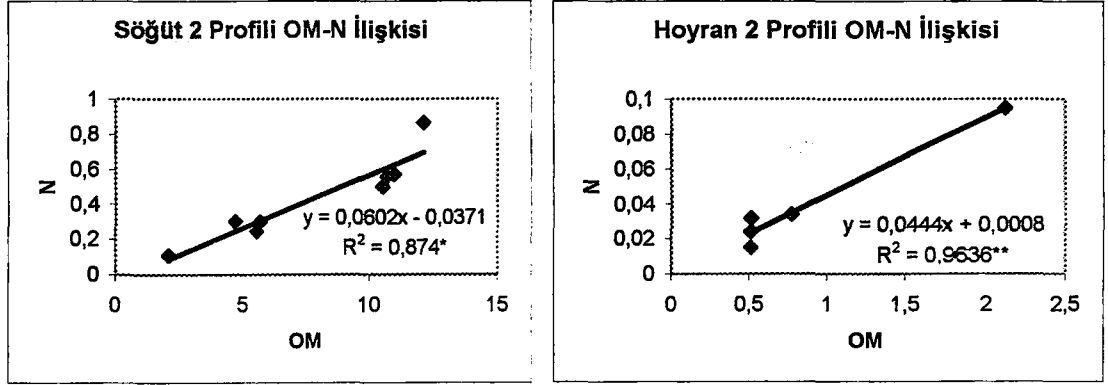
gidildikçe Mn^{-2} 'nin miktarının artmış olduğu düşünülmektedir. Nitekim yaklaşık 17 cm'den sonra başlayan pas lekeleri ve yaklaşık 80-85 cm'den sonra gözlenen Mn konkresyonları bu sonucu doğrular niteliktedir. Sulak alan tanımlanmasında ve degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılmasında Fe ve Mn içerikleri, toprakların oksidasyon ve redüksiyon koşulları ile direkt ilişkili olduğu için büyük önem taşımaktadır. Söğüt 1 profili topraklarında yüzeyden aşağı doğru azalan pH ve Rx potansiyeli değerleri ayrıca artan toplam Fe değerlerine göre profilin alt kısımlarında redüktif reaksiyonların hakim olduğu ve profilin yüzeyinden itibaren derinlere gidildikçe Mn^{-2} 'nin miktarının artmış olması beklenmesine rağmen, artış 3A1 horizonundan 3A2 horizonuna geçerken yaşanmış, havalanmanın yetersiz olduğu 4Cg horizonunda ise 3A2 horizonu ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Söğüt 2 profili topraklarında Fe ve Mn içerikleri incelendiğinde farklı birikim dönemlerinde yüzey suları ile ortama getirilen söz konusu Fe ve Mn'ca zengin materyallerin profil içerisinde düzensiz bir depolanmaya sebep olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Hoyran 1 profili topraklarında, düşük Rx potansiyelleri, incelenen profilin 2C katmanından itibaren hızla düşmekte ve en düşük değerine 3C katmanında ulaşmaktadır. Sözü edilen bu düşük Rx potansiyeli katmanlarda ise Çizelge 4.10'dan da açıkça görüleceği üzere özellikle en yüksek Mn değerlerine ulaşmış bulunmaktadır. Dolayısıyla sulak alan substartlarının tanımlanması ve degradasyon boyutlarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak öne sürülen özellikle Mn miktarının sadece OM ayrışmasından değil, indirgen koşullarda mineral materyallerinde ayrışmaya uğramasıyla artış gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Sulak alan tanımlanmasında ve degradasyon boyutlarının ortaya çıkarılmasında Fe ve Mn içerikleri, toprakların oksidasyon ve redüksiyon koşulları ile direkt ilişkili olduğu için büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple sulak alan topraklarının degradasyon düzeyinin ortaya çıkarılacağı topraklarda mutlaka Toplam Fe ve toplam Mn analizleri yapılmalıdır.

4.2.3. Araştırma alanı toprak profillerinin istatistiksel analiz sonuçlarının ortak değerlendirilmesi

Bu bölümde daha önce her bir profil için elde edilen istatistiksel analiz sonuçları, ortak çıkan profillerde bir kez daha değerlendirilerek yorumlanmaya çalışılacaktır.

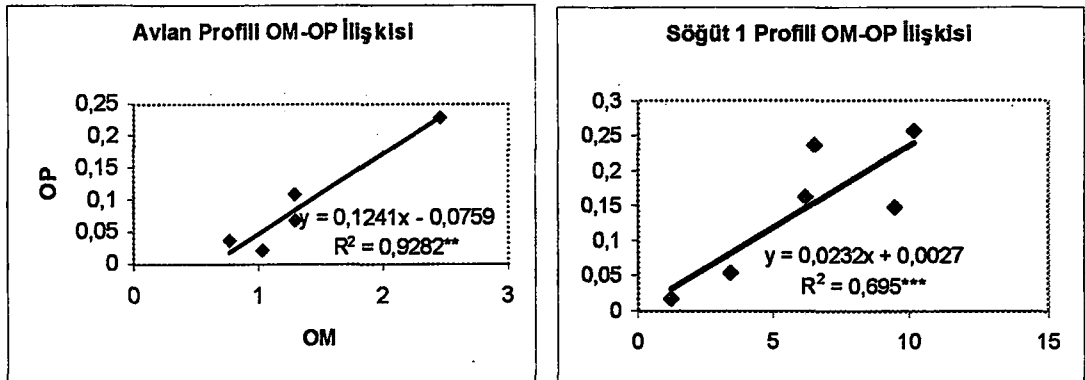
Araştırma alanı toprak profillerinde OM-N arasında Karagöl profilinde %0.1 düzeyinde önemli pozitif, Söğüt 1 profilinde %1 düzeyinde önemli pozitif, Söğüt 2 profilinde %5 düzeyinde önemli pozitif ve Hoyran 2 profilinde %1 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir. Toprak organik maddesinin yapısında C, H, O, N, S ve P gibi elementlerin yanı sıra değişebilir şekilde Ca ve Mg veya kompleks halde çok sıkı olarak bağlanmış Fe, Mn, Zn ve Cu bulunmaktadır (Özbek vd. 1995). Buna bağlı olarak OM'nin ayrışması sonucu ortama önemli miktarda N elementi kazandırılmaktadır. İstatistiksel bir ilişki yakalanamamasına rağmen Avlan profilinde OM miktarı arttıkça toplam N miktarında artmıştır. Hoyran 1 profilinde ise OM profil içerisinde düzenli bir dağılım göstermediğinden buna bağlı olarak toplam N'da düzenli bir değişim gösterememiştir.

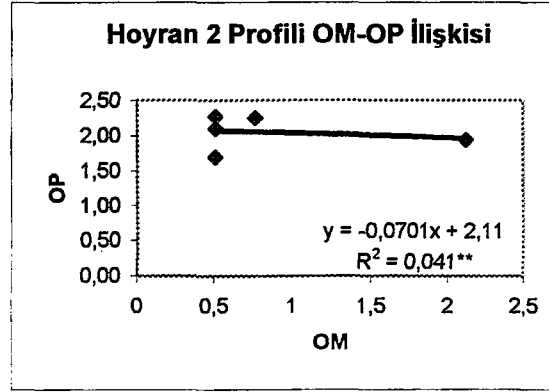




Şekil 4.1. Karagöl, Söğüt 1, Söğüt 2 ve Hoyran 2 Profillerinde OM-N ilişkisi

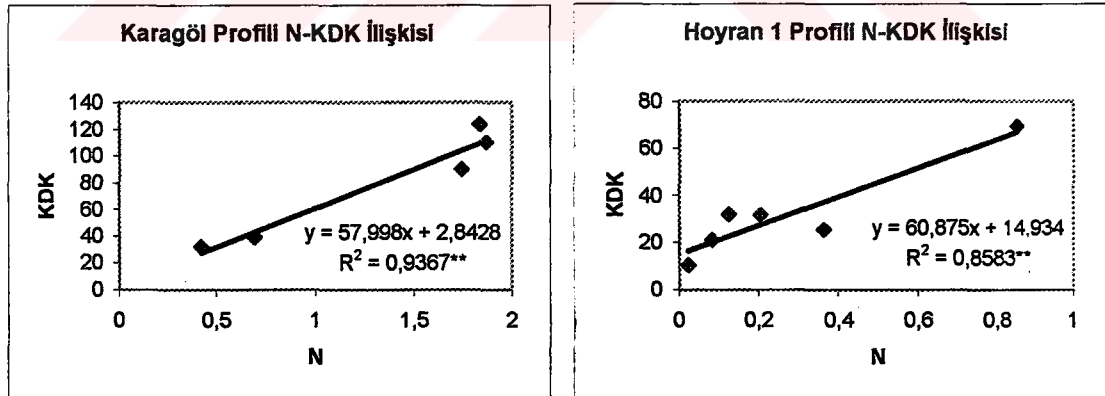
Araştırma alanı toprak profillerine OM-OP arasında Avlan profilinde %1 düzeyinde önemli pozitif, Söğüt 1 profilinde %0.1 düzeyinde önemli pozitif ve Hoyran 2 profilinde % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Topraklarda OM'nin yapısında önemli miktarlarda organik orjinli fosfor bileşikleri bulunmaktadır. Bu fosfor bileşikleri mikroorganizma faaliyetleri ile ayrıştırılarak basit fosforlu bileşikler haline dönüştürülürler. Basit organik bileşikler halinde bulunan fosfor, mineralize olarak toprak çözeltisinde çeşitli inorganik bileşikler oluşturur (Akalan 1987). Araştırma alanı profillerinde Karagöl, Hoyran 1 ve Hoyran 2 göllerinde OM-OP ilişkisinin istatistiksel olarak tespit edilememiş olması arada ilişki olmadığını göstermez. Zira OM miktarı arttıkça OP miktarı da artmıştır. Bazı düzensiz değişimlerin nedeni OM içerisindeki bileşikler veya ortam pH'ından kaynaklandığı düşünülmektedir.





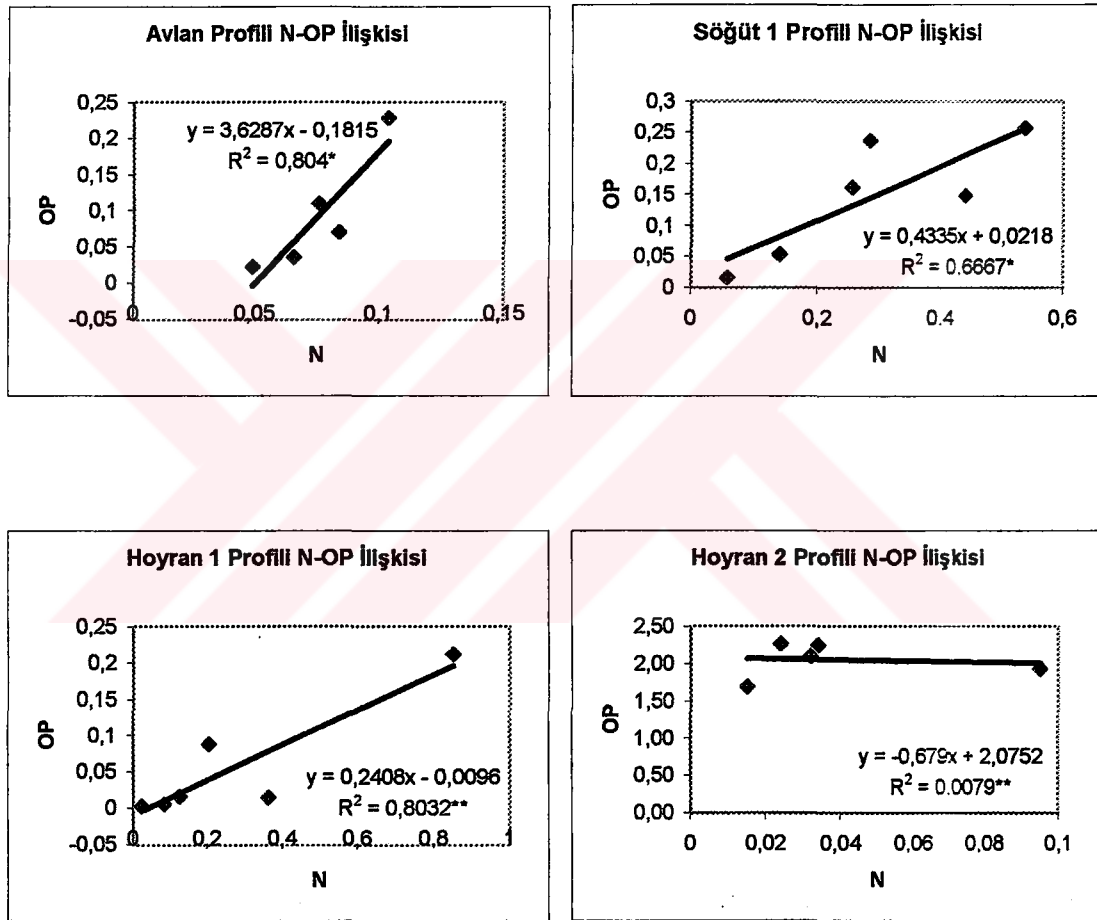
Şekil 4.2. Avlan, Söğüt 1 ve Hoyran 2 Profillerinde OM-OP İlişkisi

Araştırma alanı toprak profillerinde N-KDK arasında Karagöl profilinde %1 düzeyine önemli pozitif ve Hoyran 1 profilinde %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bir toprakta N miktarının artışı OM'nin ayrıştığının göstergesidir. Organik madde ayrışınca ortaya çıkan humus ise toprakta kolloid görevi görerek KDK'nin artmasına neden olmaktadır (Akalan 1987). Araştırma alanındaki diğer profillerde istatistiksel olarak bu ilişki yakalanamamıştır. Ancak her koşulda OM miktarının ayrışma ortamı ve düzeyine göre KDK de artacaktır.



Şekil 4.3. Karagöl ve Hoyran 1 Profillerinde N-KDK İlişkisi

Araştırma alanı toprak profillerinde N-OP arasında Avlan profilinde %5 düzeyinde önemli pozitif, Söğüt 1 profilinde %5 düzeyinde önemli pozitif, Hoyran 1 profilinde %1 düzeyinde önemli pozitif ve Hoyran 2 profilinde %1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler saptanmıştır. Daha öncede belirtildiği üzere ortamda OM'nin ayrışması sonucu açığa çıkan N ve OP'lu bileşikler arasında pozitif bir ilişki beklenen sonuçtur. Diğer profillerde istatistiksel olarak bu ilişkinin kurulamamış olması ilişkinin olmadığını göstermez sadece OM nin ayrışma düzeyi veya ortam koşullarındaki değişimler farklılaşmış olabilir.



Şekil 4.4. Avlan, Söğüt 1, Hoyran 1 ve Hoyran 2 Profillerinde N-OP ilişkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yeryüzünün en önemli doğal kaynaklarından birisi olarak kabul gören sulak alanlar, ekolojik dengelerin korunması ve sürdürülebilir doğal kaynak kullanımının sağlanması bakımından, yerel ve global ekosistemler için büyük bir önem arz etmektedir. Sulak alan ekosistemlerinin pek çoğu bugüne kadar bilinçsizce ve bilimsel ve teknik gerekçelere dayandırılmadan kullanılmıştır. Çeşitli nedenlerle ve özellikle yeni tarım alanları kazanmak amacıyla çoğu kez de özel olarak çıkarılan yasalarla kurutulan sulak alanlar, geri dönüşümü çok zor hatta mümkün olmayan çevre sorunlarının oluşmasına ve ekolojik dengelerin bozulmasına sebep olmuştur. Söz konusu zararların anlaşılması ise maalesef tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok geç fark edilmiştir.

Sulak alan degradasyonunun durdurulması gerektiği 1960'lı yıllardan itibaren tüm dünyada fark edilmiş ve bu anlamda lokal ve uluslararası çalışmalar başlatılmıştır. Konu ile ilgili ilk ciddi toplantı 2 şubat 1971 tarihinde İran'ın Ramsar şehrinde gerçekleştirilmiş ve pek çok ülke, Ramsar sözleşmesi kararlarına imza atmıştır. Türkiye, sözleşmeye ilk kez 1994 yılında katılmış ve 1998 yılında da Ramsar kriterlerine uygun 9 sahip olduğunu bildirmiştir.

Sulak alanlar, Hidrolojik, Biyolojik ve Substrat kriterleri dikkate alınarak tanımlanan ve değerlendirilen sistemlerdir. Geçmişte sulak alan çalışmalarında her bir kriter üzerinde bağımsız çalışmalar yürütülmüş iken bugün her bir kriterin bir arada ortak olarak değerlendirilmesi görüşü benimsenmiş durumdadır. Bununla birlikte sulak alanların temelini oluşturan hidrolojik kriterin ortadan kalkması ile sulak alan degradasyonu başlamaktadır ve bunu takip eden kısa süre içerisinde biyolojik, özellikle de vejetatif kriterler hızla ortadan kalkmakta ve geriye sadece sulak alan substratları veya toprakları kalmaktadır. Dolayısıyla degradasyona uğramış olan sulak alan toprakları değerlendirilerek o alanın sulak alan özelliklerini kaybedip kaybetmediği hakkında bir karar verilebilmektedir. Bu nedenle sulak alan substratlarının incelenmesi için metot geliştirilmesi ve kriterler oluşturulması büyük bir önem arz etmektedir.

Daha önce dünyanın farklı yörelerinde sulak alan toprakları ile yapılan çalışmalarda genel olarak, OM, pH, Rx, Fe ve Mn izleri gibi temel bazı toprak özellikleri, belli toprak derinliklerine kadar (0-20,20-40 vb veya 0-30, 30-60 vb) izlenerek analiz edilmiştir. Ancak söz konusu toprakların bazı özelliklerinin gerek sulak alan tipine bağlı olarak ve gerekse aynı tip sulak alanlarda farklı iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak değiştiği bilindiğinden söz konusu çalışmaların uluslararası toprak genetiğinin kuralları dahilinde yapılmasında büyük bir yarar bulunmaktadır. Bu düşünceden hareketle, Göller Yöresindeki Antalya ve Isparta il sınırları içerisinde yer alan Avlan, Karagöl, Söğüt ve Eğirdir göl tabanlarında seçilen 6 tipik toprak profili, bu alanlardaki degradasyonun boyutlarının belirlenmesi amacıyla gerek arazi ve gerekse laboratuvar koşullarında uluslararası kabul görmüş olan toprak genetiği kuralları çerçevesinde incelenmiştir. Bu kapsamda her bir toprak profili morfometrik-genetik sistemle tanımlanmış ve her bir genetiksel toprak horizonundan alınan toprak örnekleri üzerinde çeşitli toprak özelliklerinin kantitatif değerlerinin belirlenmesi amacıyla da laboratuvar analizleri yapılmıştır. Bu analizlerle her bir toprak profilinin morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ortaya çıkarılmış ve elde edilen bu özellikler değerlendirilerek incelenen her bir toprak profilinin alanların degradasyon boyutları belirlenmiştir. Söz konusu bu belirlemelere göre; Antalya ili Elmalı ilçesi sınırlarında yer alan Karagöl topraklarının bir kısmında tarım yapılırken bir kısmı mevsimsel sulak alan özelliğini korumaktadır. Dolayısıyla söz konusu göl alanı biyologların ve hidrologların yapacağı daha detaylı çalışmalarla değerlendirildikten sonra yeniden su ortamına kavuşturulup kavuşturulamayacağı kararlaştırılmalıdır. Ancak kesin olan bir şey vardır ki o da toprak özellikleri değerlendirildiğinde söz konusu toprakların mevcut halleri ile sulak alan toprağı özelliklerini sağladıklarıdır. Buradan hareketle her şeyden önce yapılan peat ticareti durdurulmalıdır. Aynı göl çanağı içerisinde yer alan Avlan profili ise 1970'li yıllarda kurutularak sulak alan olma özelliğini kaybetmiştir. Ancak daha sonraki yıllarda yöreye verdiği ekolojik zararın tespit edilmesi ile yeniden suyun tutulmaya başladığı bir alan olmuştur. Avlan profili topraklarının sahip olduğu özellikler, tarımsal ürün yetiştirmede bazı problemlerin ortaya çıktığı topraklardır. Aynı zamanda söz konusu göl alanı göçmen kuşların göç yollarında önemli bir durak olduğu, kurutulduğunda iklimsel

özelliklerin değişmesi ile yörede yetiştirilen elma tarımına ve sedir ormanlarına verdiği zararlardan dolayı mutlaka daimi sulak alan olarak geri kazanılmalıdır.

Antalya ili Korkuteli sınırları içerisinde yer alan Söğüt 1 ve Söğüt 2 profilleri ise sahip oldukları özelliklere bakıldığında daimi ve geçici sulak alan olma özelliklerini kaybettikleri görülmektedir. Söz konusu alan üzerinde farklı uzmanlık dallarındaki araştırmacıların detaylı araştırmalar yaparak bu alanın yeniden sulak alan haline getirilip getirilmeyeceğine karar verilmesi gerekmektedir. Eğer sulak alan haline Söz konusu alanda arazi kullanım planlamasının yapılarak mümkün olduğunca sağlıklı koşullarda ve sürdürülebilir tarımsal üretimin yapılması sağlanmalıdır.

Isparta İli Eğirdir ilçesi sınırlarındaki Eğirdir Gölünün kuzey kesimi olan Hoyran gölü civarında Hoyran 1 ve Hoyran 2 olarak isimlendirilen profillerde çalışılmıştır. Söz konusu çalışmada Hoyran 1 profilinin doğal degradasyona uğradığı, bunun sonucunda da bir zamanlar gölün aynasında olan bu alanın bugün yeni gölün kıyısında olduğu tespit edilmiştir. Mevcut hali ile daimi bir sulak alan olmadığı ancak kurak mevsimin son günleri olmasına rağmen profil içerisindeki izlerin ve analiz sonuçlarının yılın belli dönemlerinde su ile doymuş koşulların varlığını göstermesi sebebi ile geçici veya mevsimsel sulak alan olarak kabul edilebileceğini ancak, doğal degradasyonun yanı sıra artan nüfusa bağlı olarak içme suyu, kirlilik tarımsal amaçlar ile kontrolsüz bir şekilde kullanılan göl alanının yapay olarak da bu hızla degrade edilirse mevcut özelliklerini de kaybedeceği sonucuna varılmıştır. Hoyran 2 profili, doğal degradasyondan etkilenen bir noktadadır ve sulak alan olma özelliğini tamamen kaybetmiş bir alan olarak görünmektedir. Zira suların aniden ve çok kısa sürede göl tabanında geçmişte oluşmuş muhtemel bir çatlaktan veya düdenlerden boşalması ile çok uzun süreler önce karasal ortama kavuşmuştur. Zaten gölün derin noktasında olması nedeni ile sahip oldukları düşük OM, kil tekstür, yüksek pH, yüksek kireç vb pek çok olumsuz özelliklerine bağlı olarak bitkisel üretime de uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışma ile, sulak alanların hidrolojik, biyolojik ve substrat kriterleri ile bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiği ve profil incelemelerinde morfometrik-genetik ölçümlerin horizon bazında yapılmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca sulak alanların degradasyon boyutlarının substrat düzeyinde belirlenmesinde bir kriter olarak horizon dağılımı, renk, strüktür, tekstür, kireç, KDK, pH, Rx, OM, OP, N, Fe ve Mn özelliklerinin güvenceyle kullanılabileceği ancak bu özellikler hakkında daha detaylı çalışmaların yapılması gerektiği belirlenmiştir. Söz konusu çalışmanın sonunda elde edilen verilerin sulak alan degradasyonu ve sulak alan toprakları ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutmuş olacağı düşünülmektedir. Yöresel ve ulusal sulak alan politikalarının oluşturularak, global ölçekte bilime ve insanlığa hizmet etmesi düşünülmektedir. Bundan sonra ulusal ve uluslararası çalışmalarda sulak alan envanterlerinin oluşturulması aşamasında buna benzer çalışmaların diğer sulak alan topraklarında da yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AKALAN, İ., 1987. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1058, Ders Kitabı:309, s:63, ANKARA.
- AKTAŞ, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 1202, Ders Kitabı:347, ANKARA.
- ANDRIESSE, J.P., 1988. Nature and Management of Tropical Peat Soils. FAO Soils, Bulletin 59, Rome.
- ANONİM, 1982. Methods of Soil Analysis (Ed. A.L. Page). Number 9, Part 2, Madison, Wisconsin, USA, 1159pp.
- ANONİM, 1983. Antalya İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 736, ANKARA.
- ANONİM, 1993a. Antalya İli Arazi Varlığı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. ANKARA.
- ANONİM, 1993b. Isparta İli Arazi Varlığı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. ANKARA.
- ANONİM, 1994. Türkiye'nin Sulak Alanları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını 93.06.Y.0011.49.Kennedy cad.33/3 06660-Kavaklıdere, ANKARA.
- ANONİM, 1998. Dünya Sulak Alanlar Günü. TC. Çevre Bakanlığı. Ankara
- ANONİM, 2000. Ramsar Convention Bureau, Rue Mauverney 28, CH-1196 Gland, Switzerland. E-mail: ramsaramsar.org
- ANONİM, 2002. Wetlands. <http://www.h2osparc.wq.ncsu.edu/info/wetlands/intro/html>
- ANONİM, 2003. Arid Zone Hydrology. [www.watres.com/topics/tp-arid zone hydrology](http://www.watres.com/topics/tp-arid_zone_hydrology)
- ANONİM, 2004a. Indicator of Hydric. Soils.
[http://wupcenter.mtu.edu/education/wetlands/wetland-inventory-data forms-SECO](http://wupcenter.mtu.edu/education/wetlands/wetland-inventory-data-forms-SECO)
- ANONİM, 2004b. Chemistry of Wetland Soils.
<http://www.soil.ncsu.edu/lockers/Vepraskas-M/chem.htm>
- ANONİM, 2004c. Wetland Soils. File//A:/wetland soils/Wetland Biogeochemistry.html.
- ANONİM, 2004d Arid Lands Policy. Australian Conservation Foundation (ACF). Policy Statement No:47. <http://www.acfonline.org.au/policies/47arid.htm>

- ANONİM, 2004e. Planing of Azraq Oasis. [www. Aaas.org/international/psd/water pop/jordan.htm](http://www.Aaas.org/international/psd/waterpop/jordan.htm).
- ANONİM, 2004f. Wetland Ecology. [http://planning.lic.wisc.edu/wetland%20 Ecology/WLE-Biogeochemistry.htm](http://planning.lic.wisc.edu/wetland%20Ecology/WLE-Biogeochemistry.htm).
- ANONİM, 2004g. Antalya ve Isparta Meteoroloji İstasyonu Verileri.
- ANONİM, 2005. <http://ispartacevreorman.gov.tr/EGIRDIR.HTM>
- AYDEMİR, O., İNCE, F. 1988. Bitki Besleme. Dicle Üniv. Eğitim Fakültesi Yayınları, No:2, Diyarbakır,
- AYDENİZ, A., DANIŞMAN, S., GENÇ, Ç., KAPTAN, H., 1987. Göller Yöresi Ve Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Starking Delicious ve Amasya Elma Çeşitlerinin Besin Kapsamlarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Bahçe, 13 (2): 31-45.
- BAKTIR, İ., SARI, M. 2002. Lake Avlan and Its Influences on Ecologycal Balance and Socio-Economic Status of Elmalı County. International Conference on the Environmental Problems of the Mediterranean Region (EPMR-2002), Near East University, Nicosia, TRNC.
- BLACK, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376
- BOUYOUCOS, G.J. 1955. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils, Agronomy Journal 4 (9):434.
- BUNT, A.C. 1988. Media and Mixes for Container-Grown Plants. Unwin Hyman, London.
- CHRISTOPHER, D., 2000. Wetland Soil. Environmental Concern Inc. P.O. Box P.St. Michaels, Moryland 21163. [www. Wetland.org/kids](http://www.Wetland.org/kids)
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraaat Fakültesi Yayınları, sayı:10, ANKARA.
- ÇAYCI, G. 1989. Ülkemizde Peat Materyallerinin Bitki yetiştirme Ortamı olarak Özelliklerinin Tespiti Üzerine Bir araştırma. Doktora Tezi. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- DİNÇ, U., 1974. Çukurova Bölgesi Organik Topraklarının Jeogenesisi, Pedogenesisis, Morfolojik Özellikleri ve Sınıflandırması Üzerine bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Adana.

- DİNÇ, U., KAPUR, S., ÖZBEK, H., ŞENOL, S. 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Çukurova Üniversitesi Yayınları, Ders Kitabı No: 7.1.3, ADANA.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., KAPUR, S., ATALAY, I., CANGİR, C., 1993. Türkiye Toprakları Çukurova Üniversitesi Yayınları No:51. Ders Kitapları Yayın No: 12, Adana.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., 1997. Toprak Etüt ve Haritalama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:66, ADANA.
- DUGAN, P.J., 1995. Wetland Conservation: A Review of Current Issues and Required Action, IUCN-The World Conservation Union.
- EMBLETON, C. and THORNES J. 1979. Process in Geomorphology. ISBN 0 7131 6243 0 LONDON.
- ERDEM, O., 1995. Türkiye'nin Kuş Cennetleri. TC. Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Ankara.
- FAO, 1977. Guidelines for Soil Profile Description. M-51, ISBN-92-5-100508-7, FAO, Rome.
- HAKTANIR, K., ARCAK, S. 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1503. Ders kitabı: 457. ANKARA.
- KACAR, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3 Bizim Büro Basımevi, ISBN:975-7717-04-5. Ankara
- KOCATAŞ, A., 1994. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi Bornova, İzmir
- LANDON, J.R., 1991. (Editör). Booker Tropical Soil. A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. Longman Group UK. Ltd., ISBN 0-582-00557-4, England.
- LEVESQUE, M.P. and MATHUR, S.P. 1986. Soil tests for Copper, Iron, Manganese and Zinc in Histosols: 1. The Influence of Soil Properties, Iron, Manganese and Zinc on the Level and Distribution of Copper. Soil Sci., 142(3):153-163.
- LOUE, A. 1968. Diagnostic Petiolaire de Prospection. Etudes Sur la Nutrition et all Fertilisation Potassiques de la Vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, 31-41.

- MACHUNG, L.B., BROOKS, R.P., YATES, S.S. 2004. Soil Properties of Reference Wetlands and Wetland Creation Project in Pennsylvania. Penn State. Cooperative Wetlands Center Forest Resources Laboratory, The Pennsylvania State University, University park, PA: 16802.
- MARSCHNER H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition University of Hohenheim Federal Republic of Germany. ISBN 0-12-473540-1.
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland. 439-511.
- NAS, 1995. Wetlands: Characteristics and Boundaries. National Research Council. ISBN: 0-309-05134-7 National Academy of Science. 2101 Constitution Avenue, NW Lockbox 285. Washington DC. 20055.
- NHDES, 1997. Hydric Soil in New Hampshire. Technical Report. New Hampshire Department of Environmental Science, 6 Hazen Drive, Concord NH 03301. www.bdes.state.nh.us
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., KAPTAN, H., 1995. Toprak Bilimi. Scheffer/Schachtschabel, Ç.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 73 Çeviri, ADANA.
- ÖZGÜR, N., ALTINKALE, S., TÜRK, G. 2004. Göller Bölgesi Su Kaynaklarının Belirlenmesi, Değerlendirilmesi ve Kalitesinin Korunması. SDÜ, Jeotermal Enerji, Yeraltı suyu Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi. ISPARTA.
- RICHARDSON, 1998. Draining Wetland May Not Increase Available Cropland. Zero Tillage Farmers Association 11 Annual Workshop, 7-31 st Street, Brandon MB R7B2J6 Manitoba-North Dakota.
- SARI, M., EMRAHOĞLU, I., SÖNMEZ, N.K., ALTUNBAŞ, S. 1997. Kurutulan Göllerden Kazanılan Tarım Arazilerinin Özellikleri. Göller Zirvesi simpozyumu. ANTALYA.
- SARI, M., ALTUNBAŞ, S., YILDIRAN, M., 2000. Göller Yöresinde kurutulan Kestel Göl Alanından Kazanılan Arazilerin Özelliklerinin Belirlenmesi.
- SARI, M., S. ALTUNBAŞ, N.K. SÖNMEZ, I.E. EMRAHOĞLU, Farklı Fizyografik Üniteler Üzerinde Yer Alan Eski Manay Göl Alanı Topraklarının Özellikleri ve Potansiyel Üretkenlikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1) 7-17, 2003.
- SOIL SURVEY STAFF, 1993. Soil Survey Manual. USDA Handbook 18, US Gov. Print. Washington DC.

SOIL SURVEY STAFF, 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8th Edition, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service ISBN 0-16-048848-6. Washington DC.

SÖNMEZ, S., 2002. Elmalı- Korkuteli Yöresi Elam Bahçelerinin Demir Durumunun Araştırılması ve Demir Klorozunun Belirlenmesinde Çeşitli Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Akdeniz. Üniv. Toprak Ana Bilim Dalı. Antalya.

TOKTOK, Ö.G., 1997. Gölhisar (Burdur) Yöresindeki Peatlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi. Toprak Ana Bilim Dalı. Antalya.

U.S.D.A. 1969. Soil Taxonomy. A. Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys Agriculture Handbook No:436. Soil con. Serv. U.S.

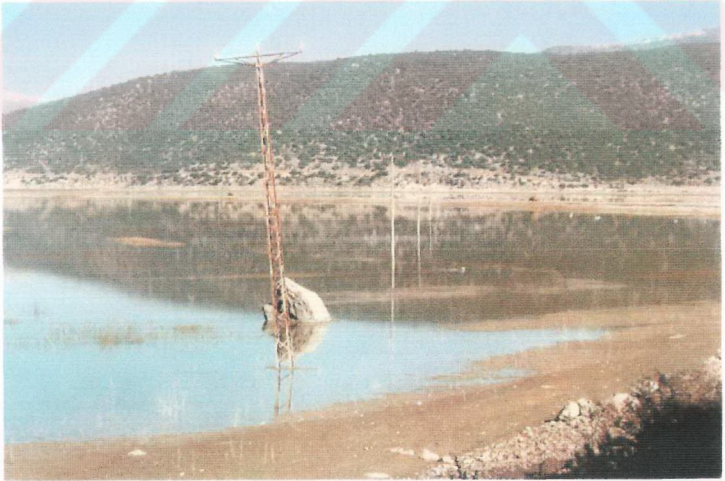
VEPRASKAS, M.J., LINDBO, D.L., SKAGGS, R.W. 2003. A Method to predict soil saturation frequency and duration from soil color. Soil Science Society of America Journal. Madison. May/Jun, Vol: 67, Iss3; pg:961.

ZINN, J., COPELAND, C. 1996. Aricultural Wetlands: Current Programs and Legislative Proposals. Congressional Research Service, Report for Congress, Environment and Natural Resources Policy Division. Washington D.C.

7. EKLER



Ek-1. Yağışlı mevsimde Avlan gölünden bir görünüm



Ek-2. Kurak mevsimde Avlan gölünden bir görünüm



Ek-3. Arazi çalışmalarında pH ve Rx okuması



Ek-4. Arazi çalışmalarında açılan bir profil çukurunun görünümü



Ek-5. Kurutulan Söğüt (Manay) gölünden bir görünüm



Ek-6. Arazi çalışmalarında açılan organik katmanlar içeren bir profil çukurunun görünümü

ÖZGEÇMİŞ

Sevda ALTUNBAŞ 1970 yılında Osmaniye’de doğdu. İlk öğrenimi Kastamonu, orta ve lise öğrenimini İstanbul’da tamamladı. 1990 yılında girdiği Akdeniz üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü’nden 1994 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 1994-1997 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı’nda Kırmızı Akdeniz Topraklarında Katena -Toprak ve C Horizonu-Toprak İlişkileri konulu çalışma ile Yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 1999 yılında doktora öğrenimine başladı. Halen Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.