



**EBER GÖLÜ (AFYONKARAHİSAR) MAKROFİTLERİNİN  
RESTORASYON EKOLOJİSİ AÇISINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mustafa Abdulsalam Nsaif AL-JUMAILI**

**Danışman**

**Prof. Dr. Ahmet SERTESER**

**MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK**

**ANABİLİM DALI**

**Temmuz 2022**

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EBER GÖLÜ (AFYONKARAHİSAR) MAKROFİTLERİNİN**  
**RESTORASYON EKOLOJİSİ AÇISINDAN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Mustafa Abdulsalam Nsaif AL-JUMAILI**

**Danışman**

**Prof. Dr. Ahmet SERTESER**

**MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK**

**Temmuz 2022**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### EBER GÖLÜ (AFYONKARAHİSAR) MAKROFİTLERİNİN RESTORASYON EKOLOJİSİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Abdulsalam Nsaif AL-JUMAILI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Ahmet SERTESER

Bu araştırmada, Eber Gölü'nün toprak ve su özelliklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile Eber Gölü'ndeki *Phragmites australis* türü restorasyon ekolojisi açısından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Eber Göl kıyısındaki 5 farklı lokasyondan alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprak örneklerinin ortalama pH değeri 7.54, tuz (%) değeri 0.53, kireç değeri %23.94, organik madde % değeri 16.21, fosfor değeri 28.72, potasyum değeri 314.6 olarak tanımlanmıştır. Buna göre Eber Gölü toprak yapısının ağır killi, tuzlu, kireçli, organik madde, fosfor, potasyum bakımından çok yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Gölün 4 farklı lokasyonundan alınan su örneklerinin ortalama pH değeri 8.63, sodyum değeri 33 me/l, potasyum değeri 2.5 me/l, bor değeri 0.6815 me/l ve Ca+Mg değeri 5.1 me/l, karbonat değeri 2.34me/l, bikarbonat değeri 8.57 me/l, klor değeri 14.17 me/l, sülfat değeri 15.55me/l, RSC değeri 5.77 me/l, SAR değeri 20.8 me/l dir. Eber Göl suyu, analizler kapsamında alkali, elektrik iletkenliği iyi, sülfat, klor, RSC değerleri çok yüksektir. Buna karşın SAR, bor, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum parametreleri standard ölçütler içerisinde kaydedilmiştir. Elde edilen güncel verilerle, Eber Gölü'nün biyoekojik özelliklerinin tanımlanması ve korunması çalışmalarına katkı sağlanmıştır.

2022, xiii + 119 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Eber Gölü, Ekolojik Restorasyon, Makrofit, *Phragmites australis*.

## ABSTRACT

M.Sc. Thesis

### EVALUATION OF EBER LAKE (AFYONKARAHİSAR) MACROPHYTES IN TERMS OF RESTORATION ECOLOGY

Mustafa Abdulsalam Nsaif AL-JUMAILI

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Moleküler Biyoloji ve Genetik

**Supervisor:** Prof. Dr. Ahmet SERTESER

In this research, some physical and chemical parameters of the soil and water properties of Lake Eber and the *Phragmites australis* species in Lake Eber were evaluated in terms of restoration ecology. In this context, physical and chemical analyzes of soil samples taken from 5 different locations on the shore of Eber Lake were made. The average pH value of the soil samples was determined as 7.54, the salt (%) value was 0.53, the lime value was 23.94%, the organic matter % value was 16.21, and the phosphorus value was 28.72, and the potassium value was 314.6. According to this, it was determined that the soil structure of Eber Lake is heavy clay, salty, and calcareous, with a very high value in terms of organic matter, phosphorus, and potassium. Average pH value of water samples taken from 4 different locations of the lake is 8.63, sodium value is 33 me/l, potassium value is 2.5 me/l, boron value is 0.6815 me/l, Ca+Mg value is 5.1 me/l, carbonate value is 2.34me/l, bicarbonate value is 8.57 me/l, chlorine value is 14.17 me/l, sulfate value is 15.55 me/l, RSC value is 5.77 me/l, SAR value is 20.8 me/l. Eber Lake water is alkaline and has good electrical conductivity, sulfate, chlorine, and RSC values are very high within the scope of analysis. On the other hand, SAR, boron, sodium, potassium, calcium, and magnesium parameters were recorded within standard criteria. With the current data obtained, contributions have been made to the identification and protection of the bioecological features of Lake Eber.

**2022, xiii + 119 pages**

**Keywords:** Eber Lake, Ecological Restoration, Macrophyte, *Phragmites australis*.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet SERTESER, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet Oğuz ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Sevim Feyza ERDOĞMUŞ'a her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Mustafa Abdulsalam Nsaif AL-JUMAILI

Afyonkarahisar 2022

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

|                                                                                         | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                                              | ii    |
| ABSTRACT .....                                                                          | iv    |
| TEŞEKKÜR .....                                                                          | v     |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....                                                                 | vi    |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                    | viii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                                   | ix    |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                                                  | x     |
| RESİMLER DİZİNİ .....                                                                   | xiii  |
| 1. GİRİŞ.....                                                                           | 1     |
| 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....                                                            | 3     |
| 2.1 Eber Gölü Su Özellikleri .....                                                      | 3     |
| 2.2 Eber Gölü Faunası ile İlgili Çalışmalar .....                                       | 4     |
| 2.3 Toprak Ekolojisi .....                                                              | 6     |
| 2.4 Makrofit Restorasyon Ekolojisi.....                                                 | 8     |
| 2.5 Su İçi İstilacı Bitkiler.....                                                       | 10    |
| 2.6 Su kirliliği.....                                                                   | 13    |
| 2.7 <i>Phragmites australis</i> 'in Sistematik, Morfolojik ve Anatomik Özellikleri..... | 18    |
| 2.7.1 <i>Phragmites australis</i> 'in Taksonomik Konumu .....                           | 18    |
| 2.7.2 <i>Phragmites australis</i> 'in İsim Tanımı .....                                 | 18    |
| 2.7.3 <i>Phragmites australis</i> 'in Vejetatif Özellikleri.....                        | 18    |
| 2.7.4 <i>Phragmites australis</i> 'in Tür İçi Varyasyon.....                            | 21    |
| 2.7.5 <i>Phragmites australis</i> 'in Yaprak Anatomisi ve Morfolojisi .....             | 22    |
| 2.7.6 <i>Phragmites australis</i> 'in Gövde Anatomisi.....                              | 24    |
| 2.7.7 <i>Phragmites australis</i> 'in Kök Anatomisi .....                               | 26    |
| 2.8 Coğrafi Dağılım.....                                                                | 32    |
| 2.9 <i>Phragmites australis</i> 'in Ekolojik Özellikleri .....                          | 33    |
| 2.9.1 Büyüme ve habitat .....                                                           | 33    |
| 2.9.2 İstilacı Durum .....                                                              | 35    |
| 2.9.3 Doğal Düşmanlar.....                                                              | 36    |
| 2.9.4 Ekonomik Önemi.....                                                               | 36    |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9.5 Zararlı Ekolojik Etkisi .....                                         | 37 |
| 2.9.6 Faydalı Ekolojik Etkisi .....                                         | 39 |
| 2.9.7 Herbisitlere ve Diğer Kimyasallara Karşı Tepki .....                  | 42 |
| 2.9.8 İnsan Manipülasyonlarına Karşı Tepkiler .....                         | 43 |
| 2.10 <i>Phragmites australis</i> 'in Yangın Ekolojisi.....                  | 46 |
| 2.11 <i>Phragmites australis</i> 'in Yenilenme Stratejisi .....             | 49 |
| 2.12 <i>Phragmites australis</i> 'in Hastalıkları .....                     | 51 |
| 2.13 Hidrolojik ve Edafik Ekotipler .....                                   | 52 |
| 2.14 <i>Phragmites australis</i> 'in Kromozom Özellikleri .....             | 53 |
| 2.14.1 <i>Phragmites australis</i> 'in Ekoloji ve Kromozom Etkileşimi ..... | 55 |
| 2.14.2 <i>Phragmites australis</i> Türünde Klonal Çeşitlilik .....          | 56 |
| 2.15 <i>Phragmites australis</i> 'in Genetik Özellikleri .....              | 56 |
| 2.15.1 Genetik Çeşitlilik .....                                             | 56 |
| 2.15.2 Genetik Yapı .....                                                   | 58 |
| 2.15.3 Popülasyon Ölçeğinde Genetik İlişkiler .....                         | 59 |
| 2.15.4 Kıta Ölçeğinde Genetik İlişkiler .....                               | 59 |
| 3. MATERYAL ve METOT .....                                                  | 61 |
| 3.1 Araştırma Alanı .....                                                   | 61 |
| 3.2 Makrofit Araştırma Lokasyonları .....                                   | 61 |
| 3.2.1 Lokasyon 1 .....                                                      | 61 |
| 3.2.2 Lokasyon 2 .....                                                      | 61 |
| 3.2.3 Lokasyon 3 .....                                                      | 62 |
| 3.2.4 Lokasyon 4 .....                                                      | 62 |
| 3.2.5 Lokasyon 5 .....                                                      | 62 |
| 3.3 Toprak Örneklemesi ve Analizleri .....                                  | 62 |
| 3.3.1 Sturasyon% .....                                                      | 63 |
| 3.3.2 pH Tayini .....                                                       | 63 |
| 3.3.3 Toplam Tuz %.....                                                     | 63 |
| 3.3.4 Kireç%.....                                                           | 63 |
| 3.3.5 Organik Madde % .....                                                 | 64 |
| 3.3.6 Yarıyışlı Fosfor (P) Analizi .....                                    | 64 |
| 3.3.7 Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> ) .....                             | 64 |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4 Su Örnekleri ve Lokasyonları .....                                        | 65 |
| 3.4.1 Lokasyon 1 .....                                                        | 65 |
| 3.4.2 Lokasyon 2 .....                                                        | 65 |
| 3.4.3 Lokasyon 3 .....                                                        | 65 |
| 3.4.4 Lokasyon 4 .....                                                        | 65 |
| 3.5 Su Örneklemesi ve Analizleri .....                                        | 65 |
| 3.5.1 Elektriksel İletkenlik .....                                            | 65 |
| 3.5.2 pH .....                                                                | 66 |
| 3.5.3 Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) .....                                      | 66 |
| 3.5.4 Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) .....                                    | 66 |
| 3.5.5 Sodyum Yüzdesi (%Na) .....                                              | 66 |
| 3.5.6 Suda Çözünebilir Anyonlar ve Katyonlar .....                            | 66 |
| 3.5.7 Sertlik .....                                                           | 66 |
| 4. BULGULAR .....                                                             | 76 |
| 4.1 Eber Gölü Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları ..... | 76 |
| 4.1.1 Saturasyon% .....                                                       | 77 |
| 4.1.2 pH .....                                                                | 77 |
| 4.1.3 Toplam Tuz % .....                                                      | 77 |
| 4.1.4 Kireç% .....                                                            | 79 |
| 4.1.5 Organik Madde% .....                                                    | 79 |
| 4.1.6 Alınabilir Fosfor P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Kg/da .....             | 79 |
| 4.1.7 Alınabilir Potasyum K <sub>2</sub> O Kg/da .....                        | 82 |
| 4.2 Eber Gölü Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları .....     | 82 |
| 4.2.1 pH .....                                                                | 82 |
| 4.2.2 Elektriksel İletkenlik .....                                            | 82 |
| 4.2.3 Sodyum (me/l) .....                                                     | 84 |
| 4.2.4 Potasyum (me/l) .....                                                   | 84 |
| 4.2.5 Bor (me/l) .....                                                        | 84 |
| 4.2.6 Ca+Mg (me/l) .....                                                      | 84 |
| 4.2.7 Katyonlar toplamı .....                                                 | 84 |
| 4.2.8 Karbonat (me/l) .....                                                   | 85 |
| 4.2.9 Bikarbonat (me/l) .....                                                 | 85 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 4.2.10 Klor (me/l) .....                      | 85  |
| 4.2.11 Sülfat (SO <sub>4</sub> ) (me/l) ..... | 85  |
| 4.2.12 Sertlik (Fransız) .....                | 85  |
| 4.2.13 RSC (me/l) .....                       | 86  |
| 4.2.14 SAR (me/l) .....                       | 86  |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....                    | 87  |
| 6. KAYNAKLAR.....                             | 99  |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                 | 120 |



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|                                               |                           |
|-----------------------------------------------|---------------------------|
| Ca <sup>+2</sup>                              | Kalsiyum                  |
| CaCO <sub>3</sub>                             | Kalsit, Kalsiyum Karbonat |
| Cd                                            | Kadmiyum                  |
| Cl-                                           | Klor                      |
| Co                                            | Kobalt                    |
| Cr                                            | Krom                      |
| Cu                                            | Bakır                     |
| Fe                                            | Demir                     |
| FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O          | Demir Sülfat Heptahidrat  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | Sülfürik Asit             |
| K                                             | Potasyum                  |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Potasyum Dikromat         |
| Mg <sup>+2</sup>                              | Magnezyum                 |
| Mn                                            | Manganez                  |
| Na                                            | Sodyum                    |
| NaHCO <sub>3</sub>                            | Sodyum Bikarbonat         |
| Ni                                            | Nikel                     |
| NH <sub>4</sub> OAc                           | Amonyum asetat            |
| Pd                                            | Palladyum                 |
| Pb                                            | Kurşun                    |
| SO <sub>4</sub>                               | Sülfat                    |
| Zn                                            | Çinko                     |

### Kısaltmalar

|       |                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| DOM   | Çözünmüş Organik madde                                                |
| EC    | Elektriksel İletkenlik                                                |
| EPPO  | European Mediterranean Plant Protection Organization                  |
| FST   | Fiksasyon İndeksi                                                     |
| IBMR  | Nehirler için Biyolojik Makrofit İndeksi                              |
| IUCN  | Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği                         |
| İYT   | İstilâcı yabancı türler                                               |
| LC    | Asgari Endişe                                                         |
| MI    | Makrofit İndeksi                                                      |
| NT    | Tehdide Yakın                                                         |
| RSC   | Kalıcı Sodyum Karbonat                                                |
| SAR   | Sodyum Adsorbsiyon Oranı                                              |
| SKKY  | Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği                                     |
| USEPA | ABD Çevre Koruma Ajansı                                               |
| VU    | Hassas                                                                |
| WPCER | Water Pollution Control Regulation, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.1</b> <i>Phragmites australis</i> : a. köksap ve kökler ( $\times 1/3$ ); B. sürgün ( $\times 1/3$ ); C. ligül ( $\times 2$ ); D. çiçeklenme ( $\times 1/3$ ); e. çiçek ( $\times 3$ ); F. birinci kavuz ( $\times 4$ ); G. ikinci kavuz ( $\times 4$ ), tohum ( $\times 12$ ); J. ipeksi tüylü verimli lemma ( $\times 4$ ); k. spikelet ( $\times 3$ ); m. fertil lemma ( $\times 4$ ); n. pistilli çiçek ( $\times 6$ ); Ö. palea ( $\times 4$ ); P. lodiküller ..... | 20 |
| <b>Şekil 2.2</b> <i>P. australis</i> 'in farklı sitotiplerinin (tetra ve octoploidler) küresel dağılımı. Güney Amerika popülasyonlarının ploidi seviyeleri belirsizdir ve heksaploid veya tetraploidler olabilir.....                                                                                                                                                                                                                                                               | 32 |
| <b>Şekil 4.1</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin saturasyon değerleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 78 |
| <b>Şekil 4.2</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin pH değerleri. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 78 |
| <b>Şekil 4.3</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin toplam tuz% değerleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 80 |
| <b>Şekil 4.4</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin kireç% değerleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 80 |
| <b>Şekil 4.5</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin organik madde% değerleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 81 |
| <b>Şekil 4.6</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor $P_2O_4$ Kg/da değerleri. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 81 |
| <b>Şekil 4.7</b> Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin alınabilir potasyum $K_2O$ Kg/da değerleri. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 83 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.1 Toprakta Saturasyon% ait sınır değerleri.....                                                                       | 74 |
| Çizelge 3.2 Topraktaki pH ait sınır değerleri.....                                                                              | 74 |
| Çizelge 3.3 Topraktaki toplam tuz% sınır değerleri .....                                                                        | 74 |
| Çizelge 3.4 Topraktaki Kireç% sınır değerleri.....                                                                              | 74 |
| Çizelge 3.5 Toprakta Organik Madde % ait sınır değerleri .....                                                                  | 74 |
| Çizelge 3.6 Topraktaki Fosfor ait sınır değerleri .....                                                                         | 75 |
| Çizelge 3.7 Topraktaki Fosfor ait sınır değerleri .....                                                                         | 75 |
| Çizelge 3.8 Sulama sularının SAR değerlerine göre sınıflandırılması.....                                                        | 75 |
| Çizelge 3.9 Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından sular sertliklerine göre CaCO <sub>3</sub> olarak sınıflandırılmıştır ..... | 75 |
| Çizelge 4.1 Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin fizikokimyasal parametre değerleri .....            | 76 |
| Çizelge 4.2 Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan su örneklerinin fizikokimyasal parametre değerleri .....                | 83 |

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa

- Resim 2.1** *Phragmites australis*'in genel görünümü ..... 19
- Resim 2.2** *P. australis*'in (a) olgun, ölçek = 200 µm ve (b) genç, ölçek = 140 µm yapraklarının enine kesiti. BC: bulliform hücre, BS: demet kılıfı; MC: mezofil hücresi, ST: stoma, XV: ksilem kabı, PV: floem damarı (Antonielli vd. 2002).  
..... 23
- Resim 2.3** Saz gövdesinin enine ultra ince kesitlerinin TEM mikrografları. CW: hücre duvarı, Cl: kloroplast, P: plastoglobül, Thy: thylakoid grana, N: çekirdek, M: mitokondri, oklar: yoğun tortular. Ölçek çubuğu: a: 1µ, b: 0,5µ, c: 1µ, d: 1µ  
..... 25
- Resim 2.4** *Phragmites*: kök yapısı. (a,b) Adventif kökün bazal kısmındaki anatomik yapıyı gösteren enine kesitler (bar, 100 µm). (a) Sudan Kırmızısı ile boyama, endodermisin (en) yanı sıra ekzodermisin (ex) suberin lamellerinde belirgindir; sr, sklerenkimatik halka. (b) HC1 floroglusinol ile saptanan lignifikasyon, sklerenkimatik halkada (sr) ve stelin endodermisin (en), U şeklindeki kalınlaşmalarında, ksileminde ve sklerenkimasında belirgindir. (c) Sudan Kırmızısı ile boyanmış uçtan 10 mm nodal kökün enine kesiti. (d,e) Mikrograf (c) ve paralel (d) basit, HCl phloroglucinol (e) ile aynı kök kısmında Sudan Red ile boyanmış süberin lamelleri (oklar) ile tespit edilen basit, casparian bantları (oklar). (f,g) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile sindirimden sonra dış korteks ve rizodermisten teğetsel kesit (f) uçtan 2-4 mm uzaktaki 'proeksodermisin' neredeyse izodiametrik hücreleri. (g) ekzodermisin dirençli hücre duvarları, (kök uzunluğu, 160 mm, su kültüründen, bar, 50 µm) ..... 28
- Resim 2.5** *Phragmites*: ekzodermis ve endodermis. (a,b) İyi havalandırılmış toprakta yetişen kökün ucundan 25 mm (a) ve 50 mm (b) alınan enine kesitler (kök uzunluğu, 80 mm; uçtan 70 mm'de yanallar ortaya çıkmıştır), arasındaki ilişkiyi gösterir. Berberin - anilin mavisi ile boyanmış ve sarı-yeşil flüoresans saçan Casparian bantlarını göstermek için mavi ışıkla görüntülenmiş ekzodermis ve endodermisin gelişimi. Distal bölgede ekzodermiste Y-şekilli Casparian bantları (ok) gösteren emdirme belirgin iken endodermiste emdirme belirtisi

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| saptanmamıştır. Aynı gelişim modeli, su kültüründen alınan köklerde de bulunmuştur (bar, 100 µm).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 29 |
| <b>Resim 2.6</b> <i>Phragmites</i> : 20 cm uzunluğundaki kökte endodermiste Casparian bantlarının gelişimini gösteren düğüm kökünün enine kesiti – en genç lateraller kök ucunun 55 mm arkasında (su kültüründen). (a,b) Kök ucundan 1 cm (a) ve 3 cm (b)'de koyu noktalar olarak görülen Casparian bantları. (c) Daha sonra, 6 cm'de, radyal hücre duvarının tüm genişliğine uzanan Casparian endodermis bantları ve lignifikasyon HCl – floroglusinol (bar, 25 µm) ile tespit edilmiştir.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 30 |
| <b>Resim 2.7</b> <i>Phragmites</i> : yan kökler. (a,b) Nodal köklerin (su kültüründen) enine (a) ve boyuna (b) bölümleri, hipodermiste korteksten 'pencereye' (kazan) doğru büyüyen lateral kök primordiası, hava ile dolu hücreler arası boşluklar, laterallerin orta korteksinde koyu şeritler olarak görülür, ana kökün hücreler arası boşluklarının ve yanal tabanın sürekliliği görülebilir (a,b; oklar). (c) Yaka ile dış kortekste yanal olarak kapatılmış düğüm kökünün enine kesiti odunsu hücreler, ok. (HCl – floroglusinol reaksiyonu; su kültüründen, bar, 100 µm). (d,e) Yan köklerin enine kesitlerini gösteren düğüm kökü korteksinin teğetsel kesitleri, lateral endodermis (en) ve ekzodermis (ex), HCl floroglusinol reaksiyonu d – hipertrofik ve odunsu hücrelerin sızdırmazlık halkası (ok) kökün dış korteksindeki kesiti (bar, 100 µm)..... | 31 |
| <b>Resim 2.8</b> <i>Phragmites australis</i> 'in yangın ekolojisi olgusu.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 48 |
| <b>Resim 2.9</b> (1) <i>Phragmites australis</i> kromozomları ( $2n = 48$ ), mitoz metafazı x 1500; Nelson. (2) <i>Phragmites australis</i> kromozomu ( $2n = 96$ ) mitozun metafazı x 1500, Güney Avustralya.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 54 |
| <b>Resim 3.1</b> Eber Gölü haritası ve araştırma lokasyonları.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 67 |
| <b>Resim 3.2</b> <i>Phragmites australis</i> topluğu (özgün). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 67 |
| <b>Resim 3.3</b> Lokasyon 1'den görünüm (özgün). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 68 |
| <b>Resim 3.4</b> Lokasyon 2'ten görünüm (özgün).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 68 |
| <b>Resim 3.5</b> Lokasyon 3'ten görünüm (özgün).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 69 |
| <b>Resim 3.6</b> Lokasyon 4'ten görünüm (özgün).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 69 |
| <b>Resim 3.7</b> Derekarabağ Köyü girişi (özgün).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 70 |
| <b>Resim 3.8</b> Lokasyon 5'ten görünüm (özgün).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 70 |
| <b>Resim 3.9</b> Lokasyon 1'den numune alma (özgün).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 71 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Resim 3.10</b> Eber Gölü haritası ve su araştırma lokasyonları ..... | 71 |
| <b>Resim 3.11</b> Lokasyon 1'ten görünüm (özgün).....                   | 72 |
| <b>Resim 3.12</b> Lokasyon 2'ten görünüm (özgün).....                   | 72 |
| <b>Resim 3.13</b> Lokasyon 3'ten görünüm (özgün).....                   | 73 |
| <b>Resim 3.14</b> Lokasyon 4'ten görünüm (özgün).....                   | 73 |



## 1. GİRİŞ

Ekosistem veya ekolojik sistem terimi, ortamlarının fiziksel ve kimyasal bileşenleri ile etkileşime giren belirli bir alanın tüm canlılarını veya biyotik faktörlerini içeren doğal, yarı-doğal veya yapay bir birimi tanımlar. İnsanlar tarafından tasarlanan geniş yapay ekosistemlerin iklim ve toprak gibi abiyotik faktörleri, genellikle işgal ettikleri alandaki doğal ekosistemlerle aynıdır. Yapay ekosistemler, biyotik bileşenleri insanlar tarafından tarımsal üretim gibi belirli amaçlar için belirlenmiş olan ortamlardır (İnt. Kyn. 1).

Ekosistemler yapısal olarak karasal ve sucul olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Karasal ekosistemler ormanları, otlakları ve çölleri içerirken; göller, nehirler, okyanuslar, halıçlar ve sulak alanlar su ekosistemleri olarak bilinir. Tatlı su ekosistemlerinden sığ göller, dünya çapında derin göllerden daha fazla sayıdadır ve insanlığa beslenme, içme suyu, kirleticilerin seyreltilmesi, ulaşım, rekreasyon ve estetik ortam gibi birçok hizmet sunmaktadır (Padisák ve Reynolds 2003).

Sığ özellikteki Eber Gölü, Afyonkarahisar il merkezine 65 km uzaklıkta yer alan denizden yüksekliği 966 m olan tektonik bir göldür. Geçmişte kaydedilen maksimum derinliği 21 metredir (Anonim 2008). Eber Gölü su rejimini etkileyen iklim koşullarındaki değişiklikler, ötrifikasyon, ortamdaki besin tuzlarının aşırı artışı, endüstriyel atıklar, tarımsal faaliyetler, kentsel atık yönetimi sorunları ve şehirleşmedeki artış gibi antropojenik faaliyetlerden dolayı ciddi tehditler yaşamaktadır (Yıldırım vd. 2011). Son yıllarda Eber Gölü'nün hidrolojik ve ekolojik dengesi ciddi şekilde bozulmuş olup yok olmak üzeredir.

Son yıllarda göl ve sulak alan ekosistemleri; ötrifikasyon, ortamdaki besin tuzlarının aşırı artışı, endüstriyel atıklar, tarımsal faaliyetler, kentsel atık yönetimi sorunları ve şehirleşmedeki artış gibi antropojenik faaliyetlerden dolayı ciddi tehditler yaşamaktadır (Meijide vd. 2018, Zhu vd. 2018). Ek olarak, iklim değişikliğinin etkileri, yağış ve sıcaklık seviyeleri gibi abiyotik faktörlerde meydana gelen değişiklikler tatlı su ekosistemlerinin normal işlevi üzerinde etkili olmaktadır.

Genellikle hidrofitler olarak adlandırılan su makrofitleri, yaşam döngüsünün tamamını veya bir kısmını su ortamında geçiren çeşitli makroskobik bitki topluluklarıdır. Sığ tatlı su göllerindeki makrofitler, sucul bitki çeşitliliğinin daha iyi anlaşılması ve ekolojik restorasyonu kolaylaştırmak için kritik öneme sahiptir. Makrofitlerin sahip oldukları uyum mekanizmaları, çevresel heterojenliğe en iyi şekilde yanıt vermelerine ve tatlı su kütleleri, suyolları, sulak alanlar, bataklıklar, mevsimsel olarak su basmış alanlar gibi çeşitli su habitatlarında yaşamalarını destekler (Rejmánková 2011).

Makrofitler, kimyasal elementlerin tortudan suya aktarılması yoluyla hem aktif hem de pasif süreçlerle besin döngüsüne katkıda bulunurlar. Örneğin makrofitler tarafından salınan fosfor, nitrojen ve organik karbon, ortamdaki mikro algler ve bakteriler tarafından kullanılır (Anésio vd. 2003, Stets ve Cotner, 2008). Birçok makrofit türü, nispeten yavaş ayrışan yüksek oranda refrakter özellikli lifli madde üreterek, karbonun tortuya dönüşüne de katkıda bulunur. Makrofitler, suya çeşitli allelopatik bileşikleri salmaları nedeniyle de özellikle fitoplankton olmak üzere diğer bitki türlerini inhibe edebilirler. Makrofitler dalgalara karşı koruma, kıyıların erozyon azalmasını ve stabilizasyonunu da destekler (Mack vd. 2000, Caraco ve Cole 2002, Rojo vd. 2013).

Makrofit bitki taksonlarından *Phragmites* (Poaceae), Antarktika hariç tüm dünyada en yaygın sulak alan bitkilerinden biridir. Hektarda 3 tondan 30 tona kadar kadar değişen toprak üstü net birincil üretime sahip olup oldukça verimli bir makrofittir. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. türü Orta Doğu, Avrupave Kuzey Amerika bölgelerinde yaygındır. Eber Gölü'nde de bulunan *P. australis*'in yüksek genetik ve fenotipik varyasyona sahip olması ve değişen iklimle başa çıkması gibi özellikleri, bu bitkiden yararlanma fırsatı sağlamaktadır (Jump ve Peñuelas 2005, Kettenring vd. 2011).

Bu çalışmada, doğal ve antropojenik baskı unsurları tarafından tehdit edilen ve sığ bir göl olan Eber Gölü'nün toprak ve su özelliklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile Eber Gölü'ndeki *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud. türü arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilecek verilerle, Eber Gölü'nün biyoeekolojik özelliklerinin tanımlanması ve korunması çalışmalarına katkı sağlanacaktır.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 Eber Gölü Su Özellikleri

Kavurt (1993), Eber ve Karamık Göllerinin ötrofikasyonu ve trofik özelliklerini incelemiştir. Bu göllerde kirlenmeye neden olan kirletici kaynaklar ile kirlenme durumları belirlenmiştir.

Öztürk vd. (1996), Eber Gölünün bitki örtüsü ile kirlenme ilişkilerini incelemiş olup, Makrofit İndeks Sistemine göre Eber gölünde temiz su ortamlarında bulunan 1.derece hassas türlerden hiçbirisi bulunmamıştır. Gölde 2. derece hassas türlerden bir takson *Potamogeton* rastlanmıştır. Bitki örtüsündeki taksonların %98'inin kirliliğe dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gölün BOİ değeri normalde 170 mg/L civarında olması gerekirken, 7000 mg/L ile çok daha fazla değerde ölçülmüştür.

Eber Gölü üzerine yapılan bir araştırmada, iç su ölçütlerine göre, Eber gölünde nitrat azotu, nitrit azotu, amonyum azotu, bakımından yüzeyde I. Sınıf, tabanda ise II. sınıf su özelliğinde olduğu belirlenmiştir.  $SO_4$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{+2}$  ve  $Mg^{+2}$  ise yüzey ve taban ortamında I. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. BOİ ve KOİ değerleri bakımından II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (Anonim 1999).

Atay vd. (2002), Eber Gölü'nün su özelliklerini belirleme amacıyla gerçekleştirdiği analiz sonuçlarında; biyolojik oksijen ihtiyacı, organik madde miktarı, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrat ve klorofil-a değerleri bulunmuştur. Buna göre gölde organik kirliliğin yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Yurtçu (2005), Eber Gölü'nün etrafında yer alan 5 lokasyonda 1990-1996 yılları arasında değerlendirme yapmıştır. Gerçekleştirilen araştırma sonucu göl su seviyesi (bağımlı değişken) ve bağımsız değişkenlerin (yağış, akış, buharlaşma) incelendiği bir istatistiksel yöntem ile gölün su seviyesindeki değişiminin tanımlanması hedeflenmiştir. Çalışmayla, meteorolojik değişkenlerle gölün su seviyesi arasında doğru korelasyonlu bir etkileşim tanımlanmıştır.

İçağa (2007), bulanık mantığın su kalitesini belirlemede kullanıldığı araştırmada, Eber Gölü'nün fiziksel ve inorganik değerlerini araştırmıştır. Çalışmada, bulanık mantığın su kalite değerlemesinde kullanılabileceği kanaatine ulaşılmıştır.

Kuş (2007), Eber Gölü'nden bir yıllık periyotta aylık döngülerle 5 lokaliteden aldığı su numunelerinde organoklorlu pestisitleri araştırmıştır. Çalışma sonucunda, bütün numunelerde pestisit tanımlanmıştır. Bazı örneklerde aldehit, aldrin, endosulfansülfat, heptachlorepoxy ve endrin kalıntıları AB ölçütlerindeki limitleri aştığı belirlenmiştir.

Yasan (2007), Eber Gölü'nü ötrofik durumunu incelemiş ve araştırma sonucu gölün su kalitesini tanımlamak amacıyla 7 lokaliteden su numunesi almıştır. Bu kapsamda, planktonik ve zoobentik canlıları araştırmak için 4 lokaliteden plankton numuneleri toplamıştır. Çalışma sonucu, Eber Gölü'nün trofik seviyesinin ötrofik/hipertrofik yapıda olduğu tanımlanmıştır.

Yıldırım vd. (2011), Eber Gölü'nün su seviyesini ve kıyı şeridindeki değişimleri araştırmıştır. Bu kapsa gölün 1975-2009 yılları arasındaki süreçte, su yüzey alanının 119,882'den 85,663 km<sup>2</sup>' ye düştüğü ve böylece son 34 yılda %28,4 azaldığı kaydedilmiştir.

Demir vd. (2017), Afyonkarahisar, Eber Gölü'nün ekolojik kalitesinin araştırdığı araştırmada, bu gölün ötrofik özellikte olduğunu ve bu kapsamda hassas alan olarak tanımlamıştır.

## 2.2 Eber Gölü Faunası ile İlgili Çalışmalar

Yıldırım vd. (2003), Eber Gölü'nde yayılış gösteren Gastropoda taksonunu çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, *Prosobranchia* takımından 1 tür ile *Pulmonata*'dan 16 tür belirlenmiştir. Ayrıca ötrofik ve lentik ortamlarda baskın olarak görülen *Lymnea stagnalis* Eber Gölünün sığ ortamlarındaki bitkiler ve çeşitli maddelere tutunmuş halde kaydedilmiştir.

Özyurt (2004), Akşehir ve Eber Göl havzalarındaki Ephemeroptera (Insecta) sucul faunasını tespit etmek amacıyla Mayıs-2002 ile Ağustos-2004 tarihleri arasında, 26 farklı ortamdan, 1753 nimf numunesi araştırmıştır. Çalışma sonucunda 6 familya'dan, 13 cinse ait 17 tür tanımlanmıştır. Araştırma kapsamında ayrıca, Saygılı (2009) tarafından tanımlanan Akşehir, Eber ve Köyceğiz Göllerinin su kuşları çeşitliliği, habitat özellikleri ile birlikte konum ve zamana bağlı yayılışları üzerine kıyaslama yapıldı. Su kuşları yerli, kış göçmeni, yaz göçmeni veya geçit ziyaretçi özelliklerine göre tanımlandı ve beslenme davranışları belirlendi. Akşehir ve Eber Göllerinde 17 familya ve 9 takıma dahil olan 67 su kuşu türü belirlenirken, Köyceğiz Gölünde 14 familya ve 9 takıma ait 42 kuş türü tanımlandı. Bu 3 göl ekosistemindeki su kuşu faunası; dalıcı kuşlar, sığ su ve çamurda yürüyen kuşlar, ördekler ve bataklık kuşları gibi benzer kuş taksonlarından meydana geldiği belirlenmiştir. Söz konusu 3 lokasyondaki su kuşu populasyonlarının niteliksel özellikleri bakımından, kış ve yaz göçmenleri ile bu göllerin ekosistemlerindeki vejetasyon yapısı, vejetasyon büyüklüğü, ötrofiklik durumu ve iklim koşulları bakımından farklar taşıdığı belirlenmiştir.

Aşçı vd. (2009), Eber Gölünün su kirliliği kapsamında fekal koliform/fekal streptokok olgusunu araştırmıştır. Çalışma kapsamında su kenelerinin Eber Gölü için biyolojik belirteç anlamında kullanılması olgusu hedeflemiştir. Bu süreçte, Eber Gölü suyundaki koliform bakterilerin yüksek değerde belirlenmiştir.

Ünal ve Aşçı (2011), Eber Gölü'ndeki su keneleri hakkında taksonomik bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmayla Eber gölünde 4 familyadan 8 su kenesi türü belirlenmiştir.

Öztürk (2012), Eber Gölü'ndeki turna (*Esox lucius*) balığındaki *Argulus foliaceus* enfestasyonu incelenmiştir. Bu balıkların solungaçlarında, dorsal, kuyruk, anal ve pektoral yüzgeçlerinde *Argulus foliaceus* türü parazit tanımlanmıştır.

Mangit (2017), Eber gölünün çevresel bozulmasını belirlemek ve bu sürecin balık populasyonları üzerindeki olumsuz etkisini belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Araştırma kapsamında çözünmüş oksijen, pH, toplam fosfor ve toplam azot gibi fiziko-kimyasal özellikler tanımlanmıştır.

Özdamar (2017), Eber, Emre, Karamık ve Pınarbaşı Göllerinin su kalitesini belirleme kapsamında fizikokimyasal parametrelerini (pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve çözülmüş oksijen) belirlemek doğrultusunda bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu süreçte Mayıs-2009 ile Eylül-2009 ve Nisan-2010 ile Eylül-2010 tarihleri arasında ilgili araştırma lokasyonlarından aylık su ve böcek numuneleri toplamıştır. İlgili veillerin sucul *Coleoptera* çeşitliliğine etkileri tanımlanmıştır. Göl WPCR ölçütlerine göre (pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen bakımından) 1. ve 2. değerlikte su kalitesinde olduğu kaydedilmiştir. Sucul *Coleoptera*'nın araştırılan göllere yayılışında fizikokimyasal özelliklerdeki aylık değişimlerin ve lokasyonlar arasındaki farklılıkların etkili olduğu öngörülmektedir.

Türnüklü (2017), Eber Gölü'ndeki kuş türlerinin tanımlanması, türlerin göç hareketliliklerinin belirlenmesi, gölün kuş çeşitliliğinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Göl alanının tamamının örneklenmesi kapsamında 8 farklı gözlem noktası belirlenmiştir. Gözlem çalışmaları sonucu 18 ordoya ait 46 familyadan 145 kuş türü belirlenmiştir. IUCN (2016) Tehdit Altındaki Türlerin Kırmızı Listesi verilerine göre 145 türün 137'si LC (asgari endişe); 6'sı NT (tehlide yakın) ve 2'si VU (hassas) özellikte olduğu not edilmiştir. Araştırma sürecinde tanımlanan altın yağmurcu (*Pluvialis apricaria*), terek düdükçünü (*Xenus cinereus*) ve alasığırıcık (*Pastorroseus*) bu göl için yeni tür olarak belirlenmiştir.

### 2.3 Toprak Ekolojisi

Kacar ve Fox (1967), Türkiye'de değişik lokasyonlardan 20 toprak örneğinde bor konsantrasyon değerinin 0.70 mg-kg-1 ve 4.55 mg-kg-1 arasında değişkenlik gösterdiği ve toprakların % 25'inde bor seviyesinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Eyüpoğlu vd. (1996), Türkiye geneli araştırmasında, 1511 lokaliteden aldıkları toprak numunelerinde bitkiler için yararlı demir konsantrasyon değerinin %27'sinde orta ve % 73'ünde ise yüksek seviyede bulunmuştur. Mn bakımından %4'ünün yetersiz, %18'inin orta, %44'ünün yeterli ve %34'ünün ise yüksek değerde bulunmuştur. Cu konsantrasyonu, eşik değer olan 0.2 mg kg-1'in üstünde olduğu ve bakır noksanlığının olmadığı belirlenmiştir. Yararlı çinko bakımından %49.83'ünün eşik değer olan 0.5 mg kg-1'in aşağısında olduğu belirlenmiştir.

Türkiye genelinde yapılan çalışma sonucu, toprakların yararlanabilir fosfor bakımından %28.5'inin çok az, %26.8'inin az, % 17.2'sinin orta, % 9.7'sinin yüksek ve % 17.8'inin çok yüksek değerde belirlenmiştir. Yararlı potasyum miktarları açısından da %3.04'ünün az, % 4.96'sının orta, % 7.21'inin yeterli ve % 84.8'inin de yüksek değerde bulunmuştur (Anonim 2006).

Serteser vd. (2008), Akarçay Havzasındaki su kalitesi, toprak özellikleri ve bitki örtüsü arasındaki etkileşimi araştırmıştır. Çalışma sürecinde, Akarçay havzasında dört bitki topluluğu tanımlanmıştır: *Limonium lilacinum* (Boiss. et Bal.), *Alhagip seudalhagi* (M. Bieb.) *Peganum harmala* L. ve *Hordeum marinum* Huds. subsp. *marinum*. Analizde toprak ve su numunelerinden alınan B, Cl, EC, K, Mg, Na, pH ve SO<sub>4</sub> istatistiksel analiz uygulanmış ve anlamlı korelasyonlar elde edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Söz konusu korelasyonlar, toprağın kimyasal özelliklerinin ortamın su kalitesine önemli etkisi görülmüştür. *Limonium lilacinum* florası için önemli parametreler B, Cl, EC, K, Mg, Na, pH ve SO<sub>4</sub>; *Peganum harmala* için Ca, K ve pV ve *Alhagip seudalhagi* için B, Cl, Mg, pH ve pV olarak belirlenmiştir. Sıralanan parametreler arasında da istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Elde edilen veriler, sahadaki bitki florasının toprak kimyası ve su kalitesi için göstergeler olarak kullanılabileceğini güçlü bir şekilde desteklemiştir.

Deliboran vd. (2016), Şanlıurfa ilinde yaptıkları bir araştırmada, toprak numunelerinde alınabilir mangan miktarlarının %100 oranında yeterli miktarda olduğunu vurgulamışlardır.

Yalçın ve Çimrin (2019), Şanlıurfa toprakları örneğinde yaptığı bir araştırmada elverişli potasyumun 390-3784 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu belirlemiştir. Araştırmada, ortalama değerin 1698 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, % 19.74'ünün yüksek (370-1000 ppm) ve % 80.26'sının çok yüksek (>1000 ppm) düzeyde bulmuşlardır. Çalışmada ayrıca, yararlı kalsiyumun 12113-28515 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu belirlenmiştir. Kalsiyumun ortalama değerin 21727 mg kg<sup>-1</sup> ile ortam lokasyonlarının tümünde kalsiyum içeriğinin çok fazla (>10000 ppm) değerde olduğu tanımlanmıştır.

## 2.4 Makrofit Restorasyon Ekolojisi

Sucul makrofit olan *Phragmites australis* türünün kirli sulardaki metalleri uzaklaştırma kapasitesini belirlenmek amacıyla çalışma yapılmıştır. Araştırma için, Annaba çelik fabrikasının (Cezayir) yer aldığı kirli topraklar incelenmiştir. Fabrikanın sulak alanında Zn, Cu, Pd, Fe vb. gibi ağır metallerin yüksek değerde bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırma neticesinde bitki köklerinin ağır metal oksidatif stresine karşı direnç kazanmak için protein sentezlediği belirlenmiştir. Böylece, *P. australis* türünün oksidatif strese karşı uyumlu bir bitki türü olduğu belirlenmiştir (Myriam vd. 2009).

Pereira vd. (2012) tarafından, Brezilya'nın güneydoğusundaki limnolojik karakter bakımından farklı özellikteki altı sığ gölde su kalitesinin belirlenmesi amacıyla makrofitlerin indikatör özellikleri üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, suyun fiziko-kimyasal parametreleri analiz edilmiş ve toplam 43 makrofit taksonu tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre amfibi türlerin yüksek besin içeriği ve zayıf aydınlanma alanlarında yüksek klorofil-a ve askıda madde bulunmuştur. Submers makrofitlerin besin bakımından düşük konsantrasyondaki alanlar için indikatör olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, pH, alkalinite ve çözünmüş oksijen gibi değişkenlerin bazı makrofit türlerinin dağılımında ve özellikle de submers makrofitlerin yayılışında etkili olduğu belirlenmiştir.

Polonya'nın batısında yer alan Durowskie Gölü'nün ekolojik restorasyonu durumunu tanımlama kapsamında gölün makrofit florası, eski dönem verileriyle yeni bulgular kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda göl ve su toplama havzasının insan etkilerine bağlı olarak, su kalitesinin bozulduğu ve yaz mevsiminde siyanobakteri popülasyonunda büyük artış belirlenmiştir. Göl makrofit florasının yayılışı ve bolluğu, MIR indeksi (Nehirler için Makrofit İndeksi) özelliklerine göre 2009 yılından 2013 yılına kadar 30.06 hektardan 26.05 hektara azaldığı belirlenmiştir (Tornadowska vd. 2013).

Rzymiski (2014) tarafından; su, toprak tortusu ve makrofit olarak *Phragmites australis*'te dokuz metalin (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) birikimi araştırılmıştır. Metallerin ortalama konsantrasyonları toprak sedimentinde, çift kabuklularda ve *P. australis*'in kök ve yapraklarındaki söz konusu metal birikimin sırayla azaldığı belirlenmiştir: Fe > Mn

Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > Co > Cd. Ayrıca insan etkisine maruz kalan bölgelerden toplanan örneklerde daha yüksek değerlikte metal biyokonsantrasyonları gözlenmiştir. Toprak kökenli sedimentlerin, su örneklerine göre daha yüksek metal kontaminasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. İncelenen birleşimler arasında metal birikimi seviyelerinde özel farklılıklar bulunmuştur. *P. australis*'in yapraklarında daha yüksek olan metal konsantrasyonlarının hava kaynaklı olabileceği tahmin edilmiştir. Bu kapsamda Cd ve Pb dışındaki metaller büyük ölçüde köklerde tanımlanmıştır. Maltański havzasındaki *P. australis* ve çift kabuklu canlıların, onlarla beslenen hayvanlar için potansiyel bir toksik metal kaynağı olabileceği de öngörülmüştür.

Kuzey Ege Havzasından Çanakkale, Balıkesir, Manisa ve İzmir bölgelerindeki 16 akarsu ortamında makrofit çeşitliliği tanımlanmıştır. Toplam 72 farklı makrofit türü tespit edilen çalışmada, “Nehirler için Biyolojik Makrofit İndeksi” (IBMR) tanımlanmış ve fiziko-kimyasal analizler belirlenmiştir. IBMR değerlerine göre 6 lokasyon “kötü”-12 lokasyon “iyi” aralığında hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre, söz konusu lokasyonların farklı ekolojik özelliklerde olduğu belirlenmiştir (Büke 2019).

Antalya’da Kırkgöz Kaynakları’nın su kalitesi üzerine yapılan çalışmada, araştırma materyali olarak suyun fiziko-kimyasal özellikleri ile makrofitler kullanılmıştır. Bu kapsamda 23 familyadan 31 genus ve 44 tür makrofit belirlenmiştir. Türler içinde en baskın taksonun *P.australis*, *N.alba* ve *M.spicatum* olduğu kaydedilmiştir. Durgun su özelliğindeki lokasyonlarda makrofit indeksi (MI) “orta”, “kritik” ve “kirli” özellikte olarak belirlenmiştir. Akarsu özelliğindeki lokasyonlar “Nehirler için Biyolojik Makrofit İndeksi” (IBMR) ölçeğinde incelenmiş ve “zayıf” kategoride belirlenmiştir (Tunç 2019).

Ceyhan Nehri Havzası’nın su kirliliğini tanımlamak amacıyla bu bölgedeki makrofit topluluklarının yayılışı ve bolluğu nehir makrofit indeksi (IBMR) ölçeğinde tanımlanmıştır. Araştırma sürecinde Temmuz, Kasım, Nisan ve Ağustos aylarında, 23 lokasyona örnekleme uygulanmıştır. İstasyonlarda bulunan taksonların bolluk dereceleri belirlenmiş ve 33 makrofit türü bulunmuştur. Bunlardan *Phragmites australis* 13 lokasyonda en yaygın takson şeklinde görülmüştür. IBMR derlemelerine göre havzanın ekolojik kalite değeri “orta” ile “kötü” seviyesinde belirlenmiştir (Özbay vd. 2019).

Al-Homaidan (2020), makrofit olan *Phragmites australis* üzerinde yaptıkları araştırmada, bu makrofitin özellikle Arap Yarımadası'ndaki vadilerde, ağır metaller tarafından kirlenmiş sulak alanların fitoremediasyon olarak kullanılma durumunu değerlendirilmiştir. Altı kirli vadi bölgesi üzerinde yapılan çalışmada, *P.australis*'in kökleri, rizomları, gövdeleri ve yaprakları ile toprak tortusu ve sudaki Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd ve Pb konsantrasyonları analiz yapılmıştır. Cu, Cd, Zn ve Pb'nin *P. australis*'teki birikimine dair veriler *P. australis*'in ağır metalle kirlenmiş topraklar üzerinde fitoremediasyon kapsamında kullanma için iyi bir tür olduğu tanımlanmıştır.

## 2.5 Su İçi İstilacı Bitkiler

Bickel ve Closs (2007), istilacı makrofitler genellikle habitat kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerle ve doğal biyoçeşitlilik için bir tehdit olduğunu belirtmektedir. Diğer yandan, ortamda doğal makrofitlerin olmaması halinde, balıklar için yiyecek ve barınak sağlanması bakımından yararlı yönleri de olabileceği ifade edilmiştir. Bir balık habitatı olarak istilacı makrofit *Lagarosiphon major*'un etkisini belirlemek için, Dunstan Gölü'nün kıyısındaki küçük kıyı balık türleri üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Büyük ölçekli balık popülasyonu dağılımı, ortamda kısmen yoğun *L.major* bitkilerinin bulunmasıyla açıklanmaktadır. Balıkların besin analizi, omurgasızlarla (Mollusca, Trichoptera, Chironomidae) beslenen *Lagarosiphon*'un yoğun olduğu kıyı bölgesinde *L.major*'da bulunduğunu ve bu kapsamda bu makrofitin bir gıda sağlayıcısı olarak görev yaptığı belirlenmiştir. Bu veriler, istilacı makrofitlerin, doğal makrofitlerden yoksun olan ortamlarda önemli ekosistem işlevleri sağlayabileceğini göstermiştir.

Moyo vd. (2013), su sümbülü olarak bilinen *Eichhornia crassipes* türünün Pontederiaceae ailesinin üyesi olduğu ve serbest yüzen istilacı bir tür olduğunu belirtmiştir. Bu türün, kozmopolit olması ve hızlı bir şekilde büyümesi nedeniyle sucul ortamlardan uzaklaştırılması gerekliliği ifade edilmiştir.

Heloísa vd. (2014) tarafından, makrofit organizmalarla ilgili araştırmalardaki ana eğilimleri ve boşlukları değerlendirmek için tatlı su ekosistemlerinde makrofitlerin biyolojik istilası üzerine yayınlanmış bilimsel makalelerin analizlerini gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, istilacı makrofitler üzerine araştırmaların son on yılda hızla arttığını göstermiştir. Fakat, aktivite indeksi, istilacı makrofitlerin son on yılda limnoloji alanındaki diğer konulardan daha fazla tutarlı bir şekilde araştırılmadığını da ifade etmiştir. En çok incelenen makrofit taksonları *Myriophyllum spicatum*, *Hydrilla verticillata*, *Phragmites australis* ve *Eichhornia crassipes* olarak sıralanmıştır. Ayrıca, Neotropikal ve Afrotropikal bölgelerde daha az araştırmanın yapıldığına dair bir coğrafi öngörü bulunmaktadır. Bu bölgelerdeki veri açıklıklarının belirlenmesi, makrofitlerin istilasının nedenlerini ve bu istilaların tatlı su ekosistemleri üzerindeki etkilerini anlama bakımından faydalı olabileceği belirtilmiştir.

Aslan ve Aksoy (2015), *Ludwigia peploides* türünün suda ve karada yetişebilen, çok yıllık, istilacı bir bitki türü olarak tanımlamıştır. *Ludwigia peploides* istila ettiğı sahada ekolojik problemlere sebep olmanın yanı sıra, tarım ve hayvancılığa da zarar vermektedir. *Ludwigia peploides* EPPO (Avrupa Bitki Koruma organizasyonu)'nun karantina için önerilen A2 listesinde bulunmaktadır. Mücadelesi oldukça zor olan bu türün bir bölgeyi istila etmeden önce, ekolojik eradikasyon faaliyetleri uygulanmalı ve diğer sahalara bulaşmaması için sıkı karantina kuralları uygulanmalıdır.

Uludağ (2015) tarafından, İstilacı yabancı türlerin (İYT) biyolojik çeşitliliğı tehdit eden beş ana etkenden biri olduğu belirtilmiştir. Bu durum son yıllarda, İYT'ler üzerine çalışmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu kapsamda Avrupa Birliğı (AB), yasal düzenleme yaparak 2015 yılı ocak ayında uygulamaya başlamıştır. Avrupa Birliğıne üye devletlerin uyması zorunlu olan bu yönetmeliğın çerçevesi detaylı olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmelik aktif bir planlamayı kapsamaktadır. Buna göre İYT ilkelerinin uzmanlar tarafından belirlenmesini, üye ülkelerin denetleme ve gözlemleme mekanizması kurmasını önermektedir. İlave olarak her bir üye ülkenin kendisi için özel İYT durumu tanımlayabileceğini ve uygulayabileceğini belirtmektedir. Türkiye'nin Avrupa Birliğı ile ticaret konumu ele alındığında, İYT olgusunun önemle ele alınması gerekmektedir. Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğı göz önüne alındığında İYT kapsamında yasal bir yönetmeliğın gerekliliğı ortadadır.

Üremiş (2015), Türkiye florasındaki istilacı sucul bitkilerin durumunu ele almıştır. EPPO (European Mediterranean Plant Protection Organization)'nın değişik kayıtlarındaki bitkileri incelemiş ve aşağıdaki bitkilerin Türkiye'de bulunduğunu ifade etmiştir: *Hydrilla verticillata*, *Polygonum perfoliatum*, *Egeria densa*, *Azolla filiculoides*, *Eichhornia crassipes*. Bu türlerden *Polygonum perfoliatum* ve *Eichhornia crassipes* EPPO'ya göre A2 kategorisindedir. *Eichhornia crassipes* Türkiye ve bölge için tehdit olan bir türdür. Bu tür üreme yeteneği yüksek ve güçlü istilacı niteliğindedir. Normalde süs bitkisi olarak kullanılan bu tür doğal ortamda florada ilk defa 2010 yılında Hatay ilinin Hacıpaşa lokasyonundaki Asi Nehrinde kaydedilmiştir. Bu bitki türü su kaynakları için ciddi potansiyel tehdit niteliğindedir. Akdeniz ve GAP havzalarındaki sulak alanlarda hızlı yayılabileceği ve bu ortamların biyoçeşitlilik durumu için olumsuz etki oluşturabileceği öngörülmektedir.

Hilooğlu ve Sözen (2018), *Eichhornia crassipes* türünün tropikal ve sub-tropikal bölgeler için istilacı bir sulak alan makrofiti olduğunu ifade etmiştir. Bu türün göl, tatlı sular ve nehirlerde önemli çevresel sorunlara neden olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında, bu türün ekonomik önemi ve değeri üzerine çalışmalar da yapılmıştır: *E.crassipes*'in biyoenerji, kâğıt, gübre, hayvan yemi üretimi ve atıksu arıtımında sürdürülebilir bir biyoenerji hammaddesi olarak faydalanılabileceği belirlenmiştir.

Ersoy ve Turan (2019), *Elodea canadensis* türünün Avrupa, Asya ve Avustralya iç sularında yaygın istilacı sucul makrofit olduğunu ifade etmiştir. Çalışma kapsamında, Sapanca Gölü için yabancı ve istilacı özellik taşıyan *E.canadensis*'in dağılımı incelenmiştir. *Elodea canadensis* Sapanca Gölü'nde ilk defa 2016 yılı ilkbahar mevsiminde tanımlanmıştır. *E.canadensis* türünün yanı sıra altı bentik makrofit taksonu da belirlenmiştir.

Taş vd. (2020), derleme özelliğindeki bu araştırmada, kızıl eğreltinin biyolojik ve ekolojik özellikleri ile ekonomik ve ekolojik yönden önemi açıklanmıştır. Kızıl eğreltinin bulundukları ortama yararları, zararları ve mücadele yöntemleri bakımından da bilgi verilmiştir: Tatlı su eğreltisi olarak bilinen *Azolla* suda serbest yüzen yapraklı bir bitkidir. Çoğunlukla tropikal ve subtropikal alanlardaki sulak alanlarda bulunur. *Azolla*, azotu sabitleyen mavi-yeşil alg *Anabaena azollae* türüyle simbiyotik yaşam etkileşimi

nedeniyle her daim ilgi çeken bir türdür. Tarımsal sahalarda biyo-gübre olarak yararlanılmaktadır. Bununla birlikte suyu temizlemesi ve biyo-kütle yakıt maddesi olarak faydalanılması nedeniyle “yeşil altın madeni” olarak tanımlanmaktadır. *Azolla filiculoides* “kıızıl eğrelti” olarak bilinir. Bu eğrelti güçlü güneş ışığı altında kırmızı renk alır. Bu süreçte yeşil olan yapraklar yüksek ışık, düşük sıcaklık ve benzeri olumsuz çevresel koşulları altında antosiyanin sentezinin artmasıyla eğreltinin rengi kırmızıya evrilir. Kıızıl eğrelti son yıllarda Yeşilirmak Deltasındaki Miliç kıyı sulak alanında ve bölgedeki sığ göllerde oldukça yaygın dağılışı gösterdiği görülmüştür. Kıızıl eğrelti koşulların uygun olması halinde bir-iki hafta içinde biyokütlesini ikiye katlama potansiyeli vardır. Bu nedenle bulunduğu sucul ekosisteme olumsuz etkisi olmaktadır.

Taş ve Topaldemir (2021), Orta Karadeniz havzasındaki Miliç sulak alanının emers, submers ve yüzen yapraklı su bitkilerini çalışmıştır. Araştırmada, Miliç sulak alanının çeşitli ekolojik ortamlar barındırdığı için hidrofit taksonlar bakımından zengin olduğu görülmüştür. Çalışma sürecinde belirlenen 36 farklı su bitkisinden %92’sinin IUCN kırmızı listeye göre yaygın takson özelliğinde bulunduğu belirlenmiştir. Miliç Irmağı’nda serbest yüzen eğrelti türlerinden *Azolla filiculoides* ve *Salvini anatans* türleri istilacı özellikte oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, Miliç sulak alanındaki *Cyperus capitatus* ve *Hydrocotyle verticillata* türlerinin Terme florası için yeni kayıt olarak belirlenmiştir.

## 2.6 Su kirliliği

Gümüş ve Akköz (2020), Eber Gölü’nün önemli bir sulak alan olduğu belirtmiştir. Akarçay havzasının tarımsal, evsel ve sanayi atıkları tarafından kirlenmesi sonucu, havzadaki balık çeşitlerinin tükenmeye başladığı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, Eber Gölü’ndeki beş farklı lokasyondan su numuneleri toplanmış ve fizikokimyasal nitelikleri belirlenmiştir. Analiz verilere göre, Eber Gölü’nün su kalitesi, Su Kalite Kontrol Yönetmeliğine (SKKY) ölçütleri bakımından, I ila IV. kategoride değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Oruçoğlu ve Beyhan (2019), Göller Bölgesi havzasındaki Eğirdir, Kovada, Gölcük, Akşehir, Eber, Karamık, Burdur, Acıgöl, Salda, Yarıslı, Karataş, Gölhisar, Yazır, Gökğöl ve Karakuyu göllerinde Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Co, Ni, Al, As, Mo, B, Ti, V ve Ba

bakımından ağır metal olgusu çalışılmıştır. Söz konusu ağır metal çeşitlerinin yıllık ortalama yoğunlukları Çevresel Kalite Standartlarına göre incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 15 gölün ağır metaller yönünden kirlilik durumu tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında en fazla ağır metal birikiminin Burdur Havzası göllerinde, en düşük birikimin de Antalya Havzası göllerinde yer aldığı tanımlanmıştır. İnsan kaynaklı etkiler nedeniyle en fazla ağır metal birikiminin Akarçay Havzasındaki Eber gölünde Cr ve As olarak tanımlanmıştır. Doğal etkenler nedeniyle en çok rastlanan metaller ise Burdur Havzasındaki sulak alanlarda bulunan Zn, Cr, Cu, Co, Ni ve As metalleridir.

Orak (2006), Porsuk Çayı'nda su kirliliği ve su kalitesini tanımlamak amacıyla bulanık mantık yöntemi uygulanmıştır. Çalışma verilerine göre elde edilen su kalitesi sonuçları için, söz konusu yöntem ile hassas ve verimli bir sınıflandırma uygulanabileceği belirlenmiştir.

İleri vd. (2014) tarafından, Uluabat Gölü'ndeki 8 farklı lokaliteden fizikokimyasal su kalitesi incelenmiştir. Elde edilen veri yoğunluklarının lokasyonlar arasında farklılık gösterdiği ve yaz mevsiminde yüksek değerlikte bulunmuştur. Varyans analizine göre NO<sub>3</sub>-N ve AKM harici diğer parametrelerin lokasyonlar arası ve mevsimsel bakımdan meydana gelen değişikliğin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Akçay vd. (2003), Gediz ve Büyük Menderes Nehirlerinden aldıkları yüzey su numuneleri sonucu Büyük Menderes Havzasındaki kirlilik durumunu belirlemiştir.

Sönmez vd. (2013), Karasu Irmağının su kirliliğini belirleme amacıyla bir yıl boyunca aylık periyotlarla 5 lokaliteden su numunesi almış ve çinko, kadmiyum, bakır, mangan, kurşun, nikel, demir bakımından analize tabi tutmuştur. Araştırma verilerine göre, lokasyonların tamamı standart yöntemle IV. kategori iken, bulanık mantık yöntemine göre dördüncü ve beşinci lokasyonlar III. kategoride tanımlanmıştır.

Öztürk vd. (2014), Apa Baraj Gölü'nün su kirliliğini tanımlamak amacıyla ağır metal (Al, Ni, Mn, Cu, Pb, Cr, Co, Zn, Fe) olgusunu bulanık mantık metoduyla araştırmışlardır. Çalışma verilerine göre, Apa Baraj Gölü, ağır metal kirliliği bakımından çok az bir

kirlenmenin olduğu standart sınıflandırma ve bulanık mantık metodu ile tespit edilmiştir. Bulanık mantık yöntemi bakımından Apa Baraj Gölü'nde incelenen veriler arasında homojenlik sağlanmış ve ulaşılan yıllık kalite indeksine göre hesapladığında kalite indeksinin %66 kaliteli, % 34 ise çok kaliteli kategoride olduğu belirlenmiştir.

Öztürk ve Akköz (2014), Apa Baraj gölünde yapılan araştırma sonucundaki Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) verileri bakımından sülfat, klorür, amonyum, nitrat, çözünmüş oksijen ve sıcaklık I. sınıf iken, fosfat II. sınıf, BOİ V. sınıf, nitrit ve pH III. sınıf su kategorisinde belirlenmiştir. Tüm parametreler PCA analizi ve birbiriyle olan etkileşimleri bakımından tamamı pozitif korelasyon ifade etmişlerdir.

Aşıkkutlu vd. (2014), Çavuşçu Gölü'nün su kalitesini tanımlama kapsamında fizikokimyasal özelliklerden; amonyum, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, fosfat, kalsiyum, klorit, magnezyum, nitrat, nitrit, pH, potasyum, sıcaklık, su sertliği, sülfata değerleri 12 ay süresince örnekleme yapılmıştır. Elde edilen veriler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ve insani tüketim amaçlı su standartları (TS266), kapsamında değerlendirilmiştir. Göl suyu, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, amonyum, fosfat, nitrat, sülfat değerleri bakımından birinci sınıf su niteliğinde tanımlanmıştır.

Mutlu vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, Sivas Kurugöl Gölü üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada gölün sıcaklık, pH, tuzluluk, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, toplam sertlik, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrat, nitrit, amonyum, klorür, askıda katı madde, toplam alkanite, sülfat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, kurşun, kadmiyum, bakır ağır metalleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) bakımından yapılan analiz ölçütlerine göre gölün suyu birinci ve üçüncü kalite sınırları içinde bulunmuştur.

Kâtip ve Karaer (2013), Uluabat Gölü su kirliliği mevsimlere bağlı olarak araştırmış ve sonuçları, ulusal yönetmelikler ve uluslararası ölçütlere göre yorumlamıştır. Buna göre, klasik parametrelerin yoğunlukları çoğunlukla yaz mevsiminde maksimum değerde bulunduğu ve buna bağlı olarak sudaki ötrifikasyonun yaz döneminde yükselişe geçtiği

kaydedilmiştir. Klasik parametreler ve ağır metal değerleri ulusal ölçütler bakımından incelendiğinde, SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği)'nde sunulan, sulama suyu ölçütleri bakımından gölün suyu 4. Kalitede tespit edilmiştir. Ayrıca göl suyu, Su Ürünleri Yönetmeliğine bakımından limit seviyesinin üzerinde, TS266 (Türk Standartları 266) İnsani Tüketim Amaçlı Sular ölçütleri bakımından ise içme ve kullanma suları limit değerini geçmiş olarak tanımlanmıştır. Göl, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği "Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ölçeğinde değerlendirildiğinde 4. kalite su özelliğindedir. Uluslararası standartlar açısından incelendiğinde As, B, Ni, Pb, Cd ağır metalleri WHO (Dünya Sağlık Örgütü) içme suyu ölçüt limitlerinden bulunmuştur. Fakat aynı göl suyu Zn, Cr, Cu, Pb ağır metallerinin yoğunlukları da USEPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) su kalitesi ölçütleri bakımından kritik limit değerinde ve Zn'nin de akut limit değerinde belirlenmiştir.

Bulut vd. (2012) tarafından, Çivril Gölü'nün fizikokimyasal değerleri aylık periyotlarla dört lokasyon üzerinden analiz yapılmıştır. Sonuçta, 12 aylık ortalama fizikokimyasal değerler ile lokasyonların etkileşimi istatistiksel bakımdan değerlendirilmiş ve faktörel analiz değişkenleri kategorize edilmiştir. Tüm lokasyonlarda tüm mevsimlerde göl suyunun berrak, kokusuz ve tuzluk değeri %0 olarak belirlenmiştir. Faktör analizi bakımından bütün lokasyonlarda sonuç varyansının tamamını tanımlayan üç potansiyel faktör belirlenmiştir. Birincisi, total varyans değerinin %58.98'ini, ikincisi %21.51'ini ve üçüncüsü de %19.50'ni tanımlamıştır. Ayrıca çalışmayla, Çivril Gölü'nün yaz mevsiminde organik kirliliğin yükseldiği ve çözünmüş oksijen miktarının bilhassa birinci lokasyonda kritik eşik değerine kadar azaldığını belirlenmiştir.

Koloren vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada, Gaga Gölü'nün mikrobiyolojik kirliliği Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım aylarında yüzey suyundan ve 5 m derinlikten alınan numunelerle araştırılmıştır. Bakteriyolojik kirlilik durumunun belirlenmesinde membran filtre metodu uygulanmıştır. Çalışma kapsamında toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok sayımı gerçekleştirilmiştir. Yüzey suyunda toplam koliform bakteri sayısı >1000 ve KOB/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >11 ile <26 KOB/100ml, fekal streptokok bakteri sayısı >2 ile <20 KOB/100 ml değerlerinde belirlenmiştir. Gölün 5 m derinliğinden alınan su numunelerindeki değerler de şu şekildedir: Toplam koliform

bakteri sayısı >1000 KOB/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >8 ve <24 KOB/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >1 ve <13 KOB/100 ml'dir. Çalışmanın mikrobiyolojik analiz sonuçları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin Kıta içi Su Kaynakları Kalite Kriterleri bakımından değerlemeye tabi tutulduğunda, Gaga Gölü, II. sınıf su kalitesinde ve az kirlenmiş su özelliği taşıdığı belirlenmiştir.

Şener vd. (2010), Eğirdir Gölü'nün su niteliğini araştırma için yaptığı çalışmada, 48 lokalite üzerinden sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş oksijen (ÇO) ve seki disk derinliği parametreleri saha üzerindeki anlık analizlerle tanımlanmıştır. Bunun yanı sıra, 6 lokalitede derinliğe bağlı sıcaklık, pH, EC ve ÇO verileri belirlenmiştir. Sonuçlar, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanılarak analiz yapılmış ve incelenen parametreler için Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniğinden yararlanılarak haritalar oluşturulmuştur. Analiz verilerine göre, gölün ortalama su sıcaklığı 25,2°C, ortalama pH değeri 9.0, ortalama EC değeri 391 µmhos/cm, ortalama çözülmüş oksijen değeri 8,3 mg/l ve ortalama seki disk derinliği de 2,1 m'dir. Elde edilen veriler, Schoeller içme suyu diyagramı ile Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre göl suyunun çok iyi kaliteli ve I. sınıf su özelliği taşıdığını belirtmektedir.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), Kahramanmaraş ilindeki Karaçay'da oluşan kirlilik olgusunu, biyolojik ve fiziko-kimyasal ölçütleri sahadaki üç lokasyon üzerinden incelenmiştir. Aylık periyotlar halinde, incelenen su numunelerinin pH, iletkenlik, çözülmüş oksijen, nitrit, nitrat, amonyum ve fosfat verileri tanımlanmıştır. Elde edilen sonuçlar bakımından, Karaçay'ın ciddi kirlilik altında olduğu kanaatine ulaşılmıştır.

## 2.7 *Phragmites australis*'in Sistematik, Morfolojik ve Anatomik Özellikleri

### 2.7.1 *Phragmites australis*'in Taksonomik Konumu

*Phragmites australis*'in taksonomik konumu aşağıda verilmiştir (İnt. kay. 2).

Kingdom: *Plantae*

Clade: *Tracheophytes*

Clade: *Angiosperms*

Clade: *Monocots*

Clade: *Commelinids*

Order: *Poales*

Family: *Poaceae*

Genus: *Phragmites*

Species: *P. australis*

Binomial name: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

Synonyms: *Phragmites communis*

### 2.7.2 *Phragmites australis*'in İsim Tanımı

*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.—ortak kamış, ortak kamış otu, kamış otu, hendek sazı, kamış otu gibi isimlerle tanımlanmıştır (Resim2.1). Adi saz ilk olarak 1753 yılında Linnaeus tarafından *Arundo phragmites* L olarak tanımlanmıştır. Daha sonra bu büyük otu diğer saz otlarından ayırmak için *Phragmites* cinsi kurulmuştur. Adı *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Avustralya materyaline dayanan eski Steud., adi kamış için mevcut en eski isim görünmektedir (Mal ve Narine 2003).

### 2.7.3 *Phragmites australis*'in Vejetatif Özellikleri

*Phragmites australis*, geniş bir köksap sisteminden gelişen, yıllık baston benzeri gövdelere sahip, çok yıllık, ortaya çıkan bir su ve sulak alan bitkisidir (Şekil 2.1). Gövdeler 6 m yüksekliğe kadar ulaşabilir, çapları 4 ila 10 mm arasında değişebilir ve 10-25 cm uzunluğunda içi boş boğum aralarına sahiptir. Boğum arası boyutu tomurcuk ve başlangıç apikal meristem boyutuna bağlıdır. Rizomlar çok yıllıktır ve hem yatay hem de

dikey bileşenlere sahiptir. Yatay rizomlar klonun boyutunu genişletmekten sorumludur, dikey rizomlar ise yıllık dik gövdelere yol açar. Rizomlar geniş parankimatöz dokuya sahiptir. Kökler, rizomlardan ve sürgünlerin diğer batık kısımlarından gelişir. Yapraklar pürüzsüzdür, 20-70 cm uzunluğunda ve 1-5 cm genişliğinde dar mızrak şeklinde laminalarla dönüşümlüdür, sıkı sinirlidir, uzun ince noktalara doğru sivrilir. Yaprak tabanları, gövdelerin etrafında üst üste binen, pürüzsüz kılıflar oluşturur. Yaprak laminaları ve kılıflarının birleştiği yerde bulunan ligüller 1.5-3 mm uzunluğundadır ve yarı zar ve yarı tüylerden oluşur (Hocking vd. 1983).

Çiçek salkımı, genellikle 30 cm uzunluğunda, gevşek, donuk mordan sarıya kadar olan, ana dalları birçok başakçık taşıyan bir terminal salkımdır. Dallar düzdür, genellikle dağınık uzun ipeksi tüy grupları içerir. Spikelet tipteki çiçek yapısında tüylü pediceller veya rachillas ile 10-18 mm uzunluğundadır. Her spikelet, tabanında iki kavuz (steril brakte) ve 2-6 sapsız çiçek içerir. Bir spikelet üzerindeki en düşük çiçekler erkek iken diğerleri biseksüeldir. Glumes mızrak şeklinde, zarımsı, pürüzsüz ve kalıcıdır. Alt kavuzlar çoğunlukla 2,5-5 mm uzunluğunda ve üst kavuzların 1/2-2/3 uzunluğundadır. Lemmalar (verimli bracts) lineer mızrak şeklinde, pürüzsüz, zarsı, 9-13 mm uzunluğunda ve üst kavuzdan iki kat daha uzundur.



**Resim 2.1** *Phragmites australis*'in genel görünümü (Nedukha 2017)



**Şekil 2.1** *Phragmites australis*: a. köksap ve kökler ( $\times 1/3$ ); B. sürgün ( $\times 1/3$ ); C. ligül ( $\times 2$ ); D. çiçeklenme ( $\times 1/3$ ); e. çiçek ( $\times 3$ ); F. birinci kavuz ( $\times 4$ ); G. ikinci kavuz ( $\times 4$ ), tohum ( $\times 12$ ); J. ipeksi tüylü verimli lemma ( $\times 4$ ); k. spikelet ( $\times 3$ ); m. fertil lemma ( $\times 4$ ); n. pistilli çiçek ( $\times 6$ ); Ö. palea ( $\times 4$ ); P. lodiküller ( $\times 4$ ) (van der Werff vd. 1987).

Üst kavuzun şeklindeki fark, *P. australis*'in iki alt türe daha fazla bölünmesine izin verir: *P. australis* ssp. *altissimus*, *P. australis* ssp'den daha büyük salkımına sahip daha uzun bir bitkidir. *P. australis* (brakteoller) daha kısadır, üst kısımları siliatlıdır ve 3-4 mm uzunluğundadır. Periant, yumurtalığın tabanında iki dikdörtgen lodikül ile temsil edilir. Üst çiçeklerin raşillerindeki ipeksi tüyler lemmalar kadar uzundur. En alttaki çiçekler 1-3 organa sahipken, üst çiçekler 3 organa sahiptir (Clevering ve Lissner 1999).

#### 2.7.4 *Phragmites australis*'te Tür İçi Varyasyon

*Phragmites australis*, yüksek derecede fenotipik plastisite gösteren oldukça polimorfik ortaya çıkan bir su bitkisidir. Hem yaprakların hem de salkımların boyut ve şeklindeki klonlar arasındaki farklılıklar, antropojenik habitat değişikliklerinden kaynaklanabilir. Değişen habitatlarda bir arada bulunan birkaç farklı biyotip bulunabilir.

Örneğin Kanada'nın farklı bölgelerinde morfolojik olarak farklı *P. australis* formları görülmüştür. Doğu Ontario'da kırmızımsı gövdeli bir form fark edilirken, Cobden, Renfrew Co, Ontario'nun batısındaki Hwy 17 Muskrat River'da geniş yapraklı, büyük, gevşek başlı ve erken sonbaharda yaşlanmaya sahip uzun bir form kaydedilmiştir (Catling vd. 2003).

Delta Bataklıkları, Winnipeg Gölü, Manitoba'da. Batı Ontario'nun karayolları boyunca, pinnate dizisinde tutulan geniş yapraklı, seyrek başlı ve sonbaharda parlak turuncu-sarıya dönüşen açık bir form da görülmüştür. Farklı klonlar, biyokütle üretimi ( $m^{-2}$ ), C/N dinamikleri ve toplam nitrojen bakımından farklılık göstermiştir. Ötrofikasyonun olduğu bölgelerde, daha az sayıda genotip görülür (Hanganu vd. 1999).

Clevering ve Lissner (1999), sazların muazzam çeşitliliğinin yalnızca yüksek fenotipik plastisiteye dayalı somatik mutasyonun *P. australis*'in çeşitliliğinden en azından kısmen sorumlu olduğu sonucuna vardılar. *P. australis*'in fenotipik varyasyonu, kısmen kromozom sayılarındaki varyasyonun sonucudur. Örneğin, Romanya'daki *P. australis*'in octoploid bitkileri, tetraploid bireylere göre genellikle daha büyük yapraklara, daha kalın rizomlara ve daha uzun ve daha kalın sürgünlerde daha fazla sayıda düğüme sahiptir (Clevering ve Lissner 1999).

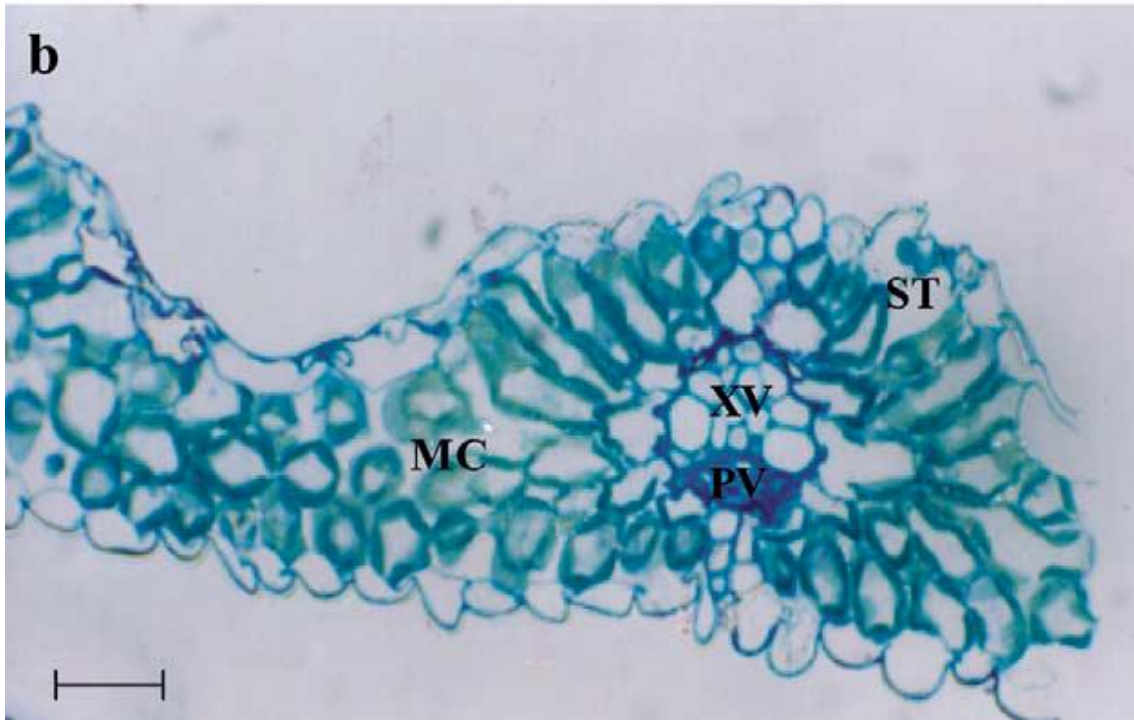
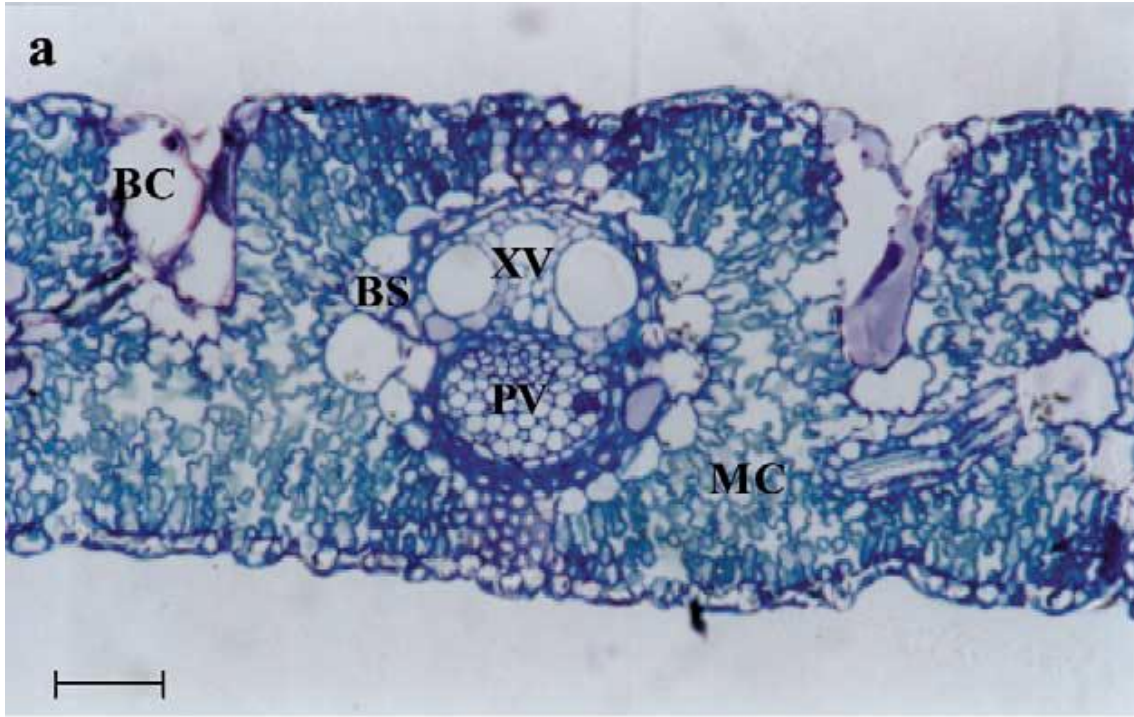
Daha derin sularda ve yüzen sazlıklarda baskın olmalarının nedeninin, ektoploid vejetatif canlılığı olduğu varsayılır; tetraploidler ise çoğunlukla tuzlu habitatlarda görülür. Morfoloji doğrudan ploidi düzeyine dayanmasa da, dev kamışların (var. *gigantea*) çoğunlukla oktoploid ve ince kamışların (var. *flavescens*) tetraploid veya hekzaploid olduğu bulunmuştur (Hanganu vd. 1999).

Bu tür morfolojik farklılıkların moleküler bir temeli olabilir ve kodlama yapmayan iki kloroplast DNA bölgesinden dizilerin incelenmesinden elde edilen son sonuçlar, mevcut Kuzey Amerika popülasyonlarının çoğunun, yerli olmayan genotiplerden kaynaklandığını göstermektedir. Morfolojik farklılıklar, yerli ve tanıtılan genotipleri başarılı bir şekilde tanımlamak için kullanılabilir. Tanıtılan genotiplerde, yaprak kılıfları gövdenin etrafına sıkıca sarılır ve sonbaharda sadece birkaç bazal kılıf düşer; saplar (kılıflar değil) yaz aylarında ve sonbaharda tan-kahverengi, sarı veya daha az sıklıkla kırmızımsı kahverengi ve gövdeler parlak olmadan donuktur. Yerli genotiplerde, yaprak kılıfları Ağustos ayına kadar gevşer ve çoğu sonbaharın sonlarında bitkiyi bırakır; yaz ve sonbaharda kırmızı veya kırmızımsı-mor bitkilerin tabanlarında saplar ve yüksek parlaklık gelişir (Saltonstall 2002).

*P. australis* popülasyonlarında, monoklonalden poliklonallere kadar değişen derecelerde klonal çeşitlilik bulunmuştur. Bir sulak alanın *P. australis* tarafından kolonizasyonu tipik olarak çok sayıda tohumun filizlendiği kıyılarda başlar. Kolonizasyon daha sonra fidelerin vejetatif genişlemesi ile devam eder ve bitkiler arasındaki boşluklar giderek dolduğunda, klonlar boşluk için rekabet etmeye başlar. Bu süreç, farklı klonların birbirine karıştığı karmaşık bir uzaysal dağılımla sonuçlanabilir. Klonal çeşitlilik “çoğaltma aşamasında” hala yüksektir, ancak yerel çevre koşullarına iyi adapte olmuş az sayıda klonun hâkim olduğu müteakip “durağan aşama” sırasında azalır. Düşük klonal çeşitlilik ve monoklonal popülasyonlar, böyle bir seçim sürecinin sonucu olabilir ve meşcerelerin uzun süredir istikrarlı koşullar altında büyüdüğünün bir göstergesi olabilir (Neuhaus vd. 1993, Koppitz ve Kuhl 2000).

### **2.7.5 *Phragmites australis*'in Yaprak Anatomisi ve Morfolojisi**

Işık mikroskobu ile incelenen olgun *P. australis* yapraklarının enine kesitleri, 12-15 hücre katmanından oluşan bir mezofil göstermiştir. Mezofilin dış kısmı, sıkıca bastırılmış birkaç hücre katmanından oluşur ve her iki yaprak tarafında sınırlı hücreler arası boşluklara sahiptir. Mezofilin iç kısmı, periferik hücrelerden daha büyük ve geniş hücreler arası boşluklarla ayrılmış düzensiz şekilli hücrelerden oluşur. Stomalar her iki yaprak yüzeyinde de mevcuttur ve eksen dışı yüzeyde daha fazla sayıdadır.



**Resim 2.2** *P. australis*'in (a) olgun, ölçek = 200  $\mu\text{m}$  ve (b) genç, ölçek = 140  $\mu\text{m}$  yapraklarının enine kesiti. BC: bulliform hücre, BS: demet kılıfı; MC: mezofil hücresi, ST: stoma, XV: ksilem kabı, PV: floem damarı (Antonielli vd. 2002).

Yaprak yüzeyinden mezofilin merkezine kadar çok sayıda ve şişkin bulliform hücre uzanır. Vasküler demetler çift demet kılıfla çevrilidir. İç kılıf, kalın duvarlı hücrelerden ve dış kılıf kloroplastlı ince duvarlı hücrelerden oluşur. Vasküler demet seviyesinde, klorofil parankimini kesen lif kümeleri gözlenir (Minkina vd. 2018).

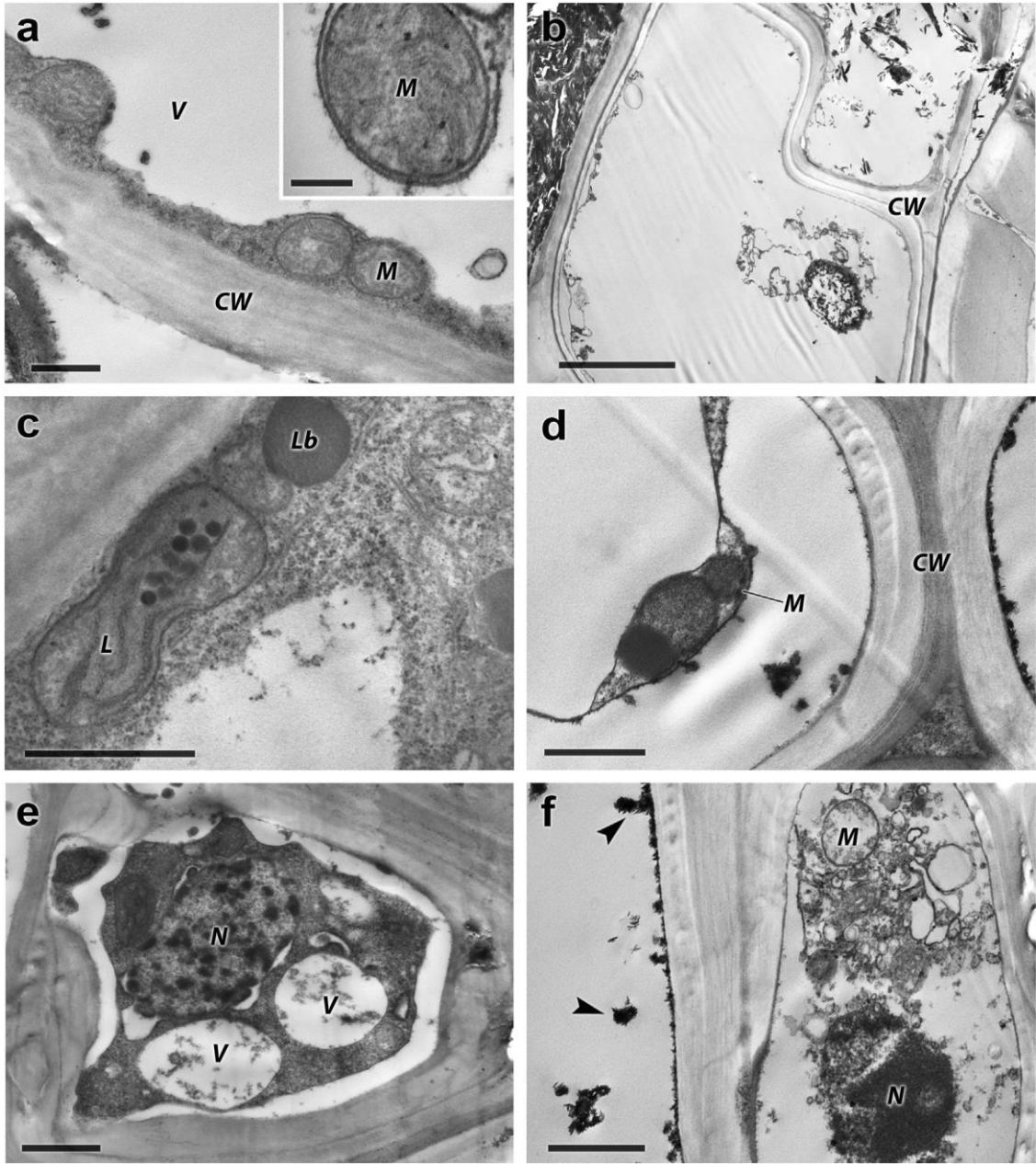
Genç yaprakların yapısı olgun yapraklarındakinden oldukça farklıdır. Genç yaprakların mezofili sadece 4-5 hücre katmanından oluşur ve damar demetlerinin çevresinde kloroplastlı tek bir ince duvarlı kılıf görülür (Resim 2.2b). *P. australis* olgun yapraklarının enine kesitlerinin elektron mikroskobu ile incelenmesi, büyük hücreler arası boşlukların genellikle hücre duvarlarının invaginasyonları ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Resim 2.2a,b). Mezofil hücrelerinin içinde ozmofilik globüllerden zengin kloroplastlar hücre duvarlarına bastırır ve çoğunu kaplar. Ayrıca küçük vakuoller, mitokondri ve peroksizom görülebilir (Resim 2.2b) (Antonielli vd. 2002).

#### **2.7.6 *Phragmites australis*'in Gövde Anatomisi**

*P. australis*'in yarı ince bölümlerinin ışık optik incelemesi kontrol parselindeki bitkiler, gövde epidermisinin altında yer alan birkaç klorofil taşıyan parankima hücresi katmanı vardır (Resim 2.3a). Kortikal tabakada, klorenkima gevşek bir şekilde düzenlenmiştir. Büyük gaz taşıyan hücreler arası boşluklar oluşturur ve özümseme ve gaz taşıma işlevlerini birleştirir. Eksenel silindir, çok katmanlı bir periskl ve sıralar halinde düzenlenmiş çok sayıda damar demetine sahiptir. Çalışılan yapıların optik yoğunluğunda bir artış ve yüksek kontaminasyon seviyesinde klorenkima hücrelerinin daha büyük bir sıkışması kaydedilmiştir (Resim 2.3b) (Minkina vd. 2018).

Kök damar demetlerde mitokondriyal membranların, kloroplastların ve çekirdeğin bütünlüğü korunur. Ağırlıklı olarak yuvarlak şekilli kloroplastlar, çok sayıda grana ve 0,2-0,3 µm çapa kadar birkaç plastoglobül içerir (Resim 2.3a, b). Ortalama 40'a kadar thylakoid içeren grana, plastid kesit alanı üzerinde eşit olarak dağılmıştır. Endoplazmik retikulum düzleştirilmiş tübüllerden ve vakuollerden oluşur; bazı hücrelerde önemli ölçüde vakuollenmiştir. Elipsoid mitokondri, yoğun bir matris ve şişmiş soğan şekilli cristae içerir. Çekirdekler esas olarak uzun bir şekle sahiptir ve sitoplazmadan nükleer

kromatin keseklerinin lokalize olduğu iki konturlu bir kabuk ile ayrılır (Resim 2.3c, d). *P. australis* bitkilerinin gövde ultra yapısındaki önemli değişiklikler, yüksek kontaminasyon seviyesine sahip izleme parsellerinde ortaya çıkarılmıştır. Plastidlerin çevresinde elektron yoğunluğunda bir azalmanın yanı sıra matris vakumlanması not edilir. Organeller esas olarak asimetrik bir şekle sahiptir ve yüzey zarı konturları dalgalıdır (Resim 2.3a).



**Resim 2.3** Saz gövdesinin enine ultra ince kesitlerinin TEM mikrografları. CW: hücre duvarı, Cl: kloroplast, P: plastoglobül, Thy: thylakoid grana, N: çekirdek, M: mitokondri, oklar: yoğun tortular. Ölçek çubuğu: a: 1μ, b: 0,5μ, c: 1μ, d: 1μ (Minkina vd. 2018).

Grana, organel alanı üzerinde muntazam olmayan bir şekilde dağılmıştır; tilakoidlerinin sayısı 20-30'a ulaşır, izole edilmiş stroma tilakoidleri geniştir (Resim 2.3b). Plastoglobüllerin sayısında ve elektron yoğunluğunda önemli bir artış kaydedilmiştir. Mitokondri şişkin görünür. Nükleer kromatin esas olarak karyolemma boyunca lokalizedir (Resim 2.3c). Karyoplazma nadir kümelenmiş kesekler gibi görünür (Resim 2.3d) (Minkina vd. 2018).

#### **2.7.7 *Phragmites australis*'in Kök Anatomisi**

Olgun köklerin epidermisi hiçbir zaman lignifiye edilmemiş veya suberize olmamıştır. Genellikle iki veya üç ekzodermis hücre katmanından ve bir sklerenkimatöz halkadan oluşan hipodermisi kaplamıştır (Resim 2.4a,b,d,e) (Soukup vd. 2002).

Endodermis ve ekzodermisin gelişimi ve ayrıca aşağıda açıklanan lateral kök primordiasının büyümesiyle bağlantılı olaylar, rizomlardan kaynaklanan tüm düğüm köklerinde benzerdir. Kök ucundan uzaklık olarak ölçülen gelişimsel olayların başlangıcı, büyük ölçüde belirli bir kökün büyüme hızına bağlıdır. Gelişmekte olan en genç yan kökün büyüme hızı ve mesafesi arasındaki ilişki Resim 2.4 verilmiştir.

En genç yan kökün ana kök apeksinden olan uzaklık ile büyüme hızı arasında yüksek bir korelasyon vardır (Spearman korelasyon katsayısı = 0.75; n = 126). Yan kökler, daha hızlı büyüyen düğüm kökünün kök ucundan daha uzağa ve daha yavaş büyüyenlerde ortaya çıkmıştır (Soukup vd. 2002).

Ekzodermal hücre duvarlarının lignifikasyonu ve suberizasyonu, kök ucundan biraz daha uzakta tespit edilmiştir (Resim 2.4d,e). Ekzodermisin farklılaşması en dış katmanda başladı ve hızla merkezci yönde ilerlemiştir (Resim 2.4a,b). İşlem, tek hücre katmanı içinde tam olarak senkronize edilmemiştir. Ekzodermisin HCl-phloroglucinol ile tespit edilen ilk Casparian bantları radyal duvarların çoğunu işgal etmiştir (Resim 2.4d). Tüm hücre duvarını kaplayan bir süberin lamel (Resim 2.4e) ve bir casparian bandı ile aynı kök bölgesinde veya Sudan Kırmızısı ile boyandığında kök ucuna daha yakın olarak gözlenmiştir (Soukup vd. 2002).

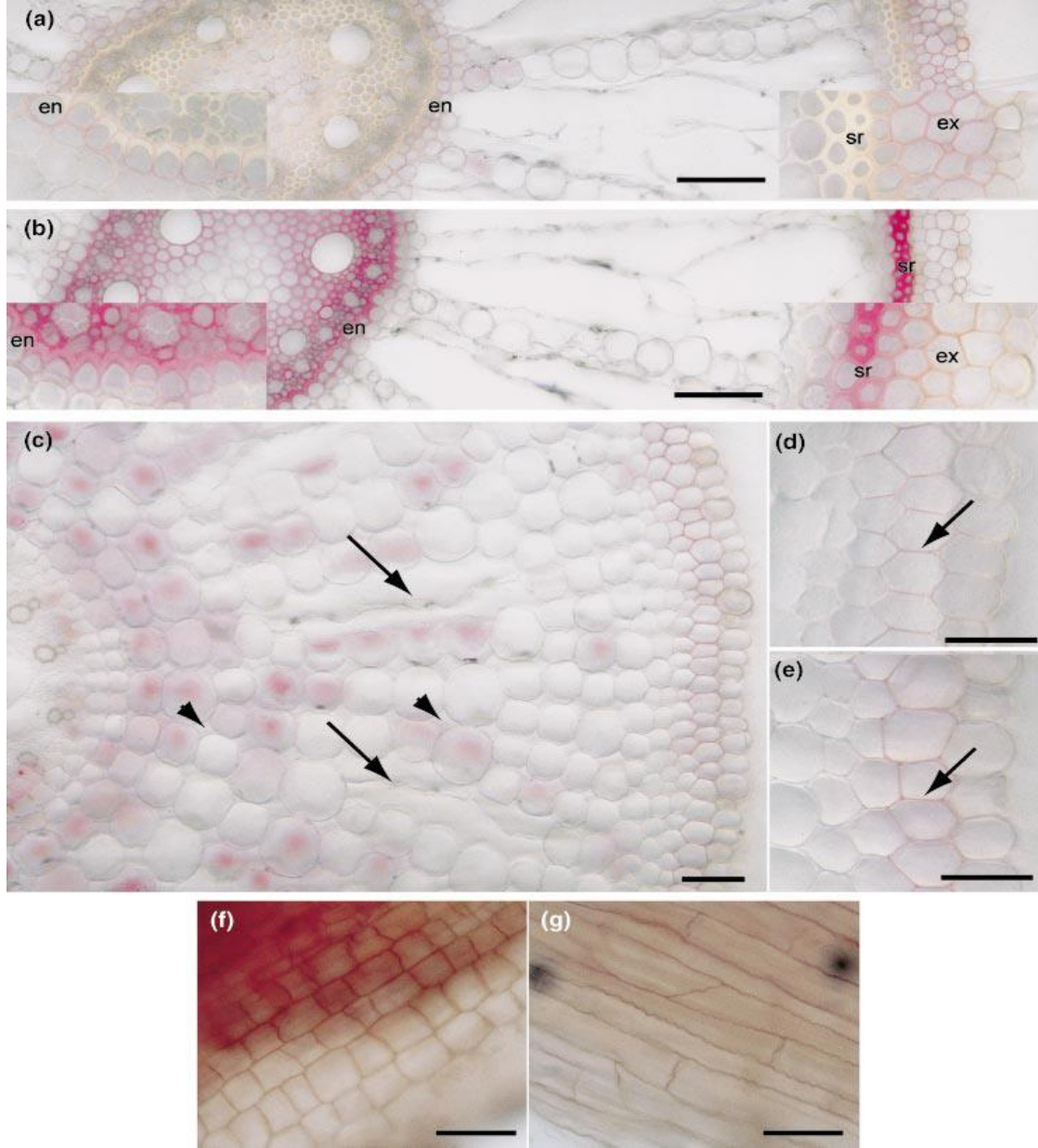
Ekzodermisin silindiri, kök ucundan daha fazla sürekli değildir. Yanal köklerin büyüyen primordiasının karşısında, lignifiye ve suberize ekzodermis ile sklerenkimatöz hücreler eksiktir (Resim 2.4a). Lateral primordia, büyüyen kökün perisiklusunda, lignifikasyon ve/veya hipodermisin suberizasyonu tespit edilmeden önce başlatılmıştır ve primordia oluşumunun bir şekilde bu süreci durdurduğu görülmektedir (Soukup vd. 2002).

Lateral kök primordiumu düğüm kökünün korteksi boyunca büyümeye başladığında, korteksinin orta kısmında, lignifiye ve suberize hipodermis ve endodermis ile sınırlanmış hava dolu hücreler arası boşluklar mevcuttur (Resim 2.4a,b,e). Ekzodermis de dahil olmak üzere, laterallerin orta ve dış korteksinin dokuları, ebeveyn kökün endodermisi ile sürekli değildir ve bu nedenle, hem nodal hem de lateral köklerin orta korteks hücreler arası boşluklarının doğrudan iletişimine izin vermiştir (Resim 2.4a,b).

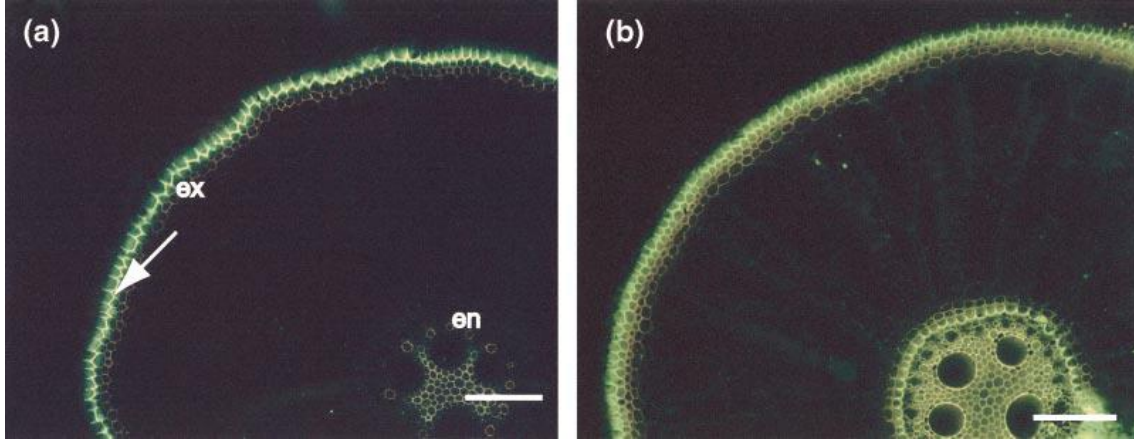
Düğüm kökünün korteksinden geçerken büyüyen primordiumun önündeki hücreler çökmüş ve en dıştaki katmanlar parçalanmıştır. Lateralin nodal kökten çıkışını, lignifiye olan (Resim 2.4c,d) genişlemiş veya hipertrofik hücrelerden oluşan bir yakanın oluşumu takip etmiştir (Soukup vd. 2002).

Kökün en apikal kısmındaki bitişik kortikal hücrelerin bölgelerindeki ince hücreler arası boşluklar (Resim 2.4c) sadece orta korteks ile sınırlıdır. Lizijen kanalların oluşumu, ekzodermisin lignifikasyonunun ve/veya suberizasyonunun zaten kaydedildiği bölgede daha sonra başlamıştır (Resim 2.4c). Boşluk oluşturma şekli Poaceae için tipiktir ve Justin & Armstrong (1987) tarafından tanımlanmıştır. Lizijen kanallar, lateral kök primordiasının yakın çevresinde hiçbir zaman kaydedilmemiştir (Resim 2.4a,b,c).

Farklılaşmanın en başlangıcı, radyal hücre duvarlarında pericycle'a doğru kaymış dar koyu noktaların görünümü ile karakterize edilmiştir (Resim 2.4a,b). Bu noktalar, saptanabilir lignin ve süberin materyali içermez. Odaklanırken, bu noktalar hücre duvarının bir tarafından diğer tarafına dönüşümlü olarak konumlarını değiştirir. Bu, radyal hücre duvarlarında dalgalı bantlar olarak ortaya çıktıklarını göstermektedir. Daha sonra bu dar bantlar tüm radyal duvara kadar uzanmıştır (Resim 2.4c).



**Resim 2.4** *Phragmites*: kök yapısı. (a,b) Adventif kökün bazal kısmındaki anatomik yapıyı gösteren enine kesitler (bar, 100  $\mu$ m). (a) Sudan Kırmızısı ile boyama, endodermisin (en) yanı sıra ekzodermisin (ex) suberin lamellerinde belirgindir; sr, sklerenkimatik halka. (b) HCl floroglucinol ile saptanan lignifikasyon, sklerenkimatik halkada (sr) ve stelin endodermisin (en), U şeklindeki kalınlaşmalarında, ksileminde ve sklerenkimasında belirgindir. (c) Sudan Kırmızısı ile boyanmış uçtan 10 mm nodal kökün enine kesiti. (d,e) Mikrograf (c) ve paralel (d) basit, HCl phloroglucinol (e) ile aynı kök kısmında Sudan Red ile boyanmış süberin lamelleri (oklar) ile tespit edilen basit, casparian bantları (oklar). (f,g) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile sindirimden sonra dış korteks ve rizodermisten teğetsel kesit (f) uçtan 2-4 mm uzakdaki 'proeksodermisin' neredeyse izodiametrik hücreleri. (g) ekzodermisin dirençli hücre duvarları, (kök uzunluğu, 160 mm, su kültüründen, bar, 50  $\mu$ m) (Soukup vd. 2001).

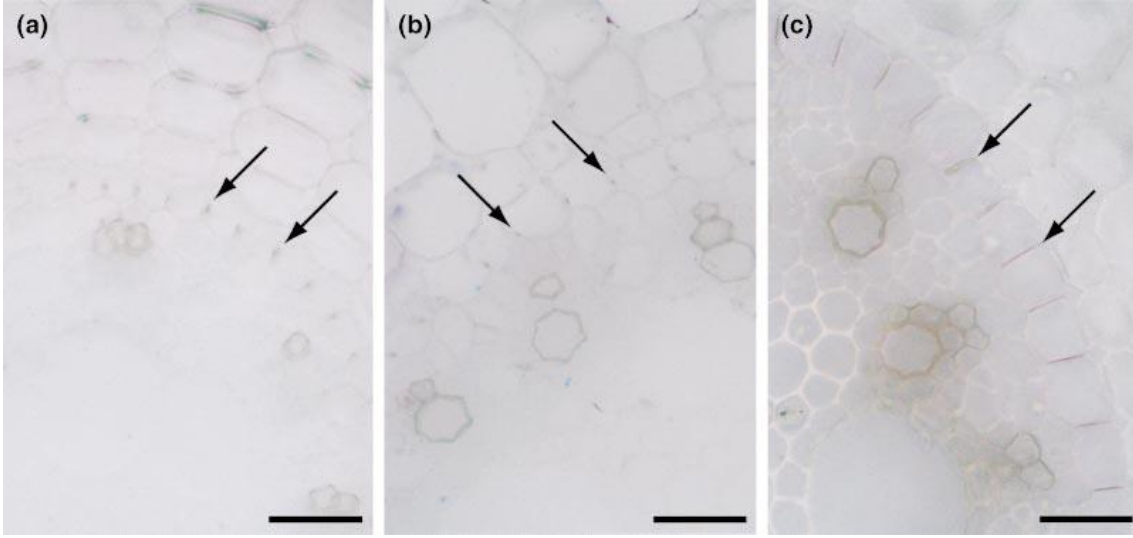


**Resim 2.5** *Phragmites*: ekzodermis ve endodermis. (a,b) İyi havalandırılmış toprakta yetişen kökün ucundan 25 mm (a) ve 50 mm (b) alınan enine kesitler (kök uzunluğu, 80 mm; uçtan 70 mm'de yanallar ortaya çıkmıştır), arasındaki ilişkiyi gösterir. Berberin - anilin mavisi ile boyanmış ve sarı-yeşil flüoresans saçan Casparian bantlarını göstermek için mavi ışıkla görüntülenmiş ekzodermis ve endodermisin gelişimi. Distal bölgede ekzodermiste Y-şekilli Casparian bantları (ok) gösteren emdirme belirgin iken endodermiste emdirme belirtisi saptanmamıştır. Aynı gelişim modeli, su kültüründen alınan köklerde de bulunmuştur (bar, 100  $\mu$ m) (Soukup vd. 2001).

Farklılaşmış ekzodermisin hücre duvarları, önemli bir başa baş Y-şekilli model göstermiştir (Resim 2.5a,b). Ekzodermal Casparian bantlarında benzer bir özellik Typha'da zaten rapor edilmiştir ve H-tipi Casparian bantları olarak adlandırılmıştır (Seago vd. 1999). Bu farklılık, bu iki türün hipodermal katmanlarındaki hücre düzenlemesindeki farklılıklara bağlanabilir (Soukup vd. 2001).

Genişletilmiş bantlar odunlaşmış ve/veya suberize edilmiştir ve teğet kesitlerde incelendiğinde endodermisin radyal hücre duvarları kıvrımlı görülür. Geliştirmenin son aşamaları, odunlaşmış U-şekilli kalınlaşmalar oluşturan, odunsu ikincil hücre duvarının yeni katmanların iç kısmına düzensiz şekilde birikir (Resim 2.4b) (Soukup vd. 2001).

Ekzodermisin tam süberin lamelleri, kökün Casparian bantlarının olduğu aynı kısımlarında saptanabilir. Birkaç türün Casparian bantlarının materyalini çoğunlukla aromatik veya lignin benzeri olarak tanımlamış, berberineanilin mavisi ve lignin tespit reaktifleri ile Casparian bantlarını tespit edilmiştir (Resim 2.6) (Schreiber vd. 1999).

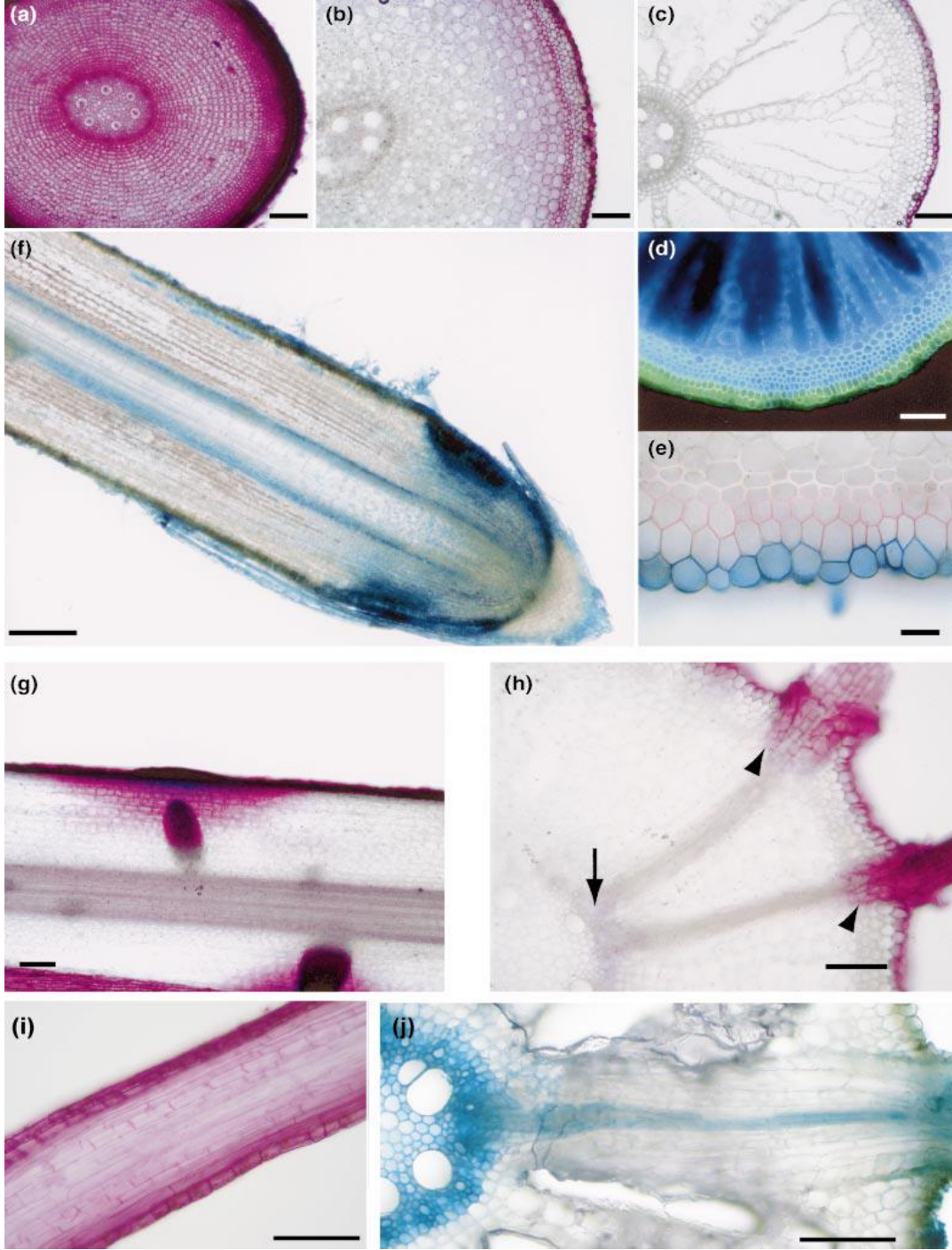


**Resim 2.6** *Phragmites*: 20 cm uzunluğundaki kökte endodermiste Casparian bantlarının gelişimini gösteren düğüm kökünün enine kesiti – en genç lateraller kök ucunun 55 mm arkasında (su kültüründen). (a,b) Kök ucundan 1 cm (a) ve 3 cm (b)'de koyu noktalar olarak görülen Casparian bantları. (c) Daha sonra, 6 cm'de, radyal hücre duvarının tüm genişliğine uzanan Casparian endodermis bantları ve lignifikasyon HCl – floroglusinol (bar, 25 µm) ile tespit edilmiştir (Soukup vd. 2001).

Suberize hücre duvarlarına sahip ekzodermis, birçok sulak olmayan alan ve hatta birkaç su türü için etkili bir apoplastik bariyer sağlar. *Phragmites*'te radyal oksijen kayıplarını sınırlamak için çok önemli olduğu kanıtlanmıştır. Ekzodermisin, emprenye edilmiş ekzodermisin henüz gelişmediği apikal kısımlar ve lateral köklerin primordiasının karşısındaki yerler dışında, *Phragmites* kökü ve çevre arasındaki apoplastik iletişimi verimli bir şekilde kısıtladığı gösterilmiştir (Resim 2.7) (Seago vd. 1999).

Bir düğüm kökünün korteksinde büyüyen lateraller, ebeveyn düğüm kökünün orta korteksindeki aerenkima ile bağlantılı hava dolu hücreler arası boşluklara sahiptir. Primordium ortaya çıktığında, korteksin ve epidermisin en dıştaki katmanları yırtılır ve büyüyen lateralın tabanını çevreleyen bir höyük oluşturur. Sızdırmazlık halkası, düğüm kökünden çıkan yanalların etrafında oluşturulur (Resim 2.7) (Peterson ve Moon 1993).

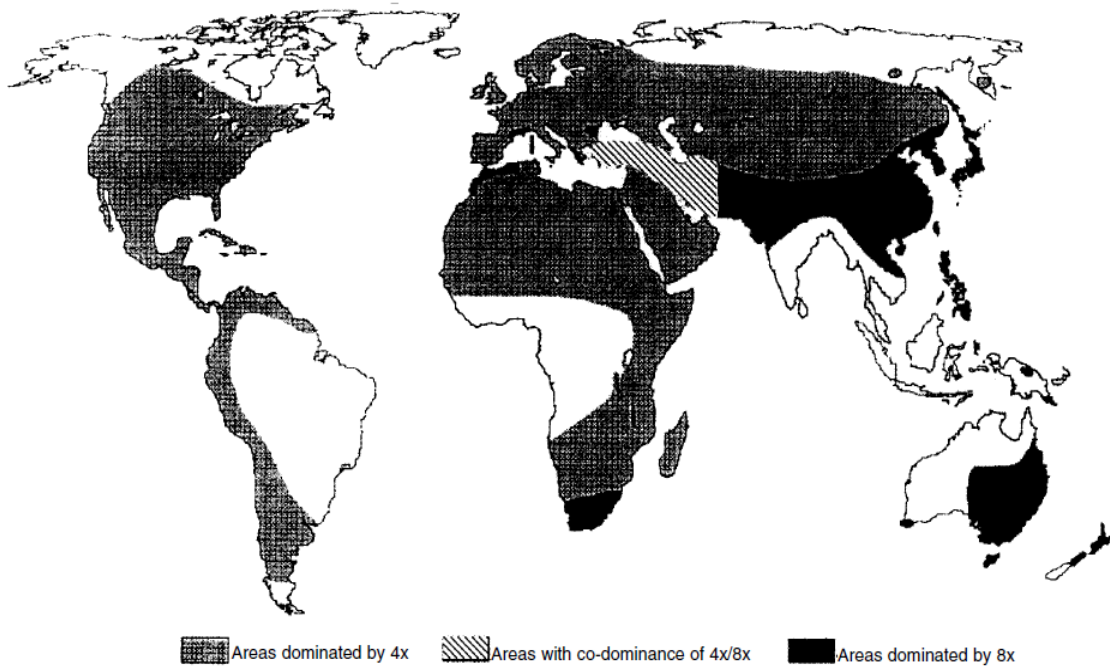
Apikal meristemi oksijenle besleyen ince hücreler arası boşluklar, kortikal hücrelerin karşılıklı temas ettiği yerlerde, düğüm köklerinin apikal kısmının orta korteksinde mevcuttur. Kökün o kısmında gelişmiş olan lizijen kanalları zaten suberize ve/veya odunsu ekzodermise sahiptir (Resim 2.7) (Justin ve Armstrong 1987).



**Resim 2.7** *Phragmites*: yan kökler. (a,b) Nodal köklerin (su kültüründen) enine (a) ve boyuna (b) bölümleri, hipodermiste korteksten 'pencereye' (kazan) doğru büyüyen lateral kök primordiası, hava ile dolu hücreler arası boşluklar, laterallerin orta korteksinde koyu şeritler olarak görülür, ana kökün hücreler arası boşluklarının ve yanal tabanın sürekliliği görülebilir (a,b; oklar). (c) Yaka ile dış kortekste yanal olarak kapatılmış düğüm kökünün enine kesiti odunsu hücreler, ok. (HCl – floroglusinol reaksiyonu; su kültüründen, bar, 100  $\mu$ m). (d,e) Yan köklerin enine kesitlerini gösteren düğüm kökü korteksinin teğetsel kesitleri, lateral endodermis (en) ve ekzodermis (ex), HCl floroglusinol reaksiyonu d – hipertrofik ve odunsu hücrelerin sızdırmazlık halkası (ok) kökün dış korteksindeki kesiti (bar, 100  $\mu$ m) (Soukup vd. 2001).

## 2.8 Coğrafik Dağılım

*Phragmites australis* kozmopolit bir türdür ve en yaygın angiospermilerden biri olduğu düşünülmektedir. Şekil 2.2 dünyanın farklı bölgelerindeki baskın *P. australis* sitotiplerinin dağılımını göstermektedir. Özellikle ılıman bölgelerde son derece bol miktarda bulunur. Bununla birlikte, tropikal dağılım Amazon Havzasını içermez. *P. australis*'in kuzey enlem sınırı 70°29' K'dir (Finnmark, Norveç); güneyde orta Şili ve Arjantin'e kadardır. Tibet'te 3000 m kadar yüksek rakımlarda da yetiştiği bilinmektedir. Britanya'ya özgüdür, güney ve doğuda bol miktarda bulunur ve kuzey ve batı bölgelerine dağılmıştır. *Phragmites australis* Yeni Zelanda'da, Polinezya'da ve Avustralya'nın kurak olmayan ılıman bölgelerinde yaygın olarak bulunmuştur. Ancak, Avustralya'daki *P. australis* popülasyonları, habitat tahribatı ve sulak alanların tarım için dönüştürülmesi nedeniyle kaybolmaktadır. Her kıyı devleti de dahil olmak üzere ABD'nin neredeyse tüm eyaletlerinde belgelenmiştir (van der Werff vd. 1987).



**Şekil 2.2** *P. australis*'in farklı sitotiplerinin (tetra ve octoploidler) küresel dağılımı. Güney Amerika popülasyonlarının ploidi seviyeleri belirsizdir ve heksaploid veya tetraploidler olabilir (Clevering ve Lissner 1999).

## 2.9 *Phragmites australis*'in Ekolojik Özellikleri

### 2.9.1 Büyüme ve habitat

*P. australis*'in büyümesi için en uygun sıcaklık İngiltere'de 20 ila 30°C arasındadır. Şiddetli don sürgünleri öldürebilir ve soğuk hava sürgün büyümesini durdurabilir. Güneş ışığının mevcudiyeti, tuz toleransı derecesini ve genel üretkenliği, *P. australis*'in Danimarka ve İspanyol popülasyonlarında sıcaklıktan daha fazla etkiler (Lissner vd. 1999). Çek Cumhuriyeti, Rozmberk'te ötrofik bir balık havuzunun kıyısına yaklaştıkça sürekli bir düşüşle, açık su kenarlarından 1 m mesafede maksimum sürgün yüksekliği, yoğunluğu ve biyokütlesi bulunmuştur. Daha derin sularda, dalga hareketi, Hollanda, Volkerak Gölü kıyısındaki *P. australis*'in büyümesini olumsuz etkilemiştir (Coops vd. 1994). Yüksek su seviyesinin rakipleri ortadan kaldırmak için önemli olduğunu, su seviyesindeki ani değişikliklerin *P. australis* için zararlı olabileceği bildirilmiştir. Küçük su hareketi, toprak teması olmadan kamış büyümesine izin veren yüzen su matlarının oluşturulmasını teşvik eder (van der Werff vd. 1987). Avustralya'da, Rea (1996), su seviyelerinin uzun vadeli stabilitesinin hem saz gelişimini hem de dağılımını azalttığını ve bunun da kümelenme ile sonuçlandığını bulmuştur. Genel olarak suya batmayı artıran sabit su seviyeleri, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> mevcudiyetini azaltabilir ve fitotoksiste ve hipoksiden kaynaklanan stresleri artırabilir (Rea 1996). *P. australis*'in farklı biyotipleri, birkaç santimetreden 2 m'ye kadar değişebilen su derinliği toleransında farklılık gösterir. Delta Marsh, Manitoba'daki *P. australis*, ilkbaharda 50 cm su derinliğinde iyi gelişebilmesine rağmen, 100 cm'den büyük su derinlikleri büyümeye izin vermeyebilir. Weisner ve Strand (1996), O<sub>2</sub> taşınmasının azaldığı derin sularda yatay rizomların nispeten kısa olduğunu öne sürmüştür. *Phragmites australis*, *Scolochloa festuacea* (willdl.) Link, *Typha glauca* Godr. ve *Scirpus lacustris* gibi diğer ortaya çıkan makrofitlerden daha geniş bir yükseklik aralığında meydana gelir; Delta Marsh'daki Marsh Ekoloji Araştırma Programı (MERP) alanında optimal yüksekliği 248.2 m olarak bulunmuştur (de Swart vd. 1994). Uzun süreli bir çalışma, artan ötrofikasyonun ve azalan su mevcudiyetinin İspanyol sulak alanlarındaki *P. australis* örtüsünü 22 kat arttırdığını ortaya koymuştur (Alvarez-Cobelas vd. 2001).

Delta Marsh'daki *P. australis* popülasyonlarının bireyleri, su yüzeyinin üzerinde gaz değişimi için gerekli olan yeterli sürgün alanını geliştiremedikleri için, artan su seviyelerine tepki olarak sürgün uzunluklarını ayarlayamamışlardır. Fideler dona, sele ve kuraklığa karşı hassastır ve bunların hepsi onları öldürebilir veya büyümede azalmaya neden olabilir. Düşük ışık ve serin hava da *P. australis*'te yavaş büyümeye neden olabilir (Squires ve van der Valk 1992).

*Phragmites australis*, organik içeriği %1 ile %97 arasında değişen topraklarda yetişir (van derWerff vd. 1987). Alt tabakadaki değişken seviyelerde fosfor, kalsiyum, azot, potasyum ve organik madde, adi kamışın büyümesini ve dağılımını etkiler (Hocking vd. 1983). Avustralya'da azot ve fosforun düşük mevcudiyeti büyümeyi ve üretkenliği sınırlar. *Phragmites australis* nispeten yüksek seviyelerde kalsiyum gerektirir ve yetersiz miktarlar İsveç'te sürgün yoğunluğunu sınırlayabilir. İsveç'te düşük fosfor ve potasyum seviyeleri ve fazla kalsiyumun sınırlayıcı olduğu bulunmuştur. Son çalışmalar, toprak organik madde ayrışmasının sulak alan ekosistemlerinde önemli bir çevresel faktör olduğunu göstermektedir (Hocking vd. 1983). Mendelssohn vd. (1999), Danimarka'daki bazı *P. australis* baskın sulak alanlarda toprak-organik madde ayrışması için toprak tuzluluğunun ve inorganik azot ve fosfor içeriğinin başlıca çevresel belirleyiciler olduğunu bulmuşlardır.

*Phragmites australis* orta düzeyde tuzu tolere eder, ancak yüksek tuzluluk genellikle büyümeyi engeller. Bununla birlikte, Japonya'daki bir tuz alanında, *P. australis* bitkilerinin büyümesi %1.8-3.0 tuzluluktan olumsuz şekilde etkilenmemiştir (Matoh vd. 1988). *Phragmites australis*, sodyumu hariç tutarak (Lee 1990) veya katyon ve su kaybını ayarlayarak (Lissner vd. 1999) yüksek toprak tuzluluğunu tolere edebilir. Na<sup>+</sup>'nın sürgünden dışlanması, sürgün tabanındaki yüksek ATPaz aktivitesine bağlıdır (Matsushita ve Matoh 1992). Wang vd. (1995), *P. australis*'in arginin dekarboksilaz yolu aracılığıyla putresini sentezleyerek ve putresini spermidin ve spermine dönüştürerek tuzlu habitatlara ve kuru koşullara uyum sağlayabildiğini öne sürmüştür. Tuzluluk ve taşındaki artışın ortak kamış biyokütlesini, yüksekliği ve yeraltı rezervlerini önemli ölçüde azalttığına gösterilmesi, *P. australis*'in taşkın ve tuzluluk seviyelerinin kontrolünde kullanılabilir (Hellings ve Gallagher 1992).

Lisner vd (1999) sürgün suyunda bir azalma olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kök büyümesindeki azalmanın sürgün büyümesine kıyasla çok daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Tuzluluğun etkisi, enerji kullanımındaki bir değişimin sonucu olabilir. Tuzluluk toleransı aşırı fizyolojik enerji tüketimini gerektirdiğinden, iklim, adi kamışın tuzluluk toleransında büyük rol oynar. *Phragmites australis* elverişli bir iklimde daha fazla enerji yakalayabilir ve tuz stresini azaltmak için kullanılabilir hale getirebilir (Lissner vd. 1999). Lisner vd. (1999), bitkilerin yaprak laminasından terleme yoluyla tuzu nasıl dışlayabildiğini gösteren kanıtlar sağlamıştır. Tuzların büyüme üzerindeki zararlı etkilerini değerlendirdikten sonra, Adams ve Bate (1999), *P. australis*'in haliçlerdeki büyümesinin azalmasının, kök ve rizom yapılarının öncelikle tatlı suya adapte olması nedeniyle oluşabileceğini öne sürdüler. Tuzluluğun etkisi kamış türüne de bağlı olabilir. Tuna Deltası, Romanya'da aynı habitatta bulunan tetraploid "cüce" *P. australis* ile karşılaştırıldığında, tuzlu koşullar altında octoploid "dev" *P. australis* için tuzluluğun yükseklik, yoğunluk ve biyokütle üzerindeki daha büyük etkileri kaydedilmiştir (Hanganu vd. 1999).

Büyüme, 5.5-8.1 pH aralığında maksimumdur. Kuzey Polonya'da Krasne Gölü'nde (pH 4,44-4,78) yaygın kamış yoğunluğu düşüktür ve bodur *P. australis*, Vermont'taki terkedilmiş bir bakır madeninin pH 2,9 olan asidik atıklarında yetişir. Manitoba'daki Batı Deltası bataklığındaki bir *P. australis* meşçeresinin ortalama toprak iletkenliği  $1.8 \pm 0.1$  mS cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Mal ve Narine 2004).

### 2.9.2 İstilacı Durum

Kuzey Amerika'da, *Phragmites australis*'in durumu bir kafa karışıklığı ve tartışma kaynağıdır. 1800'lerde Avrupa'dan getirilen, genellikle yerli olmayan ve sıklıkla istilacı bir tür olarak kabul edilir (Anonim 2020). Bununla birlikte, kıtanın Avrupa kolonizasyonundan çok önce Kuzey Amerika'da yerli bir bitki olarak *Phragmites*'in varlığına dair kanıtlar vardır (Saltonstall 2002). Kuzey Amerika yerli alt türleri, *P. a. subsp. americanus* (bazen ayrı bir tür olarak kabul edilir, *Phragmites americanus*), Avrupa formlarından belirgin şekilde daha az kuvvetlidir. *Phragmites*'in Kuzey Amerika'daki genişlemesi, daha güçlüdür (Catling ve Mitrow 2011).

*Phragmites australis* subsp. *australis*, yerel bitki örtüsünü geride bırakır ve yerel bitki biyoçeşitliliğini düşürür. Yerli fauna için uygun olmayan yaşam alanı olan yoğun bitki örtüsü oluşturur. Yabani pirinç, uzun kuyruklu ve yerli orkideler gibi yerli bitki türlerinin yerini alır. *Phragmites*, diğer bitkilere gelen ışığı engelleyen, alanların çok hızlı bir şekilde *Phragmites* monokültürüne dönüşmesine izin veren yüksek bir yer üstü biyokütlesine sahiptir. *Phragmites*'in ayrışması, bataklık yığılma oranını, doğal bataklık bitki örtüsünde meydana gelenden daha hızlı artırır (Anonim 2020).

*Phragmites australis* subsp. *australis*, yerli *Phragmites australis* subsp. dahil olmak üzere diğer birçok Kuzey Amerika hidrofit sulak alan tesisi için ciddi sorunlara neden olmuştur. *Phragmites* tarafından salınan gallik asit, mesoksalik asit üretmek için ultraviyole ışık tarafından bozulur ve iki zararlı toksin ile hassas bitkilere ve fidelere etkili bir şekilde çarpar. Devam eden araştırmalar, keçilerin türleri kontrol etmek için etkili bir şekilde kullanılabileceğini düşündürmektedir (Anonim 2009).

### 2.9.3 Doğal Düşmanlar

2017'den bu yana, Pass a Loutre Yaban Hayatı Yönetim Alanı'ndaki *Phragmites* yataklarının %80'inden fazlası istilacı gül kamışı (*Nipponaclerda biwakoensis*) zarar görmüş ve bölgenin etkilenen bölgelerinde vahşi yaşam habitatını tehdit etmiştir. Tipik olarak zararlı bir ot olarak kabul edilse de, Louisiana'da sazlıkların sulak alanların kıyı şeritlerinin ve Mississippi Deltası'nın suyollarının istikrarı için kritik olduğu kabul edilir ve sazlıkların yok olmasının kıyı erozyonunu hızlandırdığına inanılır (Anonim 2017).

### 2.9.4 Ekonomik Önemi

Bitkinin birçok kısmı yenilebilir. Saplar çevre dostu içme kamışlarına dönüştürülebilir. Genç sürgünler çiğ veya pişmiş olarak tüketilebilir. Hasar görmüş gövdelerden elde edilen sertleştirilmiş özsü, taze veya kızarmış olarak yenilebilir. Saplar kurutulabilir, öğütülebilir, elenebilir, nemlendirilebilir ve marşmelov gibi kızartılabilir. Tohumlar ezilebilir, meyveler ve su ile karıştırılabilir ve pişirilebilir (Anonim 2009).

### 2.9.5 Zararlı Ekolojik Etkisi

*Phragmites australis* genellikle kapsamlı monokültürler oluşturur ve tuzluluktaki artış, istilacı olması ve yayılmasıyla bağlantılıdır (Galatowitsch vd. 1999). *P. australis* genişlemesinin bir sonucu olarak, Kuzey Amerika'daki gelgitli tatlı su sulak alanları, birçok yerli bitki türünün yerini yabancı *P. australis* ile değiştirdiği için biyolojik çeşitlilikte azalmaya uğramıştır. Bitki topluluk tipindeki böyle bir değişiklik, böcek, kuş ve diğer hayvan topluluklarının azalmasıyla sonuçlanmıştır. Örneğin, *Phragmites* ile beslendiği bilinen böcek türlerinin sayısı Avrupa'da 70'e kıyasla Kuzey Amerika'da 10'dan azdır (Chambers vd. 1999). *P. australis* meşcerelerinde misk sıçanı popülasyonları da azalmıştır (Marks vd. 1994).

*Phragmites australis*, ABD'nin doğu kıyısındaki birçok alanda baskın bitki örtüsü olan *Spartina alterniflora* Loisel'in yerini almıştır ve larva ve yavru balıklar üzerinde genel bir olumsuz etkisi olabilir, ancak büyük balıklar ve dekapod kabuklular üzerinde daha az veya hiç etkisi olmayabilir. Tek baskın *P. australis* meşcerelerine hızlı geçiş, kırmızı kanatlı karataş (Agelaius phoeniceus L.) popülasyonlarında düşüşe neden olabilir (Able ve Hagan 2000).

Meyer vd. (2001), doğu ABD'deki *P. australis* ve *Spartina alterniflora* bataklıkları arasında bolluk, biyokütle veya nekton türü çeşitliliği açısından önemli bir farklılık bulamamışlardır. Bazı türler ortak kamışları habitat olarak kullanabilse de, su kuşları ve diğer yürüyen kuşların beslenmesi ve üremesi için mevcut habitat, genellikle *P. australis*'in varlığı ile azalır ve bu da kuş türü zenginliğinin genel olarak kaybolmasına neden olmuştur (Chambers vd. 1999).

Yoğun *P. australis* popülasyonlarında sivrisinek istilasını kontrol etme çabalarının etkinliği azalır. Bu popülasyonlarda, kuru altlığın birikmesi nedeniyle bataklık yangınları olasılığı da artmaktadır (Marks vd. 1994). *Phragmites australis*, halka açık göllerde ve suyollarında yaygın ve kontrolsüz büyümesi nedeniyle birçok ülkede mali yüke neden olmaktadır. Bazı ülkeler bu türü toprak erozyonunu caydırmak için kullanırken, Hırvatistan-Yugoslavya ve İskoçya gibi diğerleri, akarsu akışını engellediği için *P. australis*'i artan bank erozyonu ve suyollarındaki diğer sorunların kaynağı olarak ilan

etmişlerdir. *P. australis*'in hakim olduğu birçok hidrolojik olarak değıştirilmiş gelgit sulak alanı, artan drenaj ve turba oksidasyonu nedeniyle hızlı çökme gösterir (Chambers vd. 1999).

*P. australis*'in genişlemesi tuzluluk, mikrotopografik rahatlama ve redoks potansiyelleri gibi toprak özelliklerini de değıştirebilir. *P. australis*'in artan büyümesi genellikle anaerobik koşullara yol açar. Anaerobik ortam, organik maddeyi parçalamak ve biriken artıkları kullanmak için ihtiyaç duyulan ikincil bir tüketici popülasyonunun gelişmesini önler (Windham ve Lathrop 1999).

Güney Afrika'daki haliçler, *P. australis*'in artan büyümesi genellikle anaerobik koşullara yol açar. Anaerobik ortam, organik maddeyi parçalamak ve biriken artıkları kullanmak için ihtiyaç duyulan ikincil bir tüketici popülasyonunun gelişmesini engeller (Schleyer ve Roberts 1987).

*P. australis* gibi su bitkileri genellikle aşırı metan gazı üretir. Demir oksidasyonu ve nitrojen döngüsünü içeren tüm süreçler dahil olmak üzere kök solunumu, önemli ölçüde yer altı oksijen taşınmasını gerektirir. Metanotroflar, bu yüksek miktarda oksijen ve su bitkileri tarafından üretilen ek organik substratlar ile beslenir, bu da daha yüksek bir metan emisyon oranı ile sonuçlanır. *P. australis* dahil olmak üzere çoğu sucul makrofit, günün erken saatlerinde maksimum ve gece boyunca minimum miktarda metan gazı üretir (Armstrong ve Armstrong 1990, Whiting ve Chanton 1996).

*P. australis*'in ölü gövdelerinin ayrışması genellikle uzun zaman alır ve misk sıçanları ve diğer hayvanlar için sınırlı besleyici değere sahiptir. Ölü bitki materyali, asit yağmurunun bataklık ortamındaki ayrışma üzerindeki etkilerini azaltarak bir tampon görevi görebilse de, ölü *P. australis* bitkileri, sulak alan bitki örtüsünün en düşük tamponlama kapasitelerinden birine sahiptir ve genellikle büyümenin önünde bir engel olarak kabul edilir (Gallagher vd. 1987).

### 2.9.6 Faydalı Ekolojik Etkisi

Kuzey Amerika'daki durumun aksine, Avrupa'daki bilimsel çabalar öncelikle *P. australis*'in düşüşünü anlamaya ve tersine çevirmeye yöneliktir çünkü türün birçok faydalı amaca hizmet ettiği bulunmuştur. Gövdeler karton, sunta, kağıt ve ambalaj malzemelerinin imalatında kullanılır. Sazlar ayrıca enerji kaynağı olarak, sentetik tekstil endüstrilerinde ve hasır, çit, sazdan çatı ve konut yapılarının yapımında kullanılır. Rizomlar kahvenin yerine kullanılabilir ve alkollü bir içecek için bir substrat olarak kullanılabilir (Boar vd. 1989).

Kuzey Amerika'daki bazı Yerli Kızılderili grupları, *P. australis*'in içi boş gövde kısımlarını tütünle doldurarak “sazlık sigaralar” içermiş. Bu tür tarih öncesi sazlık “sigaralar” Arizona, ABD'deki Red Bow Cliff Dwelling'de keşfedilmiştir (Adams 1990). *P. australis*'in yaprakları ve rizomları, halk hekimliğinde idrar söktürücü olarak, artrit, romatizma, lösemi ve diğer kanserlerin tedavisinde, diyabet, gut, sarılık, mide bulantısı ve tifo tedavisinde kullanılmıştır (Small ve Catling 2001).

Genç sürgünlerin yaprakları %18 ham protein içerir ve çiftlik hayvanları tarafından otlatılır. Sazlıklar ayrıca yabani kümes hayvanları için yaşam alanı sağlar. Hollanda'daki nehir kıyısındaki sulak alanlarda tür kompozisyonu ve zenginlik için belirleyici değişken olarak baskın tür olan *P. australis*'in bolluğunu kullanmıştır. *P. australis*'in altlık örtüsü ve ayakta kalan mahsulü, *P. australis*'in baskın olduğu topluluklarda tür zenginliğindeki varyasyonun %64'ünden sorumludur (Lenssen vd. 2000).

*Fulica atra* kuşunun yuvalama biyolojisini incelerken ideal yaşam alanı olarak *P. australis*'i bulmuştur. Geniş dikey ve yatay genişlikleri ile geniş *P. australis* meşcereleri, yırtıcı hayvanlara karşı yeterli güvenli alanlar sağlar. İngiltere, Dorset'te Frome Nehri'nin bir yan kolu olan Mill Çayı boyunca sekiz mezohabitattaki fauna topluluklarını karşılaştırmıştır. Kuzey Amerika'daki monospesifik *P. australis* meşcerelerinin aksine, *Phragmites* mesohabitatları fauna zenginliği açısından en yükseklerden biri olarak sıralanmıştır (Armitage vd. 1995).

Köklerin ve rizomların karmaşık doğası nedeniyle, sazlıklar göl, kanal ve nehir kıyılarını erozyondan korumak için kullanılabilir (Coops vd. 1996). Ayrıca bir kıyı boyunca 2-3 m genişliğinde bir kamış yatağının gelen dalga enerjisinin %60-75'ini emebileceğini belirtmiştir. Kıyı şeridindeki saz popülasyonlarının sömürülmesi ve ardından banka erozyonunun neden olduğu çeşitli Avrupa göllerine verilen hasarı araştırmıştır. Gelişen kamış meşcereleri olmadan, kıyı şeritleri artan dalga hareketine ve kıyı tortullarının yer değiştirmesine maruz kalmış, dolayısıyla hızlandırılmış erozyon sergilemiştir (Ostendorp vd. 1995).

*P. australis*'in yüksek terleme oranı, örneğin eski SSCB'nin Kuzey Aral bölgesinde su basmış alanlardan yeraltı suyunun çıkarılması için kullanılmasına yol açmıştır. Bu tür prosedürler Hollanda'da (van der Toorn ve Mook 1982) ve Japonya'da (Kamio 1982) başarıyla kullanılmıştır. Çevresel kirleticilerin artmasıyla birlikte, *P. australis*'in fenolik bileşiklerin parçalanması ve ortadan kaldırılmasındaki rolü anlaşılmış ve çeşitli su sistemlerinde kullanılmıştır. Gassner ve Neugebohrn (1994), *P. australis*'in köklerinin bu maddelerin ekstraksiyonunda önemli bir rol oynadığı sonucuna varmıştır. Fenollerin doğrudan bozunması, *P. australis* köklerinin ve rizomlarının aerenchymtous dokusu içinde büyüyen bakteriler tarafından gerçekleştirilir. *P. australis* gibi bataklık bitkilerinin biyolojik bozunma için mikroorganizmalara oksijen sağlamak için kullanımının da çok etkili olduğu bulunmuştur (Gassner ve Neugebohrn 1994).

*P. australis* ile inşa edilen su ve kanalizasyon arıtma sistemleri, çakıl yataklı hidroponik sistemler ve sulak alanlar, kentsel atık su ve kanalizasyondan nitrojen, fosfor, DDT kalıntıları, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı ve askıda katı maddelerin azaltılmasında etkili olmuştur (Wathugala vd. 1987). *P. australis* kullanan tedavi hücreleri, uzun kuyruklu *Typha angustifolia* kullananlardan çok daha etkilidir (House vd. 1994). *Phragmites australis* ayrıca nitrifikasyon-denitrifikasyon aktivitesini uyarmak için çakıllı hidroponik kanalizasyon arıtma sistemlerinde de kullanılmıştır, böylece bu arıtmaların etkinliğini artırır (Williams vd. 1995). Urbanc-Bercic ve Bulc (1995), nitrojen bozunmasındaki artış ile artan kamış meşcere yoğunluğu arasında bir korelasyon bulmuşlardır.

Çin, Slovenya ve Çek Cumhuriyeti'nde, *P. australis*, en etkili şekilde yaz aylarında olmasına rağmen, yıl boyunca yağmur suyu ve kanalizasyon arıtmak için başarıyla kullanılmıştır. Bununla birlikte, *Phragmites* ve diğer türlerin hakim olduğu Kuzey Amerika gelgit sulak alanlarındaki besin alışverişi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır (Chambers vd. 1999). Nitrojen transformasyonundaki artış, genellikle, geleneksel olarak kullanılan çakıl biyofilmlerine kıyasla köksap biyofilmleri tarafından desteklenen daha büyük bakteri yoğunluğu ve aralığı ile ilişkilidir (Williams vd. 1994). Ayrıca anaerobik ve aerobik fazlar ve çakıl yataklarında dalgalanan su seviyeleri etkilidir. Gray ve Biddlestone (1995), sazların arıtma sistemlerine dahil edilmesi nedeniyle çevredeki vahşi yaşamda artan toksisiteye dair hiçbir kanıt bulamamışlardır.

*P. australis* ile inşa edilen sulak alanlar, İngiltere'de yüzme sularının kalitesini iyileştirmek için kullanılmıştır. İngiltere ve Mısır'da *P. australis* ile su arıtma sistemlerinin biyokimyasal oksijen ihtiyacını azaltmada, patojenlerin seviyesini kontrol etmede ve mineralizasyonu artırmada etkili olduğu bulunmuştur (Williams vd. 1995). *Phragmites australis*, çoğu gibi ortaya çıkan bitkiler, kök sisteminde yüksek metal alım kabiliyetine sahiptir ve şu anda doğal ve yapay sulak alanlarda biyolojik detoksifikasyon için kullanılmaktadır (Dunbabin ve Bowmer 1992). *Phragmites australis*'in yakınlardaki otoyollardan ve binalardan kaynaklanan tüm tipik ağır metaller olan Pb, Zn, Cu ve Cd'yi uzaklaştırmada en etkili olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, besinlerin çoğu yer altı biyokütlesinde depolanır, bu da sürgün, rizom ve kök yapılarında bir miktar tahribat olmaksızın uzaklaştırılmasını zorlaştırır (Haberl ve Perfler 1991). Adi sazlıklar, gelgitler taşkın yataklarına taşıdığı besin maddelerinin iç bölgelere taşınmasına da yardımcı olur (Heckman 1986). Bu alanlar daha sonra oldukça verimli hale gelir ve besin açısından zengin tarım arazileri olarak kullanılabilir. *P. australis*'in kıyı bölgesinde bulunduğu göllerde, ithalat veya ihracat yoluyla sistemden geçen toplam organik materyalin yaklaşık %90'ından sorumludur (Gessner vd. 1996). Sediment ve besin maddesinin su kalitesi üzerindeki etkileri, Johnston (1991) tarafından yapılan bir incelemede kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Armstrong vd. (1992), hem kök hem de kök yapılarındaki oksijen konsantrasyonunun gazların taşınımı yoluyla artırılabilirliğini öne sürmüştür

### 2.9.7 Herbisitlere ve Diğer Kimyasallara Karşı Tepki

*P. australis* bitkilerinin kontrolünde makul bir başarı, kamyonetlerden bir tabanca ile %2'lik bir glifosat çözeltisinin püskürtülmesiyle elde edilmiştir. Püskürtme genellikle durgun suyun olmadığı yerlerde yapılmıştır. İlaçlama programı, tohumdan sonra Ağustos ortasından Eylül ortasına kadar devam edilir. Glifozatın izopropilamin tuzunun sulu bir solüsyonu olan Rodeo™ (5.6 L ha<sup>-1</sup> oranında), en sık *P. australis* popülasyonlarını kontrol etmek için kullanılır (Marks vd. 1994). Hava spreyi yaygın olarak büyük sazlıkların yok edilmesi için kullanılır. Rodeo™ ortalama olarak %90 etkili olmasına rağmen, son derece hızlı yeniden kuruluş oranı nedeniyle *P. australis*'i kontrol etmek çok zordur (Marks vd. 1994). Glifosat yapraklar tarafından emildiğinden, uygulamalar en çok olgun bitkiler şekerleri yapraklardan rizomlara aktif olarak aktardığında etkilidir. Ancak, Ailstock vd. (2001), Maryland, ABD'de hem yanmış hem de yanmamış glifosatla işlem görmüş bölgelerde *P. australis* bolluğunun büyük ölçüde azaldığını ve bitki biyoçeşitliliğinin arttığını bildirmiştir.

Glifosat, geniş spektrumlu herbisit Roundup™'in aktif bileşenidir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından akarsularda veya akarsuların yakınında güvenli kullanım için onaylanmıştır (Caffrey 1996). Portekiz'deki drenaj kanallarındaki *Phragmites australis* istilaları, 1,62 kg a.i'ye kadar glifosat uygulandığında 2 ila 3 yıllık bir süre boyunca kontrol edilmiştir. Glufosinat ayrıca sonbaharda hava kısımlarına uygulandığında fitotoksisite üretmiştir (Moreira vd. 1999). Portekiz'deki *Phragmites australis* popülasyonları, glifosatın izopropilamin ve trimezyum tuzlarına (sırasıyla 2,9 ve 2,6 kg ai ha<sup>-1</sup>) karşı benzer duyarlılık göstermiştir; bunlar, sıradan kamış bitkileri kesildikten sonra 400 L ha<sup>-1</sup> püskürtme hacminde uygulandığında daha etkili olmuştur (Monteiro vd. 1999). Avustralya'da, *P. australis*'in %95'in üzerinde kontrolünü sağlamak için, 12 L ha<sup>-1</sup>'de glifosatın (izopropil amin tuzu olarak 360 g L<sup>-1</sup> glifosat) halatlı uygulaması ve köpük spreyi kullanılmıştır (Hocking vd. 1998). Hocking vd. (1998), *P. australis*'i başarılı bir şekilde kontrol etmek için kullanılan herbisit tedavilerinin ve entegre kontrol yöntemlerinin özetini sunmuştur. Dalapon, TCA ve amitrol (25 g L<sup>-1</sup> amitrol artı 220 g L<sup>-1</sup> amonyum tiyosiyanat 2,2–2,3 L 100 L<sup>-1</sup> suya uygulama) Avustralya'da da kullanılmıştır (Bowmer 1987).

## 2.9.8 İnsan Manipölasyonlarına Karşı Tepkiler

Kamışların ekimi, hasadı ve kullanımı ülkeye göre değişmektedir. Kuzey Amerika'da *P. australis*, fidanlıklarda bir su bahçesi türü olarak yaygın olarak satılmaktadır. Ancak kaçabilir ve bu otun yayılmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca biyoyakıt olarak geliştirilmesi düşünülmektedir. Kışın hasat, ilkbaharda ortaya çıkan sürgünler için ışığa en iyi erişimi sağlar. Güney İsveç'te kış aylarında ayakta kalan çöpün deneysel olarak uzaklaştırılması, bir sonraki büyüme mevsiminin sonunda yer üstü biyokütlesini (yaklaşık 500 g DW m<sup>-2</sup>'ye) iki katına çıkarmıştır (Granéli 1989). Diğer ortaya çıkan sulak alanlarla karşılaştırıldığında bitki örtüsü, *P. australis*, restore edilmiş sulak alanlarda sıklıkla görülmez. Restore edilmiş alanlarda yeniden tesis edilememesi, büyük ölçüde su derinliğindeki, tohum bankası bileşimindeki ve coğrafi izolasyondaki değişikliklere bağlanmıştır. Sıradan kamış meşcerelerinin mekanik stabilitesini arttırmak için kış hasadı ve ateş kullanılmıştır (Galatowitsch ve van der Valk 1996).

*P. australis* üzerinde kesme, yakma ve drenaj dahil olmak üzere çeşitli kontrol yöntemleri kullanılır (Marks vd. 1994). Bu yöntemler genellikle doğal toplulukların korunması, tarımsal ortamlarda *P. australis* yoğunluğunun azaltılması ve böcek ve hastalık istilasının kontrol altına alınması çabalarında uygulanır. *Phragmites australis* popölasyonları aynı zamanda su arıtma, su bankası koruması ve diğer faydalı kullanımlar için yoğun kamış meşcereleri yaratmayı da başarırlar (van der Werff vd. 1987). Yanma, kesme ve su basmasının böcek popölasyonları üzerindeki etkileri hem düzensiz hem de kısa ömürlüdür (Cowie vd. 1992). Ancak Kay (1995), Arsenal ve Rodeo'nun silme uygulamalarına kıyasla kesme ve Rodeo spreyi ile kontrolde çok daha büyük ve uzun vadeli başarı bildirmiştir. Her muamele ortak sazlıktaki mikro habitatı ve çöp birikimini değiştirirken, ilk müdahaleden sonra yer üstü ve toprak omurgasızları ve tür çeşitliliği üzerindeki etkiler çok azdır (Cowie vd. 1992). Her yönetim tekniğinin en derin etkisi, oksijen seviyelerinde ortaya çıkan değişikliktir. Bir alan kesme veya yakma yoluyla manipüle edildikten sonra, bitki gölgeliklerindeki değişiklik ışık koşullarını iyileştirmiştir, böylece her mikro habitatta daha yüksek oksijen çıktısını teşvik etmiştir (Hansson ve Granéli 1984).

**Kesme:** Aşağı Connecticut Nehri'nin gelgit bölgelerindeki *P. australis*'in yer üstü üretimini baskı altına almasına rağmen, sap yoğunluğunu arttırdı ve kontrol için etkisiz olduğu bulunmuştur (Warren vd. 2001). Kesme, bir hasat yöntemi olarak kullanılmadığında, ortak kamış büyümesini kontrol etmek için uygulanır. Kesimin yaygın bir nedeni, istilaya karşı oldukça hassas olan suyollarını ve balık havuzlarını korumaktır. Kış aylarında yaşlanmış gövdelerin kesilmesi, sürgün yoğunluğunda ve kamış meşcerelerinin tek biçimliliğinde bir artışa neden olmuştur. Ancak yaz kesiminin sürgün yoğunluğu veya yeraltı biyokütlesi üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır (van der Toorn ve Mook 1982). Yoğunlukta ve biyoküttele ciddi bir azalma, ancak büyüme mevsimi boyunca sık sık kesim yapılmasıyla sağlanabilir. Biçmenin *P. australis*'in büyümesi üzerindeki belki de en önemli etkisi, yalnızca gölgelik yapısındaki değişiklik nedeniyle değil, aynı zamanda yer üstü biyokütlesinin müteakip kaldırılması nedeniyle tür çeşitliliğinin artmasıdır. Nispeten düşük bir yükseklikte büyüyen *Phragmites australis* meşcereleri, büyümelerini etkili bir şekilde kontrol edebilen ve diğer türler tarafından yeniden kolonizasyona yardımcı olabilen biçmeye dirençli değildir (Vestergaard 1994).

**Drenaj ve Taşkın:** Su derinliği, yaygın kamış popülasyonlarının bölgelemesini tanımlar. Drenaj, *P. australis*'in büyümesini bastırmak için kullanılabilirken, büyümesini desteklemek için taşma kullanılabilir. Drenaj, rakip türlerin gelişmesine izin veren ve *P. australis*'in büyümesini engelleyen başarılı bir kontrol yöntemidir (van der Werff vd. 1987). Bu genellikle tortuyu gidermek için göllerin ve büyük göletlerin taranmasıyla ilişkilidir. Çoğu göl, tarama öncesi verilerle karşılaştırıldığında, *P. australis* büyümesinde tarama sonrası bir düşüş gösterir (Wade 1993). Delta Marsh, Manitoba'daki deneysel bir sulak alan kompleksinde yapılan yapay bir uzun süreli sel deneyinde, *P. australis*'in örtü yüzdesi, selin ikinci yılında, sel öncesi yıla kıyasla %75 azalmıştır. *P. australis*'in ortalama yer üstünde duran mahsulü de taşkın yıllarında, taşkın öncesi yıla göre daha önemli ölçüde azalmıştır (van der Valk 1994). Delta Marsh'ta yapılan bir başka çalışma, su seviyesinin stabilizasyonunun, *P. australis*'in doğal meşcerelerini olumsuz yönde etkileyerek düşüşlerine yol açabileceğini göstermiştir (Shay vd. 1999).

*Phragmites australis*, aerenkimatöz dokular geliştirerek sele karşı dayanıklıdır. Bazı bölgelerde, kalın kamış meşcereleri oluşturmak için besin açısından zengin sularla dolum yapılır (van der Werff vd. 1987). Ancak sel, topraktaki oksijen mevcudiyetini değiştirir

ve sürgünlerin suya batması radyal oksijen kaybını azaltır (Armstrong vd. 1999). Sel, alkol dehidrojenaz üretiminde bir artışa ve köklerde malat birikmesine neden olmuştur. Toprağın redoks potansiyelinin düşürülmesiyle, taşkınlara karşı pozitif bir metabolik tepki görülmüştür. Ancak, sel tarafından durdurulan büyüme, iyileştirilmiş drenaj ile yeniden başlamıştır (Coops ve van der Velde 1995).

İyi drene edilmiş toprak ve düşük serbest sülfid içeren hendekler gibi küçük ölçekli hidrolojik alterasyonların yarattığı habitatlar, *P. australis* büyümesi için uygun habitatlar sağladı ve daha düşman habitatların kolonizasyonu için kaynak alanlar olarak hizmet etmiştir (Bart ve Hartman 2000).

Oksijen talebi, tutuşma kaybı ve mineral besin seviyeleri, Çek Cumhuriyeti'nin ötrofik balık havuzlarında yüksek çöp içeriğine sahip siyah çamurdan oluşan bir toprakta en yüksek seviyededir. Bu tip toprakta anaerobik koşullar gelişebilir ve adi kamış büyümesinin azalmasına neden olur. Ancak bu etkiler, kamış meşcerelerinin bir su kaynağı ile doğrudan temas halinde tutulması ve organik asitlerin oluşumunu önleyecek yüksek bir kalsiyum konsantrasyonuna erişimlerinin olması durumunda giderilebilir (Cízková vd. 1996).

**Otlatma:** Sığır otlatma, doğrudan tüketim veya çiğneme yoluyla genç tomurcukları ve sürgünleri kaldırarak adi kamış büyümesini baskılayabilir (van der Werff vd. 1987). Sığır aktivitesi nedeniyle kaybedilen adi sazın biyokütlesi, Hollanda'daki yer üstü üretiminin %67-98'dir. Sıyırılan birincil sürgünler ayrıca sürgün tabanındaki yan tomurcuklardan ikincil sürgünler üretir (van Deursen ve Drost 1990).

Kamıştaki sindirilebilir organik madde (DOM) ilkbahardan kışa her zamanki gibi azaldı ve sığır bakımı için minimum enerji içeriği (yaklaşık 450 g DOM kg-1 kuru madde) Hollanda'da sonbaharda ulaşır. Kamıştaki protein, K, Ca, P ve Cu içerikleri, yıl boyunca gerekli sığır bakım seviyelerini aşar (Vulink ve Drost 1991).

**Tuzluluk:** Biyokütle üzerindeki aşırı yağ basıncı olumsuz etkisinden dolayı, tuzluluktan manipülasyonu kontrol etmek için kullanılır. *P. australis*'in ailesiyle sonlandırmak için

de kullanılır. Artan tuzluluk, nitrojen alımını azaltın ve *australis*'in zayıf yönleriken, *P. australis*'in diğer türlerle etkin bir nitro rekabet edebilen için, tuzluluk kontrolün manipülasyonu sonlandırma için yeterli olabilir. Tuzluluğun yoğunlaştırılmasında kullanılır. Tuzlu su ile taşarak kullanılanların, yalnızca rizosferdeki sülfür odaklarında bir türle etkilidir (Mal ve Narine 2004).

**Plastik malç:** *P. australis*'in büyümesini engellemek için hem şeffaf hem de siyah plastik kullanılmıştır. Marks vd. (1994), plastik malç işlemlerinin etkinliğini değerlendirmek için birkaç deney yapılmıştır. Her muamele orta derecede etkili olsa da, siyah plastik şeffaf plastiğe göre daha fazla büyüme baskılaması göstermiştir. Bununla birlikte, her tedavi, daha sonra elle çekilen saz yığınları bırakmıştır. *P. australis*'i kontrol etmek için polipropilen gölgeleme kumaşı da kullanılmıştır. Yöntemin etkili bir kontrol sağlaması yaklaşık 12 hafta sürmüştür. *P.australis*'i yok etmenin en iyi yöntemi, herbisitlerin kullanılması, ardından alanın yakılması ve ardından su doldurulmasıdır. Birleştirildiğinde, bu tedaviler otun %5'ten daha az yeniden büyümesiyle sonuçlanmıştır (Dawson ve Hallows 1984).

## 2.10 *Phragmites australis*'in Yangın Ekolojisi

**Yakma:** Yakma genellikle *P. australis*'i kontrol etmek için uygulanır, ancak öngörülen yakma *P. australis* büyümesini azaltmaz çünkü nadiren kökleri ve rizomları yok eder. Bununla birlikte, biriken *P. australis* yaprak döküntülerini kaldırarak diğer türlerin tohumlarının çimlenmesine izin verir (Marks vd. 1994). Bitki döküntülerinin birikmesi, arazinin dış hatlarını değiştirir, genellikle gölleri, göletleri ve dereleri yalnızca “sığ çöküntülere” indirger. Ortak kamış tarlalarında üç derecelik yanma hasarı tespit edilmiştir (van der Toorn ve Mook 1982). Hafif yanma, zemin yüzeyinden 10 cm'nin altında hiçbir etkisinin olmaması olarak tanımlandı; toprak yüzeyinden 1-2 cm yukarıda bitki kısımlarının kavrulması olarak şiddetli yanma ve toprak yüzeyinde kavrulma olarak çok şiddetli yanma olarak tanımlanır. Yakma, sürgün yüksekliğinde bir azalmaya, tomurcuk dormansisinin sona ermesine ve sonuç olarak sürgün yoğunluğunda bir artışa neden olur (Thompson ve Shay 1985). Sürgün yoğunluğu, hasarlı her sürgünün yerini bir veya daha fazla ince olanla değiştirdikçe artar (van der Toorn ve Mook 1982). Bu tür artışların altlığın yakılarak uzaklaştırılmasından kaynaklanabileceğini öne sürülmüştür. Bununla

birlikte, toprak üstü biyokütle, sürgün yoğunluğu ve sürgün başına ağırlık değerleri, dört yıllık yakma işlemlerinden sonra kontrol parsellerinin değerlerine yaklaşmıştır (Shay vd. 1987).

Yanma mevsimi de büyüme tepkisini etkiler. Delta Marsh, Manitoba'da ilkbahar ve sonbaharda yapılan yakma hem sürgün hem de tomurcuk yoğunluğunu arttırmıştır. Sürgün biyokütlesi ilkbahar ve sonbahar yanıklarından sonra kontrol parsellerine kıyasla daha büyüktü, ancak yaz-yanan parsellerde daha azdır (Thompson ve Shay 1985). Kış aylarında yakma, rizomlar zarar görmedikçe çok az hasara neden oldu, bu da sürgün oluşumunu gecikir. En zararlı olanı, büyüme mevsimini azaltan ve böylece daha zayıf yeni sürgünler üreten yaz yangınlarıdır. Yakma ayrıca Avrupa'da böcekleri kontrol etmek için de kullanılmaktadır (van der Werff vd. 1987).

Van der Toorn ve Mook'a (1982) göre, birkaç böcek (*Archanarage minipuncta* Haworth güvesi) *P. australis*'in sürgününe ve genel gelişimine büyük zarar verebilir; böylece yanmayı gerekli bir kontrol önlemi haline getirir. Bununla birlikte, yakma, aynı zamanda, nemi tutma yeteneğinin kaybına neden olarak bataklıkların ve potansiyel sukuşlarının yuvalanma alanlarının yok edilmesiyle de sonuçlanabilir (Van der Toorn ve Mook 1982).

**Yangın Uyarlamaları:** Yerleşik ortak kamış meşcerelerinde yangından sonra, normalde hayatta kalan rizomlardan yeni gövdeler filizlenir. Derin yanmadan kaynaklanan köksap hasarı, ortak kamış yoğunluğunu azaltabilir ve/veya iyileşme süresini artırabilir; bununla birlikte, toprağın derinliklerine nüfuz eden ölümcül sıcaklıklar, ıslak ila nemli ortak otlu habitatlarda nadirdir. Canlı bir tohum veya köksap kaynağı verildiğinde, yanmış alanlarda yeni kuruluş mümkündür (İnt kay 3).

**Yangın rejimleri:** Ortak kamış meşcerelerindeki yakıtlar yanıcılığa ve yangının yayılmasına elverişlidir. Ortak kamış meşcerelerinin yüksek üretkenliği ve yoğunluğu, genellikle komşu yayla bitki örtüsünden daha yüksek yakıt yükleri sağlar. Yukarı Ortabatı'da, sulak alan yangınları, yüksek arazilerdeki yangınlardan "daha sıcak" ve uygun koşullar verildiğinde "daha hızlı" yanabilir (Robertson 1997). Orta Atlantik Kıyı Ovası'nın bariyer adalarındaki yaygın saz bitki örtüsü, kış ve ilkbahar başlarında "son

derece yanıcı" olarak kabul edilir. Güney-orta Manitoba'nın Delta Bataklığı'ndaki yanmamış alanlarda, yaygın kamış çöpü 18 inç (46 cm) derinlikte olabilir. Cape Hatteras Ulusal Deniz Kıyısı'nda, araştırmacılar, kuru altlığın mevcut olması koşuluyla, su basmış koşullarda bile taşınan yangının olduğunu belirttiler (Good-Ralph 1984).



**Resim 2.8** *Phragmites australis*'in yangın ekolojisi olgusu (İnt kay 3).

Çeşitli araştırmalar, Yerli insanların yanı sıra erken dönem avcıları ve yerleşimcilerin seyahat, avlanma başarısı ve gıda mevcudiyetini iyileştirmek için sulak alan bitkilerini yakıtı olduğunu bildirmektedir. Kaliforniya'nın yerli kabileleri ortak kamış meşcerelerini yakıt olarak kullanmıştır. Jaumave, Sierra Madre Oriental, Meksika'nın kırsal halkı, besinleri geri dönüştürmek, rizomları harekete geçirmek ve böcek zararlılarını azaltmak için ortak kamış meşcerelerini yakmıştır. Çatı ve inşaat malzemesi olarak adi kamış filizi kullanılmıştır (Anderson 1992).

Güney-orta Manitoba'da Delta Bataklıkları, seyahati iyileştirmek, ortak misk sıçanı kulübeleri ve çakal, tilki ve Amerikan vizon inlerini ortaya çıkarmak ve vahşi yaşamı

yanmamış alanlara yoğunlaştırmak için erken tuzakçılar tarafından kasıtlı olarak yakılmıştır. Yakma genellikle ilkbaharın ilk sıcak günlerinde yapılır. Bahar yangınları, odunsu bitki örtüsünün büyümesini kısıtladığı ve nadiren yer altı yapılarını öldürdüğü için ortak kamış örtüsünü korur. Yaz yangınları, turbaya dönüştüğünde ve rizomlara zarar verdiğinde sazlıklarda geçici açıklıklar meydana getirir (İnt kay 3).

Yangınlar tipik olarak toprak ıslakken yanar ve bataklık bitki örtüsüne çok az zarar verir. Uzun bir kuraklıktan sonra, turba ve/veya humus tabakaları kurduğunda yangınlar çıkar. Güneydoğu Amerika Birleşik Devletleri'nde, tipik ortak kamış habitatı olan acı (5.000-30.000 ppm) ve oligohalin (300-5.000 ppm) bataklıklarda önceden yerleşim yangın frekansları 7 ila 300 yıl arasında değişmektedir; ancak 100 yıldan uzun yangın aralıkları nadirdi ve bazı adalar da dahil olmak üzere neredeyse tüm sulak alanlarda geçmişte yangın olduğuna dair kanıtlar vardır. Yangın sıklığı, topraklar, tuzluluk, manzaralar, kalan bitki örtüsü, tarihi kayıtlar ve bitişik yayla bitki örtüsündeki yangın davranışı hakkındaki bilgilerin bir sentezi yoluyla tahmin edilmiştir. Yangınlar, yüksek arazilerdeki yangınlardan, yıldırım çarpmalarından veya kendiliğinden yangınlardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Frost ve Cecil 1995)

## **2.11 *Phragmites australis*'in Yenilenme Stratejisi**

Kamış, yangından sonra hayatta kalan rizomlardan hızla filizlenir. Yangından 5 gün sonra filizler ortaya çıkabilir. Nadiren yaygın kamış bolluğu yangınla azalır ve yangın sonrası toparlanma tipik olarak hızlıdır. Manitoba Deltası Bataklığı'ndaki sonbahar ve ilkbahar yangınlarından sonraki ilk sezonun sonunda, adi saz sürgünleri bir miktar kavurma belirtisi gösterdi, ancak olgunluğa kadar hayatta kalır. Yangına bağlı apikal tomurcuk ölüm oranı minimaldir. Rizomlar zarar görür veya ölürse, adi saz bolluğu geçici olarak azalabilir ve/veya iyileşme gecikebilir. Bitki besin rezervlerinin düşük olduğu durumlarda kuru alt tabakalar üzerinde yaz yangınlarının (Haziran-Ağustos) organik toprağı yakabileceğini ve köksap ölümü veya hasarı yoluyla ortak kamış yoğunluğunu azaltabileceğini göstermektedir (Kruse vd. 1998).

Canlı bir tohum veya köksap kaynağı varsa, yanmış alanlarda yeni ortak kamış oluşumu mümkündür. Yerinde tohum kaynaklarından fide kurulması mümkündür, ancak yaygın

sazlık tohum bankacılığı hakkında bilgi azdır. Köksap parçalarından oluşturma, tohumdan oluşturmada daha başarılı olabilir. Stemmers Run Yaban Hayatı Yönetim Alanı, Maryland'de yapılan sera ve arazi çalışmalarında, rizom parçalarından, yanmış topraktaki tohumlardan değil, ortak kamış bitkileri. Gömülü rizomlar, serada yanmış topraklarda %100 hayatta kalmıştır. Tarlada, yanmış bölgelerdeki rizomlardan filizlerin hayatta kalma oranı %10' olarak belirlenmiştir. Tarlada yanmış topraklarda fidan kurulmamasına rağmen, fidanların %0,7'si çıplak mineral toprak üzerine kurulmuştur (Ailstock vd. 2001).

Yangın çalışmalarının çoğu, yangın sonrası yaygın kamış bolluğunun (örtü, biyokütle üretimi ve/veya yoğunluk) yangın öncesi bolluktan 2. veya 3. yangın sonrası yılda nadiren farklı olduğunu göstermektedir (Int kay 5). Yanmış alanların yanmamış alanlardan daha fazla ortak kamış bolluğuna sahip olması nadir değildir (Thompson ve Shay1985). Yaz yangınlarından sonra adi saz bolluğu azalabilir, ancak düşüşler muhtemelen kısa ömürlüdür; ancak, yangın sonrası 3. yılın ötesindeki yangın sonrası ölçümler nadirdir. Bu model Utah, Manitoba, Virginia, Kuzey Carolina ve Delaware'den gelen raporlarla gösterilmiştir. Bu çalışmalar, ortak kamış aralığının küçük bir bölümünde yürütülmüştür. Yangına müdahale diğer alanlarda benzer olsa da ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, ortak kamış habitatlarında tekrarlanan yangının etkileri hakkında bilgi eksikliği vardır (Cross ve Harding1983).

Yangın sonrası ilk büyüme mevsimi, Nisan'dan Ağustos'a kadar normalden daha sıcak ve %142 daha ıslaktır. Düşmeyle yanmış alanlarda su tablası toprak yüzeyinin 1 inç (2,5 cm) altında, ilkbaharda yanmış alanlarda yüzeyin 15 inç (38 cm) altında ve yanmamış alanlarda 20 inç (50 cm) aşağıdadır. Yaygın kamış yoğunluğu, sonbaharda yanan alanlarda en yüksektir ve ortalama olarak, ilkbaharda yanan ve yanmayan alanlardakinin iki katından fazladır. Yerüstü biyokütlesi, sonbaharda yanmada ortalama 791 ve 734 g/m<sup>2</sup>, ilkbaharda yanmada 588 ve 785 g/m<sup>2</sup> ve yanmamış sahalarda 402 ila 423 g/m<sup>2</sup>'dir. Çiçeklenme sonbaharda yanan alanlarda en erken, ilkbaharda yanan alanlarda yaklaşık bir hafta ve yanmamış alanlarda yaklaşık 2 hafta sonra olmuştur (Greenall-Jason 1995). Yaygın kamış bitkileri biraz daha küçüktür, ancak ilkbahar, yaz ve sonbaharda öngörülen yangınlardan sonra Delta Bataklığındaki yanmamış alanlara göre yoğunluk daha fazladır.

Yaz (1 Ağustos) ve sonbahar (7 Ekim) yangınları periyodik selin olduğu bir yılda, bahar yangını (11 Mayıs) ise sitelerin su altında kaldığı bir yılda yanmıştır. Yangınlar, sıradan kamış meşcerelerindeki canlı ve ölü malzemenin %90'ından fazlasını ortadan kalkmıştır ve 480 ila 930 °F (250-500 °C) arasında toprak yüzey sıcaklıkları üretmiştir. Yangın sonrası ölçümler, bahar yangınından yaklaşık 3 ila 4 ay sonra, yaz yangınından 1 yıl sonra ve sonbahar yangınından 10 ila 11 ay sonra yapılmıştır. 19 Mayıs'ta ilkbaharda, 1 Mayıs'ta yaz ve sonbaharda ve 26 Mayıs'ta yanmamış alanlarda adi saz filizleri ortaya çıkmıştır. Yanık mevsiminden bağımsız olarak, ortak kamış vejetatif sürgün yoğunluğu, yanmış alanlarda yanmamış alanlara göre en az 5 kat daha fazladır ( $P < 0.05$ ). Yaz ve sonbaharda yanan alanlarda çiçekli sürgünlerin yoğunluğu, biyokütlesi ve oranı yanmamış alanlara göre daha düşüktür. Bu değerler, kaynaktan yanan ve yanmamış siteler arasında farklı değildir. Toplam toprak üstü ortak kamış biyokütlesi, yanmamış alanlara kıyasla ilkbaharda yanan alanlarda önemli ölçüde daha yüksek, yazda yanan alanlarda önemli ölçüde daha düşüktür ve sonbaharda yanan alanlarda önemli ölçüde farklı değildir ( $P < 0.05$ ). Yaz aylarında yanan arazilerde topluluk zenginliği, düzgünlüğü ve çeşitliliği artmıştır (Thompson ve Shay 1989).

## 2.12 *Phragmites australis*'in Hastalıkları

**Mantarlar:** *P. australis* üzerinde bilinen 30 mantar türünden sadece iki tür *Alternaria* sp. ve *Claviceps microcephala*. Kuzey Amerika'dan bildirilmiştir. Quebec'te 77 *P. australis* kolonisi üzerinde yapılan bir çalışmada, tüm tohumların ortalama %60'ının *C. microcephala* tarafından istila edildiği bulunmuştur (Gervais vd. 1993). Ancak Avustralya'da, *Phragmites* spp. üzerinde yaklaşık 70 mantar kaydedilmiştir (Wapshere 1990). Haslam (1973), *Claviceps* sp. tarafından çiçeklerin mantar enfeksiyonunu belgelemiştir. %10'dan daha az canlı tohum üretimine yol açar. Langdon ve Boughton (1978), Avustralya'daki bir *P. australis* müstahzarının, daha önce bilinmeyen bir *Tilletia* türünün neden olduğunu tanımlamıştır. Sporlanma çok genç yapraklarda meydana gelmiş ve floem dejenerasyonu ile sonuçlanmıştır (Langdon ve Boughton 1978).

Rohfritsch (1992), bir sazın sapları üzerinde bir mantar ve bir safra tatarcık, *Lasioptera arundinis* (Schiner) arasında benzersiz bir karşılıklı ilişki tanımlamıştır. Mantar, larvaların her iki organizmanın da en içteki damar demetlerine saldırdığı *Phragmites*

gövdelerine nüfuz etmesine yardımcı olur. Larvalar gövdeler ve mantar ortak yaşamı ile beslenir, ancak beslenmeyi bıraktıklarında mantar şiddetle çoğalır (Rohfritsch 1992).

**Bakteriler:** Yaygın kamış biyokütlesi ile bakteri üremesi arasında önemli bir pozitif ilişki vardır. Epifitik kolonizasyon için geniş bir yüzey alanına sahip olan *P. australis*, kıyı bölgesinde yeni ortaya çıkan diğer su bitkileri ile karşılaştırıldığında çok yüksek oranda epifitik birincil üretkenlik sergilemiştir (Allen ve Ocevski 1981). Löhlein (1996), *P. australis* tarafından desteklenen birkaç türün birbirini takip ettiği perifitik topluluklarda mevsimsel dalgalanmaları gözlemlemiştir.

**Virüsler:** *Phragmites australis*, eski Yugoslavya'da mısır cüce mozaik *Polivirüs suşu A* için bir enfeksiyon kaynağı olarak bulunmuştur. Ayrıca yüksek bitki parazitleri bulunmamıştır (Ivanovic' 1992).

### 2.13 Hidrolojik ve Edafik Ekotipler

Daniels (1991), farklı hidrolojik ve edafik ortamlardan bir dizi popülasyonu incelemiştir. Bu yazar, uzunluk ve sürgün sayısı ile rizomların uzunluk ve çapı arasındaki dengeler olarak yorumlanan, popülasyonlar arasında morfolojide büyük farklılıklar bulmuştur.

Romanya'da "dev" ve "cüce" *P. australis* terimlerinin kullanımı büyük ölçüde ploidi seviyesindeki farklılıklarla ilgilidir. Ancak Hollanda'da bu terimler, sırasıyla sepetçilik ve sazlık için kullanılan *P. australis* formları arasındaki morfolojik farklılıklar için kullanılmıştır. Bu Hollanda 'dev' formu gelgit tatlı su alanlarında meydana gelirken, 'cüce' form turba alanlarında meydana gelir. Bu "dev" nehir kıyısı ve "cüce" turba formları arasında ekotip farklılaşması için kanıt bulmaya çalışmıştır. Karşılıklı transplantasyon deneyleri yaptı ve her iki formun da kendi ortamlarında en iyi şekilde büyüdüğünü bulmuştur. Nehir formu, daha uzun sürgünleri nedeniyle, gelgit nehirleri boyunca düşük irtifalarda turba formundan daha iyi hayatta kalabilmiştir. Turba formu turba alanlarında daha iyi büyüdü çünkü gelgit nehirleri boyunca meydana gelmeyen yer donlarına daha iyi dayanabilmiştir (Raicu vd. 1972).

Tuz toleransı, taze ve tuzlu ortamlardan İsrail *P. australis* popülasyonlarında incelenmiştir. Bu popülasyonlar arasında hiçbir morfolojik farklılık ve çok az fizyolojik farklılık bulunmuştur. Bununla birlikte, tuzlu popülasyondan alınan tohumlar, 500 mM NaCl içinde çimlendiğinde taze popülasyondan gelen tohumlardan daha iyi çimlenmiştir. Nehir formunun turba formundan daha yüksek bir tuz toleransı gösterdiğini bulmuştur. Bununla birlikte, nehir suyu formu, acı bir gelgit bölgesinden kısa süreli bir forma kıyasla daha yüksek bir tuz toleransı göstermiştir. Sırasıyla mineral bakımından zengin killi toprakta ve mineralce fakir turba topraklarında meydana gelen Hollanda nehir ve turba formlarını farklı azot ve fosfor tedarik seviyelerinde geliştirmiştir. Besinler açısından iki tip arasında herhangi bir farklı tepki bulamamıştır. Clevering (1998), verimli ve kısır habitatların Hollanda ve Çek popülasyonlarındaki bitkilerin farklı nitrojen seviyelerine tepkilerini incelemiştir. Popülasyonlar genel performans açısından farklılık gösterse de, besin stresine karşı farklı tepkiler bulunmamıştır (Clevering 1998).

#### **2.14 *Phragmites australis*'in Kromozom Özellikleri**

Yumurtalık tüysüz ve kısa bir tarza sahiptir. Meyve bir karyopsistir ve 2 mm'den kısadır. *P. australis*'in kromozom sayısı hakkındaki raporlar  $2n = 36, 48, 84$  ve  $96$ 'dan farklıdır. Quebec'teki *P. australis*'in kromozom sayıları yüksek derecede anöploidi gösterir (türler için normal kromozom sayısından az sayıda farklılık gösterir) ve  $2n = 42$  ile  $59$  arasında değişir (Gervais vd. 1993).

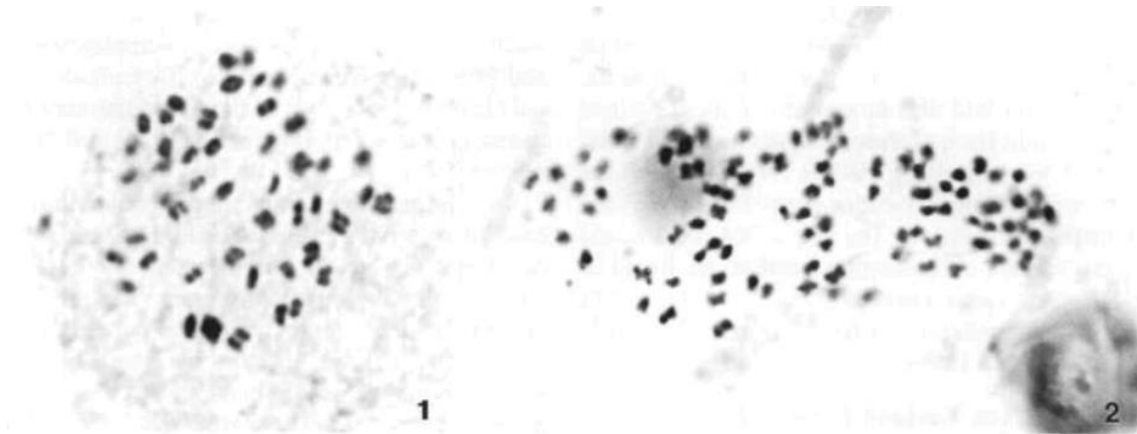
Kuzey Kanada'daki *P. australis* popülasyonları, güneydekinden daha düşük kromozom sayılarına sahip olma eğilimindedir. Björk (1967), İsveç'ten tetraploid ve hekzaploid örnekler bildirmiştir ve Raicu vd. (1972), Tuna Deltası'ndan 6 m'den uzun sürgünleri olan octoploid ( $2n = 96$ ) dev kamış meşcerelerini bildirmiştir. Eski Çekoslovakya'daki tuzlu habitatlardaki kısa sazlardan bir anöploid kromozom sayısı ( $2n = 50$ ) de rapor edilmiştir. Avrupa'da bulunan baskın tip tetraploidler iken, Asya'da oktoploidler yaygındır (Clevering ve Lissner 1999).

Connor vd. (1998), Yeni Zelanda'daki klonlardan çok çeşitli sitolojik varyasyon bildirmiştir. Tetraploid ( $2n = 48$ ) ve octoploid ( $2n = 96$ ),  $2n = \pm 264$  dahil olmak üzere çeşitli anöploidler rapor edilmiştir. Trinidad'dan bir hekzaploid ( $2n = 72$ ) steril suş da

rapor edilmiştir. Connor vd. (1998), farklı ülkelerden *P. australis*'te ploidi seviyelerinin bir listesini (3x, 4x, 6x, 7x, 8x, 11x; x2 = 12) bir araya getirmiştir (Gervais vd. 1993).

*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud yaygın, morfolojik olarak oldukça değişken bir sulak alan türüdür. Tür dünyanın büyük bir bölümünde bol miktarda bulunmasına rağmen, orijinal evrim merkezi, genetik çeşitliliğin nedenleri ve popülasyon yapısı hakkında henüz çok az şey bilinmektedir. *P. australis*'teki popülasyon biyolojik ve evrimsel süreçlere ilişkin araştırma eksikliği, muhtemelen (i) bu türün uzun yaşam süresi, (ii) deneysel koşullar altında kontrollü çaprazlamalar ve bitki yetiştirme konusundaki zorluklarla ilgilidir (Clevering ve Lissner 1999). Bununla birlikte, *P. australis*'in klonal çeşitliliği üzerine ilk çalışmaların ortaya çıkması 1990'lara kadar sürmüştür. Fakat, klonal çeşitliliği belirleyen temeldeki evrimsel süreçler hakkındaki bilgiler hala sınırlıdır (Hauber vd. 1991, Neuhaus vd. 1993, Zeidler vd. 1994).

Kromozom sayılarındaki değişikliklerin, mayoz ve/veya somatik mitoz sırasındaki düzensizlikler nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir. Kromozom sayısı varyasyonu, yeni genetik varyasyon ve ani türleşmeler için potansiyel sağlamaktadır (Les ve Philbrick 1993). *P. australis*'te hem öploidler (diploitlerde bulunan iki yerine ikiden fazla tam kromozom seti) hem de aneuploidler (kromozomdan tam kromozomların eklenmesi veya çıkarılması) bulunmuştur. Karyotipine göre *P. australis*'in temel kromozom sayısı  $x = 12$  olarak kabul edilir (Gorenflot 1986).



**Resim 2.9** (1) *Phragmites australis* kromozomları ( $2n = 48$ ), mitoz metafazı x 1500; Nelson. (2) *Phragmites australis* kromozomu ( $2n = 96$ ) mitozun metafazı x 1500, Güney Avustralya (Connor vd. 1998).

*P. australis*'in kromozom karyotipi Resim 2.13'de gösterilmiştir. Temel sayı  $x_2 = 12$ 'ye dayanarak iki poliploidi bulunmuştur. Yeni Zelanda tetraploid ( $2n = 4x_2 = 48$ ) ve Güney Avustralya menşei oktoploiddir ( $2n = 8x_2 = 96$ ). Öploidi düzeyinde geniş bir aralık bulunmuştur ( $3x, 4x, 6x, 7x, 8x, 10x, 11x$  ve  $12x$ ). Tetraploidler ( $2n = 48$ ) ve octoploidler ( $2n = 96$ ) en yaygın olanlarıdır (Connor vd. 1998).

Orijinal diploid form  $2n = 24$  kayıp olarak kabul edilir. Avrupa ve Afganistan'da tetraploidler baskınken, İran ve Çin'de oktoploidler baskındır. Ayrıca karışık sitotip popülasyonları da bulunmuştur: Fransa'da  $3x-4x$ , Fas'ta  $4x-6x-8x$  ve Romanya ve İsveç'te  $4x-6x$  vardır (Gorenflot vd. 1976, Zong vd. 1991).

Kuzey Amerika'da "yerli" *P. australis*  $3x, 4x$  veya  $6x$  olarak kabul edilirken, sözde "istilacı" daha agresif Avrupa bitkilerinin  $4x$  olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, son zamanlarda,  $8x$  bitkinin ya Yeni Zelanda'ya özgü olduğunu ya da Avustralya'dan getirildiği ve  $4x$  bitkisinin Avrupa'dan geldiği öne sürülmüştür (Connor vd. 1998).

Çoğu poliploid binlerce, hatta milyonlarca yıldır var olmuş ve geldikleri yerden dünyanın birçok yerine göç etmiştir. *P. australis*'in büyük olasılıkla Doğu veya Orta Asya kökenli olması muhtemeldir. İkincil kromozom ikiye katlanması (yani, oktoploidler) geçmişte birkaç kez meydana gelmiş olabilir (Gorenflot vd. 1990).

#### **2.14.1 *Phragmites australis*'in Ekoloji ve Kromozom Etkileşimi**

Ploidi seviyesi değişimi, bitki türlerindeki büyük morfolojik ve ekotip farklılıklarını kısmen açıklayabilir. Bir Alman gölündeki aynı habitatta, triploidler tetraploidlerden çok daha uzundu. İsveç tetra ve hekzaploid popülasyonları arasında belirgin morfolojik ve habitat farklılıkları bulunamamıştır. Kuzey İran'da, oktoploidler morfolojik olarak tetraploidlerden daha çeşitlidir, ancak tuzlu habitatlarda sadece tetraploidler bulunmuştur (Gorenflot vd. 1986).

Tetraploidlerin genellikle tuzlu ortamlarda octoploidlerden daha yüksek bir uygunluğa sahip olduğunu belirtmektedir. Octoploidler ayrıca, çok küçük (60-70 cm boyunda)

kaldıkları Akdeniz çevresindeki embriyonik kumullarda (Fransa, İspanya, Yunanistan ve Cezayir kıyılarında) bulunmuştur. Tuna Deltası'nda morfolojik olarak farklı iki *P. australis* türü tanımlanmıştır: *P. australis* var. *flavescens* (cüce kamış) ve var. *gigantea* (dev kamış). Bu 'cüce' tip forması olarak turba veya tuzlu alanlarda meydana gelirken, 'dev' olanı esas olarak 4 m'den daha yüksek yüksekliklerde elde ettiği daha derin sularda meydana gelir (Pauca-Comănescu vd. 1999). Bu 'cüce' tip form tetraploid olarak kabul edilirken, 'dev' tip formoktoploid olarak kabul edilir (Les ve Philbrick, 1993).

#### **2.14.2 *Phragmites australis* Türünde Klonal Çeşitlilik**

*Phragmites australis*'in oldukça değişken bir tür olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Bu, özellikle geçmişte tanımlanmış olan çok sayıda çeşitte belirgindir. Bu türün yüksek varyasyonu, yüksek plastisite (çevre koşullarındaki değişikliklere yanıt olarak fenotipini değiştirme yeteneği), yüksek sayıda klon veya her ikisinin bir kombinasyonu ile ilgili olabilir. *P. austuralis*'deki klonal çeşitliliği saptamak için (RFLP'ler) ve rastgele amplifiye edilmiş polimorfik DNA (RAPD'ler) gibi farklı moleküler teknikler kullanılmıştır. Bu ve diğer belirteçler dünya çapında bir ölçekte *Phragmites* türleri arasındaki ve içindeki filogenetik ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılabilir. *P. australis* klonları arasındaki genetik mesafelerin, artan coğrafi mesafe ile genetik mesafenin arttığı bulunmuştur (Neuhaus vd. 1993, Zeidler vd. 1994).

#### **2.15 *Phragmites australis*'in Genetik Özellikleri**

##### **2.15.1 Genetik Çeşitlilik**

*P. australis* popülasyonları arasında tohumlar ve polen yoluyla gen akışının kapsamı ve mekaniği hakkında çok az şey bilinmektedir. Yeni sulak alanlar, çoğalan meşcerelerden uzak alanlarda bile *P. australis* tarafından sıklıkla hızla kolonize edilir. Bu nedenle, uzun mesafeli gen akışı, genetik varyasyon modellerini şekillendirmede önemli bir faktör olabilir (Lambertini vd. 2008)

Popülasyon içi düzeyde, Po Ovası popülasyonlarının Nei'nin gen çeşitliliği ( $h$ ) 0.07 ile 0.18 arasında, Shannon'ın bilgi indeksi ( $I$ ) 0.11 ile 0.26 arasında, polimorfik fragmanların sayısı 25 ile 57 arasında ve polimorfiklerin yüzdesi fragmanlar %19,5 ile %44.5 arasında değişmiştir. Po Ovası'ndaki sulak alanların büyüklüğü veya yaşı ile bu genetik parametreler arasında bir ilişki bulunamamıştır. Romanya Razim popülasyonunun genetik çeşitliliği, farklı ploidi seviyelerine ve daha yüksek sayıda polimorfik fragmana rağmen Po Ovası popülasyonu ( $h = 0.16$ ;  $I = 0.24$ ) aralığındadır (Lambertini vd. 2008). Popülasyonlar arası düzeyde, polimorfik parçaların genetik çeşitliliği ve yüzdesi, popülasyonlarda gözlemlenenenden daha yüksekti. Nei'nin gen çeşitliliği (0.17), popülasyonlarda görülen aralık içindedir. Razim popülasyonu, interpopülasyon analizine dahil edildiğinde, tüm çeşitlilik ölçüleri artmıştır (Lambertini vd. 2008).

Bentivoglia popülasyonundaki düşük genetik değişkenlik, diğer monodominant klonal türler için de gözlemlendiği gibi, muhtemelen uzun bir süre boyunca oldukça istikrarlı çevresel koşullarla açıklanabilir. Poliklonal popülasyonlarda klonal değişkenlik yüksektir ve her *P. australis* yaması en az bir farklı genotipten oluşur. Yedi vakadan ikisinde aynı yamada iki farklı genotip vardı. Poliklonal sulak alanlar nispeten gençtir, genellikle son 30 yıl içinde pirinç tarlalarından veya diğer ekim alanlarından restore edilir ve bozulma çok sık görülür (Lambertini vd. 2008).

Rumen Razim popülasyonu, Po Ovası popülasyonlarıyla aynı düzeyde bir genetik çeşitliliğe sahiptir. Razim Gölü, Tuna Deltası'nda yer almaktadır ve 1999'dan beri UNESCO biyosfer rezervidir. Ne yazık ki, çalışma alanındaki mevcut ve geçmişteki bozulmalar hakkında çok az bilgi mevcuttur. Genel olarak Razim Gölü ve Po Ovası gibi coğrafi olarak bu kadar uzak ve iklim ve çevre koşulları açısından çok farklı olan popülasyonların aynı ölçüde genetik çeşitliliğe sahiptir (Guo vd. 2003). Bitkilerdeki polimorfik lokusların ( $P_s$ ) yüzdesindeki spesifikler arası varyasyon, büyük ölçüde yetiştirme sistemleri ve tohum dağıtma mekanizmaları ile açıklanmaktadır. Geçiş yapan ve rüzgarla dağılan bitki türleri için ortalama  $P_s$  seviyeleri, Poaceae türleri için %62.4 ve %62.7'dir. Po Ovası popülasyonunda (%19,5-44.5) ve Razim popülasyonlarında (%48.4) daha düşük  $P_s$  seviyeleri gözlemlenirken, interpopülasyon düzeyinde daha yüksek değerler kaydedilmiştir (Hamrick ve Godt 1996).

### 2.15.2 Genetik Yapı

Po Ovası popülasyonları arasındaki fiksasyon indeksi (FST), sekiz popülasyon arasında belirli bir derecede genetik alt bölünme olduğunu gösterir, ancak Rumen popülasyonunu analizlere dahil ederek FST sadece biraz artmıştır. Po Ovası popülasyonları Rumen popülasyonuna karşı test edilirken, popülasyon grupları arasındaki fiksasyon endeksi 0,04'e düşmüştür. Po Ovası popülasyonlarında ikili FST 0,02 ile 0,32 arasında değişmektedir. Boschetti popülasyonu, bir istisna dışında, diğer Po Ovası popülasyonları ile bu popülasyonun diğer Po Ovası popülasyonlarından bir miktar genetik ayrılmasını gösteren en yüksek ikili FST'yi göstermiştir. Rumen nüfusu ile sekiz Po Ovası popülasyonu arasındaki ikili FST 0,10 ile 0,21 arasında değişmiş ve Rumen popülasyonunun diğer Po Ovası popülasyonlarından Boschetti'den genetik olarak daha az farklı olduğu bulunmuştur. FST değeri ile popülasyonlar arasındaki coğrafi mesafe arasında herhangi bir korelasyon saptanmamıştır (Lambertini vd. 2008).

Moleküler varyans analizi, genetik çeşitliliğin çoğunun popülasyonlar içinde, yani uzun ömürlü, çapraz geçişli ve geç ardışık taksonların tipik özelliği olan her popülasyonun klonları arasında olduğunu göstermektedir. İnterpopülasyon seviyesindeki FST değerleri, Poaceae türleri için ortalamaya (0,28) yakındır, ancak çaprazlama yapan ve rüzgarda dağılan bitki türleri popülasyonları (0,10), monokotları aşma (0,16), çaprazlama ve yaygın bitki türleri (0,17) arasındaki ortalama genetik varyasyon seviyesinden daha yüksektir. Bu nedenle, incelenen *P. australis* popülasyonları arasında, popülasyonların coğrafi dağılımı ile çok az ilgisi var gibi görünen, belirli bir derecede genetik yapı mevcut gibi görünmüştür (Nybom ve biritish 2000).

Zamanla, her popülasyonda bulunan farklı genotip koşulları ve farklı seçim baskısı, popülasyonları farklılaştırır. Klonların rekabetçi dışlanması, genotiplerin sayısını azaltarak genetik çeşitliliği etkileyebilir. Bu, genetik olarak en az çeşitliliğe sahip popülasyonların neden aynı zamanda en izole olanlar olduğunu da açıklayabilir. Buna karşılık, klonal türlerde *Cirsium arvense* (Asteraceae) popülasyon farklılaşmasının miktarı, kurucu ve yerleşik popülasyonlar arasında benzerdir, bu da seleksiyonun çoğunlukla ardıllığın erken aşamasında etkili olduğunu göstermiştir (Sole vd. 2004).

Genetik çeşitlilik ve genetik çeşitliliğin dağılımı açısından Po Ovası'ndaki *P. australis*'e daha çok benzeyen bir model, kuzey Finlandiya'daki nehir kıyısındaki çok yıllık *Silene tatarica*'da bulunmuştur (Tero vd. 2003, Guo vd. 2003).

### 2.15.3 Popülasyon Ölçeğinde Genetik İlişkiler

Po Ovası klonları arasında tespit edilen genetik farklılıklar, bir popülasyondaki klonların çok farklı olduğunu göstermektedir. NJ ağacı tarafından birkaç yakın ilişki önerilmektedir ve bunlar çok kısa genetik mesafelerle karakterize edilir. En kısa genetik mesafeleri gösteren klonlar, ya aynı yamadan (Q142F–Q145F ve T33I–T34I) ya da 10 m aralıklı iki komşu parçadan (BE105D–BE107E ve C127G–C130H) toplanmış, kısa sulak alan bitki örtüsüne sahip açık bir alanla ayrılmıştır. Bu minimal genetik farklılıklar için olası bir açıklama, *P. australis* dahil olmak üzere birçok klonal türde meydana geldiği bilinen somatik mutasyonlar olabilir. Çapraz tozlaşma deneylerinin ön mikro uydu sonuçlarından desteklenen bir başka olasılık, kendi kendine tozlaşma ve ardından kendi kendine gelişen tohumların oluşturulması olabilir (Connor vd. 1998).

### 2.15.4 Kıta Ölçeğinde Genetik İlişkiler

Po Ovası ve Razim Gölü'nden alınan örnekler, *P. australis* içinde klonlar arasındaki ilişkilerin büyük ölçüde belirsiz olduğu büyük bir grubun parçasını oluşturmuştur. Bu grup, diğer kıtalardan birkaç klonla birlikte *P. australis*'e ait tüm Avrupa klonlarını içermiştir. Po Ovası klonlarının bazı küçük kümeleri dışında, bunların çoğunun en yakın akrabalarının aynı veya yakındaki sulak alanlar yerine Avrupa'nın diğer bölgelerinde olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Razim Gölü kardeş klonları, diğer bölgelerden veya kıtalardan gelen klonlarla kendi aralarında olduğundan daha fazla genetik benzerlik göstermiştir (Lambertini vd. 2008).

Po Ovası klonları ile coğrafi olarak uzak klonlar arasındaki genetik mesafelerin, 500 km'den fazla klonlarla önemli ölçüde arttığını göstermektedir. 1500 km'nin üzerindeki klonlar göz önüne alındığında, genetik mesafede ek önemli artış gözlemlenir. Bununla birlikte, çeşitlilik önemlidir ve Po Ovası'ndan 1500 km'den daha uzak olan klonlar

arasında bile, bazılarının genetik mesafeleri Po Ovası'ndaki komşu klonlar arasındakinden daha kısadır. Bu, gen akışının bu mesafe aralıklarında, ancak daha düşük bir frekansta gerçekleştiğini gösterir. Artan coğrafi mesafe ile genetik mesafelerdeki "adım adım" artış, çok geniş bir coğrafi ölçekte bir tür genetik kalıbın varlığını gösterebilir (Lambertini vd. 2008).

Görünüşte kıta çapında bir gen havuzu için olası açıklamalar, tohumlar tarafından uzun mesafeli yayılma veya gen akışı olasılığını içerir. (Ishii ve Kadono, 2002). Ancak polenin hava yoluyla uzun mesafelere taşınabileceği açıktır (Coops ve Van der Velde 1995) veya göçmen kuşların tüylerine yapışabilir. Yeni sulak alanlar genellikle çok hızlı bir şekilde *P. australis* tarafından kolonize edilir. Bu durum birçok tohumun hava veya su ile taşındığını gösterir. *P. australis*'in yayılmasının etkinliğinin ek göstergeleri, neredeyse kozmopolit dağılımı, okyanus adaları gibi uygun habitatların izole edilmiş bölümlerinde ortaya çıkması ve hemen hemen her göl, gölet, nehir ve bataklıkta varlığıdır. Kasıtlı giriş ve insanlar tarafından kasıtsız olarak dağılma, klonlar arasındaki kıtalararası olağanüstü yakınlıklardan bazılarını açıklayabilir ve coğrafi çeşitlilik modellerini kısmen bozması beklenebilir (Saltonstall, 2002).

### 3. MATERİYAL ve METOT

#### 3.1 Araştırma Alanı

Eber Gölü, Afyonkarahisar ili Çay, Bolvadin ve Sultandağı ilçeleri arasındadır. Anadolu'nun orta kesiminde yer alır. Etrafı güneyden Emir Dağları, kuzeyden Sultan Dağları ile çevrilidir (Atalay 1977, Köle vd. 2016). Eber Gölü kapalı bir havza olan Akarçay Havzası'nda yer alır. Orta nokta yaklaşık 38 ° 38'K 31 ° 09'D koordinatlarında yer alır. Su yüzeyinin deniz seviyesine göre yüksekliği 967 metredir. Yüzey alanı bazen 125 kilometrekareyi aşabilir (Yasan 2007). Fakat tarafımızdan yapılan gözlemlere göre, günümüzde Eber Gölü kuruma tehdidi altındadır (Resim3.1).

#### 3.2 Makrofit Araştırma Lokasyonları

*Phragmites australis*, bölgesel floralar kullanılarak tanımlanmıştır (Davis vd. 1988). Eber Gölü'nde bulunan *Phragmites australis* için beş farklı topluluk lokasyonu seçilmiştir. Lokasyon seçimi yapılırken *Phragmites australis* topluluğunun bol olduğu bölgeler dikkate alınmıştır (Resim 3.2). Seçilen tüm lokasyonların koordinatları ve rakımları GPS cihazıyla tespit edilmiştir. Bu beş lokasyonun her biri, aralarında 10 metre mesafe olan üçgen şekilli lokasyonların toprak yüzeyinden örneklem yapılmıştır.

##### 3.2.1 Lokasyon 1

Bu Lokasyon, gölün güney doğusunda, Eber köyünden kuzeyinde yer alır, yoğun bir *Phragmites australis* topluluğu içerir. Coğrafi koordinatları 38°36'52.4"N 31°07'45.4"E'dir. Rakım 966 metredir (Resim 3.3).

##### 3.2.2 Lokasyon 2

Bu lokasyon 1. Lokasyondan göle doğru 120 metre kuzey doğusunda uzaklıktadır. Coğrafi koordinatları 38°36'54.3"N 31°07'45.0"E'dir. Rakım 965 m'dir (Resim 3.4).

### 3.2.3 Lokasyon 3

Bu lokasyon Kocaoğuz köyün kuzeyinde yer almaktadır. Bu lokasyon 1. Lokasyona yaklaşık 1.5 km kadar uzaklıktadır. Çevresinde hayvanların otlatıldığı tarım alanları ve mera alanları bulunmaktadır. Coğrafik koordinatları 38°36'50.6"N 31°08'54.1"E'dir. Rakım 967 metredir (Resim 3.5).

### 3.2.4 Lokasyon 4

Bu lokasyon Bolvadin Derekarabağ köyünün güney batısında yer almaktadır. Lokasyona 1 den yaklaşık 10.5 km uzaklıktadır. Coğrafik koordinatları 38°41'28.5"N 31°12'05.7"E'dir. Rakım 965 metredir (Resim 3.6, 3.7).

### 3.2.5 Lokasyon 5

Bu lokasyon Eber gölünün içinde yer almaktadır. Büyük *Phragmites* toplulukları içerir. 1. lokasyonun kuzey batısında yaklaşık 2 km uzaklıktadır. Coğrafik koordinatları 38°37'58.8"N 31°07'30.0"E'dir. Rakım 966 metredir (Resim 3.8).

## 3.3 Toprak Örnekleme ve Analizleri

Seçilen beş lokasyonun her birinden üçgen şeklinde üçer numune alınmıştır. Toprak numuneleri bez torba ile laboratuvara taşınmıştır. Numuneler kurutulmuştur. Daha sonra 2 mm'lik elekte elenmiş, taş ve köklerden temizlenmiştir (Resim 3.9).

Toprak numunelerinin fiziksel ve kimyasal parametreleri (Saturasyon %, pH, toplam tuzluluk %, kireç %, organik maddeler %, fosfor P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Kg/da ve potasyum K<sub>2</sub>O Kg/da) belirlenmiştir. Bu analizler Afyonkarahisar Tarım ve Orman İl Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmıştır.

### **3.3.1 Sturasyon%**

Havada kurutulmuş 100 gr toprak göz açıklığı 2 mm olan elekten geçirilmiştir. Doyma kabına konulan toprağa yavaş yavaş su ilave edilmiş ve spatula yardımıyla ezilerek homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Çamur parlak bir renk alana ve ışığı yansıtana kadar su eklenerek işleme devam edilmiştir. Bu işlem doymuş çamurun spatula ile ortasından ayrılınca yeniden birleşinceye kadar uygulanmıştır (Çizelge 3.1) (Tüzüner 1990).

### **3.3.2 pH Tayini**

Suya doymuş toprak örnekleri 24 saat boyunca doyma kaplarında tutulmuş ve Mettler Toledo marka pH metre ile pH okumaları yapılmıştır (Çizelge 3.2) (Thomas, 1996).

### **3.3.3 Toplam Tuz %**

Topraktaki tuz konsantrasyonu, doymuş ekstrakttaki elektrik iletkenliği ölçülerek belirlenmiştir (Çizelge 3.3) (Tüzüner 1990).

### **3.3.4 Kireç%**

Analiz için hazırlanan toprak numuneleri 0.2 g, 0.5 g ve 1 g toprak içerdikleri kireç miktarına göre (hidroklorik asit damıtılarak köpüğün durumuna göre) tartılarak kireçli kavanozlara yerleştirilmiştir. Topraktaki kireç miktarını belirlemek için, önceden hazırlanmış bir hidroklorik asit çözeltisi ile 1:3 oranında (1 kısım hidroklorik asit-3 kısım damıtılmış su) kireç tortusu tüpleri de kavanozlara yerleştirilmiş ve miktarı tespit edilmiştir. Ardından kavanozlar kireç ölçere uygun şekilde yerleştirilmiş ve alet tüpleri sıfıra ayarlanmıştır. Sıfır ayarı yapıldıktan sonra dereceli tüpün hava ile temasını kesmek için kalsimetre valfi kapatılmıştır. Kireçli bir kavanoz sallanarak asidik çözeltinin toprakla temas etmesi ve reaksiyona girmesi sağlanmıştır ve gaz emisyonu durana kadar devam edilmiştir. Gaz salınımı sona erdiğinde, dereceli cam tüpten bir miktar karbondioksit gözlenmiştir (Çizelge 3.4) (Klute, 1986).

### 3.3.5 Organik Madde %

Organik madde analizi, Nelson ve Sommers (1996) tarafından tanımlanan ıslak yakma yönteminin ilkelerine göre gerçekleştirilmiştir. Analiz için hazırlanan toprak numuneleri 100 µm'lik bir elekten elenmiş ve 500 ml'lik Erlenmeyer şişelerine 0,2 gr veya 0,5 gr tartılmıştır. Bu toprağa 10 mL 1 N  $K_2Cr_2O_7$  (potasyum dikromat) ilave edilmiş ve hafifçe karıştırılmıştır. Yoğun  $H_2SO_4$  uygulanmış ve bir ocak üzerinde 150 °C'de yaklaşık 1 dakika ısıtılmıştır. Beherde kabarcıklar görünmeye başladıktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Örnekler 200 ml distile su ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine 13 damla difenilamin sülfonat indikatör solüsyonu damlatılarak titrasyona hazırlanmıştır. Daha sonra örnekler biüret içine yerleştirilmiş 0,5 N  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  (demir sülfat heptahidrat) çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon, yeşile döndüğü noktada durdurulmuştur (Çizelge 3.5) (Nelson ve Sommers 1996).

### 3.3.6 Yarayışlı Fosfor (P) Analizi

Analiz için hazırlanan 2 gr toprak 100 ml'lik beherlere yerleştirilmiştir. 40 mL 0.5 M modifiye  $NaHCO_3$  (sodyum bikarbonat) solüsyonu pH 8.5'e ilave edilmiş ve 30 dakika çalkalanmıştır. Örnekler Whatman 42 filtre kâğıdı kullanılarak 100 mL'lik şişelere süzölmüştür. Her birinden 3'er ml alınarak 25 ml'lik balon jöjeye konulmuş ve amonyum molibdat, antimon potasyum tartrat, sülfürik asit ve askorbik asitten oluşan karışım çözeltisinden 5 ml'lik son hacme 25 ml eklenmiştir. Daha sonra 0,02 mg/kg ile 0,2 mg/kg arasında hazırlanan fosfor standart grubunda da aynı işlemler uygulanmıştır. Renklenme işlemi sürecinde renk maviye döndüğünde, Standartlar için fosfor konsantrasyonları belirlenmiş ve ardından bir UV-VIS spektrofotometresinde 880 nm dalga boyunda toprak örnekleri ölçölmüştür (Çizelge 3.6) (Olsen vd. 1954).

### 3.3.7 Alınabilir K (mg kg<sup>-1</sup>)

Analiz için 4 gr toprak tartılmış ve 100 ml'lik beherlere yerleştirilmiştir. Beherlere 40 mL amonyum asetat solüsyonu ilave edilmiş ve 1 saat çalkalanmıştır. Numuneler Whatman 42 filtre kâğıdı kullanılarak 50 mL ICP tüplerine süzölmüş ve  $K^+$  miktarı Agilent-5100-ICP-OES cihazında belirlenmiştir (Çizelge 3.7) (Helmke ve Sparks 1996).

### 3.4 Su Örnekleri ve Lokasyonları

Çalışma sürecinde 4 lokasyondan su örnekleme yapılmıştır. Lokasyon seçiminde *Phragmites australis* topluluğunun bol olduğu bölgeler dikkate alınmıştır. Seçilen tüm lokasyonların koordinatları ve rakımları GPS cihazıyla tespit edilmiştir (Resim 3.10).

#### 3.4.1 Lokasyon 1

Eber köyü kuzeyindedir. Coğrafi koordinatları 38°37'01.0"N 31°07'38.3"E'dir. Rakım 966 metredir (Resim 3.11).

#### 3.4.2 Lokasyon 2

Bu lokasyon 1. Lokasyonun kuzey batısında yaklaşık 1km uzaklıktadır. Bu lokasyon gölün kenarında değil, gölün içindedir. Coğrafi koordinatları 38°37'36.4"N 31°07'37.6"E'dir. Rakım 965 metredir (Resim 3.12).

#### 3.4.3 Lokasyon 3

Bu lokasyon 2. Lokasyonun kuzey doğusunda ve 750m uzaklıktadır. Coğrafi koordinatları 38°37'58.8"N 31°07'30.0"E'dir. Rakım 964 metredir (Resim 3.13).

#### 3.4.4 Lokasyon 4

Bu lokasyon 3. lokasyonun yaklaşık 1.5 km kuzey batısındadır. Coğrafi koordinatları 38°38'21.0"N 31°06'32.9"E'dir. Rakım 966 metredir (Resim 3.14).

### 3.5 Su Örnekleme ve Analizleri

Su numuneleri fiziksel ve kimyasal analizler için sabah saatlerinde cam şişeler ile toplanmış ve numuneler etiketlenerek analiz için hemen laboratuvara taşınmıştır. Su örneklerinin fiziksel ve kimyasal parametreleri kapsamında Elektriksel İletkenlik (mmhos /cm), pH, SAR, RSC, Klor, Sodyum (me/l), Potasyum (me/l), Karbonat (me/l), Katyonlar toplamı, Bikarbonat (me/l), Bor, Kalsiyum, Magnezyum, Sertlik ve Sülfat miktarları belirlenmiştir. Su örnekleri laboratuvarında standart yöntemlere göre analiz edilmiştir (Anonim 1995).

### **3.5.1 Elektriksel İletkenlik**

Dijital göstergeli iletkenlik ölçme aletiyle ölçülmüştür (Tüzüner 1990).

### **3.5.2 pH**

Cam elektrotlu dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Tüzüner 1990).

### **3.5.3 Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)**

Total karbonat ve bikarbonattan total kalsiyum ve magnezyumun çıkarılmasıyla bulunmuştur (Tüzüner 1990).

### **3.5.4 Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)**

Sodyum miktarının, kalsiyum ve magnezyum miktarları toplamının yarısının kareköküne bölünmesiyle hesaplanmıştır (Çizelge 3.8) (Tüzüner 1990).

### **3.5.5 Sodyum Yüzdesi (%Na)**

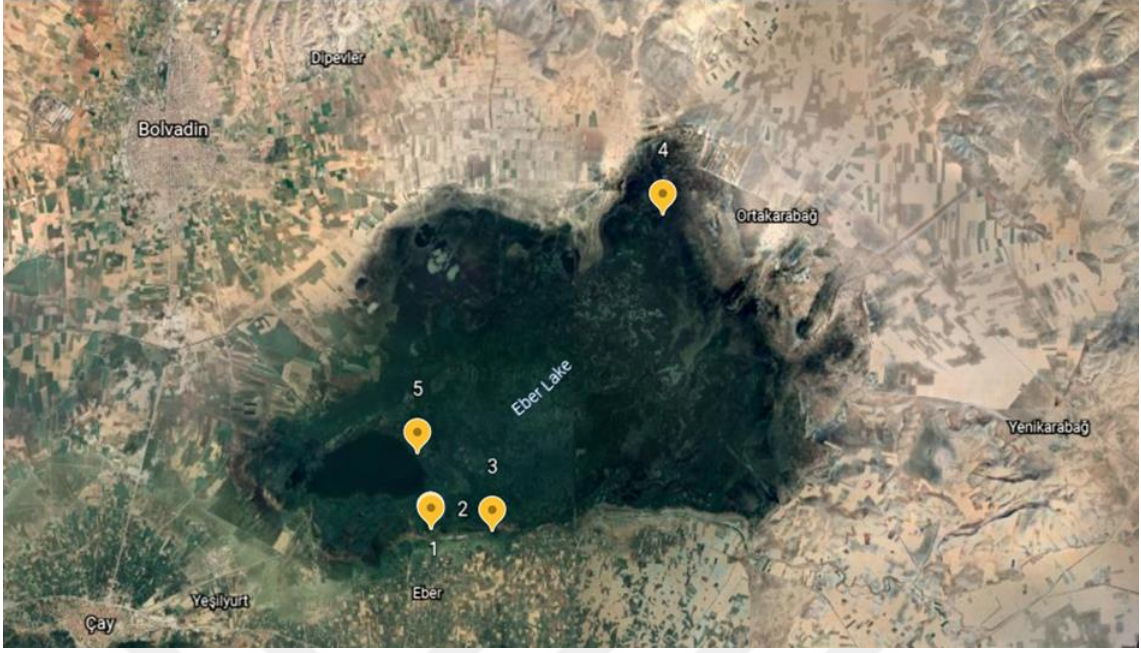
Suyun bileşimindeki sodyumun diğer katyonlara göre yüzde değerini belirten ifadedir (Tüzüner 1990).

### **3.5.6 Suda Çözünebilir Anyonlar ve Katyonlar**

Su örneklerindeki çözünebilir anyonlar Afyonkarahisar Tarım ve Orman İl Müdürlüğü laboratuvarındaki referanslar dikkate alınarak yapılmıştır. Katyonlar ise aynı laboratuvardaki ICP cihazı yardımıyla belirlenmiştir (Tüzüner 1990).

### **3.5.7 Sertlik**

10 mg/L CaCO<sub>3</sub> kapsayan su, 1 Fransız sertliğindedir (Çizelge 3.9) (Tüzüner 1990).



**Resim 3.1** Eber Gölü haritası ve araştırma lokasyonları (İnt. Kyn.4).



**Resim 3.2** *Phragmites australis* topluğu (özgün).



**Resim 3.3** Lokasyon 1'den görünüm (özgün).



**Resim 3.4** Lokasyon 2'ten görünüm (özgün).



**Resim 3.5** Lokasyon 3'ten görünüm (özgün).



**Resim 3.6** Lokasyon 4'ten görünüm (özgün).



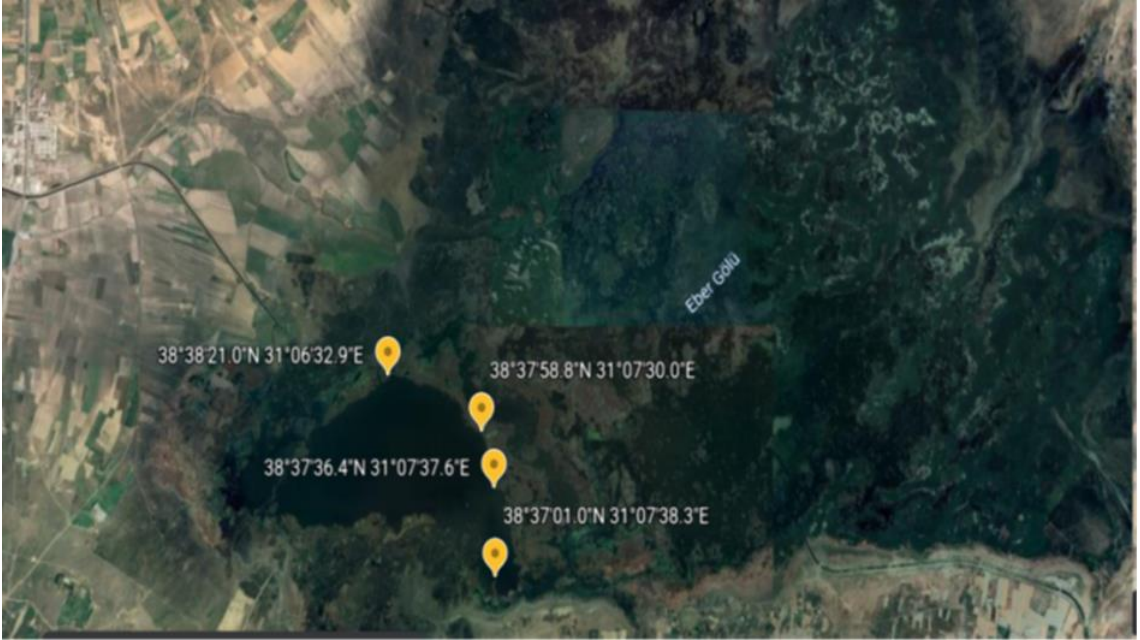
**Resim 3.7** Derekarabağ Köyü girişi (özgün).



**Resim 3.8** Lokasyon 5'ten görünüm (özgün).



**Resim 3.9** Lokasyon 1’den numune alma (özgün).



**Resim 3.10** Eber Gölü haritası ve su araştırma lokasyonları (İnt. Kyn.5).



**Resim 3.11** Lokasyon 1'ten görünüm (özgün).



**Resim 3.12** Lokasyon 2'ten görünüm (özgün).



**Resim 3.13** Lokasyon 3'ten görünüm (özgün).



**Resim 3.14** Lokasyon 4'ten görünüm (özgün).

**Çizelge 3.1** Toprakta Saturasyon%ait sınır değerleri (Ülgen ve Yurtsever 1995).

|                                | Sınır Değeri | Değerlendirme |
|--------------------------------|--------------|---------------|
|                                | <30          | Kumlu         |
| Saturasyon (Suyla Doygunluk) % | 31-50        | Tınlı         |
|                                | 51-70        | Killi-tınlı   |
|                                | 71-110       | Killi         |
|                                | >110         | Ağır Killi    |

**Çizelge 3.2** Topraktaki pH ait sınır değerleri (Ülgen ve Yurtsever 1995).

|    | Sınır Değeri | Değerlendirme   |
|----|--------------|-----------------|
|    | <4.5         | Kuvvetli asit   |
| pH | 4.5-5.5      | Orta asit       |
|    | 5.5-6.5      | Hafif asit      |
|    | 6.5-7.5      | Nötr            |
|    | 7.5-8.5      | Hafif alkali    |
|    | >8.5         | Kuvvetli alkali |

**Çizelge 3.3** Topraktaki toplam tuz% sınırdeğerleri (Tüzüner 1990).

|             | Sınır Değeri   | Tuzluk Derecesi     |
|-------------|----------------|---------------------|
|             | 0.0 –0.15      | Tuzsuz              |
| Toplam tuz% | 0.15 – 0.35    | Hafif Tuzlu         |
|             | 0.35 – 0.65    | Orta derecede tuzlu |
|             | 0.65 den fazla | Çok fazla tuzlu     |

**Çizelge 3.4** Topraktaki Kireç % ait sınır değerleri (Ülgen ve Yurtsever 1995).

|        | Sınır Değeri | Değerlendirme     |
|--------|--------------|-------------------|
|        | <1.0         | Kireçli           |
| Kireç% | 1.0-5.0      | Az kireçli        |
|        | 5.0-15.0     | Orta kireçli      |
|        | 15.0-25.0    | Fazla kireçli     |
|        | >25.0        | Çok fazla kireçli |

**Çizelge 3.5** Toprakta Organik Madde % ait sınır değerleri (Ülgen ve Yurtsever 1995).

|                 | Sınır Değeri | Değerlendirme |
|-----------------|--------------|---------------|
|                 | 0-1          | Çok az        |
| Organik Madde % | 1-2          | Az            |
|                 | 2-3          | Orta          |
|                 | 3-4          | İyi           |
|                 | >4           | Yüksek        |

**Çizelge 3.6** Topraktaki Fosfor ait sınır değerleri (Rehm vd. 1996).

|                                     | Sınır Değeri | Değerlendirme |
|-------------------------------------|--------------|---------------|
|                                     | 0-3          | Çok düşük     |
| Fosfor<br>(P, mg kg <sup>-1</sup> ) | 4-7          | Düşük         |
|                                     | 8-11         | Orta          |
|                                     | 12-15        | Yüksek        |
|                                     | >16          | Çok yüksek    |

**Çizelge 3.7** Topraktaki Fosfor ait sınır değerleri (Rehm vd. 1996).

|                                     | Sınır Değeri | Değerlendirme |
|-------------------------------------|--------------|---------------|
|                                     | 0-40         | Çok düşük     |
| Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> ) | 41-80        | Düşük         |
|                                     | 81-120       | Orta          |
|                                     | 121-160      | Yüksek        |
|                                     | >161         | Çok yüksek    |

**Çizelge 3.8** Sulama sularının SAR değerlerine göre sınıflandırılması (Tüzüner 1990).

| SAR Değeri (%) | Sulama Suyun Niteliği |
|----------------|-----------------------|
| 10'dan az      | Çok iyi               |
| 10-18 arası    | İyi                   |
| 18-26 arası    | Orta                  |
| 26'dan fazla   | Kötü                  |

**Çizelge 3.9** Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından sular sertliklerine göre CaCO<sub>3</sub> olarak sınıflandırılmıştır (WHO 1996).

|                      |                  |                 |
|----------------------|------------------|-----------------|
| Sertlik<br>(Fransız) | 0 – 75 mg/l      | Yumuşak sular   |
|                      | 75 – 150mg/l     | Orta sert sular |
|                      | 150 – 300 mg/l   | Sert sular      |
|                      | 300 mg/l ve üstü | Çok sert sular  |

## 4. BULGULAR

### 4.1 Eber Gölü Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları

Bu çalışmada, Eber Gölü'nün toprak ve su özelliklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile Eber Gölü'ndeki *Phragmites australis* türü restorasyon ekolojisi açısından değerlendirilmiştir. Eber Gölü'ne ait toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1** Eber Gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin fizikokimyasal parametre değerleri

| Lokasyonlar           | Lokaliteler    | Satürasyon (%) | pH   | Toplam tuz | Kireç (%) | Organik maddeler (%) | Alınabilir fosfor P2O5 (Kg/da) | Alınabilir potasyum K2O (Kg/da) |
|-----------------------|----------------|----------------|------|------------|-----------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| I                     | 1.Lokalite     | 171.6          | 7.57 | 0.49       | 8.75      | 20.12                | 19.5                           | 432                             |
|                       | 2.Lokalite     | 173.8          | 7.47 | 0.49       | 5.83      | 20.5                 | 13.83                          | 423                             |
|                       | 3.Lokalite     | 205.7          | 7.6  | 0.71       | 9.48      | 20.84                | 33.89                          | 564                             |
|                       | Ortalama Değer | 183.7          | 7.54 | 0.56       | 8.02      | 20.48                | 22.4                           | 473                             |
| II                    | 1.Lokalite     | 281            | 7.53 | 1.16       | 24.07     | 18.9                 | 51.18                          | 546                             |
|                       | 2.Lokalite     | 259.6          | 7.58 | 1.41       | 26.98     | 19.35                | 58.21                          | 264                             |
|                       | 3.Lokalite     | 242            | 7.73 | 1.21       | 16.04     | 19.5                 | 48.86                          | 228                             |
|                       | Ortalama Değer | 260.8          | 7.61 | 1.26       | 22.3      | 19.25                | 52.75                          | 346                             |
| III                   | 1.Lokalite     | 138.6          | 7.56 | 0.18       | 11.67     | 11.26                | 10.26                          | 114                             |
|                       | 2.Lokalite     | 154            | 7.36 | 0.16       | 16.04     | 10.13                | 9.18                           | 84                              |
|                       | 3.Lokalite     | 151.8          | 7.44 | 0.17       | 12.4      | 11.27                | 9.07                           | 99                              |
|                       | Ortalama Değer | 148.13         | 7.45 | 0.17       | 13.37     | 10.88                | 9.5                            | 99                              |
| IV                    | 1.Lokalite     | 110            | 8.12 | 0.33       | 48.13     | 11.4                 | 6.97                           | 210                             |
|                       | 2.Lokalite     | 108.9          | 7.93 | 0.85       | 51.78     | 12.05                | 6.69                           | 219                             |
|                       | 3.Lokalite     | 90.2           | 7.94 | 0.35       | 53.96     | 10.03                | 7.65                           | 213                             |
|                       | Ortalama Değer | 103            | 7.99 | 0.51       | 51.29     | 11.16                | 7.1                            | 214                             |
| V                     | 1.Lokalite     | 242            | 7.53 | 0.43       | 12.58     | 18.14                | 47.38                          | 543                             |
|                       | 2.Lokalite     | 276.1          | 7.28 | 0.46       | 17.61     | 21.79                | 57.7                           | 378                             |
|                       | 3.Lokalite     | 182.6          | 7.27 | 0.37       | 37.38     | 18                   | 50.61                          | 402                             |
|                       | Ortalama Değer | 233.56         | 7.36 | 0.42       | 22.5      | 19.31                | 51.89                          | 441                             |
| Toplam Ortalama Değer |                | 185.83         | 7.54 | 0.58       | 23.49     | 16.21                | 28.72                          | 314.6                           |

#### **4.1.1 Saturasyon (%)**

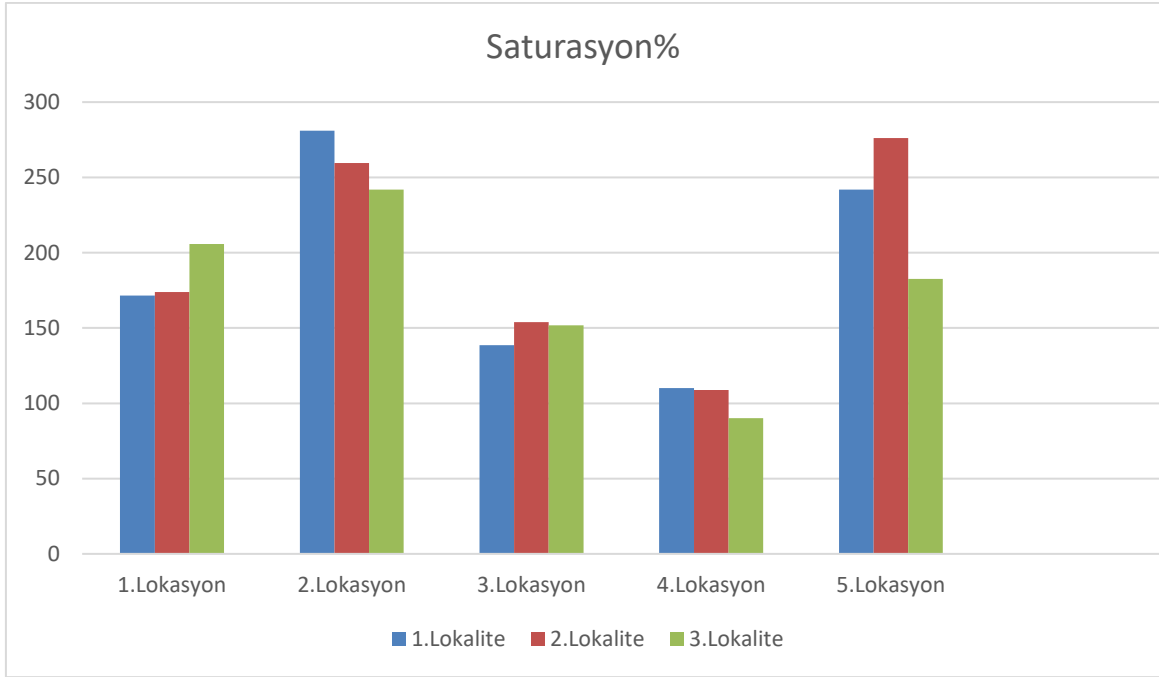
Eber Gölünün 5 farklı lokasyonundan alınan toprak numunelerinin toplam ortalama saturasyon değeri 185,83 dür. Lokasyonlar arasında endüşük saturasyon değeri 4. Lokasyonda 103, enyüksek saturasyon değeri ise 2. lokasyonda 260,8 olarak tespit edilmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin Saturasyon değerleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Saturasyon indeksine göre tüm lokasyon bölgelerindeki toprakların killi (4. lokasyonun 2. ve 3. lokalitesi) ve ağır killi (diğer lokasyon ve lokaliteler) olduğu belirlenmiştir.

#### **4.1.2 pH**

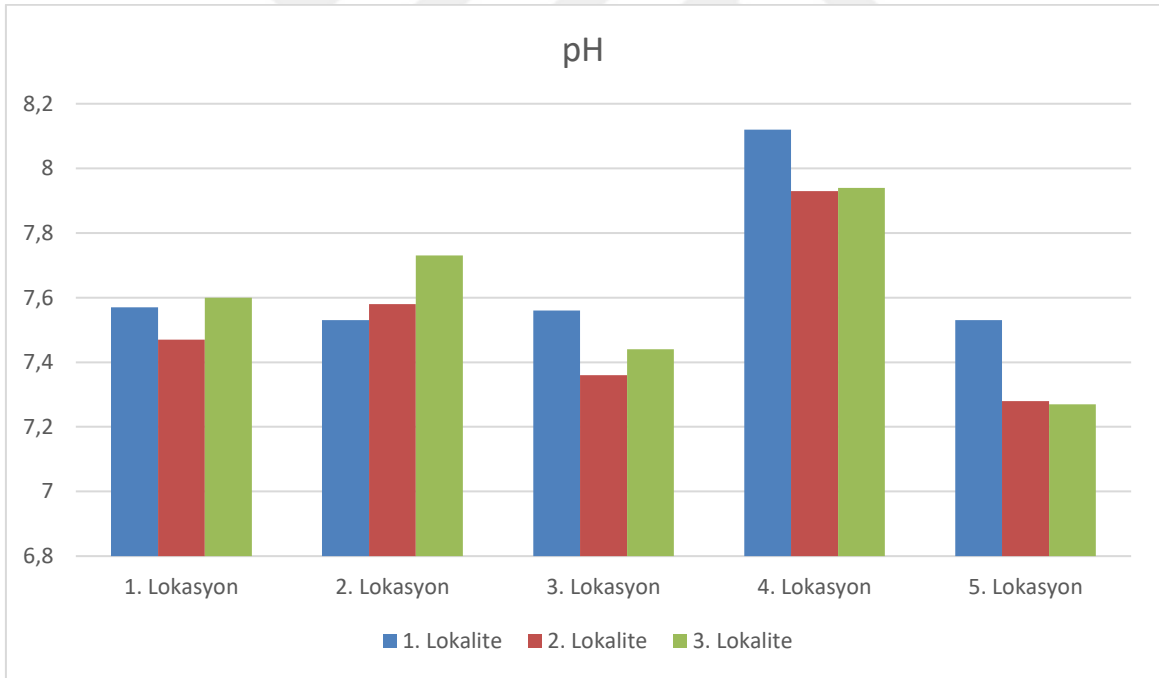
Çalışmada 5 farklı lokasyonundan alınan toprak numunelerinin genel ortalama pH değeri 7.54 dür. Lokasyonlar arasında en düşük pH değeri 3. lokasyonda 7.45, en yüksek pH değeri ise 4. lokasyonda 7.99 olarak belirlenmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin pH değerleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. pH indeksine göre bölgelerindeki topraklar nötr (1.lokasyonun 2. lokalitesi, 3. Lokasyonun 2 ve 3. Lokaliteleri ile 5. Lokasyon 2, 3 lokaliteleri) hafif alkali (diğer lokasyon ve lokaliteler) özellikle ölçülmüştür.

#### **4.1.3 Toplam Tuz (%)**

Eber Gölünün 5 farklı lokasyonundan alınan toprak numunelerinin genel ortalama tuz (%) değeri 0.53 tür. Lokasyonlar arasında endüşük toplam tuz (%) değeri 3. lokasyonda 0.17, enyüksek toplam tuz (%) değeri ise 2. lokasyonda 1.41 olarak tespit edilmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin toplam tuz (%) değerleri Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Toplam tuz indeksine göre tüm lokasyon bölgelerindeki topraklar hafif tuzlu (3. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri ve 4. lokasyonun 1. lokalitesi) ve orta tuzlu (1. lokasyonun 1 ve 2. Lokalitesi ve 4. lokasyonun 3. Lokalitesi ve 5. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri) çok tuzlu (1. lokasyonun 3. Lokalitesi, 2. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri ve 4. lokasyonun 2. lokalitesi) olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.1** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin saturasyon değerleri.



**Şekil 4.2** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin pH değerleri.

#### **4.1.4 Kireç (%)**

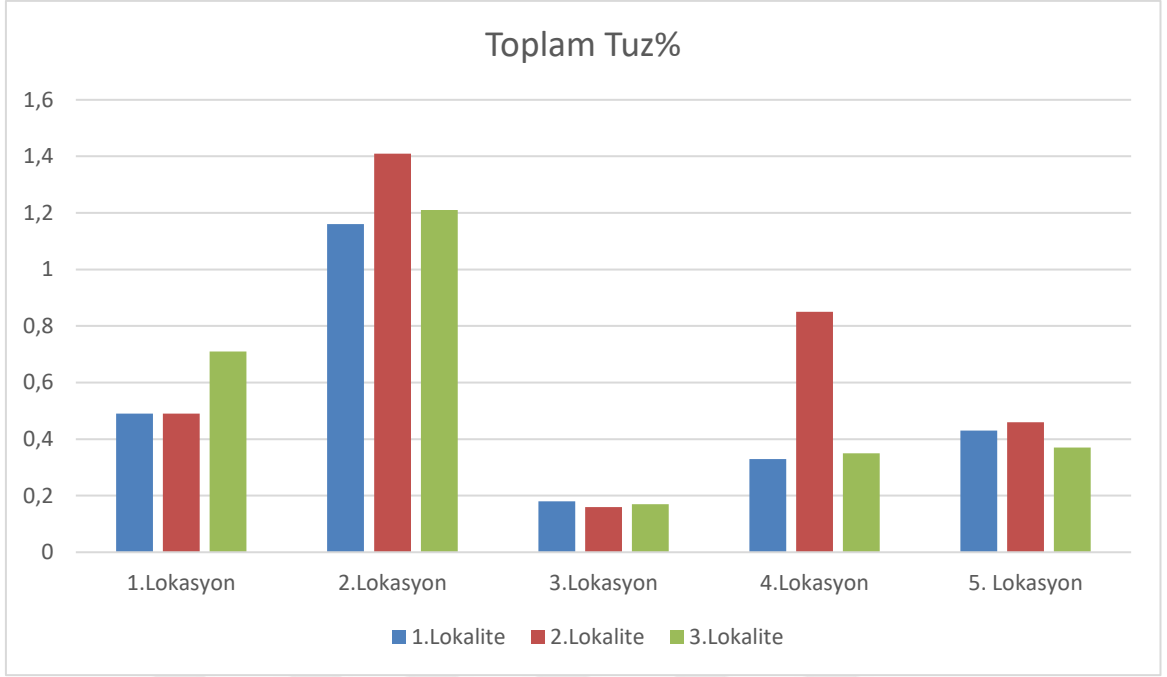
Eber Gölünün 5 farklı lokasyonundan alınan toprak numunelerinin toplam ortalama kireç değeri %23.94 tür. Lokasyonlar arasında en düşük kireç değeri 1. lokasyonda %8.02, en yüksek kireç değeri ise 4. lokasyonda %51.29 olarak tespit edilmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin toplam tuz değerleri Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Kireç % indeksine göre tüm lokasyon bölgelerindeki topraklar orta kireçli (1. Lokasyonun 1. 2. ve 3. lokaliteleri ve 3. lokasyonun 1 ve 3 lokaliteleri) fazla kireçli (2. lokasyonun 1. ve 3. lokaliteleri ve 3. lokasyonun 2. lokaliteleri ile 5. lokasyonun 2. ve 3. lokaliteleri) çok fazla kireçli (2. lokasyonun 2. lokalitesi ve 4. lokasyonun 1. 2. ve 3. lokaliteleri ile 5. lokasyonun 3. lokalitesi) özellikte olduğu belirlenmiştir.

#### **4.1.5 Organik Madde (%)**

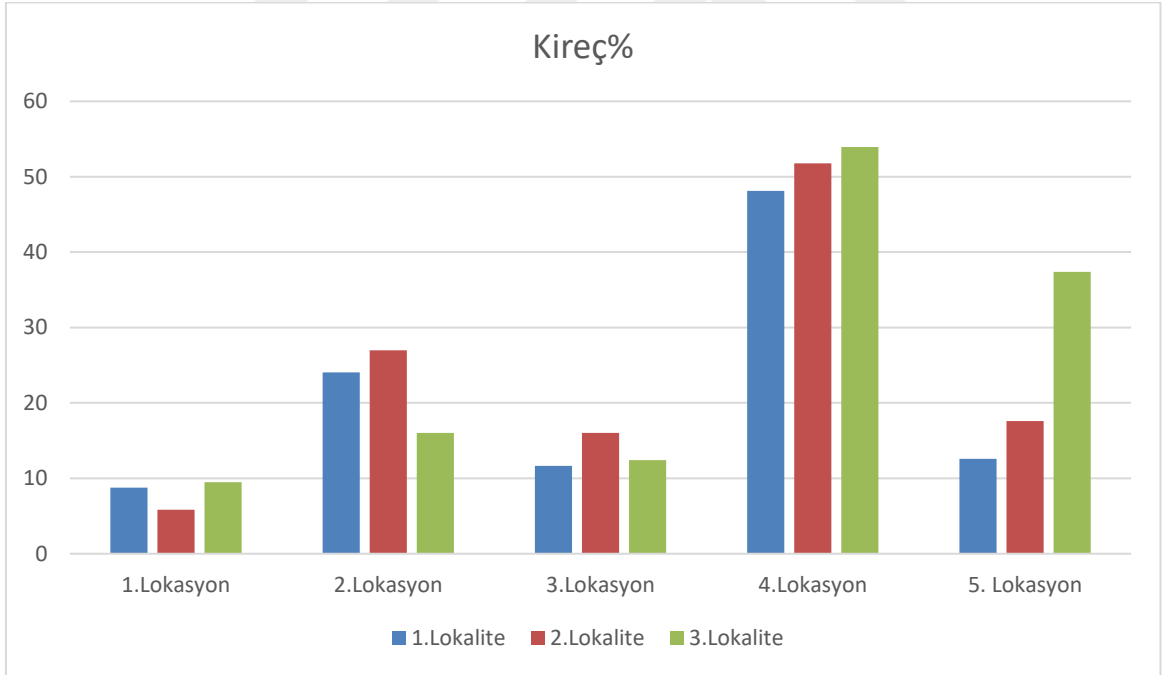
Eber Gölünün 5 farklı lokasyonundan alınan toprak numunelerinin toplam ortalama organik madde % değeri 16.21 dir. Lokasyonlar arasında en düşük organik madde % değeri 3. lokasyonda 10.88, en yüksek organik madde % değeri ise 1. lokasyonda 20.48 olarak tespit edilmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin organik madde % değerleri Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Organik madde % indeksine göre tüm lokasyon ve lokalitelerdeki toprakların yüksek organik madde taşıdığı tanımlanmıştır.

#### **4.1.6 Alınabilir Fosfor-P<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Kg/da)**

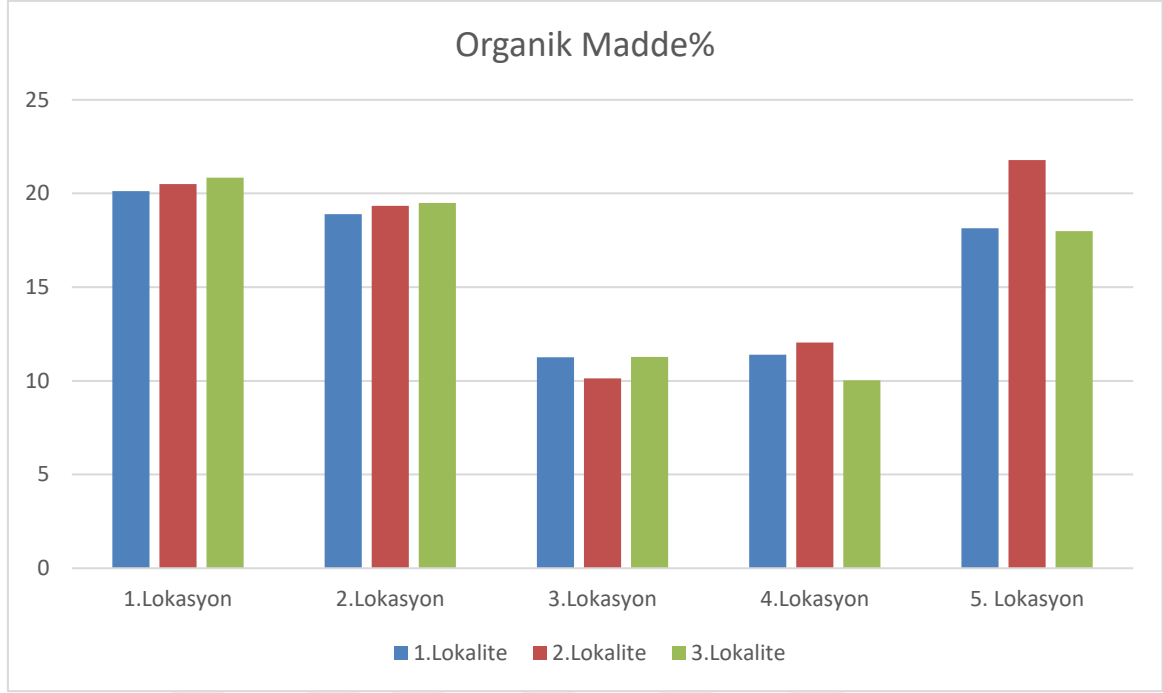
Çalışmada 5 farklı lokasyondan alınan toprak numunelerinin genel ortalama fosfor değeri 28.72 dir. Lokasyonlar arasında en düşük fosfor değeri 3. lokasyonda 9.5, en yüksek fosfor değeri ise 2. lokasyonda 52.75 olarak belirlenmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin fosfor değerleri Şekil 4.6’de gösterilmiştir. Fosfor indeksine göre düşük (4. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri) orta (3. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri) yüksek (1. lokasyonun 2. lokalitesi) çok yüksek (1. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri ve 2. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri ile 5. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri) fosfor içeriğine sahip olduğu ölçülmüştür.



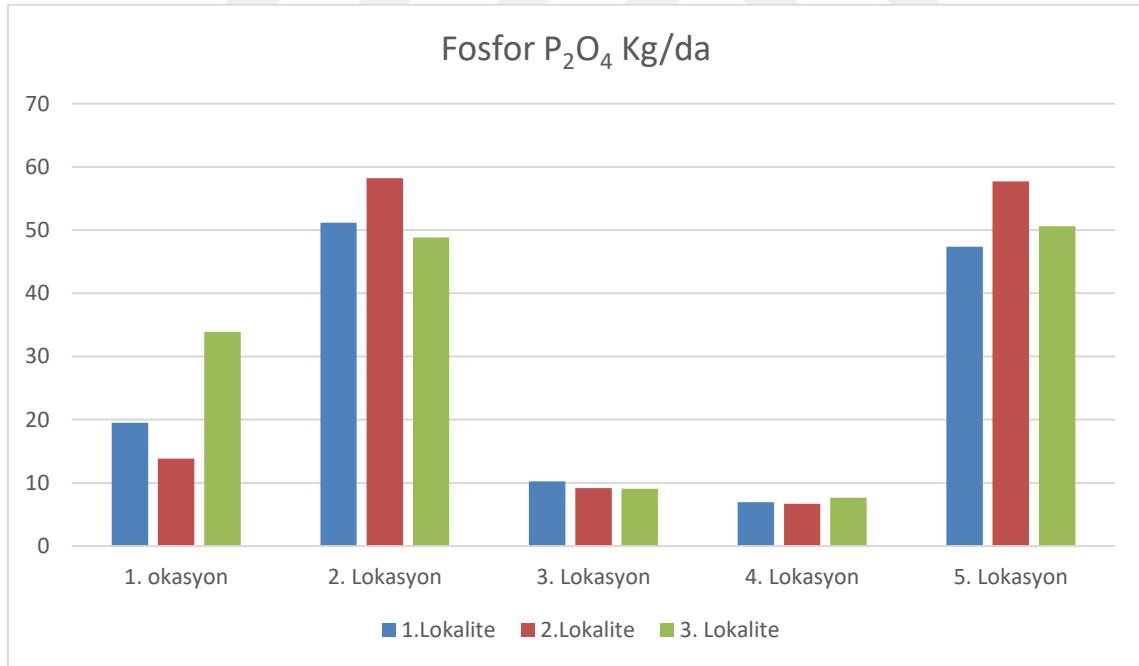
**Şekil 4.3** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin toplam tuz (%) değerleri.



**Şekil 4.4** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin kireç (%) değerleri.



**Şekil 4.5** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin organik madde (%) değerleri.



**Şekil 4.6** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor  $P_2O_4$  (Kg/da) değerleri.

#### **4.1.7 Alınabilir Potasyum-K<sub>2</sub>O (Kg/da)**

Çalışmada 5 farklı lokasyonundan alınan toprak numunelerinin toplam ortalama potasyum değeri 314.6 dır. Lokasyonlar arasında en düşük potasyum değeri 3. lokasyonda 99, en yüksek potasyum değeri ise 1. lokasyonda 473 olarak belirlenmiştir. Her bir lokasyonun 3 farklı lokalitesinden alınan toprak örneklerinin potasyum değerleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Potasyum indeksine göre orta (3. lokasyonun 1, 2 ve 3. lokaliteleri) çok yüksek (diğer lokasyon ve lokaliteler) özelliğindedir.

#### **4.2 Eber Gölü Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları**

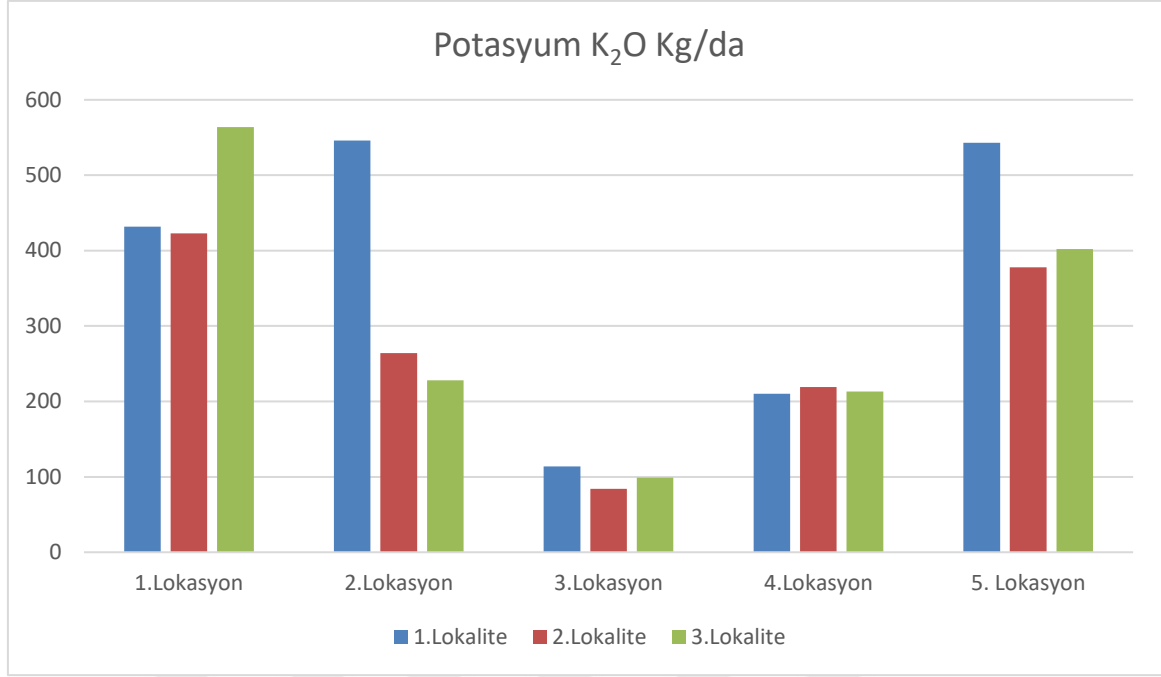
Eber Gölü su örneklerinin fiziksel ve kimyasal parametreleri kapsamında; Elektriksel İletkenlik (mmhos/cm), pH, SAR, RSC, Klor, Sodyum (me/l), Potasyum (me/l), Karbonat (me/l), Katyonlar toplamı, Bikarbonat (me/l), Bor, Kalsiyum, Magnezyum, Sertlik ve Sülfat miktarları belirlenmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

##### **4.2.1 pH**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama pH değeri 8.63 dır. Lokasyonlar arasında en düşük pH değeri 2. Lokasyonda 8.53, en yüksek pH değeri ise 4. lokasyonda 8.74 olarak tespit edilmiştir. Lokasyonların pH değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. pH indeksine göre tüm lokasyon bölgelerindeki sular alkali özelliğindedir.

##### **4.2.2 Elektriksel İletkenlik**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama Elektriksel İletkenlik değeri 2640 dir. Lokasyonlar arasında en düşük Elektriksel İletkenlik değeri 2 ve 3. lokasyonda 2610, en yüksek Elektriksel İletkenlik değeri ise 1. lokasyonda 2690 olarak tespit edilmiştir. Lokasyonların Elektriksel İletkenlik değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.7** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan toprak örneklerinin alınabilir potasyum K<sub>2</sub>O (Kg/da) değerleri.

**Çizelge 4.2** Eber gölü araştırma lokasyonlarından alınan su örneklerinin fizikokimyasal parametre değerleri

| Parametreler                       | 1.Lokasyon | 2.Lokasyon | 3.Lokasyon | 4.Lokasyon | Ortalama Değer |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| pH                                 | 8.60       | 8.53       | 8.66       | 8.74       | 8.63           |
| Elektriksel İletkenlik (mmhos /cm) | 2690       | 2610       | 2610       | 2630       | 2640           |
| Sodyum (me/l)                      | 33         | 33         | 33         | 33         | 33             |
| Potasyum                           | 2.5        | 2.5        | 2.5        | 2.5        | 2.5            |
| Bor (me/l)                         | 0.681      | 0.708      | 0.646      | 0.691      | 0.6815         |
| Ca+Mg (me/l)                       | 4.2        | 5.2        | 5.9        | 5.3        | 5.1            |
| Katyonlar toplamı                  | 39.7       | 40.7       | 41.4       | 40.8       | 40.65          |
| Karbonat (me/l)                    | 3.13       | 2.21       | 2.02       | 2.02       | 2.34           |
| Bikarbonat (me/l)                  | 8.00       | 8.92       | 8.83       | 8.55       | 8.57           |
| Klor (me/l)                        | 16.2       | 13.95      | 13.95      | 12.60      | 14.17          |
| Sülfat (SO <sub>4</sub> )(me/l)    | 12.37      | 15.62      | 16.60      | 17.63      | 15.55          |
| Sertlik (Fransız)                  | 21         | 26         | 29.5       | 26.5       | 25.75          |
| RSC (me/l)                         | 6.93       | 5.93       | 4.95       | 5.27       | 5.77           |
| SAR (me/l)                         | 22.7       | 20.47      | 19.22      | 20.88      | 20.8           |

#### **4.2.3 Sodyum (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama sodyum değeri 33 me/l dır. Tüm lokasyonların sodyum değeri 33 me/l olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.4 Potasyum (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama potasyum değeri 2.5 me/l dir. Tüm lokasyonların sodyum değeri 2.5 me/l olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.5 Bor (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama bor değeri 0.6815 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük bor değeri 3. lokasyonda 0.646 me/l, en yüksek bor değeri ise 2. lokasyonda 0.708 me/l olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.6 Ca+Mg (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama Ca+Mg değeri 5.1 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük Ca+Mg değeri 1. lokasyonda 4.2 me/l, en yüksek Ca+Mg değeri ise 3. lokasyonda 4.2 me/l olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.7 Katyonlar toplamı**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama Katyonlar toplam değeri 40.65 dir. Lokasyonlar arasında en düşük Katyonlar toplam değeri 1. lokasyonda 39.7, en yüksek Katyonlar toplam değeri ise 3. lokasyonda 41.4 olarak tespit edilmiştir. Lokasyonları Katyonlar toplam değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

#### **4.2.8 Karbonat (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama Karbonat değeri 2.34 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük Karbonat değeri 3,4. lokasyonda 2.02 me/l, en yüksek Karbonat değeri ise 1. lokasyonda 3.13 me/l olarak tespit edilmiştir. Lokasyonları Karbonat değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

#### **4.2.9 Bikarbonat (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama bikarbonat değeri 8.57 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük bikarbonat değeri 1. lokasyonda 8.00 me/l, en yüksek bikarbonat değeri ise 2. lokasyonda 8.92 me/l olarak tespit edilmiştir. Lokasyonları bikarbonat değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

#### **4.2.10 Klor (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama klor değeri 14.17 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük klor değeri 4. lokasyonda 12.60 me/l, en yüksek klor değeri ise 1. lokasyonda 16.2me/l, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.11 Sülfat-SO<sub>4</sub> (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama Sülfat değeri 15.55 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük sülfat değeri 1. lokasyonda 12.37 me/l, en yüksek sülfat değeri ise 4. lokasyonda 17.63me/l, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.12 Sertlik (Fransız)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama sertlik değeri 25.75 dir. Lokasyonlar arasında en düşük sertlik değeri 1. lokasyonda 21, en yüksek sertlik değeri ise 3. Lokasyonda 29.5, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.13 RSC (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama RSC değeri 5.77 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük RSC değeri 3. lokasyonda 4.95 me/l, en yüksek RSC değeri ise 1. lokasyonda 6.93 me/l, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

#### **4.2.14 SAR (me/l)**

Eber Gölünün 4 farklı lokasyonundan alınan su numunelerinin ortalama SAR değeri 20.8 me/l dir. Lokasyonlar arasında en düşük SAR değeri 3. lokasyonda 19.22 me/l, en yüksek SAR değeri ise 2. lokasyonda 20.47 me/l, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Eber Gölü'nün toprak ve su özelliklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile Eber Gölü'ndeki *Phragmites australis* türü, restorasyon ekolojisi açısından değerlendirilmiştir. Eber Gölü çevresindeki karasal ortamın 5 farklı örnekleme alanından alınan toprak örneklerinin analizi sonuçları, literatür bilgileri kapsamında aşağıda değerlendirilmiştir.

Toprak saturasyonu, organik madde tutulması, minerallerin dağılımı, mikrobiyal biyokütle ve diğer toprak özellikleri üzerinde etkisi olan önemli bir abiyotik faktördür (Hamarashidvd 2010). Eber Gölü analiz sonuçlarımıza göre yukarıdaki verilerle uyumlu olarak saturasyon bakımından zengin sonuçlar bulunmuştur. Dördüncü lokasyon en düşük saturasyon değerine sahip eken ikinci lokasyon en yüksek saturasyon miktarına sahiptir. Bu verilere göre Eber Gölünün farklı lokasyonları killi ve ağır killi toprak özelliği göstermektedir.

Toprak pH'ı, bitkiler için besin maddelerinin mevcudiyeti üzerinde büyük etkiye sahiptir. Besin maddelerinin çoğu 5.5 ila 7 pH aralığında mevcuttur. 7.5'ten yüksek pH'da, fosfatlar kalsiyum ile kompleksler oluşturur (Jiao vd. 2009). Besin mevcudiyeti için uygun pH üst limitini eşleştirmek, oysa bazı yerlerde daha yüksek toprak pH'ı bunların mevcudiyetini kısıtlayabilir. Zamansal ve dikey değişimler toprak nem rejimine, toprak dokusuna ve organik madde içeriğine bağlanabilir (Bailey vd. 2005). Tuzlar, topraktan daha derin toprak katmanlarına sızan toprak çözeltisindeki  $H^+$ 'ni serbest bırakan katyon değişim bölgelerini işgal eder (Kadono vd. 2009). Eber Gölü örnekleme alanlarının toprak pH'ı 7,45 ile 7,99 arasında değişmektedir. pH değerlerine göre, incelenen tüm alanlardaki toprağın nötr ila hafif alkali olduğu bulunmuştur. Bu kapsamda Eber Gölü toprak pH değeri, makrofit gelişimi bakımından uygun nitelikte bir ortam özelliği taşımaktadır.

Toplam tuz (%), sulak alan ortamındaki tuzlanma, çevresel dalgalanmaların çoğundan sorumludur. Toprak tuzluluğu, sulak alan ekosisteminin üretkenliğini ve ekolojik ortamını doğrudan etkiler (Shoba ve Ramakrishnan 2017). Tuzlulaşma, topraktaki verimliliğin azalmasına yol açan kalsiyum, magnezyum ve sodyum tuzlarının topraktaki

birikimidir. Bu süreç kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağışın yetersiz olduğu bölgelerde önemli bir sorundur. Bu gibi yerlerde yetersiz yağışa bağlı olarak oluşan topraktaki buharlaşma nedeniyle toprak yüzeyine yakın yerlerdeki tuzun birikimiyle olmaktadır. Yüksek tuz oranına sahip su ile arazinin sulanması bu süreci daha da tetiklemektedir. Kıyı bölgelerinde deniz suyunun tatlı su olan yerlere akışıyla tuzlanma hızlanmaktadır. Beşerî faaliyetler nedeniyle oluşan tuzlulaşma sürülebilir arazilerin %50'sini etkilemektedir (Abrol vd. 1988). Eber Gölü analiz sonuçlarında toplam tuz (%) bakımından farklı sonuçlar bulunmuştur. Üçüncü lokasyon en düşük toplam tuz değerine sahip eken ikinci lokasyon en yüksek tuz miktarına sahiptir. Bu verilere göre Eber Gölü'nün farklı lokasyonları farklı tuz değerine sahip olmakla birlikte çoğunlukla yüksek tuzluluğa sahiptir.

Göllerde kireç kalsiyum karbonat (kalsit;  $\text{CaCO}_3$ ) içeren biyojeokimyasal süreçler önemli rol oynamaktadır. Kalsitin çözünmesi, birçok sert su gölünün iyonik bileşimine hakim olan ana iyonlar olan kalsiyum ( $\text{Ca}^{+2}$ ) ve bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) sağlar ve bunların büyük ölçüde asitleşmeye direnç gösterme yetenekleri vardır. Ek olarak, bikarbonat sudaki fotosentez reaksiyonu için önemli bir  $\text{CO}_2$  kaynağıdır. Bikarbonat ve karbonat iyonları ayrıca metallerle inorganik kompleksler oluşturarak toksik katyonik metallerin (Ag, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) biyoyararlanımını azaltır. Yaz aylarında artan fotosentez nedeniyle yükselen pH değerlerinde, ötrofik göller  $\text{CO}_2$  ve  $\text{CaCO}_3$  için yutak görevi görerek atmosferdeki  $\text{CO}_2$  birikimine kısmen karşı koyar (Pacheco vd. 2013). Yaz aylarındaki bu  $\text{CO}_2$  alımı süreci, göllerin çoğu için belgelenen, atmosfere yıllık net  $\text{CO}_2$  salınımını azaltmaya da yardımcı olur (Raymond vd. 2013). Eber Gölü analiz sonuçlarında  $\text{CaCO}_3$  bakımından zengin sonuçlar bulunması, özellikle yaz döneminde ortamın  $\text{CO}_2$  miktarının azaltılmasına katkıda bulunduğu söylenebilir.

Toprak organik maddesi; topraktaki nitrojen döngüsünü, biyolojik aktiviteyi, katyon değişim kapasitesini ve agregat stabilitesini büyük ölçüde etkileyen önemli bir toprak bileşenidir (Carvalho vd. 2009). Toprak organik maddesi ile toprağın nitrojen içeriği artar, toprak fiziksel özellikleri gelişir ve erozyon riski azalır, bunun sonucunda toprak kalitesi artar (Janzen vd. 1992). Toprağın organik madde döngüsü, mikrobiyal kütlelenin aktivitesi ve büyüklüğü ile kontrol edilir. Bundan dolayı, toprağın biyolojik ve

biyokimyasal parametreleri toprağın ekolojik olarak biçimlenmesinde önemli role sahiptir (Roldan vd. 2003). Eber Gölündeki organik madde değeri tüm istasyonlarda sınır değerin üzerinde gözlenmiştir. Normal olarak, kuru iklimler, topraklardaki yavaş mikrobiyal aktivite, özellikle ayrışma ve mineralizasyon ile ilişkilidir. Dolayısıyla bu toprakların organik madde miktarı daha fazladır. Topraktaki organik madde, bitki artıkları girdilerinin doğrudan bir sonucudur, bu nedenle artan yağış, bitki örtüsünün daha fazla büyümesini ve dolayısıyla üst toprak katmanındaki ayrışma hızı üzerinde fazla bir etkisi olmaksızın daha fazla organik madde üretimini teşvik eder (Chibsa ve Ta 2009). Eber Gölü toprak örneklerinde organik madde değerinin yüksek olması ortamın ekolojik verimliliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Yüksek seviyedeki fosforun sucul alanlarda ötrofikasyona yol açtığı bilinmektedir. Ayrıca toprak erozyonu sonucunda baraj ve göletlere ulaşan aşırı düzeydeki fosfat, kompleksler halinde çökelerek zarar verebilmektedir. Toprağa gereğinden fazla uygulanan fosfor gübreler bitki gelişimine de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, toprağa uygulanan yıllık fosfor girişiyle ilgili hesaplamalara özen gösterilmesi gereklidir (Yıldız ve Bilgin 2008). Eber Gölü toprak numuneleri fosfor bakımından zengindir. Bu kapsamda Eber Gölü kıyısındaki topraklara fosfor uygulaması yapılması sürecinde ilgili analiz verilerinin göz önüne alınması yararlı olacaktır.

Potasyum bitki büyüme ve gelişmesinden sorumlu olan çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik süreçler için gereklidir. Potasyum protein sentezinde, karbonhidrat metabolizmasında ve enzim aktivasyonunda yer alır. Katyon-anyon dengesi, osmoregülasyon, su hareketi, enerji transferi ve diğer birçok süreçte yardımcı olur. Potasyum ayrıca kuraklık, tuzluluk, metal toksisitesi, yüksek veya soğuk sıcaklıklar gibi çeşitli abiyotik streslerde hafifletici bir rol oynar. Bitkiler K eksikliği yaşadığında, yaprak kenarlarında bodur büyüme ve sararma sergilerler. Ayrıca, zayıf bir kök sistemi, bitkide yatma, verim azalmaları, bitkinin çeşitli hastalıklara ve haşere istilasına karşı duyarlılığını artırır (Wang 2013). Eber Gölü toprak numunelerinin analiz sonuçlarında potasyum bakımından zengin sonuçlar bulunmuştur. Bu veriler Eber Gölü ortamının vejetasyon gelişimi için uygun olması bakımından önem taşımaktadır.

Eber Gölü'nün içindeki 4 farklı örnekleme alanından alınan su örneklerinin analiz sonuçları, literatür bilgileri kapsamında değerlendirilmiştir.

pH, hem flora hem de fauna için sudaki en önemli faktördür. Suyun asidik mi yoksa alkali mi olduğu pH ölçümleriyle belirlenir. Sudaki hidrojen iyonu arttıkça asitlik artar ve pH düşer, hidrojen iyonu azaldıkça suyun alkalitesi ve pH'ı artar. pH değeri bikarbonat ile değişir ve karbondioksit ile ters orantılı olarak değişir (Jiao vd. 2009). Eber Gölü su analiz sonuçlarımıza göre göl suyu alkali niteliktedir. Bu özellik gölün ötrifikasyon özelliği ile açıklanabilir.

Elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{mhos}$ ), bir malzemenin bir elektrik akımını veya bir elektrik yükünü iletme veya barındırma yeteneğinin ölçüsüdür. Suyun kirlilik durumunu incelemek için en iyi seçenek, elektriksel iletkenliğini hesaplamaktır (Shrestha vd 2017). İletkenlik ölçümü ayrıca yakıt endüstrisinde sızıntı tespiti, yerinde temizlik (CIP), tuzdan arındırma, iki sıvının ara yüzünün tespiti ve güvenlik önleminde de kullanılır. Ayrıca, mahsul üretimini etkileyen toprak koşulları, kuraklık, yağış ve diğer çevresel durumlar arasındaki etkileşimi de gösterir (Ozcep vd. 2009). Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletme yeteneğinin ölçüsüdür. Bu kapasite iyonların konsantrasyonuna, iyonik hareketliliğe ve sıcaklığa bağlıdır. Suyun toplam çözünmüş katı içeriği ile doğrudan ilişkili elektriksel iletkenliği, 25 °C'de Micro Siemens/cm olarak ifade edilir. Numuneler için EC değerleri 2610 ile 2690 ( $\mu\text{mho/cm}$ ) arasında değişmektedir. EC değeri Toplam çözünmüş madde ile doğru orantılıdır (Shrinivasa-Rao ve Venkateswaralu 2000). Eber Gölü su numunelerinin EC değerleri izin verilen sınırdan daha yüksek EC değerleri göstermektedir. Buna göre, ikinci ve üçüncü lokasyon en düşük iletkenliğe sahip eken, birinci lokasyon en yüksek elektriksel iletkenliğe sahiptir. Bu EC verileri, Eber Gölü'nün ötrofik özelliğini desteklemektedir.

Sodyum, suda bulunan baskın bir katyondur. Sodyum, suyun hem tarımsal hem de evsel kullanımı için önemli bir faktördür (WHO 1996). Eber Gölündeki dört istasyon için sodyum konsantrasyon değerleri standart sodyum ölçüt değerleri içinde olup, bu veriler göl suyunun tarımsal amaç için uygunluğunu tanımlamaktadır.

Tatlı sudaki potasyumun kaynağı kayalardan kaynaklanır ve kirli sularda artar. Potasyum,

hava koşullarına ve kil minerallerinin oluşumuna karşı daha fazla direnci düşük çözünürlüğü nedeniyle sudaki konsantrasyonu Na'dan çok daha düşüktür (Saha 2019). Eber Gölü su analiz sonuçlarımıza göre dört istasyon için potasyum konsantrasyon değeri 2.5 ile normal limitler kapsamında bulunmuştur. Bu değer göl vejetasyonunun restorasyonu için olumlu bir veri olarak ele alınabilir.

Bor, bitkiler ve birçok organizma için temel bir elementtir. Diğer yandan belirli eşik değerlerin üzerindeki bor miktarı su ve karasal organizmalar için toksik olabilir (Emiroğlu 2016). Eber Gölü su analizinde göl suyu genel olarak bor bakımından normal eşik limiti içinde yer almaktadır. Bu sonuçlar gölün ekolojik özelliğinin tanımlanmasına güncel bir katkı değer oluşturmaktadır.

Ca+Mg (me/l), hem kalsiyum hem de magnezyum bitkiler ve hayvanlar için faydalı minerallerdir. Kalsiyum, sürgündeki konsantrasyonları kuru ağırlığın %0,1 ila %5'i arasında değişen, bitkilerde temel bir makro besin maddesidir. Böylece hem hücre duvarlarının ve zarlarının yapısal bir bileşeni olarak hem de hücre içi ikinci haberci olarak ikili bir işlev sergiler. Magnezyum, bitkilerin klorofil oluşturması için çok önemlidir; daha az miktarda magnezyum fitoplankton ve su bitkilerinin popülasyonunu azaltır (White ve Broadley 2003). Eber Gölü su analizinde kalsiyum ve magnezyum bakımından standart ölçütler içinde bulunmuştur. Bu veriler Eber Gölü'nün söz konusu mineraller bakımından normal değerde olduğunu tanımlamaktadır.

Klor (me/l): Sudaki klorür içeriği, mika, apatit gibi minerallerden ve bazı antropojenik etkenler de dahil olmak üzere magmatik kayalardan kaynaklanabilir (Pant2019). Göllerdeki ve göletlerdeki ana klorür konsantrasyonları evsel atık sulardan kaynaklanmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu kirlilik göstergesi olarak kabul edilir. Suda bulunan büyük çürüyen malzemeler veya organik maddeler, serbest klor ile birleşerek trihalometanlar (THM'ler) adı verilen bileşikler oluşturabilir (Anake 2013). Ötrofik özellikteki Eber Gölü su analizinde, klor bakımından zengin sonuçlar bulunmuştur. Bu değerler Eber Gölü'nün restorasyon ekolojisi çalışmalarında dikkate alınması gereken bir sonuçtur.

Sülfat, ortamdaki sodyum, potasyum, magnezyum ve diğer katyonlarla tuzlar oluşturabilir. Ağır metaller, pestisitler veya diğer toksik doğal veya insan yapımı maddeler kategorisinde bir toksik madde değildir. Sülfat, yaşam için gerekli olan yaygın bir tuzdur. Genellikle su kütlesinde oldukça hızlı bir şekilde seyreltilir ve biyolojik olarak birikim yapmaz (Devi vd. 2017). Eber Gölü su analiz sonuçlarında yüksek değerlikte sülfat olması bu gölün trofikasyon olgusunu destekleyen bir veridir.

Suyun sertliğine kalsiyum ve magnezyumun karbonatları, bikarbonatları, sülfatları ve klorürler neden olur. Sabunla köpürmesini engeller ve suyun kaynama noktasını yükseltir (Udhayakumar vd. 2016). Eber Gölü su analiz sonuçlarında, göl suyunun sert su özelliğinde olması güncel bir veri olarak önem taşımaktadır.

SAR, sodyum adsorpsiyon oranı olarak bilinir. Sodyum tuzu toprağın yapısına zarar vererek, geçirgenliği azaltır. Sonuçta toprak yüzeyinde sert bir kabuk oluşmasına sebep olur. Bunun sonucunda topraktaki bitki kökleri nefes almada zorlanır (Şener ve Güneş 2015). Eber Gölü su analiz sonuçları SAR bakımından normal değerler içindedir. Göl restorasyon ekolojisi çalışmalarında bu sonucun dikkate alınması önerilmektedir.

RSC (sodyum karbonat değeri), su yüksek konsantrasyonlarda bikarbonat iyonları içeriyorsa, sodyum hasarı riskini artırır. Kalsiyum ve magnezyum karbonat olarak çöktildiğinden bağlı sodyum yüzdesi artar (Ravikumar vd. 2013). Bu riski belirlemek için sodyum karbonat değeri (RSC) hesaplanır. Eber Gölü üzerine yapılacak çalışmalarda, göl suyundaki RSC değerinin yüksekliği göz önünde bulundurulmalıdır.

*Phragmites australis*'in farklı biyotipleri, birkaç santimetreden 2 m'ye kadar değişebilen su derinliği toleransına sahiptir. Çek Cumhuriyeti, Rozmberk'te doğal ötrofik bir balık havuzunun açık su kenarlarından 1 m mesafede *Phragmites australis*'in maksimum sürgün yüksekliği, yoğunluğu ve biyokütlesi bulunmuştur (Coops vd. 1994). Delta Marsh, Manitoba'daki *P. australis*, ilkbaharda 50 cm su derinliğinde iyi gelişebilmesine rağmen, 100 cm'den derin su ortamları, bu makrofitin büyümesini sınırlamıştır (Weisner ve Strand 1996). *Phragmites australis*, *Scolochloa festucea*, *Typha glauca* ve *Scirpus lacustris* gibi diğer ortaya çıkan makrofitlerden daha fazla boy yüksekliğine sahiptir.

Delta Marsh'daki *P. australis*'in optimal yüksekliği 248.2 m olarak bulunmuştur (de Swart vd. 1994). Artan ötrofikasyonun ve azalan su mevcudiyetinin İspanyol sulak alanlarındaki *P. australis* örtüsünün 22 kat arttığını ortaya koymuştur (Alvarez-Cobelas vd. 2001). Yukarıdaki verilerle uyumlu olarak, Eber Gölü'ndeki *P. australis*'in su kenarından itibaren ortalama 1 m derinliğe kadar olan alanda baskın tür olarak dağılışı gösterdiği belirlenmiştir. *P. australis* popülasyonunun göldeki su miktarının azalmasına bağlı olarak yayılım alanını genişlettiği görülmüştür. Eber Gölü'ndeki *P. australis* kümelerinin ortalama boy yüksekliğinin 3,5 m civarında olduğu kaydedilmiştir.

*Phragmites australis*, organik içeriği %1 ile %97 arasında değişen topraklarda yetişir (van der Werff vd. 1987). Toprakta bulunan değişken seviyelerdeki fosfor, kalsiyum, azot, potasyum ve organik madde miktarı, *P. australis*'in büyümesini ve dağılımı üzerinde etkilidir (Hocking vd. 1983). Avustralya'da azot ve fosforun düşük mevcudiyeti *P. australis* için büyümeyi ve üretkenliği sınırlamıştır. *P. australis* nispeten yüksek seviyelerde kalsiyum miktarına gereksinim duymuş, yetersiz kalsiyum miktarı sürgün yoğunluğunu sınırlamıştır (Hocking vd. 1983). *Phragmites australis*'in orta düzeyde tuzu tolere ettiği, ancak yüksek tuzluluğun büyümeyi engellediği belirtilmiştir (Matoh vd. 1988). Wang vd. (1995), *P. australis*'in arginin dekarboksilaz yolu aracılığıyla önce Putresin sentezleyip, daha sonra bu bileşiği spermidin ve spermine dönüştürerek tuzlu habitatlara ve kuru koşullara uyum sağlayabildiği öne sürülmüştür (Hellings ve Gallagher 1992). *Phragmites australis*'te büyüme, 5.5-8.1 pH aralığında maksimumdur. Manitoba'daki Batı Deltası bataklığındaki bir *P. australis* meşçeresinin ortalama toprak iletkenliği  $1.8 \pm 0.1$  mS cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Mal ve Narine 2004). Eber Gölü toprak yapısının; ağır killi, tuzlu, kireçli, organik madde, fosfor ve potasyum bakımından yüksek değerde olduğu tanımlanmıştır. Eber Gölü su analizleri kapsamında da göl suyunun; alkali özellikte olup, sertlik, elektrik iletkenlik, sülfat, klor, RSC değerleri çok yüksektir. Buna karşın SAR, Bor, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum parametreleri standart ölçüler içerisindedir. Bu veriler doğrultusunda, Eber Göl habitatı, mevcut sığ su seviyesinin yanı sıra gölün, toprak ve su parametreleri bakımından da *P. australis* için uygun ortam özelliğindedir.

Ekonomik yönden önemli bir tür olan *P. australis* bitkisinin gövdesi Kuzey Amerika’da çevre dostu içme kamışı olarak kullanılmakta, genç sürgünler çiğ veya pişmiş olarak, tohumlar ezilip, meyveler ve su ile karıştırıldıktan sonra pişirilerek tüketilmektedir (Anonim 2009). Eber Gölü habitatında yetişen *P. australis*, gıda maddesi olarak kullanılmamakla birlikte, güneş şemsiyesi, izolasyon maddesi, çatı kaplama materyali gibi amaçlarda kullanılmak üzere ticari olarak yöre halkı tarafından toplanmakta ve ekonomiye kazandırılmaktadır.

Galatowitsch vd. (1999) tarafından, *Phragmites australis*’in istilacı özellikte olması nedeniyle bulunduğu habitatta kapsamlı monokültürler oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu doğrultuda, *P. australis* genişlemesinin bir sonucu olarak, Kuzey Amerika’daki tatlı su sulak alanlarının, birçok yerli bitki türünün yerini istilacı *P. australis* ile yer değiştirdiği için biyolojik çeşitlilikte azalma görülmüştür. Bitki topluluk tipindeki böyle bir değişiklik, böcek, kuş ve diğer hayvan topluluklarının azalmasıyla sonuçlanmıştır (Chambers vd. 1999). Eber Gölü’ndeki saha çalışmaları sürecinde *P. australis* kümelerinin geniş alanları kapladığı ve bu ortamlarda yerel bitkilerin olmadığı tespit edilmiştir. Eber Gölü’nün göçmen kuşlarda dahil bir çok organizma için önemli bir yaşam ortamıdır. Bu kapsamda Eber Gölü bitki topluluğundaki bu değişimler, göldeki hayvansal organizma çeşitliliğinde azalma tehdidini ortaya çıkarmaktadır.

*P. australis*’in varlığı ortamda anaerobik koşullara yol açar. Anaerobik ortam, organik maddeyi parçalamak ve biriken artıkları kullanmak için ihtiyaç duyulan tüketici popülasyonunun gelişmesini önler (Windham ve Lathrop 1999). *P. australis* gibi su bitkileri genellikle aşırı metan gazı üretimini destekler. Demir oksidasyonu ve nitrojen döngüsünü içeren tüm süreçler dahil olmak üzere kök solunumu, önemli ölçüde su altı oksijene gereksinim duyar. Metanotroflar, bu yüksek miktarda oksijen ve su bitkileri tarafından üretilen ek organik substratlar ile beslenir, bu da daha yüksek bir metan emisyon oranı ile sonuçlanır. *P. australis* dahil olmak üzere çoğu sucul makrofit, günün erken saatlerinde maksimum ve gece boyunca minimum miktarda metan gazı üretir (Whiting ve Chanton 1996). *P. australis*’in ölü gövdelerinin ayrışması genellikle uzun zaman alır. Ölü *P. australis* bitkileri, genellikle büyümenin önünde bir engel olarak kabul edilir (Gallagher vd. 1987). Eber Gölündeki saha çalışmaları sürecinde ölü *P. australis*

bitkilerinin bulunduğu ortamda yerel floranın olmaması yukarıdaki verilerle uyum göstermiştir. Eber Gölü'ndeki ölü *P. australis* bitkilerinin metan gazı üretimindeki rolü, gölün güncel sürdürülebilir ekolojik yapısının anlaşılması bakımından araştırılmaya değer bir konudur.

Günümüzde çevresel kirleticilerin artmasıyla birlikte, *P. australis*'in fenolik bileşiklerin parçalanması ve ortadan kaldırılmasındaki rolü anlaşılmış ve çeşitli su sistemlerinde kullanılmıştır. Gassner ve Neugebohrn (1994), *P. australis*'in köklerinin fenolik maddelerin ekstraksiyonunda önemli bir rol oynadığı sonucuna varmıştır. Fenollerin doğrudan bozunması, *P. australis* köklerinin ve rizomlarının aerenchymtous dokusu içinde büyüyen bakteriler tarafından gerçekleştirilir. *P. australis* gibi bataklık bitkilerinin biyolojik bozunma için mikroorganizmalara oksijen sağlamak için kullanımının da çok etkili bulunmuştur (Gassner ve Neugebohrn 1994). *P. australis*, atık su ve kanalizasyondan nitrojen, fosfor, DDT kalıntılarını ve askıda katı maddelerin azaltılmasına da katkı yapmıştır (Wathugala vd. 1987). *Phragmites australis*, kök sisteminde yüksek metal biriktirme kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle günümüzde doğal ve yapay sulak alanlarda biyolojik detoksifikasyon için kullanılmaktadır (Dunbabin ve Bowmer 1992). *Phragmites australis*'in yakınlardaki otoyollardan ve binalardan kaynaklanan tüm tipik ağır metaller olan Pb, Zn, Cu ve Cd'yi uzaklaştırmada oldukça verimli bulunmuştur. Bu ağır metaller bitkinin yer altı biyokütlelerinde depolanmaktadır (Haberl ve Perfler 1991). Eber Gölü evsel ve sanayi atıklara maruz kalan bir habitattır. Gölde bulunan *P. australis* toplulukları göle gelen ağır metallerin ve diğer toksik maddelerin ortamdan arındırılması ile fenolik bileşiklerin denaturasyonuna önemli katkı sağlayabilir. İleride göl üzerinde planlanacak ekolojik iyileştirme çalışmalarında bu konuya yer verilmesi yararlı olacaktır.

*P. australis* toplulukları üzerinde kesme, yakma ve kimyasal uygulama dahil olmak üzere çeşitli kontrol yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler genellikle doğal toplulukların korunması, tarımsal ortamlarda *P. australis* yoğunluğunun azaltılması ve böcek ve hastalık istilasının kontrol altına alınması çabalarında uygulanır (Marks vd. 1994). Eber Gölü'ndeki *P. australis* topluluklarının kontrol altına alınmasında yakma ve kesme gibi yöntemler yöre halkı tarafından belirli dönemlerde uygulanmaktadır.

*P. australis* sığır otlatmada, doğrudan tüketim yoluyla *P. australis*'in genç tomurcukları ve sürgünlerinden yararlanır. Sığır aktivitesi nedeniyle tüketilen *P. australis*'in biyokütlesi, Hollanda'daki yer üstü üretiminin %67-98'dir (van Deursen ve Drost 1990). Kamıştaki sindirilebilir organik madde (DOM) ilkbahardan kışa doğru artmıştır. Sığır beslenmesi için minimum enerji içeriğine (yaklaşık 450 g DOM kg-1 kuru madde) sonbaharda ulaşılmıştır. *P. australis*'teki protein, K, Ca, P ve Cu içerikleri, tüm yıl boyunca sığır bakım seviye değerlerini aştığı belirlenmiştir (Vulink ve Drost 1991). Bu verilere göre, büyük baş hayvancılığın yaygın olduğu Eber Gölü bölgesindeki sığırların beslenmesinde, göldeki *P. australis* toplulukları besin desteği olarak yararlanılabilir.

*P. australis* üzerinde hastalığa neden olan 30 mantar türü tanımlanmıştır. *Alternaria* sp. ve *Claviceps microcephala* türleri Kuzey Amerika'dan bildirilmiştir. Quebec'te 77 *P. australis* kolonisi üzerinde yapılan bir çalışmada, tüm tohumların ortalama %60'ının *Claviceps microcephala* tarafından istila edildiği bulunmuştur (Gervais vd. 1993). Rohfritsch (1992), *Lasioptera arundinis* mantar türünün *Phragmites* gövdelerine nüfuz ettiğini belirtmektedir. *P. australis* biyokütlesi ile bakteri üremesi arasında önemli bir pozitif ilişki tanımlanmıştır. Epifitik kolonizasyon için geniş bir yüzey alanına sahip olan *P. australis*, kıyı bölgesinde yeni ortaya çıkan diğer su bitkileri ile karşılaştırıldığında çok yüksek oranda epifitik birincil üretkenlik sergilemiştir (Allen ve Ocevski 1981). Eber Gölü habitatındaki *P. australis* populasyonlarının mantar ve bakteriyal kökenli hastalıklarına dair herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Eber gölünün restorasyon ekolojisi üzerine ileride yapılacak olan çalışmalarda bu alandaki boşluğun dikkate alınması gereklidir.

Karyotipine göre *P. australis*'in temel kromozom sayısı  $x = 12$  dir. Orijinal diploid form  $2n = 24$  kayıp olarak kabul edilir. Çoğu poliploid binlerce, hatta milyonlarca yıldır var olmuş ve geldikleri yerden dünyanın birçok yerine göç etmiştir. *P. australis*'in büyük olasılıkla Doğu veya Orta Asya kökenli olması muhtemeldir (Gorenflot vd. 1990). Kromozom sayılarındaki değişikliklerin, mayoz ve/veya somatik mitoz sırasındaki düzensizlikler nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir. Kromozom sayısı varyasyonu, yeni genetik varyasyon ve ani türleşmeler için potansiyel sağlamaktadır (Les ve Philbrick 1993).

Kuzey Amerika'da "yerli" *P. australis* 3x, 4x veya 6x olarak kabul edilirken, "istilacı" daha agresif Avrupa bitkilerinin 4x olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, son zamanlarda, 8x bitkinin ya Yeni Zelanda'ya özgü olduğunu ya da Avustralya'dan getirildiği öne sürülmüştür (Connor vd. 1998). Raicu vd. (1972), Tuna Deltası'ndan 6 m'den uzun sürgünleri olan octoploid ( $2n = 96$ ) dev *P. australis* meşcerelerini bildirmiştir. Eski Çekoslovakya'daki tuzlu habitatlardaki kısa *P. australis* bitkilerinde anöploid kromozom ( $2n = 50$ ) de rapor edilmiştir (Clevering ve Lissner 1999). Quebec'teki *P. australis*'in kromozom sayıları yüksek derecede anöploidi göstermiş ve *P. australis*'in kromozom sayısı  $2n = 42$  ile 59 arasında bulunmuştur (Gervais vd. 1993). Connor vd. (1998), Yeni Zelanda'daki klonlardan çok çeşitli Tetraploid ( $2n = 48$ ) ve octoploid ( $2n = 96$ ) varyasyon bildirmiştir. Connor vd. (1998), farklı ülkelerden *P. australis*'te ploidi seviyelerinin bir listesini (3x, 4x, 6x, 7x, 8x, 11x;  $x_2 = 12$ ) derlemiştir. Eber Gölü'ndeki *P. australis* türünün kromozom özellikleri üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Eber Gölü'ndeki *P. australis* türünün karyotipik ve genomik özellikleri üzerine yapılacak çalışma sonuçları, bu türün poliploidi özelliklerinin ortaya çıkarılmasına katkı sağlayacaktır.

*Phragmites australis*'in geçmişte tanımlanmış olan çok sayıda varyasyonu belirlenmiştir. Bu türün yüksek varyasyonu, yüksek plastisite (çevre koşullarındaki değişikliklere yanıt olarak fenotipini değiştirme yeteneği), yüksek sayıda klon veya her ikisinin bir kombinasyonu ile ilgili olabilir. *P. australis*'deki klonal çeşitliliği saptamak için (RFLP'ler) ve rastgele amplifiye edilmiş polimorfik DNA (RAPD'ler) gibi farklı moleküler teknikler kullanılmıştır. Bu ve diğer moleküler belirteçler dünya çapında bir ölçekte *Phragmites* türleri arasındaki ve tür içindeki filogenetik ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalarla *P. australis* klonları arasındaki genetik mesafelerin, artan coğrafik mesafe ile farklılaştığı bulunmuştur (Zeidler vd. 1994). Po Ovası (İtalya) *P. australis* coğrafi olarak uzak klonlar arasındaki genetik mesafelerin, 500 km'den fazla olan klonlarla önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir. Artan coğrafi mesafe ile genetik mesafelerdeki "adım adım" artış, çok geniş bir coğrafi ölçekte bir tür genetik kalıbın varlığı ile ilgili olabileceği tahmin edilmiştir (Lambertini vd. 2008). Bununla birlikte, *P. australis*'in uzun mesafeli gen akışı ve varyasyon benzerliği, tohum dağıtma mekanizmaları ile açıklanmaktadır (Hamrick ve Godt 1996). Bu süreçte polenin

hava yoluyla veya göçmen kuşların tüylerine yapışarak uzun mesafelere taşınabileceği öngörülmüştür (Coops ve Van der Velde 1995). İnsanlar tarafından da kasıtsız veya kasıtlı olarak *P. australis*'in dağılmasına yapılan katkılar, klonlar arasındaki hatta kıtalar arası klonların varyasyon yakınlıklarının oluşmasında katkıda bulunduğu ifade edilmiştir (Saltonstall 2002). Anadolu; Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarını birbirine bağlayan bir bölgede yer almaktadır. Eber Gölü, Anadolu'nun merkezi bölgesinde göçmen kuşların rotası üzerinde yer alan önemli bir sulak alandır. Eber Gölü makrofitleri arasında baskın bir tür olan *P. australis*'in; RAPD, RFLP veya tam genom dizileme gibi yöntemlerle genetik özellikleri üzerine bugüne kadar gerçekleştirilmiş bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Eber Gölü'ndeki *P. australis* popülasyonlarının genetik özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılacak çalışmalarla, *P. australis* türü ile ilgili birçok sorunun açıklığa kavuşturulmasına ve bu türün küresel anlamda daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamış olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışmayla, Eber Gölü toprak yapısının; ağır killi, tuzlu, kireçli, organik madde, fosfor ve potasyum bakımından çok yüksek değerde olduğu tanımlanmıştır. Eber Gölü göl suyunun; alkali özellikte olup, sertlik, elektrik iletkenlik, sülfat, klor, RSC değerleri çok yüksektir. Buna karşın SAR, Bor, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum parametreleri standard ölçüler içerisinde yer almaktadır. Bu verilere göre, Eber Gölü'nün toprak ve su ortamları bazı fiziksel ve kimyasal parametreler bakımından *P. australis* (Cav.) Trin. Ex Steud türü için uygun bir ortam iken, diğer bazı fizikokimyasal parametreler stres niteliği taşımaktadır. Elde edilen güncel verilerle, Eber Gölü'nün biyoeekolojik özelliklerinin tanımlanması, korunması ve gölün restorasyon ekolojisi çalışmaları için güncel veri sağlamıştır. Bununla birlikte Eber Gölünün biyoeekolojik yapısının daha iyi anlaşılması için, daha fazla parametre ve daha fazla lokasyon üzerinden daha detaylı araştırmalar yapılmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Able K W, Hagan S M, 2000, Effects of common reed (*Phragmites australis*) invasion on marsh surface macrofauna Response of fishes and decapod crustaceans, Estuaries 23, 633–646.
- Abrol I P, Yadav J S P, Massoud F I, 1988, Salt-affected soils and their management. FAO Soils Bulletin, Soil Resources, Management and Conservation Service, FAO Land and Water Development Division, 39, 131.
- Adams K R, 1990, Prehistoric reedgrass (*Phragmites*) “cigarettes” with tobacco (*Nicotiana*) contents: a case study from Red Bow Cliff Dwelling, Journal of Ethnobiology, 10, 123–139.
- Adams J, Bate G, 1999, Growth and photosynthetic performance of *Phragmites australis* in estuarine waters, a field and experimental evaluation, Aquatic Botany, 64, 359–367.
- Ailstock M S, Norman C M, Bushmann P J, 2001, Common reed *Phragmites australis* control and effects upon biodiversity in freshwater nontidal wetlands, Restoration Ecology. 9, 49–59.
- Akcay H, Oguz A, Karapire C, 2003, Study of Heavy Metal Pollution and Speciation In Buyak Menderes and Gediz River Sediments, Water Research, 37, 813-822.
- Al-Homaidan A A, Turki G, Al-Otaibi M A, El-Sheikh, A A, Al-Ghanayem F A, 2020, Accumulation of heavy metals in a macrophyte *Phragmites australis*: implications to phytoremediation in the Arabian Peninsula wadis, Environmental Monitoring and Assessment, 192, 202.
- Allen H, Ocvski B, 1981, Comparative primary productivity of algal epiphytes on three species of macrophyte in the littoral zone of Lake Ohrid, Holarctic Ecology, 4, 155–160.
- Alvarez-Cobelas M, Cirujano, S, Sanchez-Carrillo S, 2001, Hydrological and botanical man-made changes in the Spanish wetland of Las Tablas de Daimiel, Biological Conservation, 97, 89–98.
- Anake W E, Ehi-Eromosele O S, iyanbola, T. O, Edobor-Osoh, A Adeniyi, I, Taiwo O S, 2013, Physico-chemical and microbial assessment of different water sources in Ota, Ogun state, Nigeria, Int. Journal of Current Research, 5, 7, 1797–1801.

- Anderson K, 1992, Wild plant management: cross-cultural examples of the small farmers of Jaumave, Mexico, and the Southern Miwok of the Yosemite region, Office of Arid Lands Studies, 31, 18-23.
- Anesion A M, Abreu P C, Biddanda B A, 2003, The role of free and attached microorganisms in the decomposition of estuarine macrophyte detritus, Estuarine Coastal and Shelf Science, 56, 2, 197-20.
- Anonim, 1995, APHA (American Public Health Association), Standard methods for examination of water and waste water, 19th ed, 1268s, Washington.
- Anonim, 1999, Türkiye İç Sular Araştırma Dizisi IV, İmaj Yayınevi, Ankara.
- Anonim, 2006, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (5. Baskı). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231, Teknik Yayınlar No: T. 69, ISBN 975-407-208-6, s. 149-163, Ankara
- Anonim, 2008, Akşehir ve Eber Gölleri Sulak Alan Yönetim Planı, T.C. Çevre Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Doğa Koruması Daire Başkanlığı Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü, Afyonkarahisar.
- Anonim, 2009. Changing Climate May Make 'Super Weed' Even More Powerful. News Wise University of Delaware Delaware Biotechnology Institute, Washington.
- Anonim, 2017, Scientists identify pest laying waste to Mississippi River Delta wetlands grass, The Times-Picayune. Tristan Baurick, Louisiana.
- Anonim, 2020, Scientists identify pest laying waste to Mississippi River Delta wetlands grass. The Times-Picayune. Louisiana.
- Antonielli M, Pasqualini S, Batini P, Ederli L, Massacci A, Loreto F, 2002, Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotechnologie Agroambientali, Università degli studi di Perugia, Borgo XX Giugno 74-06121 Perugia, Italy Aquatic Botany 72, 55–66.
- Armitage P, Pardo I, Brown A, 1995, Temporal constancy of faunal assemblages in 'mesohabitats, Application in management Archives Hydrobiolgy, 133, 367–387.
- Armstrong J, Armstrong W, 1990, Light-enhanced convective through-flow increases oxygenation in rhizomes and rhizosphere of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. New Phytology, 114, 121–128.

- Armstrong J, Armstrong W, Beckett P M, 1992, *Phragmites australis*: venturi- and humidity-induced pressure flows enhance rhizome aeration and rhizosphere oxidation. New Phytolgy, 120, 197–207.
- Armstrong J, Afreen-Zobayed,F, Blyth S, Armstrong W, 1999, *Phragmites australis*: effects of shoot submergence on seedling growth and survival and radial oxygen loss from roots, Aquatic Botany, 64, 275–289.
- Aslan F Z, Aksoy E, 2015, Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Aşçı F, Fıçıcı E K, Konuk M, 2009, Eber ve Karamık Göllerindeki Kontaminasyonun Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 1, 1.
- Aşıkkutlu B, Akkız C, Öztürk B Y, 2014, Çavuşçu Gölü'nün (Konya/Ilgın) Bazı Su Kalite Özellikleri, Selçuk Üniversitesi Fen Fakülte Dergisi, 39, 1-9.
- Atalay İ, 1977, Sultandağları ile Akşehir ve Eber gölü havzalarının strüktürel, jeomorfolojik ve toprak erozyonu etüdü, Atatürk Üniversitesi Basımevi, 260s, Erzurum.
- Atay R, Akyürek H, Karaşahin, B, 2002, Eber ve Karamık Göllerinin Organik Kirliliğinin Araştırılması Projesi, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bailey S W, Horsley S B, Long, R P, 2005, Thirty years of change in forest soils of the Allegheny plateau, Pennsylvania. Soil Science Society of America Journal, 69,3, 681–690.
- Bart D, Hartman J M, 2000, Environmental determinants of *Phragmites australis* expansion in a New Jersey salt marsh: an experimental approach, Oikos, 89, 59–69.
- Bickel T O, Closs G P, 2007, Fish distribution and diet in relation to the invasive macrophyte Lagarosiphon major in the littoral zone of Lake Dunstan, New Zealand, Ecology of Freshwater Fish, 17, 10–19.
- Björk S, 1967, Ecological investigations of *Phragmites communis*: studies in theoretic and applied limnology, Folia Limnology Scand, 14, 1–248.

- Boar, R R, Crook C E, Moss B, 1989, Regression of *Phragmites australis* reedswamps and recent changes of water chemistry in the Norfolk Broadland, England. *Aquatic Botany*, 35, 41–55.
- Bowmer K H, 1987, Residues of dalapon and TCA in sediments and irrigation water, *Pesticide Science*, 18, 1–13.
- Bulut C, Atay R, Uysal K, Köse E, 2012, Çivril Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji, 2, 1, 1-8.
- Büke E, 2019, Kuzey Ege Havzası makrofit kompozisyonunun belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116s.
- Caffrey J M, 1996, Glyphosate in fisheries management, *Hydrobiologia*, 340, 259–263.
- Caraco N F, Cole J J, 2002, Contrasting impacts of a native and alien macrophyte on dissolved oxygen in a large river, *Ecoogical Applications*, 12, 5, 1496-1509.
- Carvalho J L N, Cerri C E P, Feigl J B, Pi'ccolo M C, Godinho V P, Cerri C C, 2009, Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon, *Soil and Tillage Research* 103, 342–349.
- Catling P M, Schueler F W, Robichaud L, Blossey B, 2003, More on *Phragmites*—Native and introduced races, *The Canadian Botanic Association Bulletin*, 36, 4–7.
- Catling P M, Mitrow G I, 2011, Major invasive alien plants of natural habitats in Canada. 1. European Common Reed (often just called *Phragmites*) *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. subsp. *Australis*, *The Canadian Botanic Association Bulletin*, 44, 2, 52–61.
- Chambers R M, Meyerson L A, Saltonstall K, 1999. Expansion of *Phragmites australis* into tidal wetlands of North America. *Aquatic Botany*, 64, 261–273.
- Chibsa T, Ta, A A, 2009, Assessment of soil organic matter under four land use systems in the major soils of bale highlands, south East Ethiopia b. Factors Affecting Soil Organic Matter Distribution, *World Applied Sciences Journal*, 6,11, 1506–1512.
- Cizková H, Strand J A, Lukavská J, 1996, Factors associated with reed decline in a eutrophic fishpond Rozmberk South Bohemia, Czech Republic *Folia Geobot. Phytotax*, 31, 73–84.
- Clevering O A, 1998, Effects of litter accumulation and water table on morphology and productivity of *Phragmites australis*, *Wetlands Ecology and Management*, 5, 275–287.

- Clevering O, Lissner J, 1999, Taxonomy, chromosome numbers, clonal diversity and population dynamics of *Phragmites australis*, Aquatic Botany, 64, 185–208.
- Coops H, Geilen N, van der Velde G, 1994, Distribution and growth of the helophyte species *Phragmites australis* and *Scirpus lacustris* in water depth gradients in relation to wave exposure, Aquatic Botany, 48, 273–284.
- Coops H, Geilen N, Verheij H, Boeters R, van der Velde G, 1996, Interactions between waves bank erosion, and emergent vegetation: an experimental study in a wave tank, Aquatic Botany, 53, 187–198.
- Coops H, van der Velde G, 1995, Seed dispersal germination and seedling growth of six halophyte species in relation to water-level zonation, Freshwater Biology, 34, 13–20.
- Connor H E, Dawson M I, Keating R D, Gill L S, 1998, Chromosome numbers of *Phragmites australis* (Arundineae: Gramineae) in New Zealand, New Zealand Journal Botany, 36, 465–469.
- Cowie N R, Sutherland W J, Dithlhog M K.M, James R, 1992, The effects of conservation management of reedbeds. II. The flora and litter disappearance, Journal of Applied Ecology, 29, 277–284.
- Cross, Harding D, 1983, Wildlife habitat improvement by control of *Phragmites communis* with fire and herbicide , Colorado State University. Science Research Institute Thesis, 81 p., Colorado.
- Daniels R E, 1991, Variation in performance of *Phragmites australis* in experimental culture, Aquatic Botany, 42, 41–48.
- Davis PH, Mill RR, TanK, 1988, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 10, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dawson F H, Hallows H B, 1984 Practical applications of a shading material for macrophyte control in watercourses, Aquatic Botany, 17, 301–308.
- de Swart E, van der Valk A, Koehler K Barendregt A, 1994, Experimental evaluation of realized niche models for predicting responses of plant species to a change in enviro, Journal of vegetation science, 5, 541–552.
- Deliboran A, Coşkun M, Abrak S, Şeyhanlıgil N, 2014, Şanlıurfa-Karaali Yöresinde Serada Yetiştirilen Biber ve Hıyar Bitkilerinin Beslenme Durumunun Toprak ve Yaprak Analizleriyle Değerlendirilmesi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi,

1, 21, 38-147.

- Demir N, Çetin T, Gök C Ş, Anal M, 2017, First Biological Monitoring in the Akarçay Basin According to the Water Framework Directive: Phytoplankton and Phytobenthos, Turkish Journal of Water Science and Management, 1, 1, 90-107.
- Devi A P, Padmavathy, P, Aanand S, Aruljothi K, 2017, Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture, International Journal of Applied Research, 3, 5, 114-120.
- Dunbabin J, Bowmer K, 1992, Potential use of constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters containing metals, Science of the Total Environment, 111, 151–168.
- Emiroğlu Ö, Çiçek A, Arslan N, Aksan S, Rüzgar M, 2010, Boron Concentration in Water Sediment and Different Organisms around Large Borate Deposits of Turkey, Bull Environment Contamination Toxicology, 84, 427–431.
- Ersoy S, Aktan T Y, 2019, First Report on the Occurrence of Invasive Macrophyte *Elodea canadensis* Michx. in Sapanca Lake, European Journal of Biology, 782, 103-107.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, 1996, Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikro Element (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu, Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü 217,133, 1-72.
- Frost, Cecil C, 1995, Presettlement fire regimes in southeastern marshes, peatlands, and swamps. In: Cerulean, Susan I.; Engstrom, R. Todd, eds. Fire in wetlands: a management perspective, Tall Timbers Research Station, 19, 39-60.
- Galatowitsch S, van der Valk A, 1996, The vegetation of restored and natural prairie wetlands. Ecology Applied, 6, 102–112.
- Galatowitsch S M, Anderson N O, Ascher P D, 1999, Invasiveness in wetland plants in temperate North America, Wetlands 19, 733–755.
- Gallagher J L, Donovan L A, Grant D M, Decker D M, 1987, Interspecific differences in dead plant buffering capacity after the impact of acid rain on decomposition rates in tidal marshes, Water, Air and Soil Pollution, 34, 339–346.
- Gassner W, Neugebohrn L, 1994, The significance of higher plants for degradation of phenols in aquatic systems, Archive Hydrobiolgy, 31, 129.
- Gessner M, Schieferstrin B, Müller U, Barkmann S, Lenfers U, 1996, A partial budget of

- primary organic carbon flows in the littoral zone of a hardwater lake, *Aquatic Botany* 55, 93–105.
- Gervais C, Trahan R, Moreno D, Drolet A M, 1993, Le *Phragmites australis* au Québec: distribution géographique, nombres chromosomique et reproduction, *Canadian Journal Botany* 71, 1386–1393.
- Golnabi H M R, Matloob M Bahar M, Sharifian, 2009, Investigation of electrical conductivity of different water liquides and elctrolyte solutions, *Iranian Physical Journal*, 3,2, 24–28.
- Good-Ralph E, 1984, Role of fire in Mid Atlantic coastal plain ecosystems. In: Foley, Mary K.; Bratton, Susan P., eds. Barrier islands: critical fire management problems, Proceedings of a workshop; 8 – 10 Şubat, Texas.
- Gorenflot R, 1976, Le complexe polyploïde du *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (*P. communis* Trin.)Bull., Botanical Society, 123, 261–271.
- Gorenflot R, 1986, Degrés et niveaux de la variation du nombre chromosomique chez *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Veröff. Geobot, Inst. ETH, Stiftung Rübel. Zürich 87, 53–65.
- Gorenflot R, Tahiri H, Lavabre P, 1990, Anomalies méitotiques de la microsporogenèse dans un complex polyploïde: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Rev Cytol Biol Veg - Agris (FAO)*, 13, 153–172.
- Granéli W, 1989, Influence of standing litter on shoot production in reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steudel, *Aquatic Botany*.35, 99–109.
- Greenall-Jason A, 1995, First-year regrowth of three marsh plant communities after fall and spring fires in the Delta Marsh, Manitoba, Winnipeg, MB: University of Manitoba Department of Botany, Master Thesis, 122 p, Manitoba.
- Gray K, Biddlestone A, 1995, Engineered reed-bed systems for wastewater treatment, *Tr. Biotech.* 13, 248–252.
- Guo W, Wang R, Zhuo S, Zhang S, Zhang Z, 2003, Genetic diversity and clonal structure of *Phragmites australis* in the Yellow River delta of China, *Biochem. Biochemical Systematics and Ecology*, 31, 1093–1109.
- Gümüş N E, Akköz C, 2021, Bioaccumulation of heavy metals in the water, sediment and the tissues of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Eber Lake, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38, 4, 507-514.

- Haberl R, Perfler R, 1991, Nutrient removal in a reed bed system, *Water Science and Technology*, 23, 729–737.
- Hamarashid N H, Othman M A, Hussain, M A H, 2010, Effects of soil texture n chemical composition, microbial populations and carbon mineralization in soil. *Egyptian Journal of Experimental Biology*, 6, 1, 59–64.
- Hamrick J L, Godt M J W, 1996, Effects of life history traits on genetic diversity in plant species, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 351, 1291–1298.
- Hanganu J, Mihail G, Coops H, 1999, Responses of ecotypes of *Phragmites australis* to increased seawater influence: a field study in the Danube Delta, Romania, *Aquaic Botany*, 64, 351–358.
- Hansson L, Granéli W, 1984, Effects of winter harvest on water and sediment chemistry in a stand of reed (*Phragmites australis*), *Hydrobiologia*, 112, 131–136.
- Haslam S M, 1973, Some aspects of the life history and autecology of *Phragmites communis* Trin, A review, *Polish Archives Of Hydrobiology*, 20, 79–100.
- Hauber D, White D A, Powers S P, DeFrancesch F R, 1991, Isozyme variation and correspondence with unusual infrared reflectance patterns in *Phragmites australis* (Poaceae), *Plant Systematics and Evolution*, 178, 1–8.
- Heckman C, 1986, The role of marsh plants in the transport of nutrients as shown by a quantitative model for the freshwater section of the Elbe estuary, *Aquatic Botany* 25, 139–151
- Hellings S E, Gallagher J L, 1992, The effects of salinity and flooding on *Phragmites australis*. *Journal Applied Ecology* 29, 41–49.
- Helmke PA, Sparks DL 1996, Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. ,Methods of soil analysis, Soil Science Society of America , 551–574.
- Heloísa B A E, Sidinei M T, Cristiane A U, 2014, An analysis of publications on invasive macrophytes in aquatic ecosystems, *Aquatic Invasions*, 9, 4, 521–528.
- Hilooğlu M, Sözen E, 2018, Riskleri ve Ekonomik Kullanımları Açısından Türkiye’ye Geçiş Yapan İstilacı Sulak Alan Bitkisi *Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms, *International Journal of Natural and Applied Sciences*, 1, 2, 128-137.
- Hocking P J, Finlayson C M, Chick A J, 1983, The biology of Australian weeds. 12. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Australian Journal of Agricultural*

- Research, 49, 123–132.
- Hocking P, 1989, Seasonal dynamics of production, and nutrient accumulation and cycling by *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Stuedel in a nutrient-enriched swamp in inland Australia. II. Individual shoots, Australian Journal Freshwater Research 40, 445–464.
- House C, Broome S, Hoover M, 1994, Treatment of nitrogen and phosphorus by a constructed upland-wetland wastewater treatment system, Water Science Technology, 29, 177–184.
- İçağa Y, 2007, Fuzzy evaluation of water quality classification, Ecological Indicators, 7, 710-718.
- İleri S, Karaer F, Kâtip A, Onur S, 2014, Sığ Göllerde Su Kalitesi Değerlendirmesi Uluabat Gölü Örneği, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergis, 19, 1, 47 – 57.
- Ishii J, Kadono Y, 2002, Factors influencing seed production of *Phragmite australis*. Aquatic Botany, 72, 129–141.
- Ivanovic D, 1992, Distribution and frequency of maize dwarf mosaic virus in Yugoslavia, Zastita Bilja, 43, 35–46.
- Janzen H H, Campbell C A, Brandt S A, Lafond G P, TownleySmith L, 1992, Light-fraction organic matter in soils from longterm crop rotations, Soil Science Society of America Journal, 56, 1799–1806.
- Jiao Y, Xu Z, Zhao J, 2009, Effects of grassland conversion to cropland and forest on soil organic carbon and dissolved organic carbon in the farming-pastoral ecotone of Inner Mongolia. Acta Ecologica Sinica, 29, 3, 150–154.
- Johnston C, 1991, Sediment and nutrient retention by freshwater wetlands: Effects on surface water quality, Critical Reviews in Environmental Control, 21, 491–565.
- Jump A S, Peñuelas J, 2005, Running to stand still: adaptation and the response of plant storapid climate change, Ecology Letters, 8, 1010–1020.
- Justin SH, Armstrong W, 1987, The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding, New Phytologist, 106, 465–495.
- Kacar B, Fox R L, 1967. Boron Status of Some Turkish Soils. University Ankara, Yearbook of the Faculty of Agriculture, 1966, 99-111.
- Kadono A, Funakawa, S, Kosaki, T, 2009, Factors controlling potentially mineralizable

- and recalcitrant soil organic matter in humid Asia, *Soil Science and Plant Nutrition*, 55,2, 243–251.
- Kamio A, 1982, Studies on the drying of marshy and heavy clay soil ground by means of vegetation on the process of polder land drainage and structural changes of *Phragmites communis* community in the Hachirogata central polder Akita prefecture, *Japanese Journal Of Ecology*, 32, 357–364.
- Kara C, Çömlekçioğlu U, 2004, Karaçay (Kahramanmaraş)’ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 7, 1.
- Kâtip A, Karaer F, 2011, Uluabat Gölü Su Kalitesinin Türk Mevzuatına ve Uluslararası Kriterlere Göre Değerlendirilmesi *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16, 2.
- Kavurt C, 1993, Investigation of eutrfication and trophic level in Lake Eber and Karamık, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 140s, İstanbul.
- Kettenring K M, McCormick M K, Baron H M, Whigham, D F 2011, Mechanisms of *Phragmites australis* invasion: feed backs among genetic diversity, nutrients, and sexual reproduction, *Journal of Applied Ecology*, 48, 1305–1313.
- Klute A, 1986, *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (2nd Edition), American Society of Agronomy, Agronomy Monographs 9, 1, Madison, 1188s, Wisconsin.
- Koloren Z, Taş B, Kaya D, 2011, Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)’nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1, 3, 74-85
- Konstantinovic B, Dimitrijevic M, 1981, A contribution to the study of effectiveness of herbicides on some emergent weed species in the Danube-Tisa-Danube hydrological system, *Zbornik Radova, Poljoprivrednog Fakulteta u Osijeku*, 7, 127–132.
- Koppitz H, Kuhl H, 2000, To the importance of genetic diversity of *Phragmites australis* in the development of reed stands. *Wetlands Ecology Management*, 8, 403–414.
- Köle M M, Ataoğlu M, Erkal T, 2016, Eber ve Akşehirgölleri’nde 1990-2016 yılları arasında gerçekleşen alansal değişimler. Paper presented at: Tücaum Uluslararası

Coğrafya Sempozyumu, Ankara, Turkey.

- Krull E S, Baldock J A, Skjemstad J O, 2003, Importance of mechanisms and processes of the stabilisation of soil organic matter for modelling carbon turnover, *Functional Plant Biology*, 30, 2, 207–222.
- Kruse, Arnold D, Higgins, Kenneth F, 1998, Effects of prescribed fire upon wildlife habitat in northern mixed-grass prairie, *The art and science of fire management*, 182-193.
- Kuş S F, 2007, Afyonkarahisar İli İçme Suları ile Eber ve Karamık Gölü Sularındaki Organoklorlu Pestisit Kalıntılarının Belirlenmesi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, Afyonkarahisar.
- Langdon R, Boughton V, 1978, Some species of *Tilletia* from Australia, *Mycotaxon*, 6, 457–463.
- Lambertini C, Mats H G, Gustafsson, Frydenberg J, Speranza M, Brix H, 2008, Genetic diversity patterns in *Phragmites australis* at the population, regional and continental scales, *Aquatic Botany*, 88, 160–170.
- Lee S Y, 1990, Net aerial primary productivity, litter production and decomposition of the reed *Phragmites communis* in a nature reserve in Hong Kong: management implications, *Marine Ecology Progress Series*, 66, 161–173.
- Lenssen J P M, Menting F B J, van der Putten W H, Blom C W P M, 2000, Variation in species composition and species richness within *Phragmites australis* dominated riparian zones, *Plant Ecology*, 147, 137–146.
- Les D H, Philbrick C T, 1993, Studies of hybridization and chromosome number variation in aquatic angiosperms – evolutionary implications, *Aquatic Botany* 44, 181–228.
- Lissner J, Schierup H, Comín F, Astorga V, 1999, Effect of climate on the salt tolerance of two *Phragmites australis* populations. I. Growth, inorganic solutes, nitrogen relations, and osmoregulation, *Aquatic Botany*, 64, 317–333.
- Löhlein B, 1996, Seasonal dynamics of aufwuchs Naididae (Oligochaeta) on *Phragmites australis* in a eutrophic lake, *Hydrobiologia*, 334, 115–123.
- Mack, R N, Simberloff D, Lonsdale W M, Evans H, Clout M, Bazzaz F A, 2000, Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences and Control, *Issues in Ecology*, 10, 3, 689-710.

- Mal T K, Narine L, 2004, The biology of Canadian weeds. 129. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Canadian Journal of Plant Science, 84, 365–396.
- McCauley A, Jones, C, Jacobsen J, 2005, Basic soil properties, Soil and Water Management, 994-2721.
- Mangit F, Korkmaz M, SÜ U, Yerli S V, 2017, Actual Status of Eber Lake in Terms of Fish Community Structure, Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 3, 2, 101-106.
- Marks M, Lapin B, Randall J, 1994, *Phragmites australis* (*P. communis*): Threats, management and monitoring, Natural areas journal, 14, 285–294.
- Matoh T, Matsushita N, Takahashi E, 1988, Salt tolerance of the reed plant *Phragmites communis*, Journal of Plant Physiology, 72, 8–14.
- Matsushita N, Matoh T, 1992, Function of the shoot base of salt-tolerant reed (*Phragmites communis* Trinius) plants for Na<sup>+</sup> exclusion from the shoots, Soil Science and Plant Nutrition, 38, 565–571.
- Meijide F J, Da Cuna R H, Prieto J P, Dorelle L S, Babay P A, LoNostro, F L, 2018, Effects of water borne exposure to the anti depressant fluoxetine on swimming shoaling and anxiety behaviours of the mosquito fish *Gambusia holbrooki*, Ecotoxicology and Environmental Safety, 163, 646–655.
- Mendelssohn I, Sorrell B, Brix H, Schierup H, Lorenzen B, Maltby E, 1999, Controls on soil cellulose decomposition along a salinity gradient in a *Phragmites australis* wetland in Denmark, Aquatic Botany, 64, 381–398.
- Meyer D L, Johnson J M, Gill J W, 2001, Comparison of nekton use of *Phragmites australis* and *Spartina alterniflora* marshes in the Chesapeake Bay, USA, Marine Ecology Progress Series, 209, 71–84.
- Minkina, T, Fedorenko G, Nevidomskaya D, Fedorenko A, Chaplygin V, Mandzhieva S, 2018, Morphological and anatomical changes of *Phragmites australis* Cav. due to the uptake and accumulation of heavy metals from polluted soils, Science of the Total Environment, 636, 392-401.
- Monteiro A, Moreira I. Sousa E, 1999, Effect of prior common reed (*Phragmites australis*) cutting on herbicide efficacy, Hydrobiologia, 415: 305–308.
- Moriera I, Monteiro A, Sousa E, 1999, Chemical control of common reed (*Phragmites australis*) by foliar herbicides under different spray conditions. Hydrobiologia

415, 299–304.

- Moyo P, Chapungu L, Mudzengi B, 2013, Effectiveness of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in remediating polluted water: The case of Shagashe river in Masvingo, Zimbabwe Advances in Applied Science Research, 4, 4,55-62.
- Mutlu E, Demir T, Kutlu B, Yanık T, 2013, Determination of Water Quality Parameters in Sivas-Kurugöl Lake, Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 1,1.
- Myriam K, Houria B, Rachid R, Reda D M, 2009, Endüstriyel atık su ile arıtılmış izole edilmiş *Phragmites australis*'in köklerinde biyokimyasal değişiklikler gözlemlenmiş, American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences, 1(1), 19–23.
- Nedukha O M, 2017, Morphological and anatomical characteristics of *Phragmites australis* from Dnipro channel, Modern Phytomorphology, 11, 139–146.
- Nelson, D W, SommersL E, 1996, Total Carbon, Organic Carbon and OrganicMatter. P: 9611011. In: Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3(Editör: D.L. Sparks). SSSA Book Series No. 5, WI, 961-1010s, Madison.
- Neuhaus, D, Kohl J G, Dörfel P, Börner T, 1993, Investigation on the genetic diversity of reed stands using genetic fingerprinting and random amplified polymorphic DNA (RAPD), Aquatic Botany, 45, 357–364.
- Nybom H, Bartish, I V, 2000, Effects of life history traits and sampling strategies on genetic diversity estimates obtained with RAPD markers, Perspect. Plant Ecology and Evolution, 3, 2, 93–114.
- Olsen, SR., Cole V, Watanabe FS, Dean LA, 1954, Estimation of AvailablePhosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate, U.S.A.
- Orak E, 2006, Porsuk Çayı'nın Su Kalitesinin Bulanık Mantık Metodu ile Değerlendirilmesi, Gebze Teknik Üniversitesi, T.C. Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 45s, Gebze.
- Oruçoğlu K, Beyhan M, 2019, Göller Bölgesi Göllerinde Ağır Metal Kirliliğinin Değerlendirilmesi, Bilge International Journal of Science and Technology Research, 3, 1, 10-20.
- Ostendorp, W, Iseli C, Krauss, M, Krumscheid-Plankert P, Moret J, Rollier M, Schanz,

- F 1995, Lake shore deterioration, reed management, and bank restoration in some Central European lakes, *Ecological Engineering*, 5: 51–75.
- Ozcep, F O, Tezel, Asci M, 2009, Correlation between electrical resistivity and soil-water content: Istanbul and Golcuk, *International Journal of Physical Sciences*, 4 6, 362–365.
- Özbay H, Yaprak A E, Turan N, 2019, Assessing water quality in the Ceyhan River basin (Turkey) with the use of aquatic macrophytes, *Chemistry and Ecology*, 35, 10, 891–902.
- Özdamar H, Darılmaz M C, Kıyak S, 2017, An investigation of some physicochemical parameters of water quality and aquatic Coleoptera diversity at Eber, Emre, Karamık and Pınarbaşı Lakes (Afyon, Turkey), *Munis Entomology and Zoology*, 12, 2, 583-597.
- Öztürk M, Seçmen Ö, Leblebici E, 1996, Eber Gölü (Afyon) Bitki Örtüsü ve Kirlenme İlişkileri. *Ekoloji Dergisi*, 20, 14-16.
- Öztürk M, 2012, Eber Gölü (Afyonkarahisar) Turna balıklarında (*Esox lucius*) *Argulus foliaceus* Enfestasyonu, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9- 2.
- Öztürk B Y, 2014, Apa Baraj Gölü Algleri Üzerine Araştırmalar (Çumra/Konya), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 36s, Konya.
- Öztürk B Y, Akköz C, 2014, Investigation of water quality of Apa dam lake (Çumra-Konya) and according to the evaluation of PCA, *Biological Diversity and Conservation journal*, 7, 2, 136- 147.
- Özyurt İ, Tanatmış M, 2004, Akşehir (Konya-Afyon) ve Eber (Afyon) Gölleri Havzalarının *Ephemeroptera* (Insecta) Limnofaunası, *AKÜ-Fen Bilimleri Dergisi* 8-1.
- Padisák J, Reynolds C S, 2003, Shallow lakes The absolute, the relative, the functional and the pragmatic, *Hydrobiologia*, 506, 509–1.
- Pant R R, Pal K B, Adhikari, N L, Adhikari S, Mishra A D, 2019, Water Quality Assessment of Begnas and Rupa Lakes, Lesser Himalaya Pokhara, *Journal of the Institute of Engineering*, 15, 2, 113-122.
- Pacheco, F. S., F. Roland, and J. A. Downing. 2013. Eutrophication reverses whole-lake carbon budgets. *Inland Waters*, 4, 41–48.
- Pauca- Comănescu M, Clevering O A, Hanganu J, Gridin M, 1999, Phenotypic

- differences among ploidy levels of *Phragmites australis* growing in Romania, Aquatic Botany 64: 223–234.
- Pereira, S A, Trindade C R T, Albertoni E F, Palma-Silva C, 2012, Aquatic macrophytes as indicators of water quality in subtropical shallow lakes, Southern Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 24,1, 52–63.
- Peterson C A, Moon G J. 1993, The effect of lateral root outgrowth on the structure and permeability of the onion root exodermis, Acta Botanica, 106: 411–418.
- Raicu P, Staicu S, Stoian V, Roman T, 1972, The *Phragmites communis* Trin. Chromosome complement in the Danube delta, Hydrobiologia, 39, 83–89.
- Raymond, P. A., and J. J. Cole. 2003. Increase in the export of alkalinity from North America's largest river. Science 301, 88–91.
- Rea N, 1996, Water levels and *Phragmites*: Decline from lack of regeneration or dieback from shoot death, Folia Geobot. Phytotax., 31, 85–90.
- Rehm G, Schmitt M, Eliason R, 1996, Fertilizing Corn in Minnesota, University of Minnesota College of Agricultural Food and Environmental Science, Minnesota Extension Service, FO-3790-C, Reviewed, Minnesota.
- Rice W, 2006, Organic matter and nutrient dynamics, Encyclopedia of Soil Science, 2, 1180–1183.
- Rejmánková E, 2011, The role of macrophytes in wetland ecosystems, Journal of Ecology and Field Biology, 34, 4, 333–345.
- Richards L A, 1954, Diagnosis And Improvement of Saline And Alkali Soils. US Dept. Agriculture., Agriculture Handbook, No. 60, Washington DC.
- Robertson M M. 1997. Prescribed burning as a management and restoration tool in wetlands of the upper Midwest. In: Restoration and reclamation review: Student on-line journal, 2,4,1-6.
- Rohfritsch O, 1992, A fungus associated gall midge, *Lasioptera arundinis* (Schiner), on *Phragmites australis* (Cav.) Trin, Botant Letters, 139, 45–59.
- Rojas C, Segura M, Rodrigo M A, 2013, The allelopathic capacity of submerged macrophytes shapes the microalgal assemblages from a recently restored coastal wetland, Ecological engineering, 58, 149– 155.
- Roldán, A, Caravaca F, Hernández, MT, García C, Sánchez Brito C, Vela'squez M, Tiscareño M, 2003, No-tillage, crop residue additions, and legume cover

- cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed, *Soil and Tillage Research*, 72, 65–73.
- Rzymiski, P, Niedzielski P, Klimaszyk P, Poniedziałek B, 2014, Bioaccumulation of selected metals in bivalves (Unionidae) and *Phragmites australis* inhabiting a municipal water reservoir, *Journal of Water and Soil Analysis*, 89, 61-614.
- Saha S, Reza A H M, Roy, M.K, 2019, Hydrochemical evaluation of ground water quality of the Tista floodplain, *Applied Water Science*, 9, 198.
- Saltonstall K, 2002, Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (4): 2445–2449.
- Schleyer M. Roberts G, 1987, Detritus cycling in a shallow coastal lagoon in Natal, South Africa, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 110, 27–40.
- Schreiber L, Hartmann K, Skrabs M, Zeier J, 1999, Apoplastic barriers in roots: chemical composition of endodermal and hypodermal cell walls, *Journal of Experimental Botany*, 50, 1267–1280.
- Seago J L, Peterson C A, Enstone D E, Scholey C A, 1999, Development of the endodermis and hypodermis of *Typha glauca* Godr. & *Typha angustifolia* L. roots, *Canadian Journal of Botany*, 77, 122–134.
- Serteser A, Kargıoğlu M, İçağa Y, Konuk M, 2008, Vegetation as an Indicator of Soil Properties and Water Quality in the Akarcay Stream (Turkey), *Environmental Management*, 42, 764–770.
- Shay J M, Thompson D J, Shay C T, 1987, Post-fire performance of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. In the Delta Marsh, Manitoba, Canada, *Archiv für Hydrobiologie*, 27, 95–103.
- Shay J M, de Geus P M J, Kapinga M R M, 1999, Changes in shoreline vegetation over a 50-year period in the Delta Marsh, Manitoba in response to water levels, *Wetlands* 19, 413–425.
- Shoba P, Ramakrishnan S S, 2017, Multispectral and microwave remote sensing models to survey soil moisture and salinity, *Land Degradation and Development*, 28, 1412–1425.
- Shrestha Ak, N. Basnet, C. K. Bohora, and P. Khadka, Variation of electrical conductivity of the different sources of water with temperature and concentration of

- electrolyte solution NaCl, International Journal of Recent Research and Review, 10, 3, 24–26, 2017.
- Six J, Elliott, E, T, Paustian, K. 2000, Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. Soil Biology and Biochemistry, 32, 14, 2099–2103.
- Small E, Catling P M, 2001, Poorly known economic plants of Canad Common reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Bulletin The Canadian Botanical Association, 34: 21–26.
- Sole M, Durka W, Eber S, Brandl R, 2004, Genotypic and genetic diversity of the Common Weed *Cirsium arvense* (Asteraceae), Int. J. Plant Sci, 165, 437–444.
- Soukup A, Votrubová O, Čížková H, 2001, Blackwell Science Ltd Development of anatomical structure of roots of *Phragmites australis*, © New Phytologist, 153, 277–287.
- Sönmez A Y, Hisar O, Yanık T, 2013, Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması, Ziraat Fakülte Dergisi, 43, 1, 69-77.
- Squires, L. and van der Valk, A. G. 1992. Water-depth tolerance of the dominant emergent macrophytes of the Delta Marsh, Manitoba. Canadian Journal of Botany 70, 1860–1867.
- SrinivsaRao C H, Srinivasa, Rao A, Subba,Rupa, T R, 2000, Plant mobilization of soil reserve potassium from fifteen smectitic soils in relation to soil test potassium and mineralogy, Soil Science, 165,7, 578–586.
- Stets E G, Conter J B, 2008, Littoralzones as sources of biodegradable dissolved organic carbon in lakes, Canadian Journal of fisheries and quatic Science, 65,11, 2454-2460.
- Şener S, Şener E, Davraz A, Karagüzel R, Bulut C, 2010, Eğirdir Gölü Su Kalitesine Yönelik Ön Bulgular: Yerinde Ölçümlerin Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14, 1, 72-83
- Şener Ş, Güneş D, 2015, Water quality and hydrogeochemical characteristics of surface water and groundwaters in Aksu (Isparta) plain, Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 21, 6, 260–269.
- Taş b, Ertürk Ö, Yonat H, Topaldemir H, 2020, Son Yıllarda Yeşilırmak Deltası’ndaki Sulak Alanlarda İstilacı Bir Su Bitkisi: “Yeşil Altın Madeni” Kızıl Eğrelti

- (*Azolla filiculoides* Lam.) Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Ordu.
- Taş B, Topaldemir H, 2021, Miliç Kıyı Sulak Alanındaki (Terme, Samsun, Türkiye) Su Bitkilerinin Değerlendirilmesi, *Review of Hydrobiology*, 14,1-2:1-23.
- Tero N, Aspi J, Siikamaäki, A, Jaäkaälaäniemi A, Tuomi J, 2003, Genetic structure and gene flow in a metapopulation of an endangered plant species *Silene tatarica*, *Molecular Ecology*, 12, 2073– 2085.
- Thomas GW, 1996, Soil pH and Acidity. In: *Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3* (Editör: D.L. Sparks). SSSA, WI., 475-491s, Madison.
- Thompson D J, Shay J M 1985, The effects of fire on *Phragmites australis* in the Delta Marsh, Manitoba, *Canadian Journal of Botany*, 63, 1864- 1869.
- Thompson D J, Shay, Jennifer M, 1989, First-year response of a *Phragmites* marsh community to seasonal burning, *Canadian Journal of Botany*, 67, 1448- 1455.
- Tornadowska A, Catalina B P, Catharina Keim C, Smith, G E B, 2013, Macrophytes as an Indicator for the Ecological State during restoration measures on Lake Durowskie, *International Summer School Restlake Wągrowiec and Poznań*, 89, 61-614.
- Tunç M, 2019, Kırkgöz Kaynakları (Antalya) su kalitesinin makrofit floraya göre belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Isparta.
- Türnüklü Z, 2017, Eber Gölü (Afyonkarahisar) Kuş Faunası, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, 105s, Afyonkarahisar.
- Tüzüner A, 1990, Toprak ve su analiz laboratuvarı el kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı K.H.G. Müdürlüğü Yayını, 374s. Ankara.
- Udhayakumar R, Manivannan P, Raghu K, Vaideki S, 2016, Assessment of physico-chemical characteristics of water in Tamilnadu, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 134, 2, 474 – 477.
- Uludağ A, 2015, Avrupa Birliği İstilacı Yabancı Türler Yasası, *Turkish Journal of Weed Science*, 18, 3- 64.
- Urbanc-Bercic O, Bulc T, 1995, Integrated constructed wetland for small-communities, *Water Sci. Technol.*, 32: 41–47.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1995, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C.

Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, 230s, Ankara.

- Ünal B, Aşçı F, 2011, Eber Gölü (Afyonkarahisar-Türkiye) Su Kenesi (*Acari, Hydrachnidia*) Faunası, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7, 1-4.
- Üremiş İ, 2015, Su İçi İstilacı Bitkiler, Invasive Plants Workshop, Tokat.
- van der Toorn J, Mook J H, 1982, The influence of environmental factors and management on stands of *Phragmites australis*. 1. Effects of burning, frost and insect damage on shoot density and shoot size, Journal of Applied Ecology, 19, 477–499.
- van der Valk A G, 1994, Effects of prolonged flooding on the distribution and biomass of emergent species along a freshwater wetland coenocline, Vegetatio Journal, 110, 185–196.
- van der Werff M, Simmers J W Kay S H, 1987, Biology management and utilization of common reed *Phragmites australis*, European Research Office of the U.S. Army, 101p, London.
- van Deursen E J M, Drost H J, 1990, Defoliation and treading by cattle of reed *Phragmites australis*, Journal of Applied Ecology, 27, 284–297.
- Vestergaard P, 1994, Response to mowing of coastal brackish meadow plant communities along an elevated gradient, Nordic Journal of Botany, 14: 569–587.
- Vulink J T, Drost, H J, 1991, Nutritional characteristics of cattle forage plants in the eutrophic nature reserve Oostvaardersplassen, Netherlands Journal of Agricultural Science, 39, 263–272.
- Wade P, 1993, Management/utilization: The influence of vegetation pre-dredging on the post-dredging community, Journal of Aquatic Plant Management, 31, 141–144.
- Wathugala A G, Suzuki T, Kurihara Y, 1987, Removal of nitrogen, phosphorus and COD from waste water using sand filtration system with *Phragmites australis*, Water Research, 21, 1217–1224.
- Wang H L, Zhang, C L, Liang H G, 1995, Seasonal changes of polyamines in habitat adaptation of different ecotypes of reed plants, Oecologia, 101, 119–123.
- Wapshere A J, 1990, Biological control of grass weeds in Australia: an appraisal, Plant Protection Quarterly, 5, 62–75.

- Wang M, Zheng Q, Shen Q, Guo S, 2013, The critical role of potassium in plant stress response, *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 7370–7390.
- Warren R S, Fell P E, Grimsby J L, Buck E L, Rilling G C, Fertik R A, 2001, Rates, patterns, and impacts of *Phragmites australis* expansion and effects of experimental *Phragmites* control on vegetation, macroinvertebrates, and fish within tidelands of the lower Connecticut River, *Estuaries*, 24, 90–107.
- Weisner, S E B Strand J A, 1996, Rhizome architecture in *Phragmites australis* in relation to water depth: implications for within-plant oxygen transport distances, *Folia Geobot. Phytotax*, 31, 91–97.
- White P J, Broadley, M R. 2003, Calcium in plants. *journal of the Annals of Botany Company*, 92, 487–511.
- Whiting G, Chanton J, 1996, Control of the diurnal pattern of methane emission from emergent aquatic macrophytes by gas transport mechanisms, *Aquatic Botany*, 54: 237–253.
- WHO, 1996, Guidelines for Drinking Water, Second Edition, Volume 2, Health Criteria and Other Supporting information. Geneva, World Health Organization,
- Williams J, May E, Ford M, Butler J, 1994, Nitrogen transformations in gravel bed hydroponic beds used as a tertiary treatment stage for sewage effluents, *Water Science and Technology*, 29, 29–36.
- Williams J, Bahgat M, May E, Ford M Butler J, 1995, Mineralization and pathogen removal in gravel bed hydroponic constructed wetlands for wastewater treatment, *Water Science and Technology*, 32, 49–58.
- Windham L, Lathrop R G, 1999, Effects of *Phragmites australis* (common reed) invasion on aboveground biomass and soil properties in brackish tidal marsh of the Mullica River, New Jersey. *Estuaries*, 22, 927–935.
- Yalçın M, Çimrin K M, 2019. Şanlıurfa-Siverek’te Yaygın Toprak Gruplarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri, *K.S.Ü. Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 1, 1-13.
- Yasan A B, 2007, Eber (AFYON) Gölü’nün Trofik Statüsünün Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71s, Ankara.
- Yıldırım M Z, Koca S B, Karaşahin B, 2003, Eber Gölü (Afyon)’nde yayılış gösteren Gastropoda (Salyangoz) Türleri, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 1, 78-82.

- Yıldırım Ü, Erdoğan S, Uysal M, 2011, Changes in the Coast line and Water Level of the Akşehir and Eber Lakes Between 1975 and 2009, Water Resources Management, 25, 941-962.
- Yıldız N, Bilgin N, 2008, Erzurum Ovası Topraklarının Fosfor ve Potasyum Durumunun Neubauer Fide Yöntemi ile Belirlenmesi, Ziraat Fakülte dergisi, 39, 2, 159 – 165.
- Yurtçu Ş, 2005, Eber Gölünde Su Seviye Değişimleri ile Hidrometeorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Analizi ile Tesbiti, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 37-45.
- Zeidler A, Schneider S, Jung C, Melchinger A E, Dittrich P, 1994, The use of DNA fingerprinting in ecological studies of *Phragmites australis* (Cav.). Trin ex Steudel, Botanica Acta, 107, 237–242.
- Zhu S. Zhan Z, Zagar D, 2018, Mercury transport and fate models in aquatic systems: A review and synthesis, Science of the Total Environment, 639, 538–549.
- Zong W, Chen K, Taiguchi K, Kondo A, 1991, Achromosome study in intraspecific polyploidy of *Phragmites australis* and its related species, Kromosomo, 11 63, 64, 2168–2172.
- Zong W, Chen K, Taiguchi K, Kondo A, 1991, Achromosome study in intraspecific polyploidy of *Phragmites australis* and its related species, Kromosomo, 11 63, 64, 2168–2172.

### İnternet Kaynakları

- 1-<https://tr.questionofwill.com/12229-artificial-ecosystem-characteristics-types-factors-and-real-examples>, 19.01.2022.
- 2-<https://www.uniprot.org/taxonomy/29695/>, 09.01.2022
- 3-<https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/phraus/all.html>, 15.01.2022
- 4-<https://www.google.com/maps/place/Eber+G%C3%B6lü/@38.6623448,31,05.11.2021>
- 5-<https://www.google.com/web/search/38%C2%B0362754.3%22N+310>, 5.11.2021