



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK KAPSAMINDA TÜRKİYE
FLORASINDA YETİŞEN *EQUISETUM* L. CİNSİNE AİT
TÜRLERİN MORFOLOJİK, ANATOMİK VE MOLEKÜLER
YÖNDEN İNCELENMESİ**

RABİA İŞKİL ÇOTUK

DANIŞMAN

PROF. DR. HALİL BARIŞ ÖZEL

BARTIN-2024



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK KAPSAMINDA TÜRKİYE FLORASINDA
YETİŞEN *EQUISETUM* L. CİNSİNE AİT TÜRLERİN MORFOLOJİK,
ANATOMİK VE MOLEKÜLER YÖNDEN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Rabia İŞKİL ÇOTUK

BARTIN-2024

KABUL VE ONAY



BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK KAPSAMINDA TÜRKİYE FLORASINDA YETİŞEN *EQUISETUM* L. CİNSİNE AİT TÜRLERİN MORFOLOJİK, ANATOMİK VE MOLEKÜLER YÖNDEN İNCELENMESİ” başlıklı doktora tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

11.01.2024

Rabia İŞKİL ÇOTUK

ÖNSÖZ

Doktora eğitimimde tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi aşamalarında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, desteğini ve yardımını esirgemeyen, anlayışlı ve yol gösterici yaklaşımı ile beni cesaretlendiren ve öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum çok değerli danışmanım rahmetli Prof. Dr. Zafer KAYA'ya (BARÜ) en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmanın başlangıcından itibaren değerli fikirleri ve bilimsel önerileri ile bana katkı sağlayan ve yön gösteren, bu çalışmanın bitmesinde önemli katkıları olan ve son olarak danışmanlığımı üstlenen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e (BARÜ) şükranlarımı sunuyorum. Çalışmanın her aşamasında önerilerinden faydalandığım, destekleyici ve öğretici olan sayın hocalarım Doç. Dr. Ayşe KAPLAN (BEÜ) ve Prof. Dr. Barbaros YAMAN'a (BARÜ), tez jürimde yer almayı kabul ederek değerli bilimsel önerileri ile doktora tez çalışmama destek veren sayın Doç. Dr. Şahin PALTA'ya (BARÜ) ve sayın Prof. Dr. Hakan ŞEVİK'e (KÜ) teşekkür ediyorum. Tez çalışması boyunca tür teşhisleri konusunda bilgi ve katkılarından dolayı Dr. Dominik WROBEL'e (Krosno Ünivesitesi), anatomi çalışmaları sırasında karşılaşılan sorunların çözümü aşamasında destek olan Prof. Dr. Rıza BİNZE' (MEÜ) ve moleküler çalışmalar sırasında değerli desteklerini benden esirgemeyen Doç. Dr. Şükrü ÖNALAN'a (YYÜ) teşekkürlerimi sunarım. Doktora sürecimde tarafıma Yükseköğretim Kurulu (YÖK, 100/2000) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) bünyesinde faaliyet gösteren Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB, 2211-A) tarafından burs sağlanmıştır. Bu değerli destekleriniz, akademik çalışmalarımın şekillenmesinde ve başarı ile sonuçlanmasında büyük rol oynamıştır.

Sevgi, hoşgörü ve desteklerini hiçbir zaman benden esirgemedi bugünlere gelmemi sağlayarak tüm eğitim öğretim hayatım boyunca yanımda olan ve bana güvenen babam Hasan İŞKİL, annem Fati İŞKİL, abim Ertan İŞKİL ve kardeşim Elif İŞKİL BAYRAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son olarak her zaman olduğu gibi bu süreçte de daima yanımda olan, desteğini ve teşviğini esirgemeyerek bana güvenen, yüreklendiren ve anlayış gösteren sevgili eşim Selahattin ÇOTUK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Rabia İŞKİL ÇOTUK

ÖZET

Doktora Tezi

SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK KAPSAMINDA TÜRKİYE FLORASINDA YETİŞEN *EQUISETUM* L. CİNSİNE AİT TÜRLERİN MORFOLOJİK, ANATOMİK VE MOLEKÜLER YÖNDEN İNCELENMESİ

Rabia İŞKİL ÇOTUK

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2024, sayfa: 114

Bu tez çalışmasında, Türkiye’de doğal olarak yetişen *Equisetum* Linn (Equisetaceae) cinsine ait taksonların morfolojisi, anatomisi, palinolojisi ve moleküler özellikleri araştırılmıştır. Taksonların betimleri ve ayırıcı teşhis anahtarı verilmiştir. Cinse ait bireylerin yetiştirme ortam şartlarına bağlı olarak morfolojik özelliklerinin tür bazında dahi değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir. *Equisetum* cinsine ait taksonların gövde enine kesit ve yandal enine kesitleri çalışılmıştır. Gövde enine kesit incelemelerinde merkezi boşluğun gövde çapına oranı ve valleküler/karinal kanal sayısının tür ayırımında belirleyici bir karakter olduğu görülmüştür. Yandal enine kesitinin ise gövde enine kesitine göre daha az belirleyiciliği tespit edilmiştir. *Equisetum* cinsine ait taksonların sporları sirkular şekildedir ve tür ayırımına hiçbir etkisi yoktur. *Equisetum* cinsine ait taksonların genomik DNA’ları izole edilmiş, kloroplast DNA’sının *rbcL* ve *trnL-F* bölgeleri polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yolu ile çoğaltılmış ve sekans analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Cinse ait taksonlardan elde edilen sekans dizi verilerine göre filogenetik ağaç oluşturulmuş ve taksonlar arasındaki filogenetik ilişki belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anatomi, DNA dizi analizi, *Equisetum* L., filogenetik, morfoloji.

Bilim Alanı Kodu: 120517



ABSTRACT

Ph. D. Thesis

MORPHOLOGICAL, ANATOMICAL AND MOLECULAR ANALYSIS OF SPECIES BELONGING TO THE GENUS *EQUISETUM* L. GROWN IN THE FLORA OF TURKEY WITHIN THE SCOPE OF SUSTAINABLE FORESTRY

Rabia İŞKİL ÇOTUK

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Bartın-2024, pp: 114

In this thesis study, the morphology, anatomy, palynology and molecular characteristics of taxa belonging to the genus *Equisetum* Linn (Equisetaceae) growing naturally in Turkey were investigated. Descriptions of the taxa and a differential diagnosis key are given. It has been observed that the morphological characteristics of individuals of the genus vary even on a species basis, depending on the habitat conditions. Stem cross-sections and side-branch cross-sections of taxa belonging to the genus *Equisetum* were studied. In body cross-sectional examinations, it was observed that the ratio of the central cavity to the body diameter and the number of vallecular/carinal canals were decisive characters in species discrimination. It has been determined that the side branch cross-section is less decisive than the trunk cross-section. Spores of taxa belonging to the genus *Equisetum* are circular in shape and have no effect on species distinction. Genomic DNAs of taxa belonging to the genus *Equisetum* were isolated, the *rbcL* and *trnL-F* regions of the chloroplast DNA were amplified by polymerase chain reaction (PCR) and sequence analysis was performed. According to the sequence data obtained from the taxa of the genus, a phylogenetic tree

was created and the phylogenetic relationship between the taxa was determined.

Keywords: Anatomy, DNA sequence analysis, *Equisetum* L., morphology, phylogenetics.

Scientific Field Code: 120517



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Equisetaceae Familyasının Genel Özellikleri	3
1.2 <i>Equisetum</i> L. Cinsinin Genel Özellikleri.....	3
1.2.1 <i>Equisetum</i> Taksonlarına Ait Morfolojik ve Anatomik Özellikler.....	4
1.2.2 <i>Equisetum</i> L. Cinsinde Eşeyli Üreme ve Spor Morfolojisi.....	8
1.2.3 <i>Equisetum</i> L. Cinsinde Vejetatif Üreme	9
1.2.4 Karyoloji ve Hibridizasyon.....	10
1.2.5 Ekoloji ve Dağılım	10
1.3 Moleküler Sistematik.....	11
1.3.1 Moleküler Sistematikte Kullanılan DNA Çeşitleri	11
1.3.1.1 Çekirdek DNA'sı (nrDNA).....	11
1.3.1.2 Mitokondri DNA'sı (mtDNA).....	12
1.3.1.3 Kloroplast DNA'sı (cpDNA)	12
2. LİTERATÜR ÖZETİ	15
2.1 <i>Equisetum</i> L. Cinsine Ait Türlerin Yer Aldığı Lisansüstü Tez Çalışmaları.....	15
2.2 DNA Temelli Çalışmalar	17
2.3 Spor Üzerine Yapılan Çalışmalar	19
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1 Materyal	22
3.2 Metot.....	22
3.2.1 Taksonomik Çalışmalar	22
3.2.2 Morfolojik Çalışmalar.....	23

3.2.3 Palinolojik Çalışmalar	24
3.2.4 Anatomik Çalışmalar	24
3.2.5 Moleküler Çalışmalar	25
3.2.5.1 Bitki Yaprak Örneklerinin Hazırlanması ve DNA izolasyonu	25
3.2.5.2 DNA Konsantrasyonun Belirlenmesi	26
3.2.5.3 Primer Sentezi	27
3.2.5.4 PCR Analizi	27
3.2.5.5 Agaroz Jel Elektroforez Analizi	27
3.2.5.6 Dizileme Analizi	27
3.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 Araştırma Bulguları	31
4.1.1 <i>Equisetum</i> Cinsinin Özellikleri	31
4.1.2 Türkiye’de Yetişen <i>Equisetum</i> L. Cinsine Ait Yeni Oluşturulan Teşhis Anahtarı	31
4.1.3 Taksonomik Bulgular	34
4.1.4 <i>Equisetum</i> L. Cinsine Ait Taksonların Morfolojik, Anatomik ve Palinolojik Özellikleri	37
4.1.4.1 <i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	37
4.1.4.2 <i>Equisetum arvense</i> L.	41
4.1.4.3 <i>Equisetum palustre</i> L.	46
4.1.4.4 <i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	52
4.1.4.5 <i>Equisetum hyemale</i> L.	57
4.1.4.6 <i>Equisetum fluviatile</i> L.	60
4.1.5 Moleküler Bulgular	66
4.1.5.1 DNA Konsantrasyon Ölçümü	66
4.1.5.2 Primer Sentezi ve Optimizasyonu	67
4.1.5.3 PCR Analizi	67
4.1.5.4 Elektroforez İşlemi	67
4.1.5.5 Sekans Analizi	68
4.2 Tartışma	87
4.2.1 <i>Equisetum</i> L. Cinsine Ait Morfolojik ve Anatomik Karakterlerin Karşılaştırılması ve Tartışma	87

4.2.2 <i>Equisetum</i> L. Cinsine Ait Palinolojik Karakterlerin Karşılaştırılması ve Tartışma.....	96
4.2.3 <i>Equisetum</i> L. Cinsine Ait DNA Dizi Analizleri ve Tartışma.....	98
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
KAYNAKLAR.....	104
ÖZGEÇMİŞ.....	112



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: <i>Equisetum</i> cinsi genel görüşü (URL-1, 2022).....	6
1.2: <i>Equisetum</i> gövde enine kesiti (URL-2, 2021).....	7
1.3: <i>Equisetum</i> spor görseli (URL-3, 2021).	8
1.4: Kloroplast DNA'nın <i>trnL-F</i> bölgesi (Taberlet vd., 1991).....	13
1.5: cpDNA <i>rbcL</i> bölgelerinin gösterimi (Win vd., 2008).....	14
3.1: Tez çalışmasında kullanılan ışık mikroskobu (a) ve stereo mikroskop (b).....	23
3.2: QIACube Lt otomatik izolasyon robotu ve bitkilerden DNA izolasyonu.....	26
3.3: Sekans analizi için kullanılan cihaz ve interior özellikleri.....	28
3.4: Aplid Biosystems 3500xL işleyiş protokolü	29
4.1: <i>E.sylvaticum</i> L. herbaryum örneği görüntüsü, NGBB Herb	35
4.2: <i>E.sylvaticum</i> L.'un doğada örnek bir fotoğrafı (URL- 4, 2023)	36
4.3: <i>E.telmateia</i> türü verimli gövde (a), verimsiz gövde (b) ve yetiştirme alanı görüntüsü (c)	37
4.4: <i>E.telmateia</i> türü verimsiz gövde bölümleri.....	38
4.5: <i>E.telmateia</i> stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod (Bk:20); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kirpikler (Bk:20).....	38
4.6: <i>E.telmateia</i> internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti(C, Bk:1000).....	40
4.7: <i>E.telmateia</i> 'e ait spor görüntüsü; A (Bk 100) , B (Bk 400), C ve D (Bk 1000).....	41
4.8: <i>E.arvense</i> türü verimli gövde (a) ve verimsiz gövde (b).....	42
4.9: <i>E.arvense</i> türü verimsiz gövde bölümleri	43
4.10: <i>E.arvense</i> stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod (Bk:40); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kirpikler (Bk:20).....	43
4.11: <i>E.arvense</i> internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti(C, Bk:1000).....	45
4.12: <i>E. arvense</i> ' e ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)	46
4.13: <i>E.palustre</i> yetiştiği ortam görüntüsü (a), verimsiz gövde (b) ve verimli gövde (c)	47
4.14: <i>E.palustre</i> türü verimsiz gövde bölümleri.....	48
4.15: <i>E.palustre</i> stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod	

(Bk:20); C:Yandal ilk boğumu (Bk:10); D: Kirpikler (Bk:20).....	48
4.16: <i>E.palustre</i> internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti(C, Bk:1000).....	50
4.17: <i>E. palustre</i> ’ ye ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)	51
4.18: <i>E.ramosissimum</i> genel görüntüsü ve yetiştiği yer (a-b)	52
4.19: <i>E.ramosissimum</i> türü verimsiz gövde bölümleri.....	53
4.20: <i>E.ramosissimum</i> stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İternod (Bk:30); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kirpikler (Bk:20)	53
4.21: <i>E.ramosissimum</i> internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti(C, Bk:1000).....	55
4.22: <i>E. ramosissimum</i> ’ a ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)	56
4.23: <i>E.hyemale</i> genel görünüşü (a), verimsiz gövde(b) ve verimli gövde (c)	57
4.24: <i>E.hyemale</i> türü verimsiz gövde bölümleri.....	58
4.25: <i>E.hyemale</i> stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İternod (Bk:20); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kirpikler (Bk:20).....	58
4.26: <i>E.hyemale</i> internod enine kesiti (A ve B)	59
4.27: <i>E.hyemale</i> ’ e ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)	60
4.28: <i>E.fluviatile</i> genel görünüşü (a), verimli gövde(b), verimsiz ve verimli gövde (c).....	61
4.29: <i>E.fluviatile</i> türü verimsiz gövde bölümleri.....	62
4.30: <i>E.fluviatile</i> stereo mikroskop görüntüsü, A: İternod Bölgesi (Bk:20); B: Nod (Bk:20); C:Kirpikler (Bk:20); D: Nod (Bk:20); E:Yandal ilk boğum (30).....	62
4.31: <i>E.fluviatile</i> internod enine kesiti (A ve B) ve yandal enine kesiti (C)	64
4.32: <i>E.fluviatile</i> ’ e ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000).....	65
4.33: PCR amplikonlarından elde edilen agaroz jel elektroforez görüntüsü.....	68
4.34: <i>E.telmateia</i> türünün <i>rbcL</i> DNAdizisi nblast sonucu	74
4.35: <i>E.arvense</i> türünün <i>rbcL</i> DNA dizisi nblast sonucu	74
4.36: <i>E.palustre</i> türünün <i>rbcL</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	75
4.37: <i>E.ramosissimum</i> türünün <i>rbcL</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	75
4.38: <i>E.hyemale</i> türünün <i>rbcL</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	76
4.39: <i>E.fluviatile</i> türünün <i>rbcL</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	76
4.40: <i>E.telmateia</i> türünün <i>trnL-F</i> DNAdizisi nblast sonucu	77

4.41: <i>E.arvense</i> türünün <i>trnL-F</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	77
4.42: <i>E.palustre</i> türünün <i>trnL-F</i> DNAdizisi nblast sonucu	78
4.43: <i>E.ramosissimum</i> türünün <i>trnL-F</i> DNAdizisi nblast sonucu	78
4.44: <i>E.hyemale</i> türünün <i>trnL-F</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	79
4.45: <i>E.fluviatile</i> türünün <i>trnL-F</i> DNAdizisi nblast sonucu.....	79
4.46: <i>rbcL</i> Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları.....	80
4.47: <i>trnL-F</i> Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları	85
4.48: Genç <i>E.telmateia</i> bireyi (a) ve <i>E.arvense</i> (b)	88
4.49: <i>E.arvense</i> (a) ve <i>E.palustre</i> (b) verimsiz gövdeleri.....	89
4.50: <i>E.ramosissimum</i> (a) ve <i>E.hyemale</i> (b) verimsiz gövde genel görünüşü.....	90
4.51: <i>Equisetum</i> taksonlarının gövde enine kesitleri; <i>E.telmateia</i> (A), <i>E.arvense</i> (B), <i>E.palustre</i> (C), <i>E.ramosissimum</i> (D), <i>E.hyemale</i> (E), <i>E.fluviatile</i> (F)	91
4.52: <i>rbcL</i> genine dayalı filogenetik ağaç	98
4.53: <i>trnL-F</i> genine dayalı filogenetik ağaç	99

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1: <i>Equisetum</i> L. Türlerinin toplandığı lokaliteler	22
3.2: Tez çalışmasında kullanılan primerler	27
4.1: Tezde kullanılan DNA'ların konsantrasyon miktarları	66
4.2: Tezde sentezlenen ve kullanılan primerler ve özellikleri.....	67
4.3: <i>Equisetum</i> L. cinsine ait taksonların morfolojik ve anatomik bulguları	87
4.4: Türlerin Boy verilerine uygulanan varyans analizi	92
4.5: Boy değişkenine yapılan Duncan testi sonucuna göre türlerin gruplandırılması.....	92
4.6: Türlerin çap verilerine uygulanan varyans analizi.....	93
4.7: Çap değişkenine yapılan Duncan testi sonucuna göre türlerin gruplandırılması.....	93
4.8: Türlerin merkezi boşluğun çap verilerine uygulanan varyans analizi	94
4.9: Merkezi boşluğun çap değişkenine yapılan Duncan testi sonucuna göre türlerin gruplandırılması	94
4.10: <i>Equisetum</i> cinsi taksonlarının spor ölçümleri	97

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ml	: mililitre
μ l	: mikrolitre
mM	: minimolar
μ M	: mikromolar
m	: metre
cm	: cantimetre
μ m	: mikrometre
μ g	: mikrogram
°C	: Santigrad derece

KISALTMALAR

Bk	: Büyütme Katsayısı
Bç	: Baz çifti
Cons	: Konsantrasyon
dak.	: dakika
DNA	: Deoksiribonükleik asit
Herb	: Herbaryum
ODOÜ	: Odun Dışı Orman Ürünleri
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
rpm	: Dönme hızı
Tm	: Bağlanma sıcaklığı

1. GİRİŞ

Orman, oldukça geniş bir alanda kendine özgü bir iklim oluşturabilen, belirli yükseklik, yapı ve sıklıktaki ağaçlar, ağaçcık, çalı ve otsu bitkiler, yosun, eğrelti ve mantarlar, toprağın altında ve üstünde yaşayan mikroorganizmalar ve çeşitli böcek ve hayvanlarla orman toprağının birlikte oluşturduğu hayat birliğidir (OGM, 2012).

Orman ekosistemlerinden yararlanma yalnızca odun hammaddesi elde etmek ile sınırlı değildir; odun hammaddesi elde etmek, ormanlardan yararlanmanın sadece bir boyutudur. Odun Dışı Orman Ürünleri (ODOÜ) terimi, orman içi ve açıklıklarında, yani orman ekosistemlerinde yetişen, ticari ve ticari olmayan amaçlarla hasat edilen ya da toplanan, ağaçcık, çalı ve her türlü bitki ve bunların parçaları olarak tanımlanır. Bu ürünler aynı zamanda “ikincil ürünler”, “özel orman ürünleri”, “geleneksel olmayan ürünler” olarak da adlandırılmaktadır. ODOÜ, ekolojik veya biyolojik açıdan olduğu kadar, ekonomik ve kültürel açıdan da önem kazanmaktadır (Leakey vd., 1996).

Orman ekosistemlerinden besin, ilaç, barınma ve diğer nedenlerle her türlü bitki ve parçalarının toplanması ve kullanılması insanlık tarihi kadar eskidir. Bu yararlanma geleneği günümüze kadar değişerek ve gelişerek gelmiş ve en sonunda toplumların kültürlerinin hatta ulusal kimliklerinin de bir parçası haline dönüşmüştür. ODOÜ’ler kırsal, lokal ve ulusal ekonomiye katkı sağlamanın yanında besin güvenliği sağlaması ve biyolojik çeşitliliği koruyarak çevresel hedeflere ulaşılmasına katkılarından dolayı da önem kazanmıştır (Jones vd., 2004).

Equisetum L. cinsine ait bitkiler de odun dışı orman ürünleri arasında yer almakta ve toplum tarafından çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. *Equisetum* L. cinsine ait şifalı bitkiler, geleneksel tıpta çay ve diğer terapötik ürünler için sıklıkla kullanılır. İdrar yolu enfeksiyonları, kardiyovasküler hastalıklar, solunum yolu enfeksiyonları ve tıbbi cilt durumlarının tedavisinde oldukça etkili olduğu bilinmektedir (Pallag vd., 2016) Ülkemizde de *Equisetum* türleri geleneksel tıpta sıklıkla kullanılmaktadır. Uzun ve ekibi, yapılan bir çalışma sonucunda halk tarafından *E.telmateia* türünün ağız içi enfeksiyonlar, akne, romatizma, eski kırık kemiklerde ağrı, idrar söktürücü, balgam söktürücü, böbrek taşları, kronik egzama ve cilt mantarı hastalıklarında kullanıldığını ortaya koymuştur (Uzun vd.,

2004). 2007 yılında yayımlanan bir çalışmada ise *E.telmateia* türünün nefrit, böbrek taşı, astım, prostat ve damar sertliğine iyi geldiği rapor edilmiştir (Kültür, 2007). Uğurlu ve Seçmen, *E.arvense* türünün bronşit ve safra kesesi iltihabının tedavisinde halk tarafından geleneksel tıbbi bir bitki olarak kullanıldığını söylemiştir (Uğurlu ve Seçmen, 2008).

Ülkemizdeki orman ekosistemleri, özellikle zengin biyolojik çeşitliliği sahip olması nedeniyle küresel ve ulusal düzeyde büyük bir öneme sahip olduğundan sürdürülebilir yönetiminin sağlanması oldukça önemlidir. Orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliğinde ODOÜ'lerin önemli katkıları olduğu da 1992 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında (Rio Earth Summit) önemle belirtilmiştir. Gündem 21'de sürdürülebilir orman yönetimi, sürdürülebilir ekonomik gelişim ve biyolojik çeşitliliğin korunması için ODOÜ'nin üzerinde durulmuştur. Başka bir deyişle ODOÜ ve biyoçeşitlilik yönetimi iç içe geçmiş iki daire şeklindedir. Biyolojik çeşitliliğin dolayısıyla ODOÜ türlerin korunması in-situ (türleri içinde bulundukları ekosistemle birlikte bulundukları yerde korumak) veya ex-situ (türlerin yaşadıkları alanın dışında korunması) koruma yollarıyla sağlanabilir. Canlıların birbirlerine bağımlı fonksiyonları olması bakımından bulundukları ortamda bir bütün olarak korunmaları (in-situ) geleceği garanti altına almak olarak görülebilir (Kaynak, 2001). Ayrıca odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilir yönetimi gıdadan ilaca, kozmetikten endüstriyel hammaddeye kadar uzanan pek çok alanda çalışanlara ve orman sahiplerine gelir getirme, ilişkili topluluklarda iş imkânı sağlama gibi birçok açıdan da önem arz etmektedir (Ok ve Tengiz, 2018).

Türkiye'nin coğrafi konumu, jeomorfolojik yapısı, farklı topoğrafik yapılara ve toprak gruplarına sahip oluşu, İran-Turan, Akdeniz ve Avrupa-Sibirya olmak üzere üç farklı bitki coğrafyasının birleştiği yerde bulunması, çeşitli iklim tiplerine sahip oluşu ve bazı cinslerin gen merkezi olması nedeniyle; ülkemiz, üzerinde yayılış gösteren bitki tür çeşitliliği bakımından dünyanın oldukça zengin ve farklı vejetasyon tiplerini bir arada bulunduran gözde alanlardan birisidir (Davis ve Hedge, 1975; Avcı, 1993; Tosun, 2015).

Türkiye'de doğal olarak 12.000'den fazla taksonun yetiştiği ve bunların yaklaşık 3649'unun (3/1'lik oranı) endemik taksonlardan meydana geldiği bilinmektedir (Güner vd., 2012). Günümüzde Türkiye'nin tamamını kapsayacak ölçekte flora çalışmaları halen devam etmekte olup ülkemizdeki sistematik botanik çalışmalarının hız kazanması ile pek

çok cinsin taksonomik revizyonu yapılmaya başlanmış ve bazıları tamamlanmıştır (Güner vd., 2012; Şenkul ve Kaya, 2017). Özellikle taksonomik problemlere odaklanmış olan botanikçiler, yaptıkları revizyon çalışmalarında, morfolojik karakterlere ek olarak çalıştıkları grupların sistematığına katkı sağlayacak anatomik, palinolojik ve son yıllarda da ilerleyen teknolojiyle birlikte DNA sekanslarını kullanmaya başlamışlardır (Karakaya, 2018).

Equisetum L. cinsi günümüzde hala sistematik problemleri devam eden bir taksondur. Ülkemizde *Equisetum* L. cinsi üzerine yapılan çalışmalar oldukça kısıtlı olmakla birlikte, mevcut çalışmalar genellikle etnobotanik özelliktedir. Ülkemiz sınırlarında yetişen cinse ait bireyler üzerinde yapılan moleküler düzeyde daha önce herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu tez çalışması kapsamında *Equisetum* L. (Equisetaceae) cinsine ait türlerin morfolojik ve anatomik özellikleri incelenmiş, kloroplast *trnL-F* ve *rbcL* gen bölgeleri sekansına dayalı filogenetik ilişkileri belirlenmiştir. Elde edilen bilgiler ışığında cinsin revizyonuna katkı sağlanmıştır. Ülkemizde bu cinse ait taksonların moleküler taksonomisine ait herhangi bir çalışma bulunmadığı için bu çalışma *Equisetum* L. cinsi türlerine ait sistematik bilgilerin elde edilerek sistematik açıdan önemi arz etmektedir.

1.1 Equisetaceae Familyasının Genel Özellikleri

Atkuyruğu familyası olarak bilinen Equisetaceae, Equisetales takımının günümüzde yaşayan tek grubudur. Equisetaceae familyası Antartika kıtası dışında kozmopolit yayılım göstermektedir. Atkuyruğu familyasının hayatta kalan tek temsilcisi *Equisetum* Linn. cinsi çok yıllık bitkilerdir. Bu bitkiler küçükten büyüğe, karada veya suda yaşayabilen, sürünücü rizomlara sahip bitkilerdir. Equisetites'in bazı fosil formları, mevcut atkuyruğundan ayırt edilemez ve bu nedenle *Equisetum*, dünyada hayatta kalan en eski damarlı bitki cinsi olarak kabul edilebilir (Guillon, 2004).

1.2 *Equisetum* L. Cinsinin Genel Özellikleri

'Atkuyrukları' (*Equisetum*, Equisetaceae), geç Devoniyen dönemine kadar uzanan fosil ataları olan eski bir eğrelti soyudur (Brune vd., 2008). *Equisetum* L., vasküler bitkilerin en eski gruplarından biri olmakla birlikte (Feoktistov ve Gureeva, 2018) bir zamanlar bol ve çeşitli türlere sahip olan Equisetopsida sınıfının günümüzde yaşayan tek temsilcisidir

(Husby, 2013). Sayısı 10.000'i aşkın yaşayan eğreltiotu türünden (monilofitler), *Equisetum* L. cinsi günümüzde sadece 15 tür tarafından temsil edilmektedir (Brune vd., 2008). Cinsin adı, atın kuyruğuna benzeyen *Equisetum fluviatile*'nin kaba siyah köklerine ithafen, at ve seta, yani kıl anlamına gelen Latince 'equis' kelimesinden türetilmiştir (Hauke, 1993).

Equisetum L. cinsinde yer alan canlı türler arasındaki morfolojik değişkenlikler ve türler arasındaki geniş melezlemeden dolayı cinsin taksonomisi uzun zamandır gizli kalmıştır (Guillon, 2004). Hauke (1963, 1978) tarafından yapılan çalışmalar cinsin taksonomisine önemli ölçüde netlik kazandırmış ve 15 *Equisetum* türü yaygın olarak kabul edilmiştir. *Equisetum* L. cinsinin taksonomisi geleneksel olarak stoma pozisyonu esas alınarak subgenus *Equisetum* (sekiz tür) ve subgenus *Hippochaete* (yedi tür) olmak üzere iki farklı alt grup olarak tanımlanmaktadır. Subgenus *Equisetum*'da stoma epidermal yüzey ile aynı hizada iken (*E.arvense*, *E.bogotense*, *E.diffusum*, *E.fluviatile*, *E.palustre*, *E.pratense*, *E.sylvaticum* ve *E.telmateia*), subgenus *Hippochaete*'de (*E.giganteum*, *E.hyemale*, *E.laevigatum*, *E.myriochaetum*, *E.ramosissimum*, *E.scirpoides* ve *E.variegatum*) ise epidermal yüzeyden aşağıda gömülü durumdadır (Milde, 1861; Gullion, 2004; Gullion , 2007; Brune vd., 2008).

Ülkemizde günümüze kadar yapılan çalışmalar ışığında *Equisetum* L. cinsine ait 9 türün doğal olarak yetiştiği bilinmektedir. Bunlardan 5 tanesi subgenus *Equisetum*'da (*E.arvense* L., *E.fluviatile* L., *E.palustre* L., *E.sylvaticum* L., *E.telmateia* Ehrh.) yer alırken 3 tanesi subgenus *Hippochaete* (*E.ramosissimum* Desf., *E.hyemale* L., *E.variegatum* Schleich. ex Weber & Mohr) yer almaktadır. Türkiye florasında yetiştiği bilinen türlerden *Equisetum x litorale* Kühlew. ex Rupr. ise melez türdür (Yılmaz, 2018).

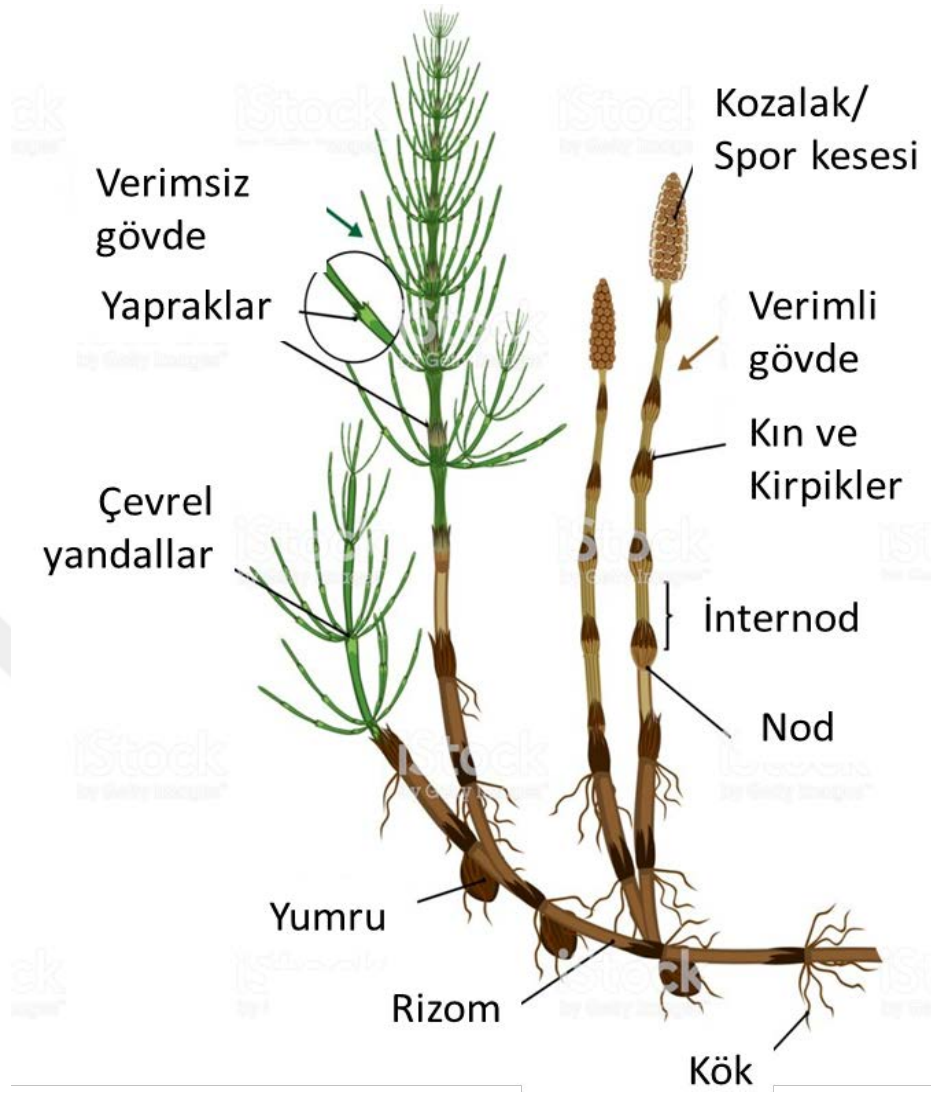
1.2.1 *Equisetum* Taksonlarına Ait Morfolojik ve Anatomik Özellikler

Equisetum L. cinsinin bütün türleri çok yıllık otsu bitkilerdir (Hauke, 1963; Husby, 2013). Bitkiler, çok geniş bir yeraltı köksap sisteminden ve toprak üstü hava sürgünlerinden oluşmaktadır (Husby, 2013). Yeraltı köksap sistemi oldukça kapsamlıdır ve cinsin kalıcılığı ve yayılmasında büyük öneme sahiptir (Hauke, 1990). Köksap sistemi (rizomlar) kök emici tüylerini (root), bazı türlerde yumruları ve hava sürgünlerini taşır. Rizomlar ilk olarak, internodun tabanında, nodlarda yer alan kılıflar ile sarılmış bir şekilde bir yumru

olarak oluşur. nod ve nodal kılıf tarafından çevrili nodal tomurcukları olarak başlar. Her yumru bir kök tepesine (apex) ve bir hava sürgünü tepesine sahiptir (Hauke, 1990).

Equisetum L. türlerinin hava sürgünlerinde tam bir halka şeklinde düzenlenmiş küçük mikrofilli yapraklar (kirpikler/dişler) bulunur ve her bir mikrofilli yaprak, her bir nodun etrafında silindirik bir kılıf (kın) oluşturmak üzere birbiri ile kaynaşmış durumdadır (Hauke, 1993; Rutishauser, 1999). Bu nedenle *Equisetum* L. cinsi bitkilerde hava sürgünlerinin nod ve internodları keskin bir şekilde tanımlanmaktadır. İnternodlarda sırtlar ve oluklar mevcuttur ve bunlar sayesinde internodun uzaması sağlanır. İnternodlarda yer alan sırtlar, mikrofilli yapraklarına denk gelmekte, dolayısıyla yapraklar ve sırtlar, nodlarda birleşmektedir. Stomalar subgenus *Equisetum*'da epidermis ile aynı hizada, subgenus *Hippochaete*'de ise epidermise gömülü durumdadır ve internod üzerindeki oluklarda dağınık veya tek sıra halinde bulunur (Hauke, 1957; Hauke, 1990). *Equisetum* türlerinin hepsi olmasa da bazıları türler, hava sürgünlerinin nodlarında yan dalların oluşumları mevcuttur (Hauke, 1993). Yandallar, bazı türlerde düzenli, bazı türlerde düzensiz ve diğerlerinde ise sadece çevresel bir etki sonucu yaralanmanın yanıtı olarak gelişmektedir. Yandallar, ana gövdenin morfolojisini tekrarlamaktadır (Hauke, 1990).

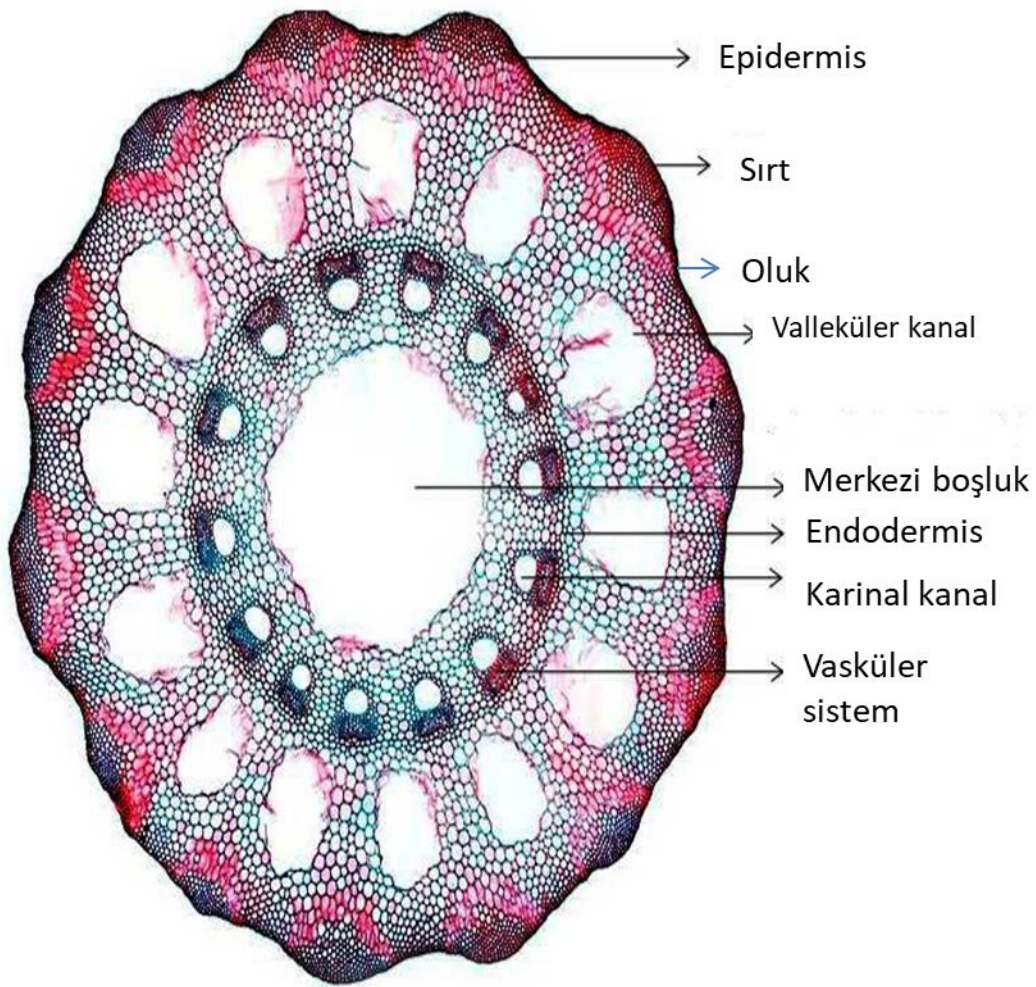
Equisetum L. cinsine ait bitkilerde hava sürgünlerinin bazıları strobilus (koni) ile sonlanmaktadır. Cinse ait çoğu türde strobiluslar vejetatif gövdelerin ucunda bulunurken, birkaç türde strobilus taşıyan gövdeler klorofil içermez, dallanmamış ve daha genişletilmiş kınlara sahiptirler (Hauke, 1990). Yani cinse ait bazı türlerde steril ve verimli gövdeler birbirlerinden ayrılırken, bazı türlerde tek tip gövde yapısı görülmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: *Equisetum* cinsi genel görüşü (URL-1, 2022)

Equisetum cinsi bitkilerin gövde anatomik yapısının en önemli özelliklerin biri mekanik dokudur (Şekil 1.2). Bu mekanik doku doğrudan epidermisin altında yer alır. Ana gövdede bulunan sırtların altında kalan kısımlarda mekanik doku çok tabakalı iken olukların olduğu alanlarda 1-2 katmandan meydana gelmektedir. Stomanın altında ise mekanik doku bulunmamaktadır (Feoktistov ve Gureeva, 2018). R.L. Hauke'ye (1963) göre, mekanik bir doku enine kesitteki konumuna göre iki ana türe ayrılır: olukların altında bulunuyorsa valleküler kolenşima ve sırtların altında bulunuyorsa karinal kolenşima adını alır. İnternodun enine kesiti alınarak incelendiğinde kortekste olukların altında valleküler kanallar ve sırtların altında ise karinal kanallar yer almaktadır (Hauke, 1990) . Korteks, sürekli bir halka oluşturan veya her vasküler demetin etrafında bulunan bir endodermis ile merkezi boşluktan ayrılır (Filin, 1978). Endodermisin yeri türlere göre farklılık gösterebilir

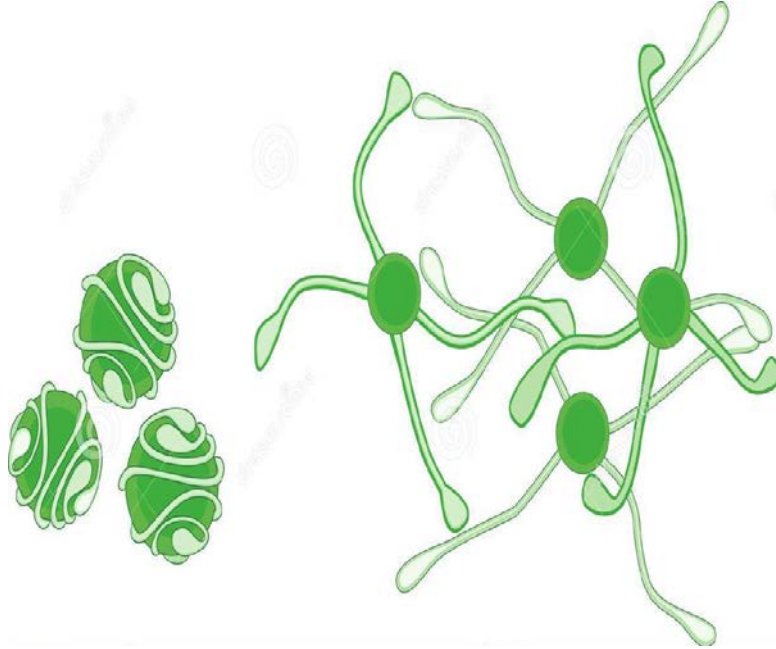
ve bazen türe özgü bir özelliktir. Atkuyruklarının vasküler sistemini oluşturan vasküler demetler olukların altında bulunan valleküler kanallarla dönüşümlü olarak sırtların karşısında bulunur ve merkezi boşluğun çevresinde çevreler. Her vasküler demet ksilem, floem ve parankimadan oluşmakla birlikte kolletaral kapalıdır. Vasküler demetin her birinde su içeren bir boşluk veya karinal kanal bulunur. Vasküler demet sayısı ve valleküler kanal sayısı, sırt ve oluk sayısına karşılık gelir (Feoktistov ve Gureeva, 2018). Epidermis, karakteristik mikromorfoloji geliştiren bir silika tabakası ile kaplıdır (Hauke 1990).



Şekil 1.2: *Equisetum* gövde enine kesiti (URL-2, 2021)

1.2.2 *Equisetum* L. Cinsinde Eşeyli Üreme ve Spor Morfolojisi

Pteridophyta bölümünde yer alan diğer bitkilerde olduğu gibi *Equisetum* L. cinsindeki cinsel dağılım sporlar yoluyla gerçekleşir. Cinsin sporları yeşil renkli ve küresel şekillidir (Şekil 1.3). *Equisetum* L. sporlarının tamamı ‘elater’ adı verilen, spor yüzeyinde tek bir noktaya bağlı olarak bulunan 4 adet benzersiz yapı bulundurulur. Sporların sahip olduğu bu elaterler nemdeki değişiklikler ile genişleyip büzülebilmek yeteneğine sahiptir, yani higroskopiktirler. Bu sayede sporların dağılmasında rol oynarlar (Hauke, 1963; Husby, 2013). *Equisetum* L. sporları kısa ömürlüdür ve spor kesesinden salındıktan sonra 24 saat içerisinde çimlenme kabiliyetindedir. Ancak neme bağlı olarak 5 ila 17 gün arasında çimlenme yeteneğini kaybederler (Hauke, 1963). Bu süre sporların soğuk depolama alanlarında saklanması durumunda ortalama 2 yıl kadar uzatılabilir (Ballesteros vd., 2011). *Equisetum* L. cinsine ait çoğu türde sporlar vejetasyon dönemi boyunca sadece kısa bir süre içinde üretilir (Duckett, 1985). Sporların yayılımı gerçekleştikten sonra da gametofit oluşumu için açık balçık bir ortama gereksinim duyar (Duckett ve Duckett, 1980). Bütün bu sebepler doğrultusunda *Equisetum* L. cinsi bitkilerde cinsel üreme oldukça dar ekolojik koşullar ile sınırlıdır (Husby, 2013).



Şekil 1.3: *Equisetum* spor görseli (URL-3, 2021).

Spor duvarının en önemli görevleri, desteklik ve sitoplazmayı mekanik hasar ve kurumadan korumaktır. Spor duvarı iki tabakadan meydana gelir. İntin, spor duvarının en içteki tabakasıdır. Selüloz ve pektinden oluşmuştur. Ekzin, sert, sitoplazmanın kurumasını önleyen büyük destek sağlayan en dıştaki tabakadır. Ekzinin kimyasal yapısını yağ asitleri, fenolikler ve karotenoidlerden meydana gelmiş sporopolenin oluşturur. Sporopolenin çok dayanıklıdır. Özellikle +400° C sıcaklığa, mekanik hasarlara, bakteri ve mantar faaliyetlerine karşı spor duvarının dayanıklı olmasını sağlar. Sporopolenin özellikle spor ekzininin milyonlarca zaman içinde bozulmasını engellediği için fosil çalışmalarında da önemlidir. Işık mikroskobunda ekzin yapısını daha iyi gözlemlemek için sporlar asetolize edilmek üzere asit ile muamele edilirler ve sporopolenin sayesinde sadece ekzin duvarı kalır. Karayosunlarının sporları perin tabakası adlı kalın bir dış tabakaya sahiptir. Perin tabakası aşırı kurumanın önlenmesinde işlev görür ve spor sitoplazmasının mekanik korunmasına ilave katkı sağlar (Simpson, 2012).

1.2.3 *Equisetum* L. Cinsinde Vejetatif Üreme

Equisetum L. türleri vejetatif olarak üreme konusunda muzazzam bir yeteneğe sahiptir. Bu üreme şekli bazı türlerde (örneğin, *E.arvense*) baskın görülürken, diğer türler ise spor yoluyla daha sık (örneğin, *E.telmateia*) çoğalır (Brune vd., 2008). Kapsamlı bir köksap sistemi bulunan *Equisetum* L. türleri deforme olmuş alanlarda, yer altı su kaynaklarına erişimin zor olduğu yol kenarı hendekleri gibi alanlarda dahi yetişmesine izin verir. Rizomların parçalanması, yeterli nem oranına sahip habitatlarda *Equisetum* türlerinin vejetatif olarak çoğalmasına imkan sağlar (Husby, 2013). Ayrıca *Equisetum* türlerinin bazı üyeleri (örneğin, *E.arvense* ve *E.palustre*) rizomlar üzerinde oluşan yumrular aracılığıyla da vejetatif olarak çoğalırlar (Hauke, 1978). Dolayısıyla *Equisetum* taksonlarının güçlü ve yaygın rizomatöz yeteneği sayesindeki vejetatif olarak üremeleri sporlar aracılığıyla üreme olmasa bile hayatta kalmalarına ve yayılmalarına izin verir (Hauke, 1963; Husby, 2013). Ayrıca vejetatif üreme muhtemel ebeveynlerden birinin ya da her ikisinin olmadığı yerlerde *Equisetum* hibrit türlerinin yaygın olarak bulunmasını ve kalıcılığını açıklamaktadır. Çünkü hibrit türler sterildir ve eşeyli üreme yeteneği yoktur (Hauke, 1963; Husby, 2013).

1.2.4 Karyoloji ve Hibridizasyon

Equisetum cinsine ait sayılan tüm türlerin kromozom sayısı $n=108$ 'dir (Hauke, 1990). Cins boyunca tek tip kromozom sayısının olması türler arasında oluşabilecek hibridizasyonu kolaylaştırmaktadır (Husby, 2013). Her alt grup içindeki türler arasında çok sayıda melez tanımlanmış olmasına rağmen, iki alt grup arasında oluşan hiçbir melez bilinmemektedir (Hauke, 1990). Hibrit oluşumuna dayanan bu bölünme, cinsin iki alt taksonomik gruba (*Equisetum* ve *Hippochaete*) ayrılmasıyla da mükemmel bir şekilde örtüşmektedir (Guillon, 2004).

1.2.5 Ekoloji ve Dağılım

Equisetum L. türleri nemli ormanlar, nehir ve göl kenarları, hendekler, sulak alanlar gibi ıslak yerlerde, yeterli yeraltı suyunun bulunduğu yol dolgularında ve açık, güneşli kumul alanlarda yetişir (Hauke, 1963; Hauke 1990). Rizomatöz klonal büyüme *Equisetum* L. cinsinin evrensel bir özelliğidir ve ekolojisi ve yeraltı suyunu kullanabilme yeteneği yönünden oldukça önemlidir. Cinsin tek bir köksap sistemi yüzlerce metre karelik alanı kaplayabilir (Hauke, 1963). Bununla birlikte rizomlar bazı durumlarda 4 metrelik toprak derinliklerine ulaşabilir (Husby, 2013). Cinsine ait bitkiler köksap sisteminin hem derinlere nüfuz edebilmesi hem de metrelerce yol alabilmesi sayesinde çiftçilik faaliyetleri, mezarlık alanlar, ateş ve kuraklık gibi çevresel faktörlerden kurtulma yetisine sahiptir (Hauke, 1963). Ayrıca kapsamlı köksap sistemi at kuyruğu bitkilerinin kendilerini derin yeraltı sularından besleyerek yüzeyde kuru görünen yol dolguları gibi habitatlarda büyümelerine izin verir (Husby, 2013).

Equisetum L. cinsi, Güney Amerika ve Afrika'nın güney kısımlarından Kuzey Kutup Dairesi'nin yukarısına kadar Dünyanın her yerinde bulunur (Hauke, 1990). Cinsine ait en büyük tür yoğunluğu 40° ile 60° kuzey enlemi arasında bulunur (Hauke 1963, 1978). Sadece Avustralya, Yeni Zelanda ve Antartika'da hiç temsilcileri yoktur (Hauke, 1990).

1.3 Moleküler Sistematiik

Bitki moleküler sistematiği, son yıllarda hızla değişen ve gelişen alanlardan biri olmuştur (Malik ve Sanadhya, 2017). Dizi analizlerinin ve yeni filogenetik analiz yöntemlerinin gelişmesi de moleküler sistematiik alanına büyük oranda katkı sağlamıştır (Cohen, 2014; Yoshida ve Nei, 2016). Organizmaların filogenetik ilişkileri hakkında bilgi edinme aşamasında morfolojik karakterlerin yeterli olmadığı zamanlarda dizi analizlerinin, filogenetik ilişkileri ortaya çıkarmada daha etkili olduğu görölmektedir (Cohen, 2014). Dolayısıyla filogenetikçiler çoğunlukla dizilerin filogenisinin organizmaların filogenisinde daha etkili olduğu görüşündedirler (Patwardhan vd., 2014). DNA dizi analizi yöntemleri, canlıların coğrafik kökenlerinin bulunmasından canlıların evrimsel ilişkilerini moleküler açıdan kanıtlamaya kadar birçok farklı alanda fayda sağlamaktadır (Jenks vd., 2013; Patwardhan vd., 2014).

Teknolojinin de ilerlemesiyle yaygın hale gelen moleküler sistematiik çalışmalar, DNA ve proteinde meydana gelen değişikliklerin hızını ve karakterini saptamaya yönelik çalışmalardır. Canlılar arasındaki akrabalık dereceleri moleküler sistematiik incelemeler ile belirlenir ve çeşitli istatistiksel analizler sonucu akrabalık ilişkilerini gösteren filogenetik ağaca dönüştürölür (Saitou ve İmanishi, 1989; Gören, 2011).

1.3.1 Moleküler Sistematiikte Kullanılan DNA Çeşitleri

Moleküler bitki sistematiği çalışmalarda ve filogenetik analizlerde kullanılan DNA çeşitleri şunlardır (Qui vd., 1999; Graham ve Olmstead, 2000; İnal ve Karaca, 2019);

- Çekirdek DNA'sı (nrDNA),
- Mitokondri DNA'sı (mtDNA)
- Kloroplast DNA'sı (cpDNA).

1.3.1.1 Çekirdek DNA'sı (nrDNA)

Çekirdek genomu sistematiik ve filogenetik açıdan oldukça bilgilendirici olmakla birlikte genom büyüklüğünün organizmalar arasında farklılık göstermesi bunun bir göstergesi olarak nitelendirilmektedir. Bitki çekirdek genomu çok büyük çeşitliliğe sahip bir yapıdır. Bu çeşitliliğin kaynağını ise poliploidi, gen duplikasyonu/silinmesi ve mutasyonlar

oluşturmaktadır. Genetik sürüklenme de çeşitliliğe sebep olan diğer faktörlerden biridir. Ayrıca kromozom sayısı ve karyotipteki varyasyonlar bitki gelişiminin incelenmesi açısından oldukça önemlidir (Zhang ve Sang, 1999; Gören, 2011).

1.3.1.2 Mitokondri DNA'sı (mtDNA)

Mitokondri, oksijenli solunum yapan ökaryotik hücrelerde bulunur. Prokaryotlarda ve memeli alyuvarında bulunmazlar. Mitokondri diğer organellerden farklı olarak çeşitli enzimlere, ribozomlara, RNA ve DNA'ya sahiptir. Mitokondri içerisinde bulunan mitokondrial DNA, halkasal bir yapıdadır. mtDNA, 12S ve 16S ribozomal RNA'lar ile birlikte 22 adet tRNA ve 13 adet polipeptit kodlar (Melov vd., 1999; Wallace, 2000; Wallace, 2005; Kartavtsev vd., 2007).

Bitki mitokondri DNA'ları diğer organizmaların mtDNA'larından biraz farklıdır. Bunun başlıca nedenleri:

- Bitki mtDNA'ları, diğer organizmaların mitokondrilerinden çok daha büyük ve çeşitlidir
- Çok sayıda yabancı DNA dizileri bitki mitokondrilerinde bulunur
- Genellikle kararsız ekstra kromozomal plastidler bitki mtDNA'sında bulunur
- Nükleotid değişim hızı yavaştır
- Dağılmış kısa tekrar dizileri bulunur (Soltis ve Doyle, 2012).

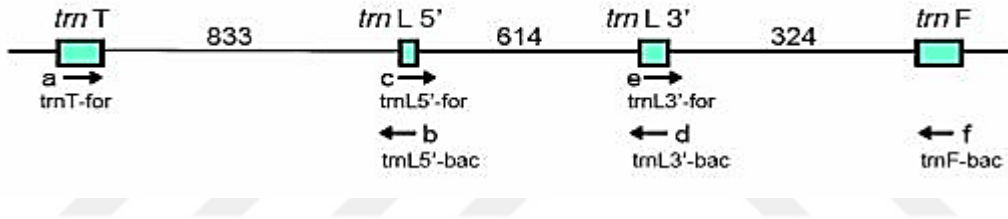
1.3.1.3 Kloroplast DNA'sı (cpDNA)

Kloroplast DNA'sı 1960'lı yıllarda çekirdek DNA'sından farklı özelliklere sahip bir molekül olarak ortaya çıkartılmış ve bitki moleküler sistematik çalışmaları için birincil veri kaynağını oluşturmaktadır (Baldwin, 1992; Baldwin vd., 1995; Shaw, 2000; Alvarez ve Wendel, 2003; Shaw vd., 2005). Kloroplast genomunda yer alan kodlama yapmayan bölgeler genellikle moleküler sistematik ve bitki popülasyon genetiği çalışmalarında sıklıkla tercih edilir (Shaw vd., 2007; Kalmer ve Tekpınar, 2017). cpDNA'nın intron bölgeleri ve genler arası kesim bölgeleri gibi kodlanmayan kısımları, kodlanan kısımlara oranla değişime daha yatkındır (Xu vd., 2000). Dolayısıyla kodlanmayan bölgelerin bilgi karakter potansiyelinin kodlanan bölgelere göre daha fazla olması nedeniyle taksonlar arası moleküler sistematik, filogenetik ve bitki barkot çalışmalarında daha popüler bir payda da

yer almaktadırlar (Downie vd., 2000; Kalmer v e Tekpınar, 2017).

***trnL-trnF* genler arası boşluk**

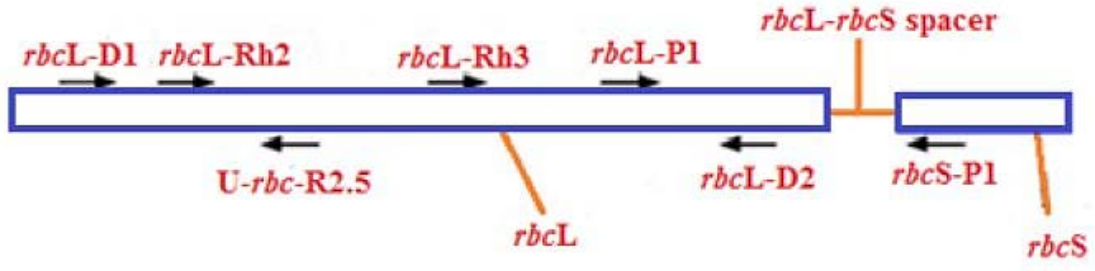
Son yıllarda kullanılan moleküler sistematik, türlerin teşhis edilmesinde ve biyolojik çeşitliliğin belirlenmesinde faydalı bir yöntemdir. Özellikle bitki kloroplast *trnL-F* genler arası boşluk ile bitkiler arasında filogenetik araştırmalar yapılabilmektedir (Brouat vd., 2001; Soejima ve Nagamasu, 2004). Kloroplast *trnL-F* boşluğu, ardı ardına dizilmiş ve kodlama yapmayan bölgelerle ayrılmış bir şekilde düzenlenen, yüksek oranda korunmuş ekzon bölgesi olan ve Lösin [(*trnL*)] aminoasidini kodlayan genin *trnL*(UAA) 3' ekzonu ile Feninalanın [(*trnF*)] aminoasidini kodlayan *trnF* (GAA) geni arasında yer almaktadır (Taberlet vd., 1991; Gielly ve Taberlet, 1994; Gielly ve Taberlet, 1996; Liu vd., 2006). Kloroplast genomuna ait olan *trnL-F* genler arası boşluğun şematik gösterimi Şekil 1.4'de verilmiştir (Taberlet vd., 1991).



Şekil 1.4: Kloroplast DNA'nın *trnL-F* bölgesi (Taberlet vd., 1991)

***rbcL* Gen Bölgesi**

rbcL geni, kloroplast genomunun büyük bir kopya bölgesinde bulunur ve ribuloz 1,5-bisfosfat karboksilaz / oksijenazın (RuBisCO) büyük alt birimini kodlar (Soltis ve Soltis., 1998). *rbcL* geni, kolaylıkla kopyalanabildiği için evrim, filogeni, sistematik, popülasyon genetiği ve biyocoğrafya çalışmalarında yaygın olarak kullanılmakta ve genetik benzerlik veya farklılıkları ortaya koymaktadır (Gielly ve Taberlet, 1994; Doyle vd., 1997; Sheng-Guo vd., 2008; Wongsawad ve Peerapornpisal, 2014; Özakman, 2018). Bu gen, bitkilerde veya hayvanlarda DNA'nın en sık dizilenen segmentleri arasında yer almakta ve tipik olarak 1,428, 1,431 veya 1,434 bp uzunluğundadır (Şekil 1.5). Ayrıca indel mutasyonlarda (ekleme veya silme) oldukça ender görülmektedir (Soltis ve Soltis., 1998).



Şekil 1.5: cpDNA *rbcL* bölgelerinin gösterimi (Win vd., 2008)

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 *Equisetum* L. Cinsine Ait Türlerin Yer Aldığı Lisansüstü Tez Çalışmaları

Türkey tarafından 1990 yılında hazırlanan tez çalışmasında *E.arvense* bitkisinin toprak üstü kısımları kullanılarak bitki ekstresi hazırlanmış ve kobaylar üzerinde 10 süre ile farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *E.arvense*'in diüretik olduğu, ayrıca böbrek taşlarının parçalanmasında da etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Efe (1996) , doktora tezi olarak sunduğu çalışma kapsamında diüretik etkiye sahip *E.arvense*'inde yer aldığı 5 farklı farmasötik bitkiyi incelemiştir. Çalışma sonucunda bitkilerin yaş ve kuru örneklerinin etkilerinde farklılıklar olduğunu, bitkilerin insan sağlığı üzerine hiçbir zararlı etkisi olmadığını söylemiştir.

Terzioğlu (1998), Uzungöl (Trabzon-Çaykara) ve çevresinin flora ve vejetasyonunu belirlemek için yaptığı tez çalışmasında, bölgede *E.arvense*, *E.fluviatile*, *E.hyemale* ve *E.palustre* türlerinin yetiştiğini kayda geçmiştir.

Doğanoğlu (2004), Yenişarbademli- Isparta yöresindeki doğal faydalı bitkiler üzerine yaptığı araştırmada *E.ramosissimum*'un yörede yetiştiğini ve halk tarafından kurutulmuş bitkinin suda kaynatılarak çayının tüketilmesi ile ağız ve boğaz iltihaplarının giderilmesinde, ayrıca mayasıl, egzama ve damar tıkanıklıkları hastalıkları için banyo suyu olarak kullanıldığını söylemiştir.

Ertürk (2006), Kocaeli ili eğreltileri üzerine yaptığı çalışma kapsamında araştırma alanında en fazla yayılış gösteren türlerden birinin *E.arvense* olduğunu ve maki ve orman açıklıklarında yayılış gösterdiğini, bununla birlikte Kocaeli ilinin farklı noktalarında *E.palustre*'nin yetiştiğini ve nemli orman altlarında yetiştiğini kayda geçmiştir. Ayrıca Ertürk yaptığı toprak analizleri sonucunda *E.arvense* ve *E.palustre*'nin nütrofil eğrelti türleri olduğunu ve nötr özellikteki topraklarda yetiştiğini ortaya koymuştur.

Tütüncü (2006), Ilgaz Dağı Milli Parkı ve yakın çevresinin eğrelti otları florasını ortaya koymak için 2002- 2005 yılları arasında çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Çalışmaları sonucunda bölgede yetişen 12 eğrelti türünden 3 tanesinin *Equisetum* cinsine ait olduğunu

tespit etmişlerdir. Örneklerin teşhis edilmesi ile *Equisetum* cinsine ait *E.arvense*, *E.hyemale* ve *E.fluviatile*'nin Ilgaz Dağı ve çevresinde yetiştiği kayıtlara geçmiştir.

Ereçevit (2007), tıbbi amaçlar için kullanılan bitkilerin antimikrobiyal etkilerini araştırdı çalışması sırasında Elazığ ilinde yetişen *Equisetum* cinsine ait *E.ramosissimum* türünü incelemiş, bitki ektresinin bazı bakteri türlerinin gelişimlerini azda olsa etkilerken, bazı bakteri türlerinin gelişmeleri üzerine hiçbir etki göstermemiştir. Antimikrobiyal etkisinin düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Özay (2008), *E.arvense* merheminin sonradan diyabet yapılmış sıçanların deri yaraları üzerine makroskobik ve mikroskobik etkileri incelemiştir.

Diken (2009), yaptığı çalışmada *E.hyemale* türünün de yer aldığı Balıkesir ve Trakya bölgelerinden topladığı 20 bitki türünün antioksidan içeriklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda antioksidan, fenolik ve protein içeriklerinin bitki türlerine göre farklılıklar gösterdiklerini, *E.hyemale*'nin genelde en yüksek antioksidan içeriğe sahip olduğu ortaya koymuştur.

Özkan (2011), Bursa ili Şevketiye köyü halk ilaçlarını bilimsel olarak değerlendirdiği çalışmada halk tarafından *E.telmatea*'nın haşlanıp lapa halinde sarılarak ve suyunu da banyo yaparak diz ağrılarını iyileştirmek için kullanıldığını görmüştür.

Kar (2013), Trakya ve Kütahya bölgesinden toplanan kırkkilit (*E.arvense*) ve Trabzon bölgesinden toplanan kurtpençesi (*Lycopodium clavatum*) bitkilerinin antioksidan özelliklerini incelemiştir. Her iki bitki karışımının toplam antioksidan kapasite değerlerine bakıldığında %80 metanol ekstraksiyonu ile elde edilen çözeltilerde toplam antioksidan kapasitenin en yüksek değerde olduğu sonucu ile karşılaşmıştır. Ancak her iki bitkinin karışımı sonucu elde edilen çözeltilerin toplam antioksidan kapasite değerleri tek tek elde edilen çözeltili karışımlarının toplamından daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak, bitki karışımlarının (kırkkilit ve kurtpençesi) bir arada tüketilmesi yerine ayrı ayrı tüketilmesinin insan sağlığı için daha iyi olabileceğini ileri sürmüştür.

Turan (2014) tarafından yapılan çalışmada İstanbul'da Çemberlitaş, Eminönü ve Kadıköy olmak üzere üç ayrı bölge aktarlarında satılan ve tedavi amaçlı kullanılan 46 adet bitkinin yapraklarında, mineral besin elementi ve ağır metal miktarları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçların literatür bilgilerine uygun olduğu gözlenmiştir.

Bodur (2015) yaptığı çalışmada Çanakkale ili eğrelti otlarının (Pteridophyta) biyolojik çeşitliliğini incelemiştir. Yaptığı araştırmalar sonucunda bölgede *E.arvense*, *E.sylvaticum*, *E.palustre*, *E.ramosissimum* ve *E.telmateia* türlerinin yetiştiğini ortaya koymuştur.

Oyardı (2015), tarafından yapılan çalışmada *E.palustre'* nin biyoaktivitesi değerlendirilmiştir.

Sarıgül (2018), Kaçkar Dağları Milli Parkı (Rize) florasında yetişen eğrelti otlarını incelemiş ve flora bilgisine katkı sağlamıştır. Kaçkar Dağları Milli parkı bölgesinde *E.arvense* ve *E.palustre* türlerine azda olsa rastlandığını söylemiştir.

2.2 DNA Temelli Çalışmalar

Wallender ve Albert (2000) yaptıkları çalışmada kloroplast DNA'sı tarafından kodlanan *rps16* ve *trnL-F* gen bölgelerini baz alarak Oleaceae familyasında ter alan 25 cins ve 76 tür arasındaki filogenetik ilişkiyi açığa çıkarmaya çalışmışlardır.

Chase vd. (2000) *rbcL* ve *trnL-F* gen bölgeleri DNA sekans dizilerini kullanarak Asphodelaceae ailesine tanımlanmış 17 cins ve 57 tür arasındaki filogenetik ilişkiler üzerine çalışmışlardır.

Dicranaceae, Dicranidae yosun alt sınıfının en büyük, en heterojen ailelerinden biri olarak sınıflandırılmıştır. Ailenin sınırları değişmiştir, bazı araştırmalar seçilmiş alt aileleri dışlayarak ve onları ailesel düzeyde tanıırken, diğerleri daha geniş bir aile kavramını korumuştur. Ayrıca, sınıflandırmalar, alt ailelerin genel sınırlarına göre değişiklik göstermiştir. Kloroplast DNA dizi verileri (*trnL-F* ve *rps4*), familyanın monofilisini ve alt familyal ve jenerik taksonlar arasındaki filogenetik ilişkileri incelemek için kullanılmıştır. Elde edilen veriler maximum parsimony ve maximum likelihood analizleri ile değerlendirilmiş ve filogenetik ilişkiler ortaya çıkarılmıştır (Farge vd., 2002)

Wurdack vd. (2005) kloroplast DNA tarafından kodlanan korunmuş gen bölgeleri *rbcL* ve *trnL-F* DNA markıklarını kullanarak Euphorbiaceae familyasına ait üyelerin filonegenetik ilişkilerini incelemişlerdir

Kore'de yapılan bir çalışmada *Rubus* cinsinin filogenisini, nükleer ribozomal DNA'nın bir dahili kopyalanmış aralayıcısını (ITS) ve kloroplast DNA'sının bir *trnL-F* intergenik bölgesi hedef genleri kullanılarak incelenmiştir. ITS ve *trnL-F* verilerinin bireysel ve birleşik analizleri yapılarak *Rubus* cinsinin monofiletik bir grup olduğunu kanıtlanmıştır. ITS dizi verileri, her türün coğrafi dağılımı ile genel olarak tutarlılık gösterirken *trnL-F* dizi verilerinin ise yakından ilişkili türler içinde filogenetik bilgi sağladı (Yang ve Pak, 2006).

Li ve Lu (2007), ilkel vasküler bitkilerin eski bir soyu olan Marattoid eğrelti otları arasında yer alan *Angiopteris* Hoffm. ve *Archangiopteris* Christ et Gies. arasındaki filogenetik ilişkiyi, kloroplast *rbcL* geni ve *trnL-F* intergenik ayırıcını kullanarak dizi analizine dayalı olarak değerlendirildi. Yaptıkları çalışmada filogenetik modele ve fosil kayıtlarına dayanarak, iki cinsin birbirinden ayrılma süresinde tahmin etmişlerdir. Filogenetik ağaçlar, bu çalışmadaki tüm *Angiopteris* ve *Archangiopteris* türlerinin güçlü istatistiksel desteğe sahip monofiletik bir grup oluşturduğunu, ancak iki cins arasındaki ilişkinin bireysel dizi analizine dayalı olarak çözülmeden kaldığını ortaya koymuştur.

Ardahan ilindeki Türk elma genotipleri arasındaki genetik çeşitlilik, *cpDNA trnL-F* dizilerine dayalı olarak yapılmıştır. Farklı lokasyonlarda yetişen elma ağaçlarının sağlıklı ve yeşil yapraklarından DNA izolasyonu yapılmış ve *trnL-F* bölgesi için *trnLe* ve *trnFf* primerleri kullanılarak DNA dizi analizi yapılmıştır. Elde edilen data veriler ile filogenetik ağaçlar çizilerek elma genotipleri arasındaki çeşitlilik ortaya çıkarılmıştır (Sevindik vd., 2019)

İlk olarak DesMarais vd. (2003) yaptıkları çalışma ile *Equisetum* cinsinin ilk açık filogenisini ve evsimsel ilişkisini ortaya koymuşlar. İki kloroplast markörlerinin (*rbcL* ve *trnL-F*) birleşik analizine dayalı olarak cinse ait 15 türün ve yaygın olarak görülen *Equisetum x ferrisi* hibrid türünün filogenetik ilişkisini incelemişler. Ayrıca moleküler yaş tahminleri ile Equisetaceae familyasının Paleozoik bir kökene sahip olduğu çıkarımını

yapmışlar.

Guillon (2004) yaptığı çalışmada kloroplast DNA' sından yararlanarak *Equisetum* cinsinin filogenetik ilişkilerini ve *Equisetum giganteum*'un varsayılan konumunu incelemişlerdir. *rsp4* kloroplast genini kullanarak elde ettiği verileri maksimum parsimoni (Maximum Parsimony, MP), maksimum benzerlik (Maximum Likelihood, ML) ve Bayesian çıkarımı (Bayesian İnference, BI) analizleri ile değerlendirmiştir. Guillon, çalışmaları sonucunda (1) *Equisetum bogotense* türünün cins içinde temel tür olduğu, (2) geriye kalan diğer türlerin iki gruba ayrıldığı (i) *Equisetum* alt cinsi (7 tür) ve (ii) *Hippochaete* alt cinsi (7 tür) çıkarımlarını ortaya koymuştur.

Guillon (2007) yaptığı diğer bir çalışmada ise daha önceden yayınlanmış (*rbcL*, *trnL-F*, *rps4*) ve *Equisetum* cinsi için ilk kez çalışılan orijinal (*atpB*) dizilerini kullanarak cinsin filogenisini araştırmıştır. *atpB* dizilerinin analizleri, *Hippochaete* alt cinsi içinde *E.bogotense* dallanmasıyla alışılmadık bir topoloji ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda mevcut tüm sekanslara dayanarak yapılan bir Bayesian analizi, *E.bogotense*' in alt cinsi *Hippochaete* ile kardeş ilişkilerini destekleyen ve çözünürlüğü artırılmış bir ağaç verir.

Equisetum taksonomisi üzerine yapılan başka bir çalışmada 3 gen bölgesi (*rbcL*, *trnL-F*, *rps4*) üzerinden filogenetik ilişkilerini ortaya çıkartmıştır. Bu çalışmada, tüm coğrafi aralığı kapsayan mevcut tüm türlerin bir veya daha fazla örneğinin ilk tam filogenetik analizini incelenmiştir. Üç plastid lokusunu kullanarak tür sınırlarını, takson sınırlamasını ve karşılıklı ilişkileri değerlendirilmiştir. Çoklu örnekleri incelenen tüm türlerin ayrı gruplar oluşturduğu bulunmuştur, ancak pek çok alt-spesifik taksonun tanınmayı gerektirmediği görülmüştür. Çalışma sonucunda *Equisetum* cinsinin günümüzde 18 tür ile temsil edildiği, *Paramochate* isimli 3. Alt cins olduğu ve *E.bogotense*'nin bu alt cinsten yer aldığı sunulmuştur (Christenhunz vd., 2019).

2.3 Spor Üzerine Yapılan Çalışmalar

Ducket (1970) yaptığı çalışmada *Equisetum* cinsine ait bireylerin (*E.arvense*, *E.telmateia*, *E.sylvaticum*, *E.palustre*, *E.fluviatile*, *E.hyemale*, *E.ramosissimum*, *E.laviegatum*, *E.variegatum*, *E.scirpoides*, *E x trachydou* ve *E x moorei*) spor morfolojilerini incelemiştir. Yaptığı incelemeler sonucunda *Equisetum* cinsinde hiçbir morfolojik heterospori izine

rastlamamıştır. Cinsiyetin çevresel koşullar tarafından değiştirilebileceğine dair raporlar, bunun sporların genotipik veya fizyolojik özellikleri tarafından belirlenmediğine işaret etmektedir. Spor boyutu canlılık, olgunluk ve yetiştirme ortamına son derece bağlıdır, ancak her tür içinde tüm canlı sporlar küresel, parlak yeşildir ve boyut olarak çok az değişiklik gösterir. Spor boyutunda hafif alt jenerik farklılıklar vardır, ancak tüm türler arasında sporları taksonomik olarak çok az kullanım sağlayan büyük bir örtüşme vardır.

Uehara ve Kurita tarafından yapılan bir çalışmada *Equisetum arvense*'nin spor duvarı morfogenezi, transmisyon elektron mikroskobu ile gözlemlenmiştir. *E.arvense*'nin spor duvarı dört katmandan oluştuğu görülmüştür: intine, exine, orta katman ve elater. Ekzin tabakası mayoz bölünmeden sonra oluşur ve iki ayrı katmandan oluşur. Eksinin iç kısmı, eksinin dış tabakasından önce oluşturulur. Orta tabaka, spor yayılımından sonra biriktirilir. Elater iki farklı katman olarak incelenebilir. İntin tabakası ise oluşturulacak sporodermin son bileşenidir (Uehara ve Kurita, 1989).

Equisetum'un yeşil sporları normalde sadece kısa süreler için yaşayabilir. Böylece, bu sporlar dünyanın birçok yerinde yıl boyunca kısa süreler için gametofit üretmeye müsaittir. Yıllar boyunca, sporları uzun süre canlı tutmak için çaba sarf edilmiştir. Whittier (1996) yaptığı çalışmada *E.hyemale*'nin olgun sporboringlerini -70°C'de dondurularak sakladı. Bu prosedürün sporların canlılığını bir yıldan fazla uzattığı ve bir yıl boyunca donmuş olarak saklanan sporların %37'si çimlendiğini ve gametofit oluşturduğunu gözlemlemiştir.

Marmottant vd. (2013) *Equisetum* sporlarının hareketlerini incelemişlerdir. Biz rüzgar tüneli oluşturarak, olgunlaşan ve sporangiumlardan yayılan sporların sıçrayış ve salınımlarını gözlemlemiştir. Salınımların dağılma aralıkları sınırlıdır, ancak sıçrayış, sporangiumdan çıkmak, yeniden yön vermek ve katlanmak için önemlidir. Sporlar sonra aniden kendilerini ittiğinde sıçramalar meydana gelir. Çok verimli bir dağılma ile sonuçlanırlar: yerden sıçrayan sporlar bile rüzgarı tekrar yakalayabilirken, zıplamayan sporlar yerde kalır. Yalnızca nem değişimleri tarafından yönlendirilen bu hareketlerin anlaşılması oldukça önemlidir.

Adams ve Bonnet (1970) *E.telmateia* ve *E.arvense* sporlarının kimyasal bileşenlerini incelemişlerdir.

Zhao vd. (2015) *E.arvense* spor çimlenmesinin sitolojik ve proteomik analizlerini yapmışlardır. Bu çalışmada atkuyruğu spor çimlenmesinin beş aşamasında (olgun sporlar, rehidrate sporlar, çift hücreli sporlar, çimlenmiş sporlar ve protonemal hücreli sporlar) hücresel özellikleri ve protein ekspresyon modellerini rapor ediyorlar.



3. MATERİYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu tez çalışmasının ana materyalini Türkiye’de yayılış gösteren *Equisetum* L. (atkuyruğu) cinsine ait taksonlar oluşturmaktadır. Cinse ait bitki örneklerini toplamak ve araştırmaları başarılı bir şekilde tamamlamak üzere 2019-2022 yılları arasında kapsamlı arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her lokaliteden popülasyon durumuna göre 10-20 arasında örnek alınmış ve uygun şartlar sağlanarak laboratuvara getirilmiştir. Toplanan örneklerin bir kısmı morfolojik ve moleküler incelemeler için kurutulmuş ve herbaryum örneği haline getirilmiştir, bir kısmı ise anatomik incelemeler için alkol içerisinde saklanmıştır. Bitki örneklerinin toplandığı lokaliteler Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1: *Equisetum* L. Türlerinin toplandığı lokaliteler

Tür adı	Toplandığı Lokalite / Toplandığı Tarih / Toplayan Kişi
<i>E.telmateia</i>	Bartın, Gürgen pınarı mevki, yol kenarı, 14.05.2019, R.İşkil
<i>E.arvense</i>	Bartın, Gürgen pınarı mevki, yol kenarı, 14.05.2019, R.İşkil
<i>E.palustre</i>	Bartın, Gürgen pınarı mevki, yol kenarı, 14.05.2019, R.İşkil
<i>E.amosissimum</i>	Bartın, Gürgen pınarı mevki, yol kenarı, 14.05.2019, R.İşkil
<i>E.hyemale</i>	Artvin, Borçka, Karagöl, göl çevresi, nemli alan, 24.06.2022, R. İşkil.
<i>E.fluviatile</i>	Artvin, Borçka, Karagöl, göl çevresi, nemli alan, 24.06.2022, R. İşkil.

3.2 Metot

3.2.1 Taksonomik Çalışmalar

Toplanan bitki materyali tayini Resimli Türkiye Florası adlı eserde yer alan teşhis anahtarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir (Yılmaz, 2018). Ayrıca arazi çalışmaları öncesi tür tayinini kolaylaştırmak adına bilgi edinmek ve arazi çalışma planına öncülük etmesi amacı ile daha önce yetiştiği lokasyon bilgilerine ulaşmak adına farklı üniversite ve kurumların herbaryum materyalleri ve fotoğrafları üzerinde incelemeler yapıldı. İnceleme yapılan herbaryumlar şu şekildedir: Ankara Üniversitesi Herbaryumu (ANK Herb), Artvin Çoruh Üniversitesi Herbaryumu, Düzce Üniversitesi Herbaryumu (DUOF Herb), Hacettepe

Üniversitesi Herbaryumu (HUB Herb), İstanbul Üniversitesi Herbaryumu (İSTO Herb), (İZEF Herb), İnönü Üniversitesi Herbaryumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Herbaryumu (KATO Herb), Van Yüzüncü Yıl Herbaryumu ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi (NGBB).

3.2.2 Morfolojik Çalışmalar

Çalışma, her bir lokaliteden sayıları 20-50 arasında değişen örnekler üzerinden yapılmıştır. *Equisetum* L. cinsine ait bitkilerin morfolojik incelemeleri arazi ortamında ve laboratuvar ortamında tamamlanmıştır. Morfolojik tanımlamalar için cinse ait türlerin taksonomik açıdan önemli olan karakterleri (bitkinin boyu, gövde çapı, gövde rengi, gövdenin dallanma durumu ve şekli, gövde kınlarındaki diş sayısı, strobilus şekli, spor şekli ve boyutu) esas alınarak santimetrik ve milimetrik düzeylerde sayısal ölçümler ve tanımlayıcı karakterler yönünden nitel gözlemler yapılmıştır. Yapılan morfolojik incelemeler sırasında Olympus marka ışık mikroskobu ve Novex marka stereo mikroskop kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Tez çalışmasında kullanılan ışık mikroskobu (a) ve stereo mikroskop (b)

3.2.3 Palinolojik Çalışmalar

Equisetum cinsi taksonlarına ait sporlar ışık mikroskobunda incelenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında bitki örneklerinden alınan sporlar Wodehouse metodundan (1935) yararlanılarak preparatlar hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlar Binoküler Olympus marka ışık mikroskobunda immersiyon objektif (x100) ile incelenmiş ve taksimatlı oküler (x10) kullanılarak incelenmiştir. İncelemeler sırasında spor eni ve boyu, ekzin, intin ve perin tabaka kalınlıkları ölçülmüştür. Ölçümler 100 örnek üzerinden yapılmıştır. Her özelliğe ait elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre hesaplamaları yapılmıştır. Son olarak sporların fotoğrafları çekilmiştir.

Her özelliğe ait ölçümlerin ortalaması (M)

$$M = m + a \cdot \frac{1}{n} \cdot \sum xy$$

Standart sapma (σ) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma = \pm a \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum x^2 y - u^2}$$

$$u = \frac{1}{n} \cdot \sum xy$$

M: Ölçümlerin ortalaması

m: Ölçüm kademeleri arasında en fazla birey sayısı bulunduran kademe

a: Ölçüm kademeleri arasındaki fark

3.2.4 Anatmik Çalışmalar

Tez çalışmasında taze bitki örneklerinden jilet yardımıyla el ile kesitler alınarak anatomik incelemeler yapılmıştır. Kuru bitki örneklerinde ise %70 Etil alkol-%20 gliserin karışımı içerisinde inkübe edilmiş ve el ile jilet yardımıyla kesitler alınmıştır. Bitki örneklerinden kesitler el ile alınmış ve direkt olarak ışık mikroskobunda incelenmiş ve mikrofotoğrafları çekilmiştir.

3.2.5 Moleküler Çalışmalar

Bu tez çalışmasında moleküler çalışmalarda kullanılan bitki örnekleri Tablo 3.1’ de verilen bölgelerden toplanmış ve moleküler identifikasyonu amacıyla kurutularak saklanmıştır. Moleküler tabanlı çalışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla 7 aşamalı çalışma adımı izlenmiştir.

- Bitki örneklerinden DNA izolasyonu (QIACUBE LT) gerçekleştirilmiş (1),
- İzole edilen DNA’ların konsantrasyonları Nanospektrofotometre (QIAxpert) ile ölçülmüştür (2)
- PCR analizi için sentezlenen primerlerin sulandırma oranları ve primerlerin özellikleri değerlendirilmiştir (3).
- Primer ve DNA optimizasyonunun ardından PCR analizi gerçekleştirilmiştir (4)
- PCR ampliconlarının sekans öncesi değerlendirilmesi amacıyla Agaroze Jel Elektroforez analizi gerçekleştirilmiştir (5)
- Elektroforez aşamasında bant gözlenen örnekler sekans analizine gönderilmiştir (6)
- Sekans sonuçları biyoinformatik programlar ortak kullanılarak genetik farklılık için dendrogram analizi yapılmıştır (7).

3.2.5.1 Bitki Yaprak Örneklerinin Hazırlanması ve DNA izolasyonu

Bu tez çalışmasında kullanılan *Equisetum* L. cinsine ait bitki örnekleri toplanmış ve moleküler identifikasyonu amacıyla kurutularak saklanmıştır. Kurutulan bitki örnekleri bistüri yardımıyla küçük parçalara bölündükten sonra DNA izolasyonları Qiaamp DNA plant mini kit (Qiagen) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla izlenen protokol aşamaları sırasıyla; 400 µl AP1 tamponu eklenmiştir ve 4 µl RNaz A eklenmiştir. AP1 ve RNaz A birlikte karıştırılmamıştır. Vortekslenmiş ve 65°C’de 10 dakika inkübe edilmiştir. Her iki dakikada bir tüp ters çevrilerek tekrar inkübatöre konulmuştur. 130 µl tampon P3 eklenmiştir vortekslenip buz üzerinde 5 dakika inkübe edilmiştir. Lizat 14.000 rpm’de 5 dak. santrifüjlenmiştir. Lizat 2 ml’lik toplama tüpüne yerleştirilmiştir. Lizat QIAshredder döndürme kolonuna pipetlenmiştir. 14000 rpm’de 2 dakika santrifüjlenmiştir. Hacmin 400 µl AW1 eklenmiş ve pipetleyerek karıştırılmıştır.

Toplam 650 µl karışım mini spin kolon yerleştirilmiş 2.0 ml'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. 8000 rpm'de 1 dk santrifüjlenmiştir. Spin kolon yeni bir 2.0 ml lik santrifüj tüpüne alınmıştır. 500 µl buffer AW2 eklenmiştir. 8000 rpm'de 1 dakika santrifüjlenmiştir. AW2 tekrar 500 µl eklenerek 14000 rpm'de 2 dakika santrifüjlenmiştir. Spin kolon yeni bir 1.5 ml lik tüpe yerleştirilmiştir. 100 µl Buffer AE eklenmiştir. Oda sıcaklığında 5 dakika bekletilmiştir ve ardından 8000 rpm'de 1 dak. santrifüjlenmiştir. DNA'lar çalışılınca dek -20° C'de muhafaza edilmiştir (Önalan, 2019).



Şekil 3.2: QIAcube Lt otomatik izolasyon robotu ve bitkilerden DNA izolasyonu

3.2.5.2 DNA Konsantrasyonun Belirlenmesi

Bitki örneklerinden izole edilen DNA'ların PCR ve sekans analizi öncesinde DNA konsantrasyonları ölçülmüş ve ardından PCR analizine tabi tutulmuşlardır. Bu amaçla QIAxpert (Qiagen) cihazında A260 değerinde DNA konsantrasyonları dsDNA seçeneği

belirlenerek ölçülmüştür (Dhital ve Mustapha, 2023).

3.2.5.3 Primer Sentezi

Tez çalışmasında bitki örneklerinin moleküler identifikasyonu amacıyla gerçekleştirilecek PCR öncesi primer çiftleri sentezlenmiştir. Çalışmada kullanılan primer çiftleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Tez çalışmasında kullanılan primerler

Primer Adı	Primer Dizisi	Kaynak
TRND	F CGAAATCGGTAGACGCTACG	Taberlet vd., 1991
	R GGGGATAGAGGGACTTGAAC	Taberlet vd., 1991
RBCL	F ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC	Levin vd., 2003
	R TCACAAGCAGCAGCTAGTTCAGGACTC	Kress ve Erickson, 2007

3.2.5.4 PCR Analizi

PCR reaksiyonları 200 µM dNTPs, 0.3 µM primer, 10X reaksiyon bufferı, 1.5 U Taq DNA polymerase, 1.5 mM MgCl₂ içeren 25 µl’ lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir. DNA amplifikasyonu ise 94 °C 5 dak. ilk döngü, sonrasında 94 °C 1 dak, 56 °C 1 dak, 72 °C 2 dak 35 döngü ve 72 °C 5 dak son uzama olacak şekilde optimize edilmiştir.

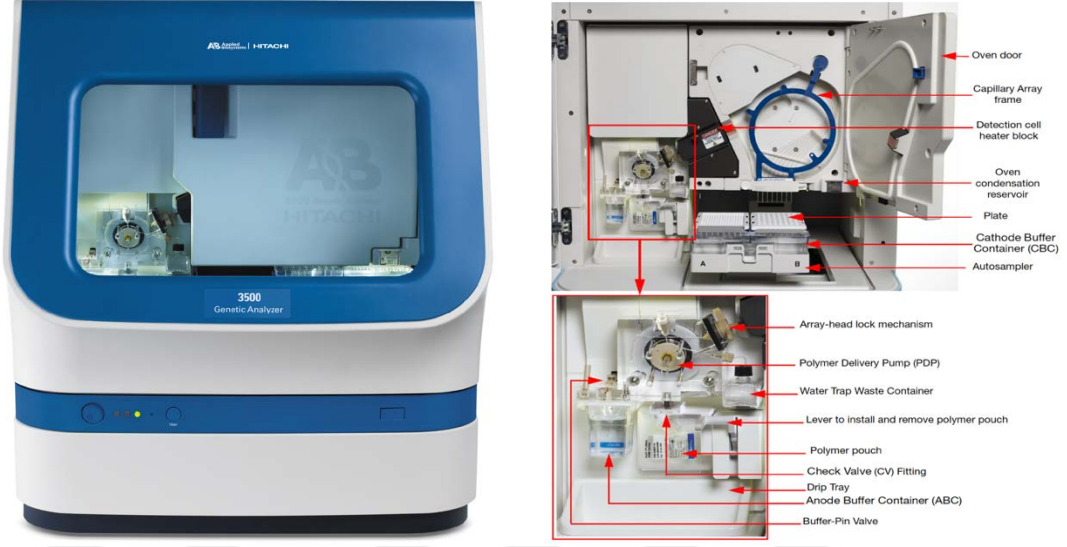
3.2.5.5 Agaroz Jel Elektroforez Analizi

PCR ürünleri ile kontrol amacıyla %1.2’lik jelde 100V da 1xTAE buffer içerisinde agaroz jel elektroforez analizi yapılmıştır (Zeng vd., 2015).

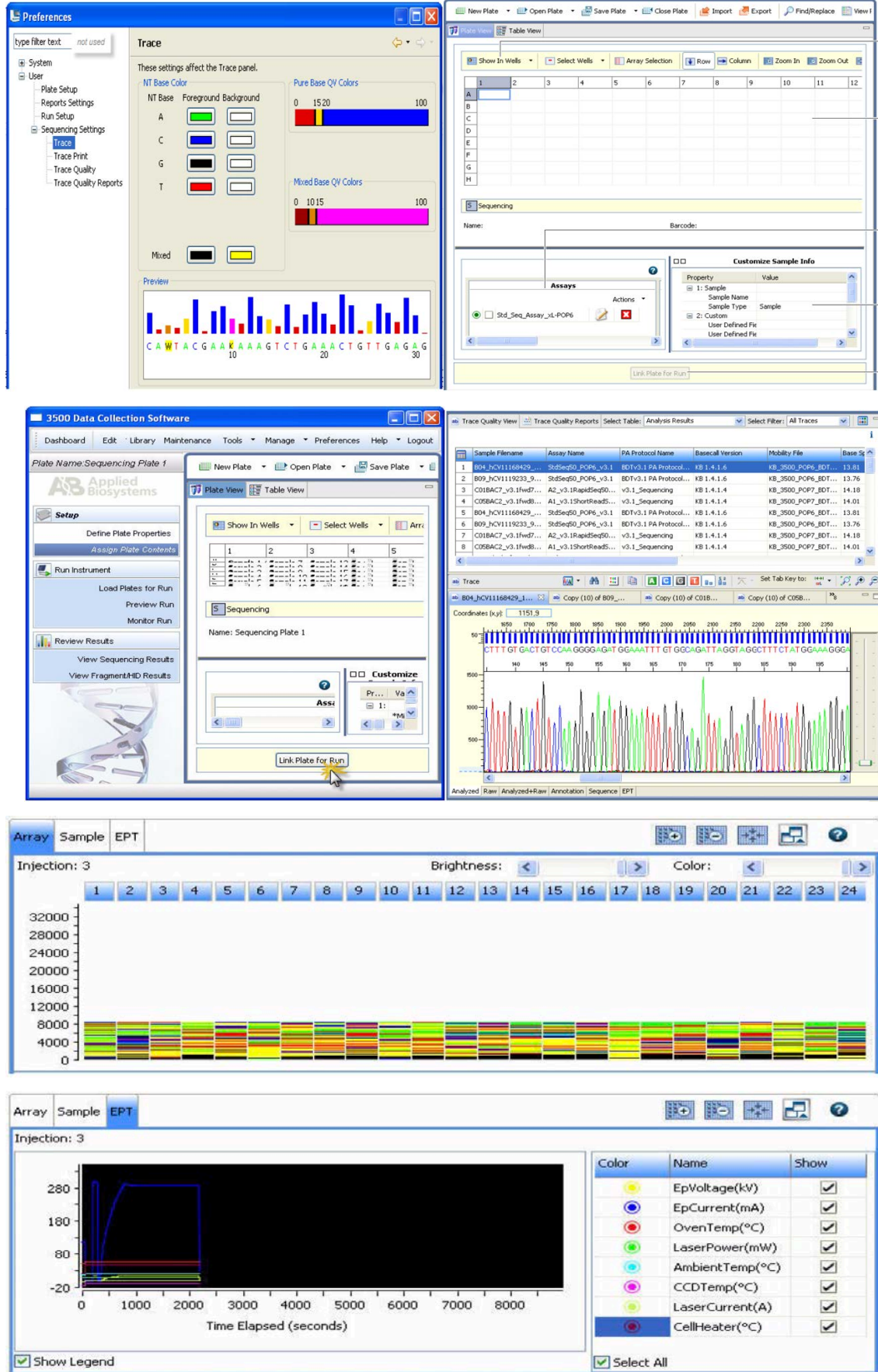
3.2.5.6 Dizileme Analizi

PCR amplifikasyonu sonucu elde edilecek tüm örneklerden aynı primerler kullanılarak sekans analizi yapılmıştır. PCR ampikonları Applied Biosystems 3500/3500 xL Genetic Analyzer cihazı ile sekans analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sekans verileri NCBI nBlast işlemi ile cins ve aile düzeyinde tanımlama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada

kullanılan sekans cihazı ve kullanım şeması Şekil 3.3 ve 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.3: Sekans analizi için kullanılan cihaz ve interior özellikleri



Şekil 3.4: Applied Biosystems 3500xL işleyiş protokolü

3.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi

Tez çalışması sırasından morfolojik ve anatomik analizlerden elde edilen bulguların istatistiksel analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Morfolojik ve anatomik bulguları Varyans Analizi (ANOVA) ve Duncan Testi yapılmış, istatistiki olarak anlamlı olup olmadıkları değerlendirilmiştir.

PCR ampliconlarından elde edilen sekans sonuçları ise CLC MainWorkbench programı kullanılarak UPGMA metodu ve Kimura 80 nükleotid mesafe ölçümü ile 100 replike bootstrap analizi ile çalışmada kullanılan bitki türlerinin moleküler adlandırılması ve genetik farklılıkları ortaya konulmuştur (Kandeel vd., 2022).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Araştırma Bulguları

4.1.1 *Equisetum* Cinsinin Özellikleri

“Çok yıllık, izosporlu (homosporlu) otsular. Rizomlar sürünücü, dik ya da yükselici, siyahımsı kahverengi, tüysüz ya da tüylü; tüyler sarımsı kahverengi. Toprak üstündeki gövdeler bir veya çokyıllık, bir ya da iki biçimli. Gövdesi bir biçimli olan türlerde yalnızca yeşil gövdeler mevcut olup kozalak bu gövdelerin ucunda yer alır; buna karşılık gövdesi iki biçimli olan türlerde ise yeşil gövdeler (verimsiz, yani kozalaksız) ve kahverengi gövdeler (verimli, yani kozalak taşıyan) ayrı gelişir, kozalak kahverengi gövdenin ucunda yer alır. Düğümler arası ve düğümler belirgin. Gövdeler dallanmamış veya dallanmış, dallanmış olanlarda dallar düğümlerden çıkar. Yapraklar indirgenmiş, pulsu ya da gövdeyi saran kın şeklinde. Kozalaklar (sitobilus) gövdenin ucunda tek, silindir ya da elips şeklinde.” (Yılmaz, 2018).

Equisetum cinsinin taksonomik sınıflandırması

Regnum / **Plantae** / Bitkiler Âlemi

Division / **Pteridophyta** (Schimp.) / Eğrelti Bölümü

Classis / **Equisetopsida** (C.Agardh) / Atkuyruğu Sınıfı

Subclassis / **Equisetidae** (Warm.) / Atkuyruğu alt sınıfı

Ordo / **Equisetales** (DC. ex Bercht & J.Presl) / Atkuyruğu Takımı

Family / **Equisetaceae** (Michx. ex DC.) / Atkuyruğugiller

Genus / **Equisetum** L. / Atkuyruğu

4.1.2 Türkiye’de Yetişen *Equisetum* L. Cinsine Ait Yeni Oluşturulan Teşhis Anahtarı

1. Gövdeler kahverengi

2. Kahverengi gövdeler dallanmamış: sporboring

3. Kahverengi gövdelerdeki yaprak kını dişleri 15’den fazla: sporboring 2-5 cm
uzunluğunda ***E.telmateia***

3. Kahverengi gövdelerin yaprak kını dişleri 15’den az: sporboring 1-3 cm

uzunluğunda

E.arvense

1. Gövdeler yeşil

4. Yeşil gövdeler dallanmamış

5. Gövde kını tabanında ve uçta siyahımsı kahverengi şeritli

E.hyemale

5. Yaprak kını tabanında ve uçta siyahımsı kahverengi şeritli değil

6. Gövde 4-10 oluklu

7. Gövde çapı 0,2-0,5 cm genişliğinde

E.palustre

6.Gövde 10-30 oluklu

E.fluviatile

4. Yeşil gövdeler dallanmış

8. Dallanma bir kez

9. Yaprak kını dişleri omurgalı değil

E.fluviatile

9. Yaprak kını dişleri omurgalı

10. Yeşil gövdelerin düğümler arası beyazımsı yeşil, 20-40 oluklu; *E.telmateia*

10. Yeşil gövdelerin düğümler arası yeşil, 5-20 oluklu

11. Yan dalların içi dolgun, en alttaki düğümler arası ana gövdenin kınından uzun

E.arvense

11. Yan dalların içi boş, en alttaki düğümler arası ana gövdenin kınından kısa

12. Verimsiz gövdeler yeşil, 7-9 oluklu, ana gövdedeki öz boşluğu gövdenin 1/2sinden daha az

E.palustre

12. Verimsiz gövdeler boz renkli, 10-20 oluklu, ana gövdedeki öz boşluğu gövdenin 2/3'ü kadar

E.ramosissimum

Resimli Türkiye Florası'nda Kullanılan *Equisetum* L. Teşhis Anahtarı

“1. Gövdeler kahverengi

2. Kahverengi gövdeler dallanmış: kozalaklar 0,5-0,8 cm eninde

E.sylvaticum

2. Kahverengigövdeler dallanmamış: kozalak 0,8-1,5 cm eninde

3.Kahverengi gövdelerdeki yaprak kını dişleri 15'den fazla:kozalak 4-9 cm uzunluğunda

E.telmateia

3. Kahverengi gövdelerin yaprak kını dişleri 15'den az: kozalak 1-4 cm uzunluğunda

E.arvense

1. Gövdeler yeşil, kahverengi gövdeler var veya yok
 4. Yeşil gövdeler dallanmamış
 5. Yaprak kını tabanında ve uçta siyahımsı kahverengi şeritli ***E.hyemale***
 5. Yaprak kını tabanında ve uçta siyahımsı kahverengi şeritli değil
 6. Gövde 4-10 oluklu
 7. Kozalak 1-3 cm uzunluğunda ***E.palustre***
 - 7.Kozalak 0,5-0,7 cm uzunluğunda ***E.variegatum***
 - 6.Gövde 10-30 oluklu ***E.fluviatile***
 4. Yeşil gövdeler dallanmış
 8. Dallanma iki kez, dallanan gövdeler bir kez daha dallanmış ***E.sylvaticum***
 8. Dallanma bir kez
 9. Yaprak kını dişleri omurgalı değil ***E.fluviatile***
 9. Yaprak kını dişleri 1-2 omurgalı
 10. Yeşil gövdelerin düğümler arası beyazımsı yeşil, 20-40 oluklu; yaprak kını dişleri 2 omurgalı ***E.telmateia***
 10. Yeşil gövdelerin düğümler arası yeşil, 5-20 oluklu; yaprak kını dişleri bir omurgalı
 11. Yan dalların içi dolgun, en alttaki düğümler arası ana gövdenin yaprak kınından uzun ***E.arvense***
 11. Yan dalların içi boş, en alttaki düğümler arası ana gövdenin yaprak kınından kısa
 12. Verimsiz gövdeler yeşil, 6-8 oluklu, ana gövdedeki öz boşluğu gövdenin 1/2sinden daha az ***E.palustre***
 12. Verimsiz gövdeler boz renkli, 8-20 oluklu, ana gövdedeki öz boşluğu gövdenin 1/2sinden daha fazla ***E.amosissimum***
- (Yılmaz, 2018).

4.1.3 Taksonomik Bulgular

Yapılan literatür çalışmaları sırasında Türkiye’de *E.arvense* L., *E.telmateia* Ehrh., *E.palustre* L., *E.ramosissimum* Desf., *E.fluviatile* L., *E.hyemale* L., *E.variegatum* Schleicher ex Weber Et Mohr., *E.sylvaticum* L. ve *E x litorale* Kühlew. ex Rupr türlerinin yetiştiği bilgisine ulaşılmıştır. Bununla birlikte ülkemizin farklı kurum ve üniversitelerine bağlı olan herbaryumlar bünyesinde bulunan *Equisetum* cinsine ait bitki örnekleri de incelenmiştir. Herbaryum çalışmaları sırasında bazı örneklerin o dönemde yapılan tür teşhislerinin yanlış olduğu görülmüştür. Bu da morfolojik özellikleri bakımından türleri ayırt etmenin her zaman mümkün olmadığını göstermektedir.

Bitki örneklerinin incelenmesi sırasında literatür kayıtlarına göre Türkiye’de yetiştiği söylenen *E x litorale* hibrit türünün, çalışma yapılan hiçbir herbaryumda kurutulmuş herbaryum materyaline rastlanılmamıştır. Literatürde yer alan lokasyon bilgileri doğrultusunda gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında da türe ulaşılamamış, dolayısıyla tür üzerine incelemeler yapılamamıştır. Sonuç olarak herbaryum materyaline ve arazide bitki örneğine ulaşılamadığından dolayı, kayıtlara geçen tür teşhisinin doğruluğundan şüphe edilmektedir.

Ayrıca *E.sylvaticum* türüne ait herbaryum örneği incelendiğinde de bitki örneğinin morfolojik özellikleri bakımından teşhisinin yanlış olduğu sonucu ile karşılaşılmıştır. *E.sylvaticum*’un morfolojik olarak en belirgin özelliği yan dalların, yeniden dallanmalar yapmış olmasıdır. Fakat herbaryum örneği incelendiğinde böyle bir durum söz konusu değildir. Kuru herbaryum örneğinin *E.arvense* olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.1 - 4.2).



Şekil 4.1: *E.sylvaticum* L. herbarium örneği görüntüsü, NGBB Herbariumu



Şekil 4.2: *E.sylvaticum* L.'un doğada örnek bir fotoğrafı (URL-4, 2023)

4.1.4 *Equisetum* L. Cinsine Ait Taksonların Morfolojik, Anatomik ve Palinolojik Özellikleri

4.1.4.1 *Equisetum telmateia* Ehrh.

Türkçe Adı: Deredoruk, Türk. Bitkileri Listesi, s.3 (2012).

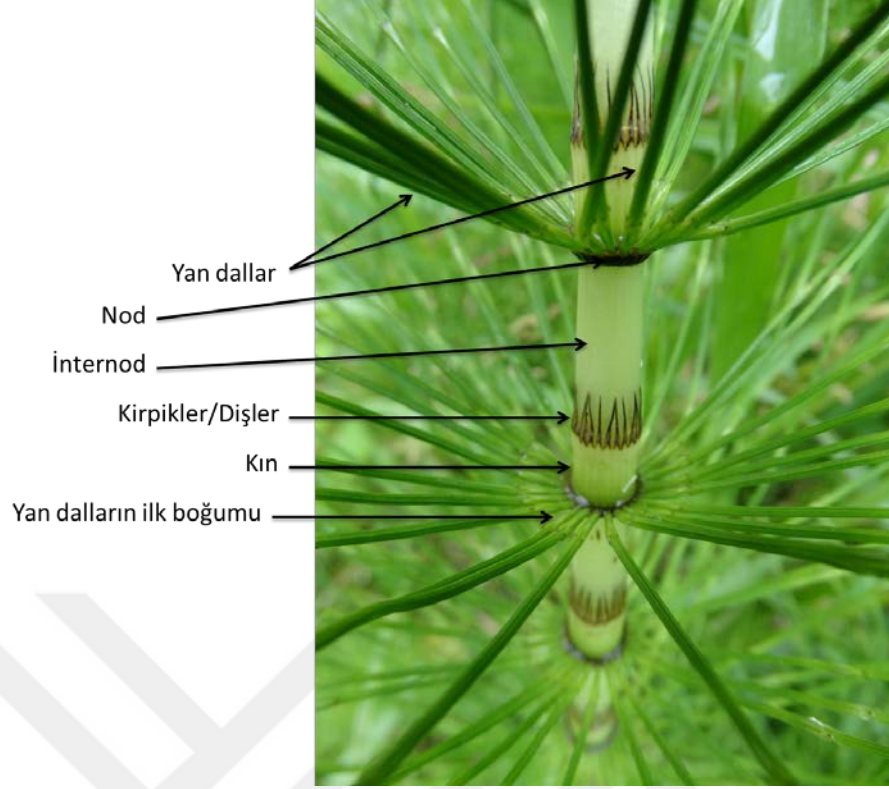
Sinonim: *E.majus* Garsault, Descr. Vertus Pl. 166 (1767). *E.maximum* Lam., Fl. Franc. 1:7 (1778). *E.macrostachyon* Poir., Enc. Meth. 5:614 (1804). *E.majus* Schinx & Thell., Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 53:515 (1909).

Betim: Çok yıllık otsu bitkiler. Ana gövde iki biçimli. Verimsiz ana gövdeler yeşil renkli, 45-95 cm boyunda, 0,6-1,5 cm çapında, düğümler dallanmış, beyazımsı yeşil, gövde 20-40 oluklu; kın yeşilimsi, kirpikler kahverengi, kirpikler gövdedeki oluk sayısı kadar, mızraksı, kılçıksı, ortası siyah kenarları zarımsı, kalıcı. Yeşil yan dallar koyu yeşil renkli. Merkezi boşluk ana gövdenin 2/3'ü kadar. Verimli gövdeler kahverengi renkli, verimsiz yeşil renkli gövdelerden önce oluşur, beyazımsı ya da açık kahverengi, düğümlerde dallanma yok, kın ve kirpikler kahverengi, kalıcı. Sporboring beyazımsı kahverengi renkli, gövdenin ucunda tek, silindirik şekilli (Şekil 4.3-4.5).

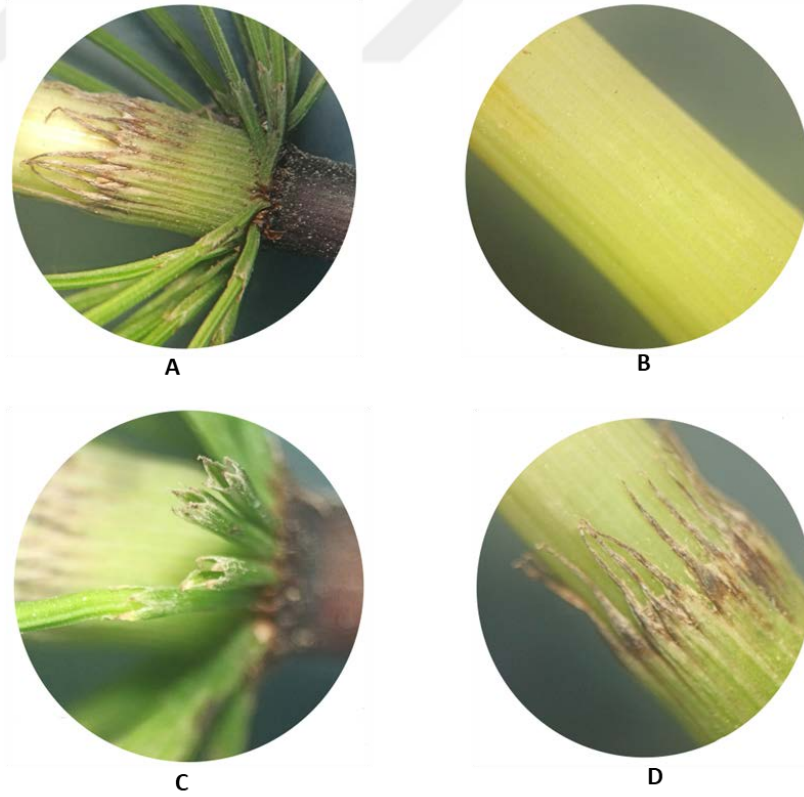
Habitat: Dere ve su kenarı gibi nemli yerlerde, nemli orman içi açık alanlarda, boş alanlarda, yol kenarlarında; 0-1600 m.



Şekil 4.3: *E.telmateia* türü verimli gövde (a), verimsiz gövde (b) ve yetiştirme alanı görüntüsü (c)



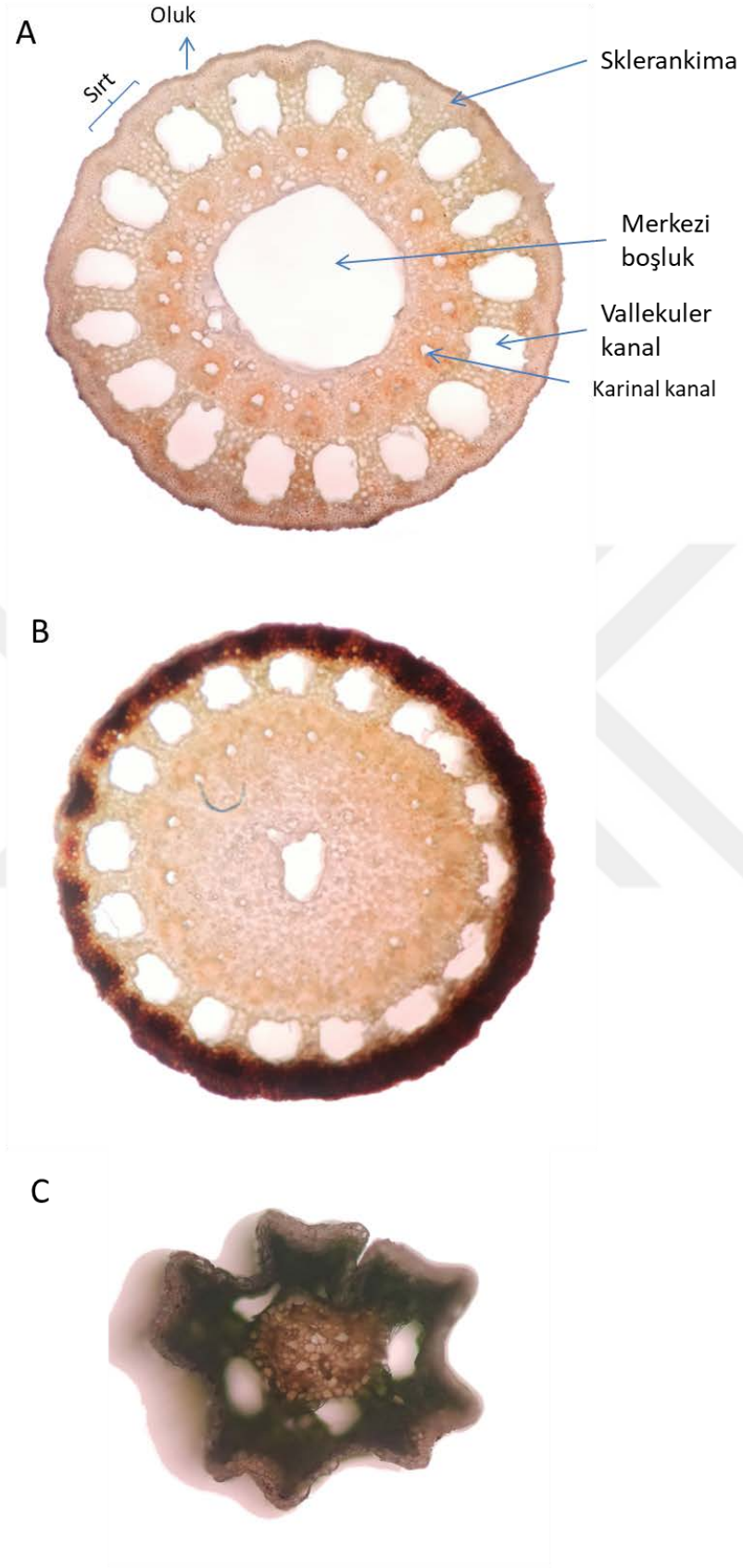
Şekil 4.4: *E.telmateia* türü verimsiz gövde bölümleri



Şekil 4.5: *E.telmateia* stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod (Bk:20); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kirpikler (Bk:20)

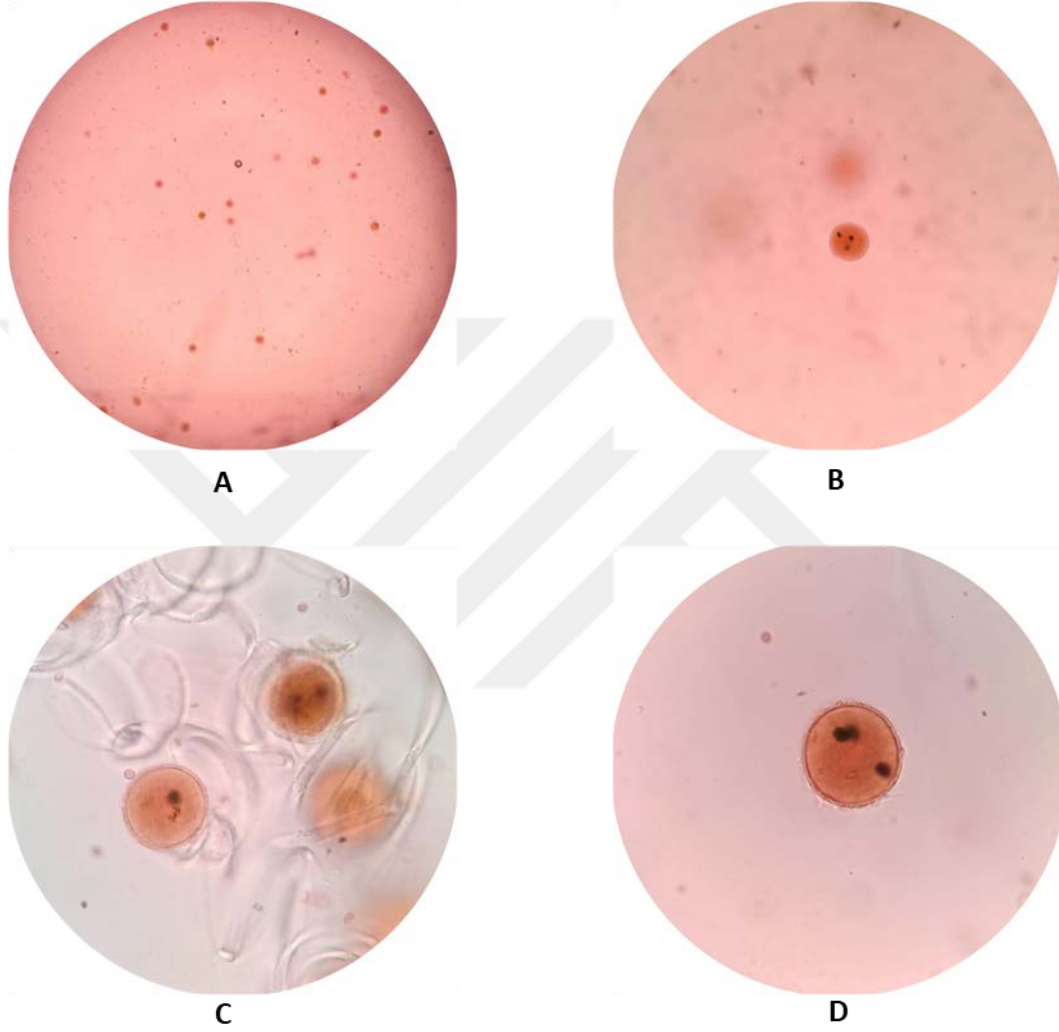
Anatomi: *Equisetum telmateia* Ehrh. taze bitki örneğinin internod bölgesinden alınan gövde enine kesiti (Şekil 4.6) incelendiğinde en dışta epidermis 1- 2 sıralı hücreleri bulunmaktadır. Sklerankima hücreleri epidermisin altında sırt ve oluklarda 4-6 sıralı halde bulunur. Sklerankima tabakasının altında parankima dokusu bulunmaktadır. Valleküler kanallar olukların altında ve oldukça büyüktür. *Equisetum* L. cinsi bitkilerde yapılan gövde enine kesiti incelemelerinde sırt ve oluk sayısının eşit olduğu, ayrıca valleküler ve karinal kanal sayılarının da sırt ve oluk sayılarıyla aynı olduğu görülmüştür. İletim demetleri de sırt sayısında ve sırtların karşısında yer alır. Merkezi boşluk, gövde çapının 2/3'ü kadardır. Nod bölgelerinde merkezi boşluk parankima hücreleri ile neredeyse kapalı ya da çok dardır. Yan dallarda, oluklar ana gövdeye göre daha belirgin, genellikle 4-5 oluklu bir yapıdadır. Yan dallarda merkezi boşluk yoktur.





Şekil 4.6: *E.telmateia* internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti(C, Bk:1000)

Spor Morfolojisi: *E.telmateia* Ehrh. türüne ait sporlar (Şekil 4.7) küçük ve sirküler şekillidir. Spor eni $37,88 \pm 1,85 \mu\text{m}$ ve boyu $37,27 \pm 1,86 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Spor E/B oranı 0,98'dir. Enzin kalınlığı 0,61-1,83 μm , intin kalınlığı 0,30-1,0 μm ve perin kalınlığı 0,40-4,48 μm olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.7: *E.telmateia*’e ait spor görüntüsü; A (Bk 100) , B (Bk 400), C ve D (Bk 1000)

4.1.4.2 *Equisetum arvense* L.

Türkçe Adı: Atkuyruğu, Türk. Bitkileri List., s.2 (2012).

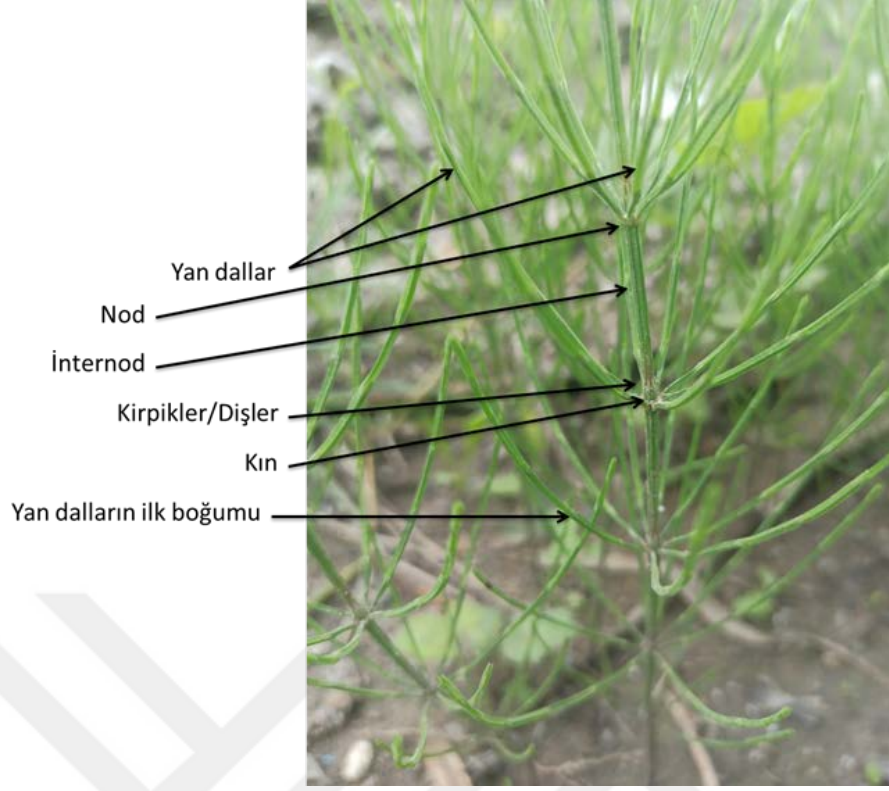
Betim: Çok yıllık otsu bitkiler. Ana gövde iki biçimli. Verimsiz ana gövdeler yeşil renkli, 45-75 cm boyunda, düğümlerde dallanmış 0,5-1 cm, 5-10 oluklu; kın yeşilimsi, ucunda yeşilimsi siyah renkli kirpikler, kirpikler gövdedeki oluk sayısı kadar, kalıcı. Yan dallar koyu yeşil renkli, yan dalların ilk boğumu gövde kınından her zaman uzun, 4 köşeli. Ana gövdedeki

merkezi boşluk, gövdenin 1/2 veya 1/3'ü kadardır. Verimli ana gövdeler kahverengi, verimsiz gövdelerden önce oluşur, düğümlerde dallanma yok; kın koyu kahverengi. Sporboring kahverengi veya koyu kahverengi, gövdenin ucunda tek, silindirik şekilli (Şekil 4.8-4.10).

Habitat: Göl, dere ve su kenarı gibi nemli yerlerde, nemli orman içi açıklıklarda, rutubetli boş alanlarda, 0-1000m.



Şekil 4.8: *E.arvense* türü verimli gövde (a) ve verimsiz gövde (b)



Şekil 4.9: *E.arvense* türü verimsiz gövde bölümleri

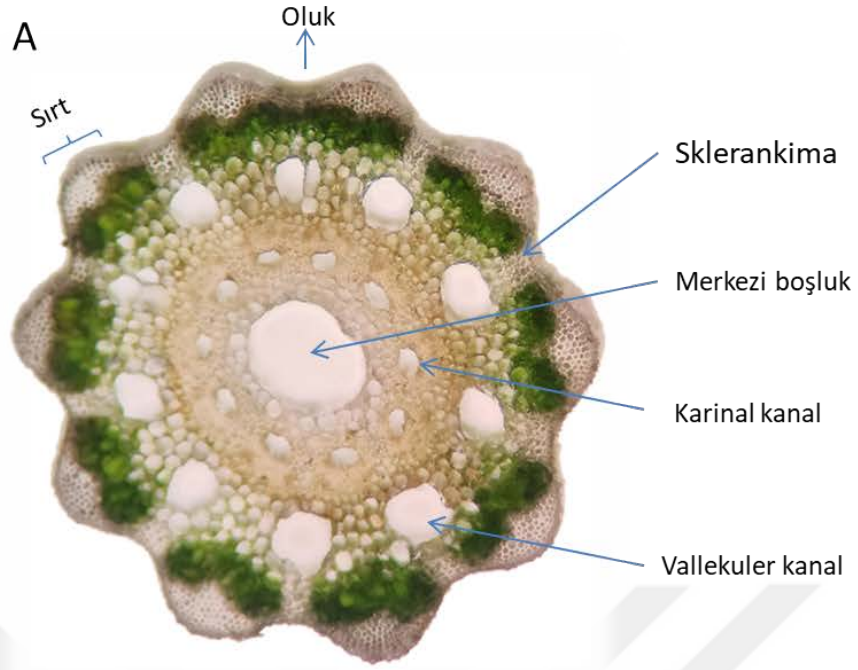


Şekil 4.10: *E.arvense* stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod (Bk:40); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kirpikler (Bk:20)

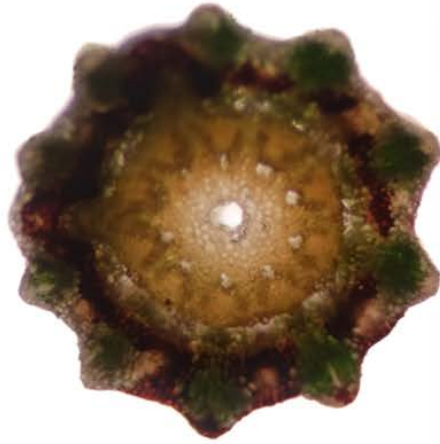
Anatomi

Equisetum arvense L. gövde enine eksiti (Şekil 4.11) incelendiğinde tek katmanlı epidermis takabası bulunmaktadır. Silisleşmiş sklerankima hücreleri epidermisin altında sırt ve oluk bölgelerinde 5-8 hücre sıralı yer almaktadır. Sırt bölgelerinde sklerankima hücrelerinin altında asimilasyon parankiması net bir şekilde görülmektedir. Valleküler kanallar olukların altında bulunur. Valleküler kanallar sırt sayısındadır. Damar demetleri sırt sayısında, sırtların karşısında yer alır ve karinal kanallar çok dardır. Merkezi boşluk oldukça dardır, gövde çapının yaklaşık 1/3'ü kadardır. Gövde nod bölgelerinde merkezi boşluk parankima hücreleri ile neredeyse kapalı ya da çok dardır. Yan dallar, derin V şeklinde oluklarla ayrılmış, genellikle 4 oluklu bir yapıdadır. Merkezi boşluk yoktur.





B

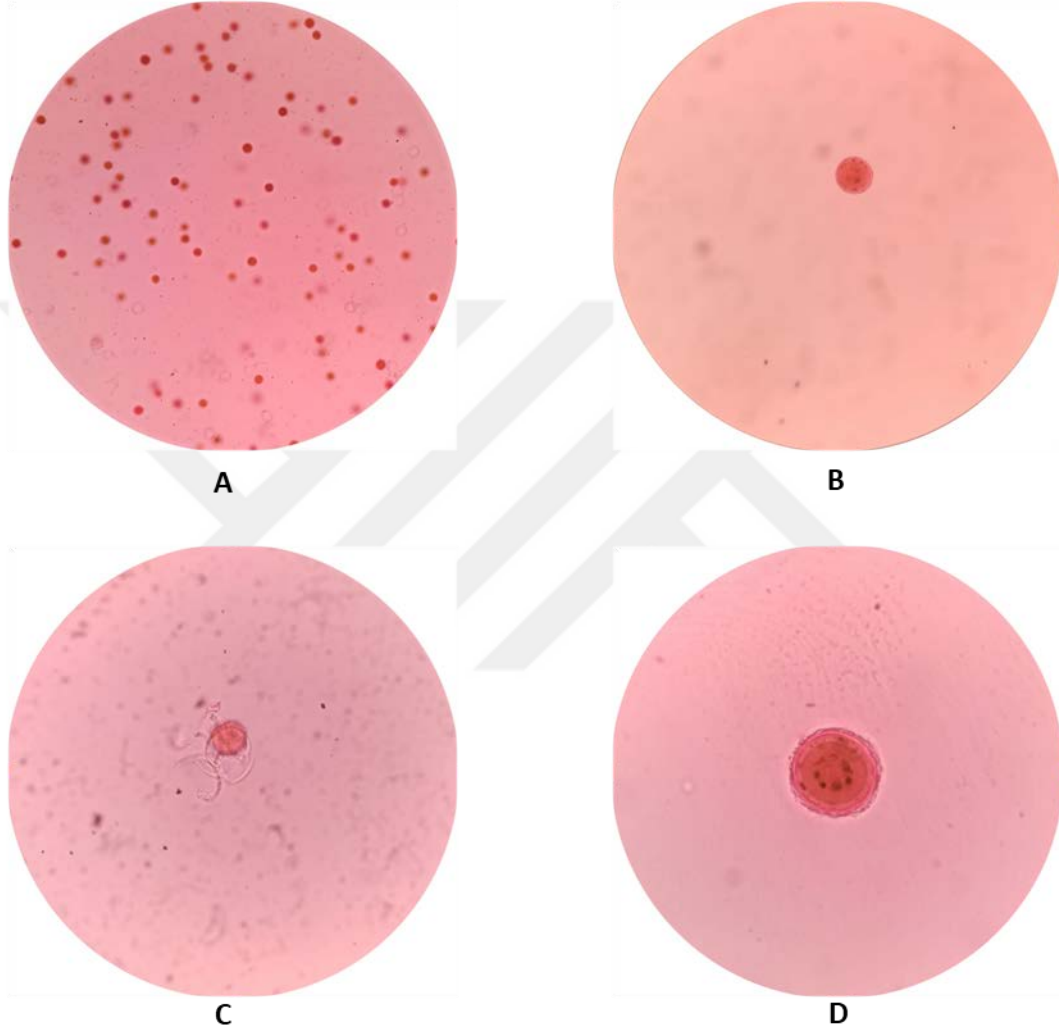


C



Şekil 4.11: *E.arvense* internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti(C, Bk:1000)

Spor Morfolojisi: *E.arvense* L. türüne ait sporlar (Şekil 4.12) küçük ve sirküler şekillidir. Spor eni $38,48 \pm 2,08 \mu\text{m}$ ve boyu $38,48 \pm 2,21 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Spor E/B Oranı 1'dir. Enzin kalınlığı $0,61-1,83 \mu\text{m}$, intin kalınlığı $0,30-1,0 \mu\text{m}$ ve perin kalınlığı $0,40-4,89 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.12: *E. arvense*' e ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)

4.1.4.3 *Equisetum palustre* L.

Türkçe Adı: Kırkbacak, Türk. Bitkileri List., s.3 (2012).

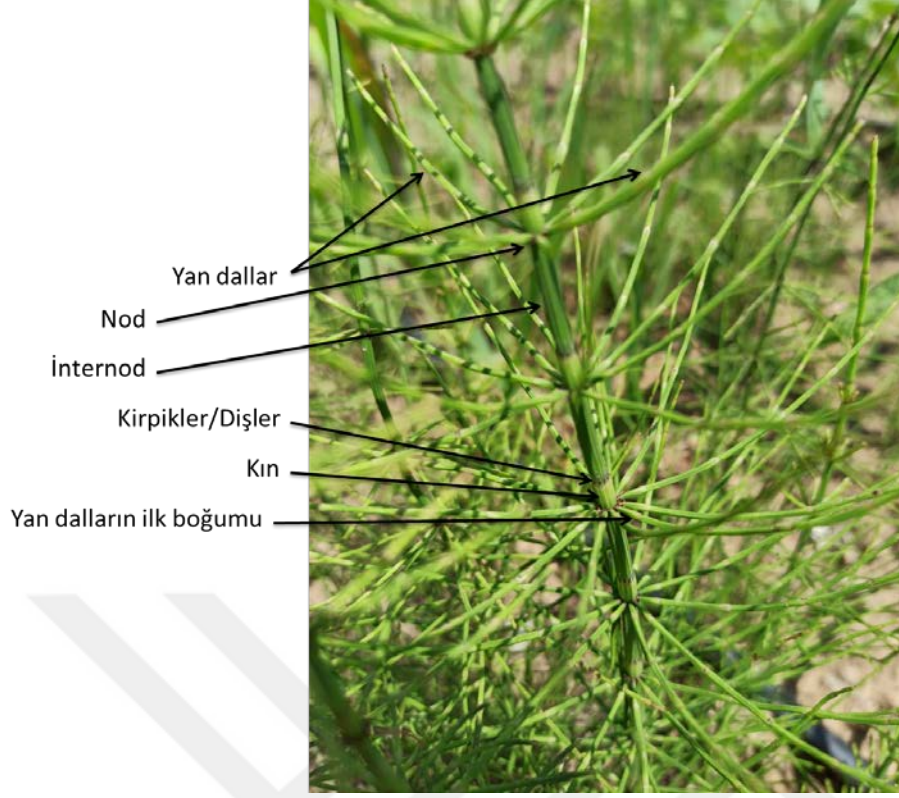
Betim: Çok yıllık otsu bitkiler. Ana gövde tek biçimli ve bir yıllık, 35-70 cm boyunda, 0,2-0,5 cm çapında. Gövde 7-9 oluklu, oluklar belirgin şekilde derin; kın yeşil, kirpikler gövdedeki oluk sayısı kadar, mızraksı, siyahımsı kahverengi renkli, zarımsı kenarlı, kalıcı.

Düğümelerde dallanmış, yan dallar yeşil renkli, yan dalların ilk boğumu gövde kınından kısa veya eşit. Ana gövdedeki öz boşluğu gövdenin 1/2'si kadar. Sporboring kahverengi, yeşil gövdenin ucunda, eliptik şekilde (Şekil 4.13-4.15).

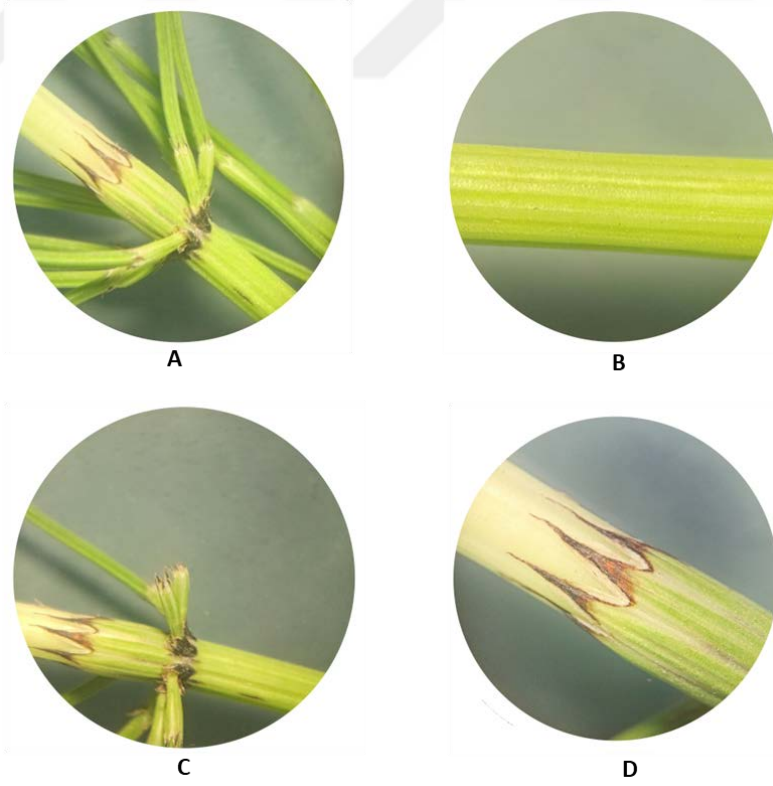
Habitat: Dere ve su kenarı gibi nemli yerlerde, nemli karışık ormanlarda ve yol kenarlarında, 0-1000m.



Şekil 4.13: *E.palustre* yetiştiği ortam görüntüsü (a), verimsiz gövde (b) ve verimli gövde (c)



Şekil 4.14: *E.palustre* türü verimsiz gövde bölümleri

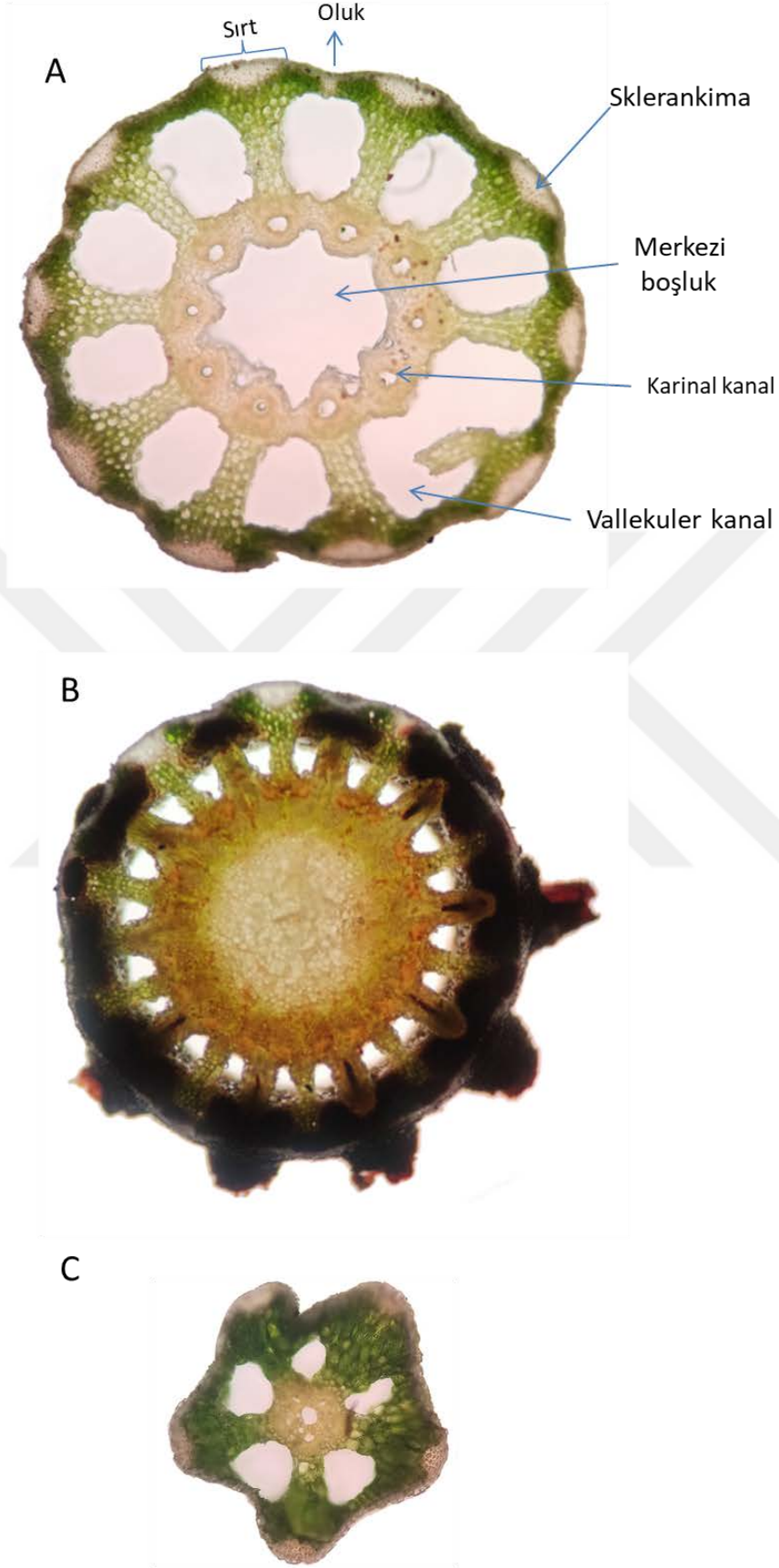


Şekil 4.15: *E.palustre* stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod (Bk:20); C:Yandal ilk boğumu (Bk:10); D: Kirpikler (Bk:20)

Anatomi

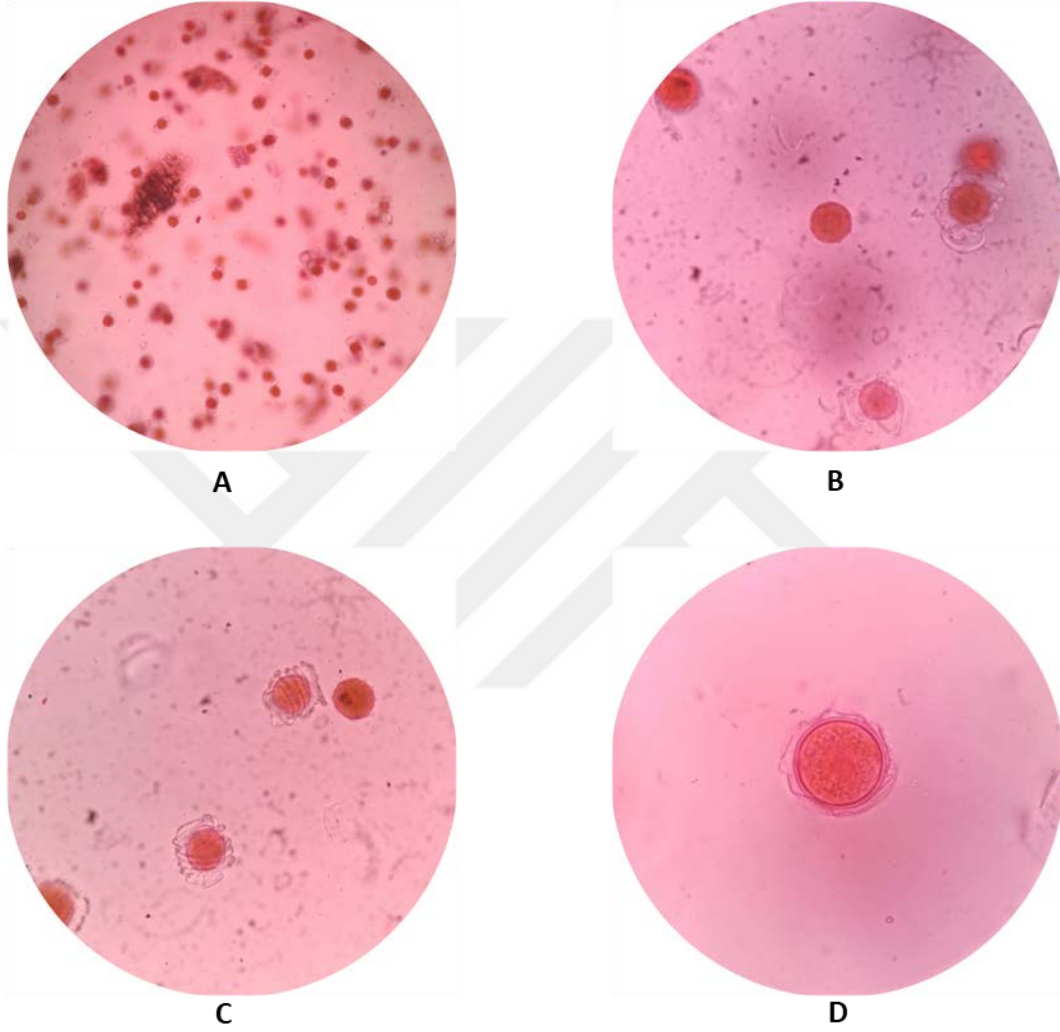
E.palustre L. (Şekil 4.16) en dışta tek katmanlı epidermis tabakası bulunmaktadır. Sklerankima dokusu diğer türlere göre daha az gelişmiştir. Sırt bölgelerinde 3-4 sıralı hücrelerden oluşurken oluk bölgelerinde ise genellikle yoktur. Valleküler boşluklar büyüktür, merkezi boşluğa kıyasla çap olarak biraz daha küçüktür. İletim demetlerinin dar bir karinal kanalı vardır. Merkezi boşluk oldukça dar ve ana gövdenin 1/2-1/3'ü kadardır. Gövdenin düğüm bölgelerinde ise merkezi boşluk parankima hücreleri ile tamamen kapalıdır. Yandallar, derin oluklarla ayrılmış, genellikle 5-6 olukludur. Ayrıca yandallarda oluk sayısı kadar valleküler kanallar belirgindir. Merkezi boşluk oldukça dardır. 5-6 oluklu, olukları derin.





Şekil 4.16: *E. palustre* internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti (C, Bk:1000)

Spor Morfolojisi: *E.palustre* L. türüne ait sporlar (Şekil 4.17) nispeten daha büyüktür ve sirküler şekildedir (Şekil 4.14). Spor eni $42,32 \pm 2,02 \mu\text{m}$ ve boyu $42,55 \pm 1,93 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Spor E/B oranı 1,01'dir. Enzin kalınlığı $0,61-2,24 \mu\text{m}$, intin kalınlığı $0,30-1,0 \mu\text{m}$ ve perin kalınlığı $0,40-4,48 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.17: *E. palustre*' ye ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)

4.1.4.4 *Equisetum ramosissimum* Desf.

Türkçe Adı: Polikubu, yeni Türkçe bilimsel ad

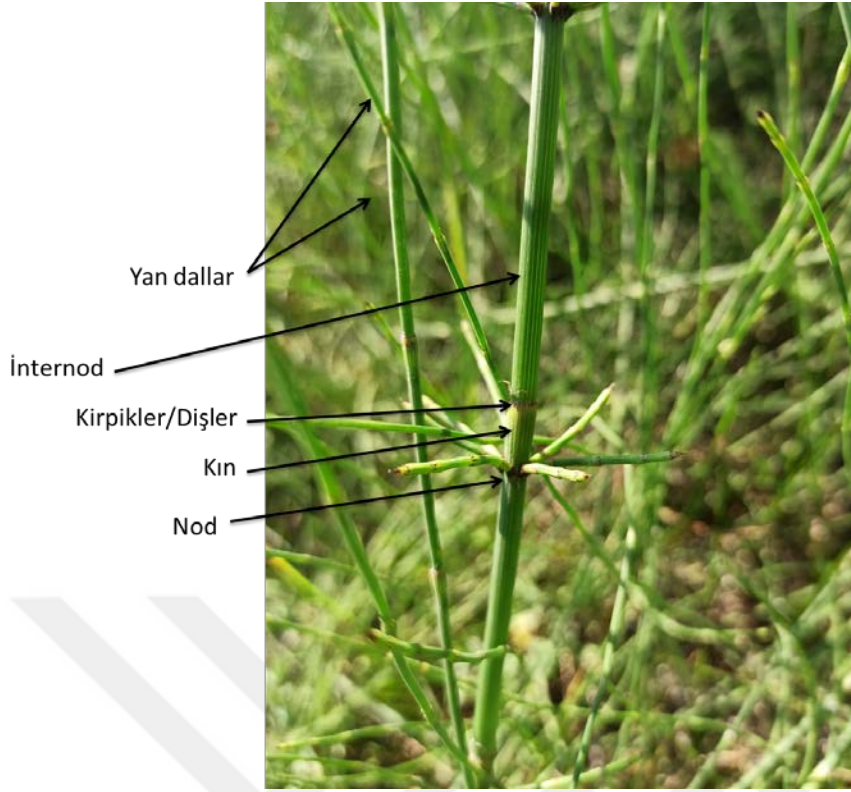
Sinonim: *Hippochaete ramosissima* (Desf.) Milde ex Bruhin, Verh. K.K. Zool.-Bot. Ges. Wien 18:758 (1868).

Betim: Çok yıllık otsu bitkiler. Ana gövde tek biçimli, 35-90 cm boylarında, 0,2-0,6 cm çapında, koyu yeşil renkli, 10-20 oluklu; kın yeşil, kın uçta belirgin kahverengi-siyah şeritli; kirpikler gövdedeki oluk sayısı kadar, sivri, siyah renkli, kenarları ince zarımsı, genellikle düşücü. Merkezi boşluk ana gövdenin 2/3'si kadar. Sporboring kahverengi, yeşil gövdenin ucunda tek, ters yumurta şekilli (Şekil 4.18-4.20).

Habitat: Nemli orman içi açıklıklar, ruderal bölgeler, yol kenarı, 0-1600m.



Şekil 4.18: *E. ramosissimum* genel görüntüsü ve yetiştiği yer (a-b)



Şekil 4.19: *E. ramosissimum* türü verimsiz gövde bölümleri

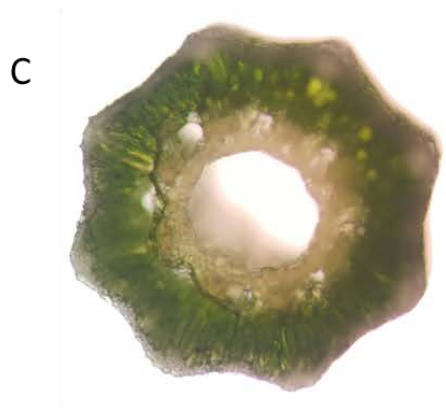
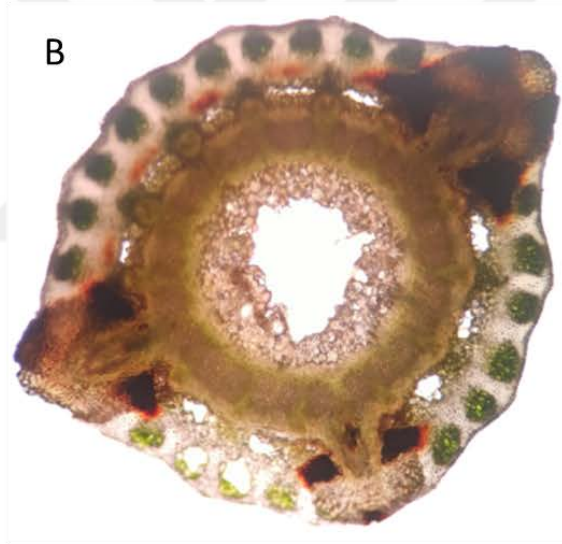
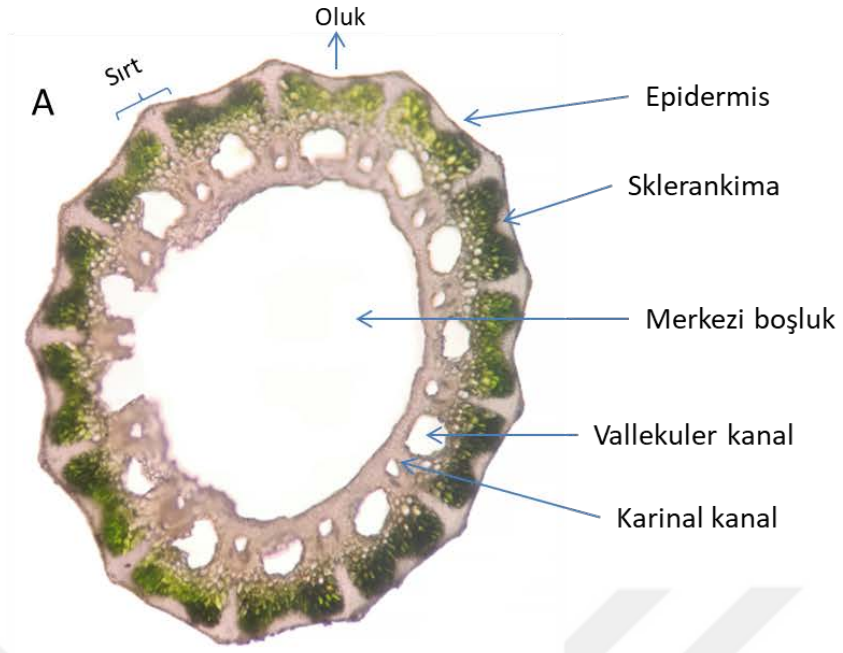


Şekil 4.20: *E. ramosissimum* stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: Internod (Bk:30); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kırpıklar (Bk:20)

Anatomi

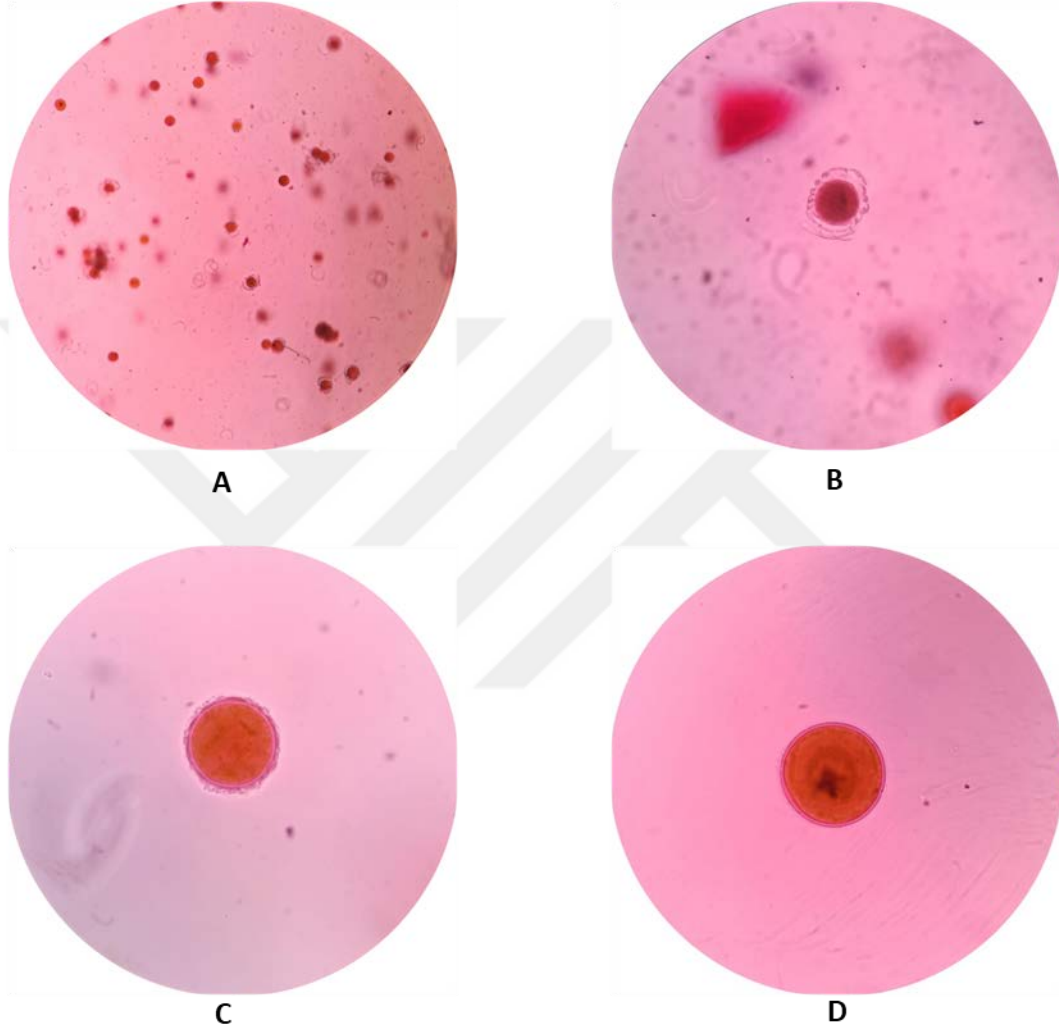
E. ramosissimum Desf. gövde enine eksiti (Şekil 4.21) incelendiğinde tek katmanlı epidermis takabası bulunmaktadır. Silisleşmiş sklerankima hücreleri epidermisin altında sırt bölgelerinde 8-12 sıralı ve oluk bölgelerinde 3-4 hücre sıralı yer almaktadır. Sırt bölgelerinde sklerankima hücrelerinin altında asimilasyon parankiması net bir şekilde görülmektedir. Valleküler kanallar olukların altında, iletim demetleri ve karinal kanallar ise sırt bölgelerinden altında bulunur. Merkezi boşluk oldukça geniştir. Gövde nod bölgelerinde merkezi boşluk parankima hücreleri ile neredeyse kapalı ya da çok dardır. Yan dallar, çok belirgin olmayan 7-8 olukludur. Yan dallarda merkezi boşluk mevcuttur.





Şekil 4.21: *E. ramosissimum* internod enine kesiti (A, Bk:400), nod enine kesiti (B, Bk:400) ve yandal enine kesiti (C, Bk:1000)

Spor Morfolojisi: *E. ramosissimum* Desf. türüne ait sporlar (Şekil 4.22) nispeten daha büyük ve sirküler şekillidir. Spor eni $44,00 \pm 1,62 \mu\text{m}$ ve boyu $44,34 \pm 0,61 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Spor E/B oranı 1,01'dir. Enzin kalınlığı $0,81-1,83 \mu\text{m}$, intin kalınlığı $0,40-1,0 \mu\text{m}$ ve perin kalınlığı $0,40-4,69 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.22: *E. ramosissimum*' a ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)

4.1.4.5 *Equisetum hyemale* L.

Türkçe Adı: Ulahotu, Türk. Bitkileri List., s. 2 (2012).

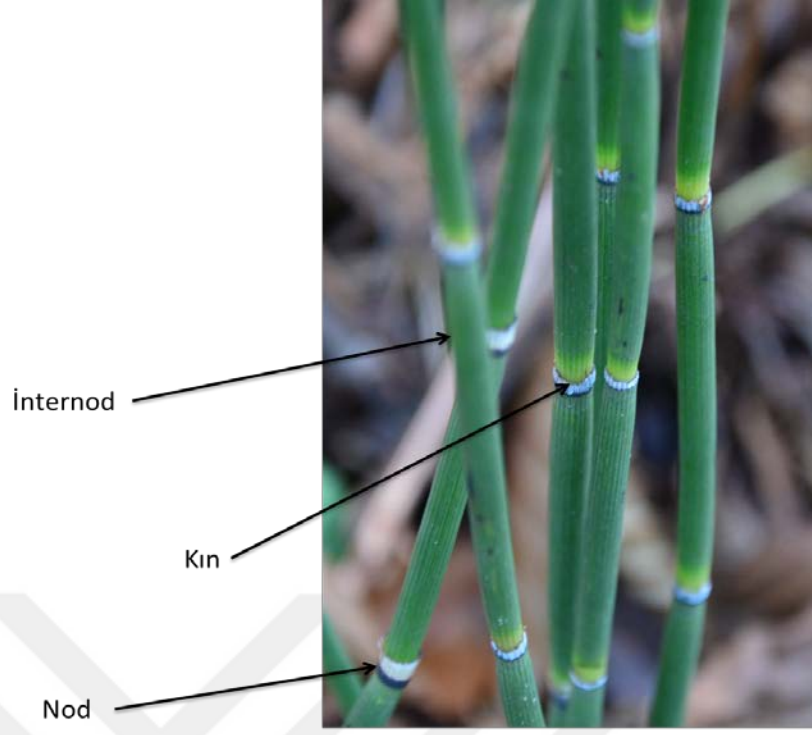
Sinonim: *Hippochaete hyemalis* (L.) Milde ex Bruhin, Verh. K.K. Zool.-Bot. Ges. Wien 18:760 (1868).

Betim: Çok yıllık otsu bitkiler. Ana gövde tek biçimli, 30-70 cm boylarında, 0,5-1 cm çapında, basit, düğümlerde dallanma yok, yeşil renkli, 10-20 oluklu; kın yeşil, kın tabanda ve uçta belirgin siyahımsı kahverengi şeritli, kirpikler gövdedeki oluk sayısı kadar, mızraksı, düşücü. Merkezi boşluk ana gövdenin 2/3-4/5'si kadar. Sporoboring yeşilimsi kahverengi, yeşil gövdenin ucunda tek, ters yumurtamsı (Şekil 4.23-4.25).

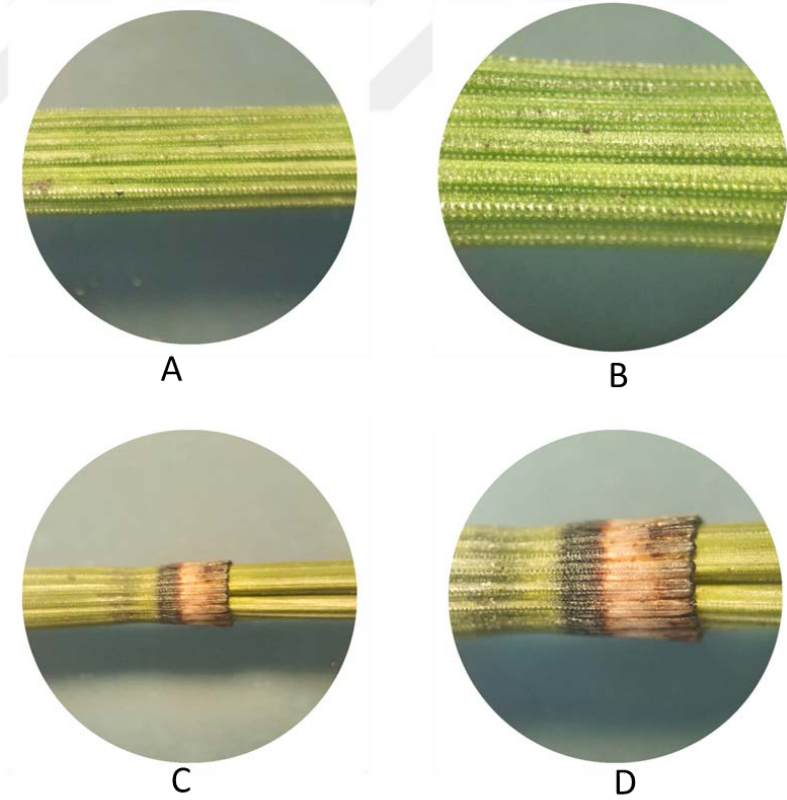
Habitat: Göl ve su kenarı gibi nemli alanlar, 1000-1500m.



Şekil 4.23: *E.hyemale* genel görünüşü (a), verimsiz gövde(b) ve verimli gövde (c)



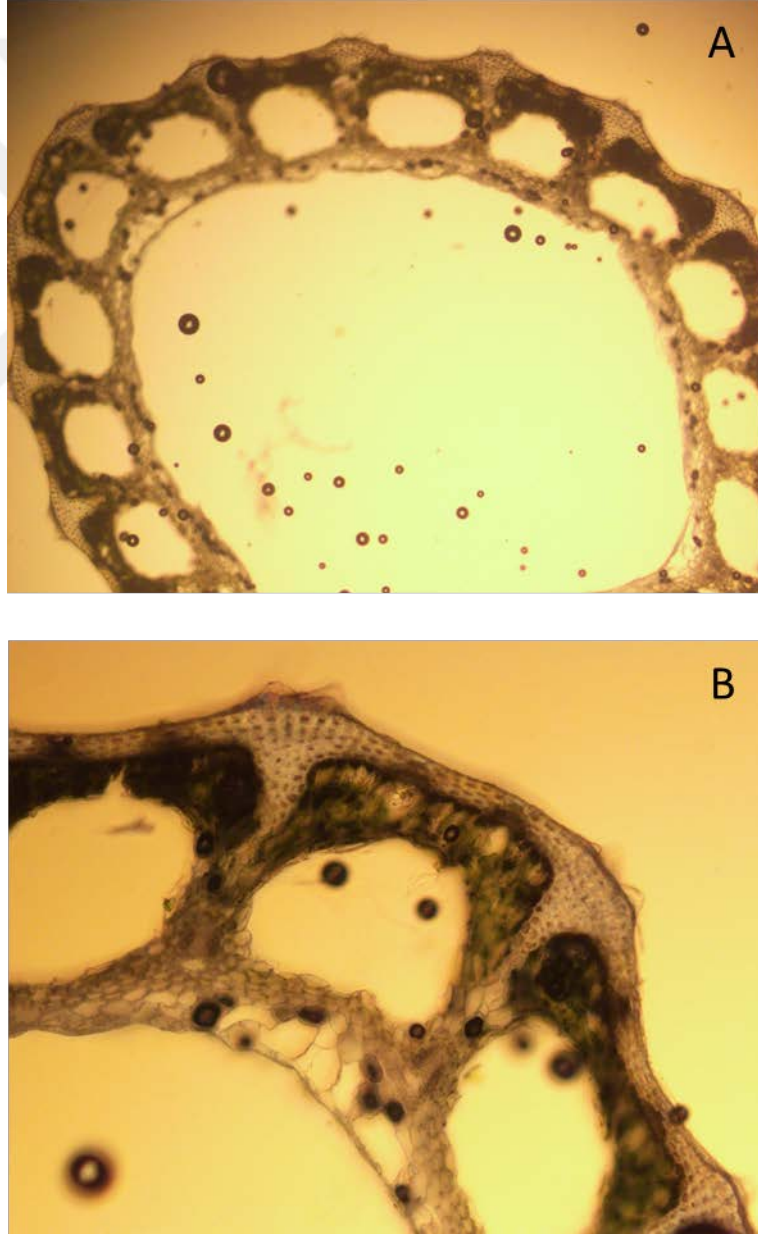
Şekil 4.24: *E.hyemale* türü verimsiz gövde bölümleri



Şekil 4.25: *E.hyemale* stereo mikroskop görüntüsü, A: Nod Bölgesi (Bk:10); B: İnternod (Bk:20); C:Yandal ilk boğumu (Bk:20); D: Kırpikler (Bk:20)

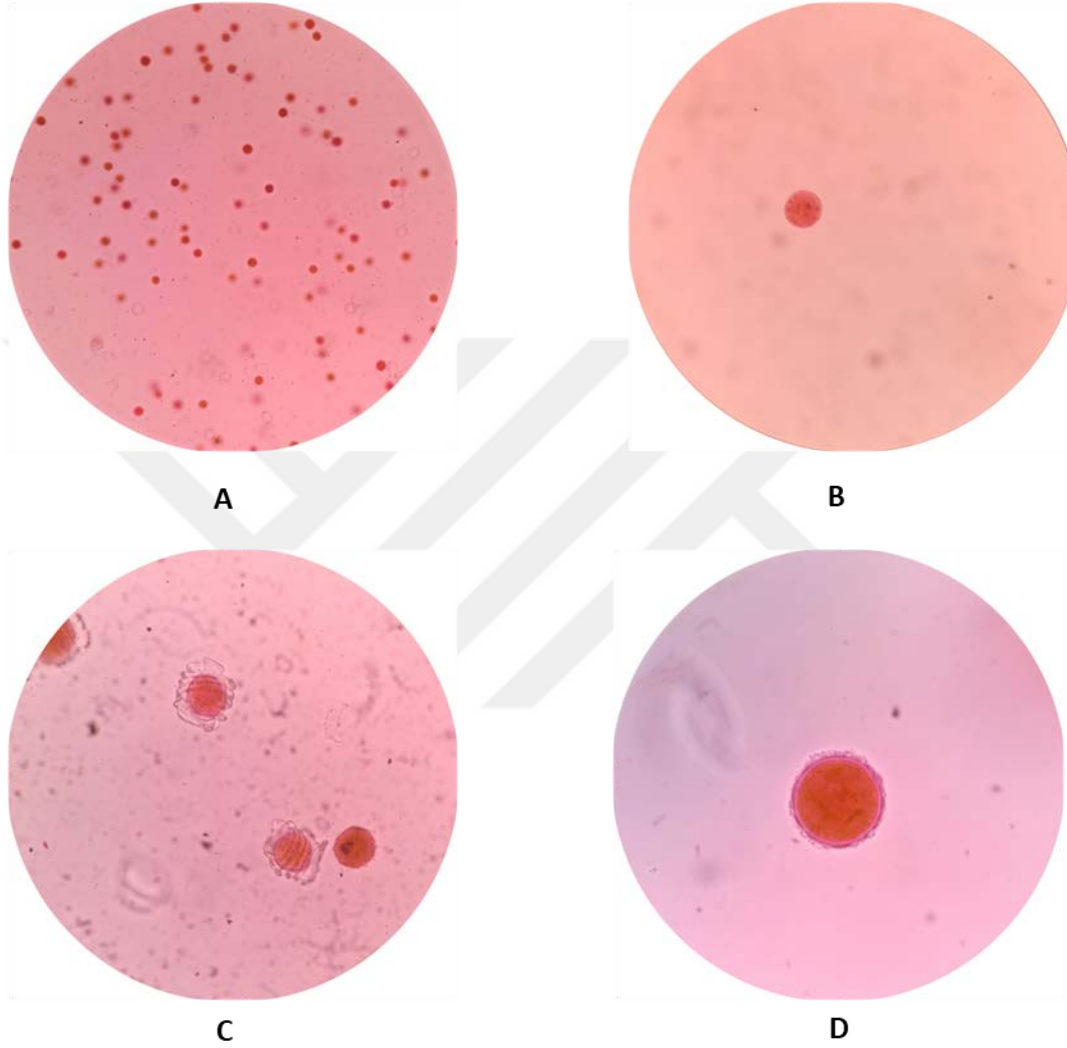
Anatomi

E.hyemale L. (Şekil 4.26), anatomik incelemeleri kuru örnek üzerinden yapılmıştır. Sırtlar ve oluklar belirgin değildir. Gövde enine kesiti incelendiğinde en dışta tek sıralı epidermis hücresi bulunmaktadır. Sklerankima dokusu sırt bölgelerinde 7-8 sıralı, oluk bölgelerinde ise 2-3 sıralıdır. Oluk bölgesinde asimilasyon parankiması net bir şekilde görülmektedir. Valleküler kanallar olukların altında bulunur. İletim demetleri sırtlarında altında ve oldukça dar karinal kanallara sahiptir. Merkezi boşluk oldukça geniştir ve ana gövdenin 2/3- 4/5'i kadardır.



Şekil 4.26: *E.hyemale* internod enine kesiti (A ve B)

Spor Morfolojisi: *E.hyemale* L. türüne ait sporlar (Şekil 4.27), cins içerisinde en büyük boyuta sahip sporlardır ve sirküler şekillidir. Spor eni $44,34 \pm 1,62 \mu\text{m}$ ve boyu $44,00 \pm 1,62 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Spor E/B oranı 1,01'dir. Enzin kalınlığı $0,81-1,73 \mu\text{m}$, intin kalınlığı $0,40-1,0 \mu\text{m}$ ve perin kalınlığı $0,61-1,63 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.27: *E.hyemale*' e ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)

4.1.4.6 *Equisetum fluvatile* L.

Türkçe Adı: Kırkboğum, Türk. Bitkileri List. s. 2 (2012).

Betim: Çok yıllık otsu bitkiler. Ana gövde tek biçimli, 50-140 cm boylarında. 0,5-1,2 çapında. Gövde soluk yeşil renkli, 10-30 oluklu; kın kahverengi-yeşil, kirpikler gövdedeki oluk sayısı kadar, mızraksı, siyah veya kahverengi, kalıcı. Düğümlerde dallanmış veya

dallanmamış, yan dallar koyu yeşil renkli. 3-4 köşeli. Merkezi boşluk ana gövdenin 4/5'si kadar. Sporboring kahverengi, yeşil gövdenin ucunda tek, ters yumurtamsı veya eliptik şekilli (Şekil 4.28-4.30).

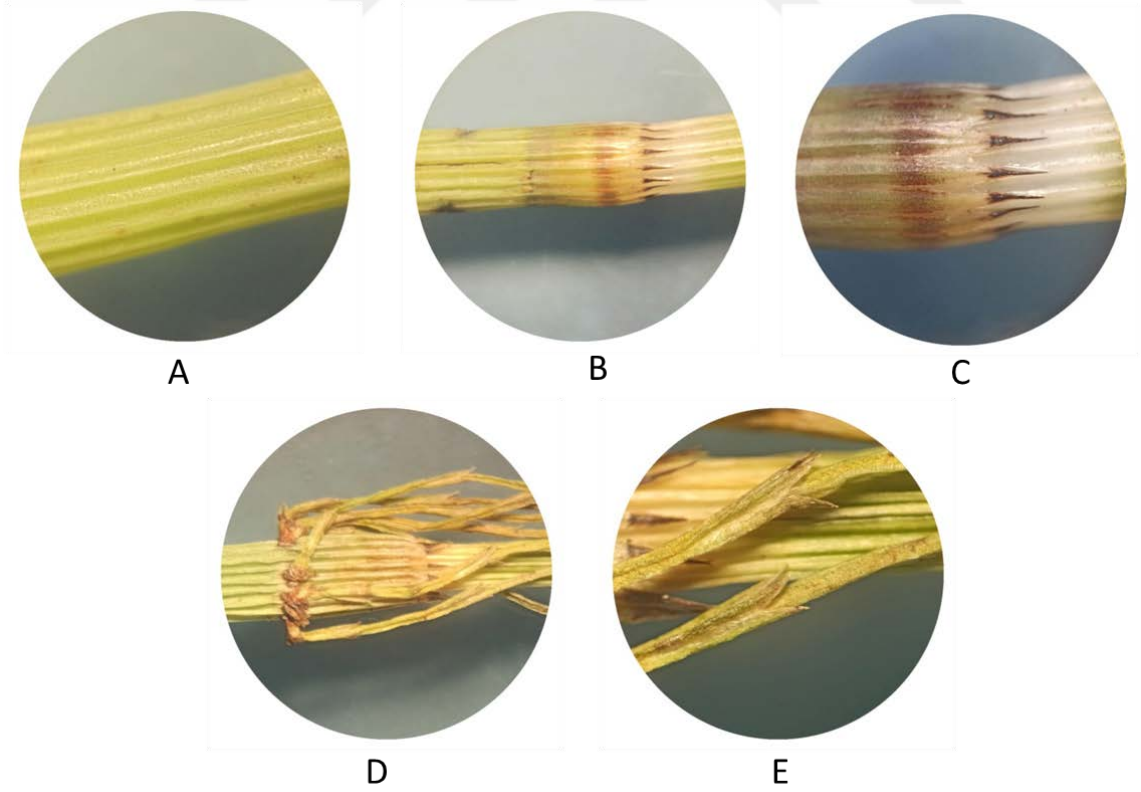
Habitat: Göl kenarı gibi nemli yerlerde ve göl kıyı kesimlerinde su içerisinde 1200-1500 m.



Şekil 4.28: *E.fluviatile* genel görünüşü (a), verimli gövde(b), verimsiz ve verimli gövde (c)



Şekil 4.29: *E.fluviatile* türü verimsiz gövde bölümleri

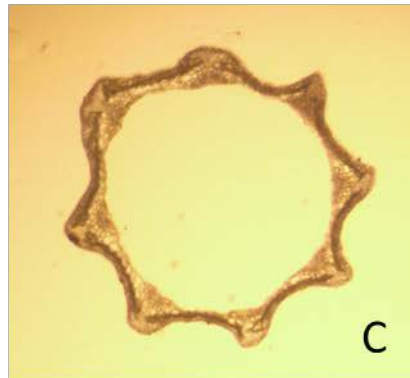
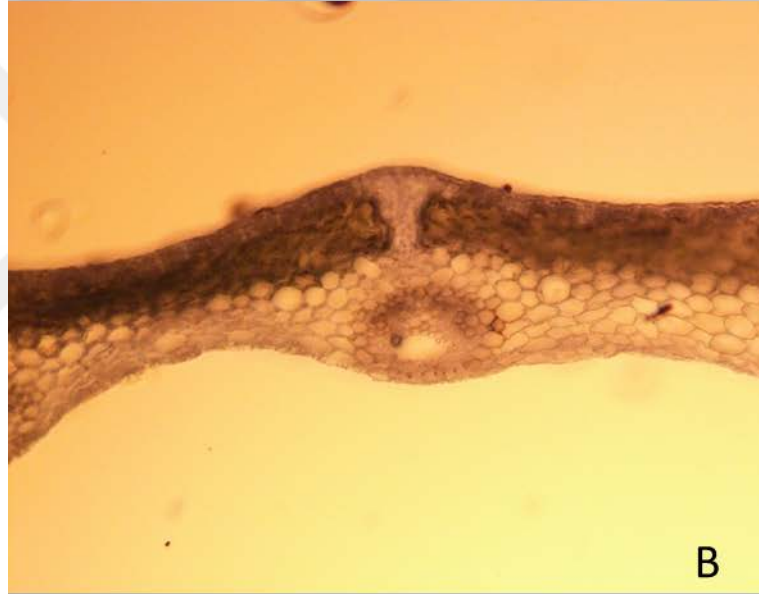


Şekil 4.30: *E.fluviatile* stereo mikroskop görüntüsü, A: İnternod Bölgesi (Bk:20); B: Nod (Bk:20); C:Kırpıklar (Bk:20); D: Nod (Bk:20); E:Yandal ilk boğum (30)

Anatomi

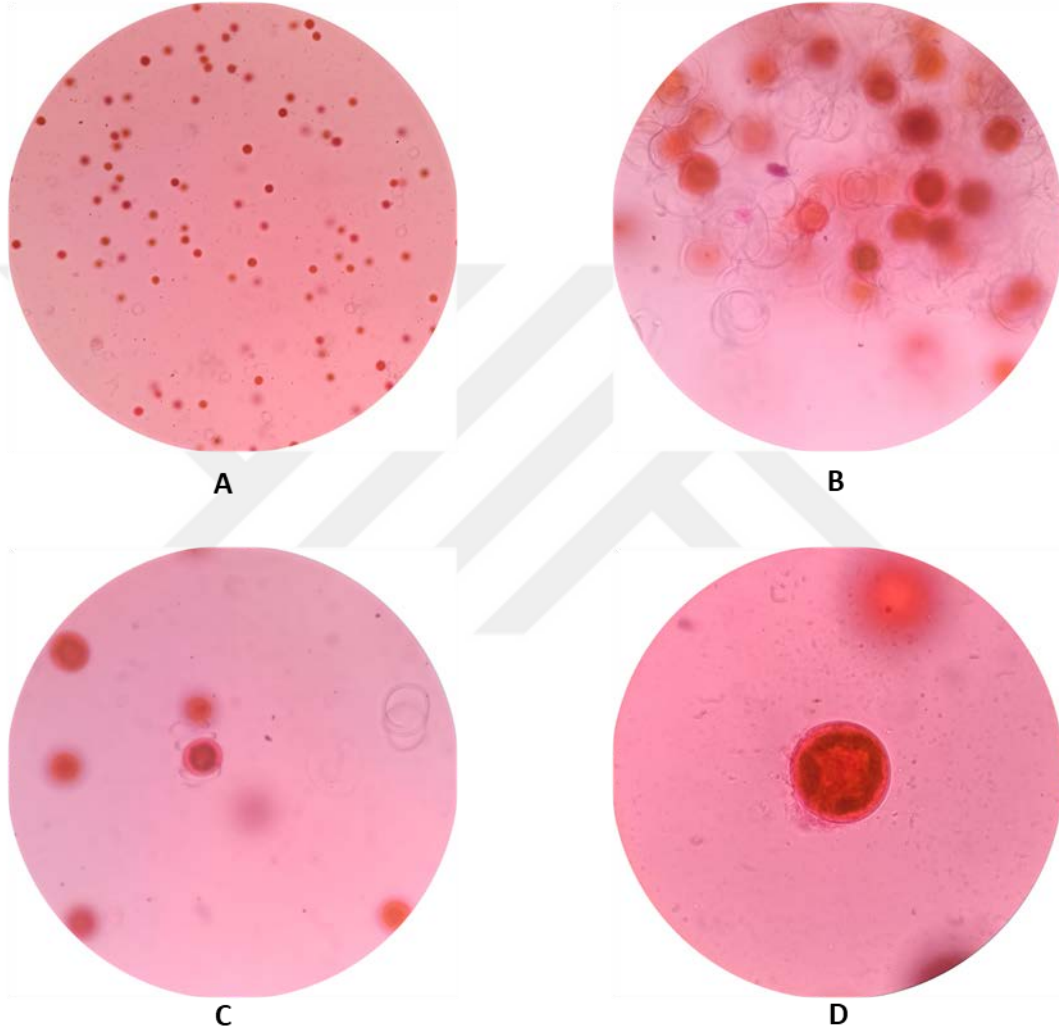
E.fluviatile L. (Şekil 4.31), anatomik incelemeleri kuru örnek üzerinden yapılmıştır. Sırtlar ve oluklar belirgin değildir. Gövde enine kesiti incelendiğinde en dışta tek sıralı epidermis hücresi bulunmaktadır. Sklerankima dokusu çok gelişmemiştir. Sırt bölgelerinde 6-7 sıralı, oluk bölgelerinde ise tek sıralı ya da hiç yoktur. Oluk bölgesinde asimilasyon parankiması net bir şekilde görülmektedir. Valleküler kanallar olukların altında bulunur ve küçüktür. Damar demetleri geniş karinal kanallara sahiptir. Merkezi boşluk oldukça geniştir ve ana gövdenin 4/5'i kadardır. Yandallar, belirgin 7-9 oluklu ve merkezi boşluğu oldukça büyüktür.





Şekil 4.31: *E. fluviatile* internod enine kesiti (A ve B) ve yandal enine kesiti (C)

Spor Morfolojisi: *E.fluviatile* L. türüne ait sporlar nispeten daha büyüktür ve sirküler şekildedir (Şekil 4.32). Spor eni $41,95 \pm 2,01 \mu\text{m}$ ve boyu $42,13 \pm 1,67 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Spor E/B oranı 1,01'dir. Enzin kalınlığı $0,61-2,24 \mu\text{m}$, intin kalınlığı $0,30-1,0 \mu\text{m}$ ve perin kalınlığı $0,40-4,48 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.32: *E.fluviatile*' e ait spor görüntüsü; A (BK 100) , B ve C (BK400), D (BK 1000)

4.1.5 Moleküler Bulgular

Tez çalışmasında moleküler tabanlı çalışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla 7 aşamalı materyal ve metot gerçekleştirilmiştir. Bitki örneklerinden DNA izolasyonu (QIACUBE LT) gerçekleştirilmiş (1), İzole edilen DNA'ların konsantrasyonları Nanospektrofotometre (QIAXpert) ile ölçülmüştür (2). PCR analizi için sentezlenen primerlerin sulandırma oranları ve primerlerin özellikleri değerlendirilmiştir (3). Primer ve DNA optimizasyonunun ardından PCR analizi gerçekleştirilmiştir (4). PCR amplikonlarının sekans öncesi değerlendirilmesi amacıyla Agaroze Jel Elektrophorez analizi gerçekleştirilmiştir (5). Elektrophorez aşamasında bant gözlenen örnekler sekans analizine gönderilmiştir (6). Sekans sonuçları biyoinformatik programlar ortak kullanılarak genetik farklılık için dendrogram analizi yapılmıştır (7). Bu aşamalarda elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

4.1.5.1 DNA Konsantrasyon Ölçümü

İzole edilen DNA'lar 50 ul hacimde edile edilmiştir. DNA'lar 25 µl'lik 2 parça halinde -20° C'de çalışma süresinde bozulmaması için saklanmıştır. Nanospektrofotometrik ölçümler sonrasında örneklerin tamamının sekans analizi için yeterli konsantrasyonda oldukları görülmüştür. Çalışmada izole edilen ve PCR'da kullanılan örneklerin DNA konsantrasyonları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Tezde kullanılan DNA'ların konsantrasyon miktarları

ID	Cons (µg/µl)
1	371
2	343
3	304
4	531
5	375
6	317
7	296

4.1.5.2 Primer Sentezi ve Optimizasyonu

Tezde kullanılan bitki örneklerinden izole edilen DNA'ların sekans verilerinin elde edilmesi ve genetik çeşitliliğin ortaya konulması amacıyla TRND ve RBCL primerleri kullanılmıştır. Sentezlenen primer seti dizisi ve özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Tezde sentezlenen ve kullanılan primerler ve özellikleri

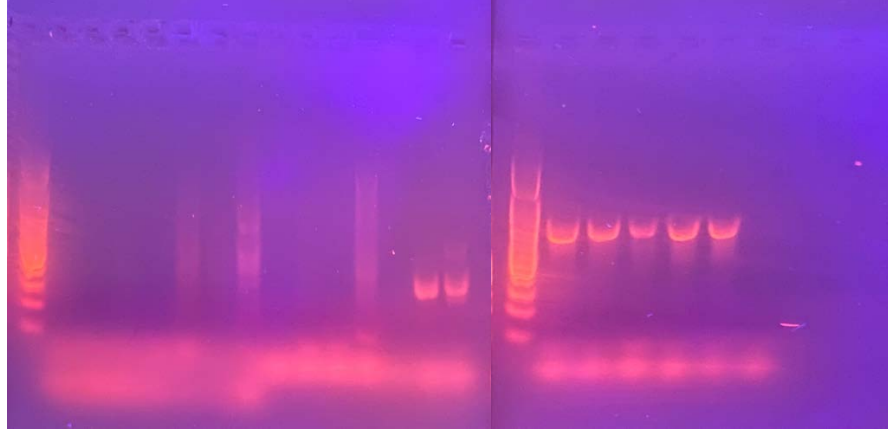
Seri No	Oligo Adı	Baz dizisi 5'-3'	Tm °C	GC %	100µM	MW (g/mol)	OD
Solver50	TRND-F	CGAAATCGGTAGACGCTACG	57	55	557	6151	11
Solver51	TRND-R	GGGGATAGAGGGACTTGAAC	55	55	564	6271	11
Solver52	RBCL-F	ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC	59	42	535	7950	13
Solver53	RBCL-R	TCACAAGCAGCAGCTAGTTCAGGACTC	63	52	566	8253	15

4.1.5.3 PCR Analizi

PCR aşamasında izole edilen DNA'lar, sentezlenen primerler (RBCL ve TRND Ayrı Ayrı PCRlarda kullanılmıştır sıcaklık farklılığından dolayı), PCR mix (dNTP, MgCl₂, Taq polimeraz, Taq buffer, nükleaz free su) kullanılmıştır. Toplam hacim 25µl olacak şekilde; DNA'lar (4 µl), primerler (1,5+1,5 µl), PCR mix (18 µl su dahil) eklenerek oluşturulmuştur. PCR protokolü 94 °C'de 5 dakika, akabinde 94 °C'de 1 dakika, 56,5 °C'de 1 dakika ve 72 °C'de 2 dakika olacak şekilde 36 cycle tamamlanmıştır. Son aşamada 72 °C'de 5 dakika son uzama işlemi gerçekleştirilerek PCR işlemi tamamlanmıştır.

4.1.5.4 Elektroforez İşlemi

PCR analizi sonrasında PCR ürünlerinin görüntülenmesi amacıyla Agaroz Jel Elektroforez işlemi gerçekleştirilmiştir. Elektroforez amacıyla PCR ampliconları 5er µl ve loading dye (Solver) solüsyonu 3 µl olacak şekilde elektroforez kuyucuklarına 8 µl yükleme yapılmıştır. Marker olarak GeneRuler 100bp DNA ladder kullanılmıştır. Agaroz Jel Elektroforez işlemi PCR sonuç çıkan ve tekrar yüklenen örnek sayısına göre farklı tanklarda (70 voltta 400 amperde 110 dakika) yürütülmüştür. Elektroforez sonucunda elde edilen görüntü aşağıda verilmiştir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33: PCR ampliconlarından elde edilen agaroz jel elektroforez görüntüsü

4.1.5.5 Sekans Analizi

Sekans analizi sonucunda tezde kullanılan 6 bitki örneklerinin sırası ile *Equisetum hyemale*, *Equisetum ramosissimum*, *Equisetum telmateia*, *Equisetum arvense*, *Equisetum palustre* ve *Equisetum fluviatile* türleri oldukları görülmüştür. Tezde elde edilen sekans verileri sırası ile önce nBlast işlemi yapılmış ardından dendrogram çıkarılmıştır. Örneklerin sekans verileri, sekans sonucu blast ve dendrogram şekli aşağıda verilmiştir.

Equisetum cinsinin taksonlarına ait *rbcl* geni primer sonucuna göre baz dizileri aşağıda verilmiştir.

E.telmateia Ehrh.

```
NNNNAAAGATTATCGATTGACTTATTTTACTCCAGATTATGAAACCAAAGAT
ACCGATATTTTAGCAGCATTCCGTATGACTCCTCAACCGGGAGTACCACCGG
AAGAAGCGGGAGCAGCCGTAGCTGCTGAATCGTCCACGGGCACCTGGACTA
CCGTATGGACAGATGGACTTACTAGTCTTGATCGATATAAAGGTCGATGCTA
TAATATTGAACCTGTTGCTGGAGAAGATAATCAATTCATAGCTTATGTAGCC
TATCCTTTAGATCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACCAATCTTTTTACTTCAATT
GTTGGTAATGTTTTCGGCTTCAAAGCTCTACGTGCTTTACGTTTAGAAGATTT
AAGAATTCCTCCTGCTTACTCCAAAACCTTTATAGGACCACCCACGGTATC
CAGGTTGAAAGAGATAAGTTAAACAAATATGGTCGTCCTTTATTAGGTTGTA
CAATTAAACCAAATTTGGGACTATCTGCTAAAACTATGGTAGAGCTGTTTA
TGAATGTCTTCGTGGTGGACTTGATTTACCAAAGATGATGAGAATGTAAAT
TCTCAACCCTTTATGCGTTGGAGAGATCGTTTCTTATTCGTGCGAGAAGCTCT
TTTTAAATCCCAAGCTGAGACAGGTGAAATTAAAGGACATTACTTAAACGCT
ACTGCAGGTACATGTGAAGAAATGTTAAAAAGAGCAGTCTTTGCCAGAGAA
TTAGGAGCTCCTATTATTATGCATGACTACCTAACAGGTGGTTTTACTGCAAA
TACTAGTCTAGCTTTTTACTGTGCGAGATAATGGTTTACTTCTTCATATTCACC
GAGCAATGCATGCTGTTATCGATAGACAAAAAATCATGGTATTCACCTTCG
```

TGTA TAGCTAAAGCATTACGTATGTCTGGAGGAGATCATATTCATGCTGGT
ACTGTTGTTGGTAAACTTGAAGGTGAAAGAGACTTAACTTTAGGATTTGTTG
ATTTACTTCGCGATGATTTTATCGAAAAAGATCGAAGTCGCGGAATTTATTTT
ACTCAAGACTGGGTATCTATGCCTGGTGTACTTCCTGTAGCTTCGGGTGGTAT
TCACGTTTGGCACATGCCAGCTTTGACTGAAATTTTGGAGATGACTCTGTAT
TACAATTTGGTGGAGGAACATTAGGACACCCTTGGGGTAATGCACCAGGTGC
TGTCGCTAATAGAGTTGCTGTCGAGNGCNTTNN

E.arvense L.

NNNNAGANNTTATGAAACCAAAGATACCGATATTTTAGCAGCATTCCGTATT
CCTCAACCGGGAGTACCACCGGAAGAAGCAGGAGCAGCCGTAGCTGCTGAA
TCGTCCACGGGCACCTGGACTACCGTATGGACAGATGGACTTACTAGTCTTG
ATCGATATAAAGGTCGATGCTATAATATTGAACCTGTTGCTGGAGAAGATAA
TCAATTCATAGCTTATGTAGCCTACCCTTTAGATCTTTTTGAAGAAGGTTCTG
TTACCAATCTTTTTACTTCAATTGTTGGTAATGTTTTCGGATTCAAAGCTCTA
CGTGCTTTACGTTTAGAAGATTTAAGAATTCCTCCTGCTTACTCCAAAACCTT
TATAGGACCACCCACGGTATCCAGGTTGAAAGAGATAAGTTAAACAAATA
CGGTCGTCCTTTATTAAGGTTGTACAATTAAACCAAAATTGGGACTATCTGCT
AAAACTATGGTAGAGCTGTTTATGAATGTCTTCGTGGTGGGCTTGATTTCA
CCAAAGATGATGAGAATGTAAACTCTCAACCCTTTATGCGTTGGAGAGATCG
TTTCTTATTCGTAGCAGAAGCTCTTTTTAAATCCCAAGCTGAGACAGGTGAA
ATTAAAGGACATTACTTAAACGCTACTGCAGGTACATGTGAAGAAATGTTAA
AAAGAGCAGTCTTCGCCAGAGAATTAGGAGCTCCTATTGTTATGCATGACTA
CCTAACAGGTGGTTTTACTGCAAATACTAGTCTAGCTTTTTACTGTGAGATA
ATGGTTTACTTCTTCATATTCACCGAGCAATGCATGCTGTTATCGATAGACAA
AAAAATCATGGTATTCACCTTCGTGTACTAGCTAAAGCATTACGTATGTCTG
GAGGAGATCATATTCATACTGGTACTGTTGTAGGTAAACTTGAAGGTGAAAG
AGACTTAACTTTAGGATTTGTTGATTTACTTCGCGACGACTTTATCGAAAAAG
ATCGAAGTCGCGGAATTTATTTCACTCAAGACTGGGTATCTATGCCTGGTGT
ACTTCCTGTAGCTTCGGGTGGTATTCACGTTTGGCACATGCCAGCTTTGACTG
AAATTTTTGGAGATGACTCTGTATTACAATTTGGTGGAGGAACCTTAGGACA
CCCTTGGGGTAATGCACCAGGTGCTGTCGCTAATAGAGTTGCTGTCGAGGCT
TGTGTACAAGCTCGTAATGAAGGACGCGATCTAGCTACAGAAGGTANATNN
GATN

E. palustre L.

NNNNNATTGACTNTANTAGATTATGAAACCAAAGATACCGATATTTTAGCAG
CATTCCGTATGACTCCTCAACCGGGAGTACCACCGGAAGAAGCAGGAGCAG
CCGTAGCTGCTGAATCGTCCACGGGCACCTGGACTACCGTATGGAGAGATGG
ACTATACTAGTCTAGATCGATATAAAGGTCGATGCTATAATATTGAACCTGT
TGCTGGAGAAGATAATCAATTCATAGCTTATGTAGCCTATCCTTTAGATCTTT
TTGAAGAAGGTTCTGTTACCAATCTTTTTACTTCAATTGTTGGTAATGTTTTT
GGCTTCAAAGCTCTACGTGCTTTACGTTTAGAAGATTTAAGAATTCCTCCTGC
TTACTCCAAAACCTTTTATAGGACCACCCACGGTATCCAGGTTGAAAGAGAT
AAGTTAAACAAATATGGTCGTCCTTTATTAGGTTGTACAATTAAACCAAAAT
TGGGACTATCTGCTAAAACTATGGTAGGGCTGTTTATGAATGTCTTCGTGG
TGGACTTGATTTACCAAAGATGATGAGAATGTAACTCTCAACCCTTTATG
CGTTGGAGAGATCGTTTCTTATTCGTAGCAGAAGCTATTTTAAATCCCAAGC
TGAGACAGGTGAAATTAAAGGACATTACTTAAACGCTACTGCAGGTACATGT
GAAGAGATGTTAAAAAGAGCAGTCTTCGCCAGAGAATTAGGAGCTCCTATT
GTTATGCATGACTACCTAACAGGTGGTTTTACTGCAAATACTAGTCTAGCTTT
TTATTGTCGAGATAATGGTTTACTTCTTCATATTCACCGAGCAATGCATGCTG
TTATCGATAGACAAAAAAACCATGGTATTCACTTTCGTGTACTAGCTAAAGC
ATTACGTATGTCTGGAGGAGATCATATTCATACTGGTACTGTTGTTGGTAAA
CTTGAAGGTGAAAGAGACTTAACTTTAGGATTTGTTGATTTACTTCGTGACG
ATTTTATCGAAAAAGATCGAAGTCGCGGAATTTATTTCACTCAAGACTGGGT
ATCTATGCCTGGTGTACTTCCTGTAGCTTCGGGTGGTATTCACGTTTGGCACA
TGCCAGCTTTGACTGAAATTTTCGGAGATGACTCTGTATTACAATTTGGTGGA
GGAACATTAGGACACCCTTGGGGTAATGCACCAGGTGCTGTCGCTAATAGA
GTTGCTGTCGAGGCNGCTCGTAATNCNNN

E. ramosissimum Desf.

NNNNCNNGNNNTTNGCTGNGTGTTAAGANTATCGATGGACTTATTTTACTC
CAGATTATGAAACCAAAGATACCGATCTTTTAGCAGCATTTCGTATGACTCC
GCAGCCGGGGGTACCACCGGAAGAAGCAGGAGCAGCTGTAGCTGCTGAATC
CTCCACGGGCACCTGGACTACCGTATGGACAGACGGACTTACTAGTCTTGAT
CGATATAAAGGTCGCTGCTATAATATTGAGCCTGTTGCTGGAGAAGATGACC
AATTCATAGCTTATGTAGCCTATCCTTTAGATCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTT
ACCAATATGTTTACTTCAATTGTTGGTAATGTTTTCGGCTTCAAAGCTCTACG
TGCTTTACGTTTAGAAGATTTACGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACCTTTTA
TAGGACCGCCCCATGGTATCCAGGTTGAAAGAGATAAGTTAAACAAATATG
GTCGTCCGTTATTAGGTTGTACAATTAAACCAAAATTGGGACTTTCTGCTAA
AACTATGGTAGAGCTGTTTATGAATGTCTTCGTGGTGGACTTGACTTCACC
AAAGATGATGAGAATGTAACTCTCAACCTTTTATGCGTTGGAGAGATCGTT
TCTTATTCGTAGCAGAAGCACTTTTTAAATCCCAAGCTGAGACAGGTGAAAT
TAAAGGACATTACTTAAATGCTACGGCAGGTACATGTGAAGAAATGTTAAA
AAGAGCAGTTTTCGCCAGAGAATTAGGAGCTCCTATTGTTATGCATGACTAC
CTGACAGGTGGTTTTACTGCAAATACTAGTCTAGCTTTTTACTGTGAGATAA
TGTTTTACTTCTTCATATTCACCGAGCAATGCATGCTGTTATCGATCGACGAA
ACAACCATGGTATTCACTTTCGTGTACTAGCTAAAGCATTACGTATGTCTGG
AGGACATCATATTCATGCTGGTACTGTTGTTGGTAACTTGAAAGTGAAAGA

TACTTAACTTTAGGATTTGTTGAATTACTTCGCGATGATTTTATCGAAAAAGA
TCAAAATCCTGGAAATTAGTTCACCCCGGACTGGGTTTCTTTGCCTGGTGGA
CTTCCAGTNNCTTCCGGTGGAATCAAGTTTGGCCACTGCCCCGCTTGAATGA
AATTTTTCGAAAAGAATTCTTATTACAATTTGGGGGCGGAACCTTACAAATT
CCTCGGGGAAGGCACCCGA

E.hyemale L.

NNNNNNNNNNNGNCNGNGNGNGGNGNGGAACCGACANGGGTNATTNNNCN
NCGGANNATGATGCCAAAGATACCGATATNTNGGGNCGTTTCGTATGACTCC
GCAGCCGGGGGTACCACCGGATGAAGCAAGAGCAGCTGTAGCTGCTGAATC
CTCCACGGGCACCAGGACTACCGTATGGACTGATGGACATACTAGTCTTGAT
CGATATAAAGGTCGCTGCTATAATATTGAGCCTGTTGCTGGAGAAGATAACC
AATTCATAGCTTATGTAGCCTATCCTTTAGATCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTT
ACCAATCTGTTTACTTCAATTGTTGGTAATGTTTTCGGCTTCAAAGCTCTACG
TGCTTTACGTTTAGAAGATTTACGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACCTTTTA
TAGGACCACCCCATGGTATCCAGGTTGAAAGAGATAAGTTAAACAAATATG
GTCGTCCGTTATTAGGTTGTACAATTAAACCAAAGTTGGGACTTTCTGCTAA
AAACTATGGTAGAGCTGTTTATGAATGTCCTTCGTGGTGGACTTGACTTCACC
AAAGATGATGAGAATGTAAACTCTCAACCTTTTATGCGTTGGAGAGATCGTT
TCTTATTCGTAGCAGAAGCACTTTTTAAATCCCAAGCTGAGACAGGTGAAAT
TAAAGGACATTACTTAAATGCTACGGCAGGTACATGTGAAGAAATGTTAAA
AAGAGCAGTTTTTCGCCAGAGAATTAGGAGCTCCTATTGTTATGCATGACTAC
CTGACAGGTGGTTTTACTGCATATACTAATCTAGCTTTTTACTGTCGAGATAA
TGGTTTACTTCTTCATATTCACCGAGCAATGCATGCTGTTATCGATAGACGAA
ACAACCATGGTGTTCACTTTCATGTACTAGATAAAGCATTACGTATGTCTGG
AGGACATCACATTCATACCGGGTACTGTTGGTGGTCAAATAAAATGTGAAAG
NNACTAACTTTAGAATGTGANGAGATCCTTCTCCAAAAGATTATAGGGAGAA
GCCACATCCGCGCGAATTTGGTTATCTTCGTCCTGCACTGGTTGNTATGATGA
CGTCGAGCTTCTTCTGATGNAGAGCAGNGAGGGCAGCGTCCCNACCGAACT
GCCAGGTGCCCCGTGGGGNAGNGAGANCCACCCCCGCCCCCGGGCCCC

E.fluviatile L.

NNNATNANNTNNTTNTAGCACTTCGTAGACTCCCAACCGGGAGTACCACCG
GAAGAAGCAGGAGCAGCCGTAGCTGCTGAATCGTCCACGGGCACCTGGACT
ACCGTATGGACAGATGGACTTACTAGTCTTGATCGATATAAAGGTCGATGCA
TAATATTGAACCTGTTGCTGGAGAAGATAATCAATTCATAGCTTATGTAGCC
TACCCTTTAGATCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACCAATCTTTTTACTTCAATT
GTTGGTAATGTTTTCGGCTTCAAAGCTCTACGTGCTTTACGTTTAGAAGATTT
AAGAATTCCTCCTGCTTACTCCAAAACCTTTTATAGGACCACCCACGGTATC
CAGGTTGAAACACATAAGTTAAACAAATACGGTCGTCCTTTATTAGGTTGTA
CAATTAAACCAAATTTGGGACTATCTGCTAAAAACTATGGAAGAGCTGTTTA
TGAATGTCTTCGAGGTGGGCTTGATTTACCAAAGATGATGAGAATGTAAAC
TCTCAACCCTTTATGCGTTGGAGAGATCGTTTCTTATTCGTAGCAGAAGCTCT
TTTTAAATCCCAAGCTGAGACAGGTGAAATTAAAGGACAATACTTAAACGCA

ACTGCAGGTACATGTGAAGAAATGTTAAAAAGAGCAGTCTTCGCCAGAGAA
TTAGGAGCTCCTATTGTTATGCATGACTACCTAACAGGTGGTTTTACTGCAAA
TACTAGTCTAGCTTTTTACTGTGCGAGATAATGGTTTACTTCTTCATATTCACC
GAGCAATGCATGCTGTTATCGATAGACAAAAAAATCATGGTATTCACCTTCG
TGTACTAGCTAAAGCATTACGTATGTCTGGAGGAGATCATATTCATACTGGT
ACTGTTGTTGGTAAACTTGAAGGTGAAAGAGACTTAACTTTAGGATTTGTTG
ATTTACTTCGCGACGACTTTATCGAAAAAGATCGAAGTCGCGGAATTTATTT
CACTCAAGACTGGGTATCTATGCCTGGTGTACTTCCTGTAGCTTCGGGTGGTA
TTCACGTTTGGCACATGCCAGCTTTGACTGAAATTTTTGGAGATGACTCTGTA
TTACAATTTGGTGGAGGAACCCTAGGACACCCTTGGGGTAATGCACCAGGT
CTGTCCTATAGTTGTNNGNCGANNN

Equisetum cinsinin taksonlarına ait *trnL*-F geni primer sonucuna göre baz dizileri aşağıda verilmiştir.

E.telmateia Ehrh.

NNNNNTTTATATTCCTTTTTAAGCAATGCAAATTGATAGAAAGAAACGTTGG
TTTTTTACAACCGTGAGGGTTCAAATCCCTCTACCCCCACTCAATTTAATAAA
TTTAGTAATTAAACGGATAAATAACAAAATCAAAAAAGGTTAACAAGCAAC
TGATGAAATAATAATTTTTTAAACATTAGATAACAAAAAACTATTAGGTAGA
GAAGCAAAGAACAAAAAAAAGTAGAAATTAAATTTATGCCAGGAACCAGAT
TTGAACATTTGAACTGGTGACACGATATTTTTTCTTTGCTTAAATTTCTATA
ATAAAAATGTTAATTTAATNNNNNNNN

E.arvense L.

NNNNNTGANCGTCNGTATGGTACTTACTGAATGGCAGCTTTCAAATTCAGG
GAAACCTAGGCCTTTTGATAGACAATCCTGAGCCAAATTCTACCTAGAATAG
GTGCAGAGACTCAATGGAAGCTATTCTAACAATGATTCAAAATATTGACTGA
AAAGAAAAAAATTGAATCTTTGAAAAGTGAGAATAAAGATAGAGTCCTATT
TTATATTGTTTTTGTTAACAACAATGCAAATTGTGATAGAAAGAAAATCCGT
TGGTTTTTTACAACCGTGAGGGTTCAAGTGCCCTNNNATCCNNNNNTCC

E. palustre L.

NNNNNTTTTTGTAAACTACACTGCAAATTGTGATAGAAAGAAAATCCGTTGG
TTTTTTACAACCGTGAGGGTTCAAATCCCTCTACCCCCACTCTAATTTTGTA
TTAAACGGATAAATAACAAAATCAAAAAAGGTTAACAAGGAACCTCATT

E. ramosissimum Desf.

TCAACTCTTCAATATAATTGAAAAGTTAGAATAAAGATAGAGTCCTATTTTA
TATTGTTTTTATTAACAACAATGCAAATTGTGATAGAAAAGAAAATCCGTTGG
TTTTTTAGAACTGTGAGGGTTCAAATCCCTCTACCCCCACCCCAATTTTCTAA
ATATAGTAATTACACGGATAACTAACAAAATCAAAAAAAGATAACAATCGA
CTGAGAAAAAACAACCTAAAAATAAAATTCACTTTATTTTATCATGAACT
TTTTAAGTTGACAATATTTCCAAATATAATCTACAATATTCTGAAGGCCAAA
GCATNNNNNNNN

E. hyemale L.

TCGAAATCGNCTTAGACGCTACGGCACTTAATAAGATTGAGCGTCAGTATGG
TAACTTACTGAATGACAGCTTTCAAATTCAGGGAAACCTAGGCCTTTTGATA
GACAATCCTGAGCCAAATTCGATTTAGAATAGGTGCAGAGACTCAATGGAA
GCTATTTCGAACAAGGATTCAAAATATTGAATGAAAATATTTTTCAACTCTTC
AATATAATTGAAAAGTTAGAATAAAGATAGAGTCCTATTTTATATTGTTTTTA
TTAACAACNAATGCNANAATTGTGATAGAAAAGNNNATC NNTNNNNNNNNN
NNNN

E. fluviatile L.

NNNNNNNNNNNNCGTCNGTATGGTACTTACTGAATGGCAGCTTTCAAATTCAG
GGAAACCTAGGCCTTTTGATAGACAATCCTGAGCCAAATTCTACCTAGAATAG
GTGCAGAGACTCAATGGAAGCTATTCTAACAATGATTCAAAATATTGACTGAA
AGGAAAAAATTCAAAAAATCGAATCTTTGAGAAGTGAGAATAAAGATAGAG
TCCTATTTTATATTGTTTTTGTTAACAACAATGCAAATTGTGATAGAAAGAAAA
TCGTTGGTTTTTTTACAACCGTGAGGGTTCAAGTCCTTCTATCCCCNN

Analiz edilen *rbcL* Geni DNA Dizilerinin nblast sonuçları Şekil 4.34 -4.39’de verilmiştir.

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDF36P54013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

Join

← Edit Search Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence

RID XDF36P54013 Search expires on 01-31 01:35 am Download All ▾

Program BLASTN Citation ▾

Database nt See details ▾

Query ID Icl|Query_34409

Description None

Molecule type dna

Query Length 1236

Other reports Distance tree of results MSA viewer ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude

Type common name, binomial, taxid or group name

+ Add organism

Percent Identity E value Query Coverage

to to to

Filter Reset

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments

Download ▾ Select columns ▾ Show 100 ▾ ?

☒ select all 100 sequences selected

GenBank Graphics Distance tree of results MSA Viewer

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum telmateia subsp. telmateia isolate 11642 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large s...	Equisetum telma...	2261	2261	99%	0.0	100.00%	1319	MH750210.1
☒	Equisetum telmateia subsp. braunii isolate 40832 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large sub...	Equisetum telma...	2261	2261	99%	0.0	100.00%	1288	MH750208.1
☒	Equisetum telmateia subsp. braunii isolate 40828 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large sub...	Equisetum telma...	2261	2261	99%	0.0	100.00%	1298	MH750207.1

Şekil 4.34: *E.telmateia* türünün *rbcL* DNA dizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDJF2V5013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

Join

← Edit Search Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence

RID XDJF2V5013 Search expires on 01-31 02:34 am Download All ▾

Program BLASTN Citation ▾

Database nt See details ▾

Query ID Icl|Query_687

Description None

Molecule type dna

Query Length 1257

Other reports Distance tree of results MSA viewer ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude

Type common name, binomial, taxid or group name

+ Add organism

Percent Identity E value Query Coverage

to to to

Filter Reset

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments

Download ▾ Select columns ▾ Show 100 ▾ ?

☒ select all 100 sequences selected

GenBank Graphics Distance tree of results MSA Viewer

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum arvense ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene, partial cds; chl...	Equisetum arvense	2268	2268	98%	0.0	99.68%	1269	KM218345.1
☒	Equisetum arvense plastid, complete genome	Equisetum arvense	2268	2268	98%	0.0	99.68%	132726	JN968380.1
☒	Equisetum x litorale isolate 41084 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene...	Equisetum x litor...	2257	2257	98%	0.0	99.52%	1292	MH750222.1

Şekil 4.35: *E.arvense* türünün *rbcL* DNA dizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDJXBGCN013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) [Save Search](#) [Search Summary](#) [How to read this report?](#) [BLAST Help Videos](#) [Back to Traditional Results Page](#)

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDJXBGCN013 [Search expires on 01-31 02:40 am](#) [Download All](#)
Program BLASTN [Citation](#)
Database nt [See details](#)
Query ID lcl|Query_40133
Description None
Molecule type dna
Query Length 1230
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions [Graphic Summary](#) [Alignments](#) [Taxonomy](#)

Sequences producing significant alignments [Download](#) [Select columns](#) [Show](#) 100 [?](#)

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum palustre ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene, partial cds; chi...	Equisetum palustre	2194	2194	97%	0.0	99.75%	1325	AY226138.1
☒	Equisetum palustre chloroplast rbcL gene for ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit p...	Equisetum palustre	2189	2189	97%	0.0	99.67%	1205	AB574686.1
☒	Equisetum palustre isolate 39349 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene...	Equisetum palustre	2183	2183	97%	0.0	99.58%	1298	MH750192.1

Şekil 4.36: *E.palustre* türünün *rbcL* DNAdizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDCYNRF9013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) [Save Search](#) [Search Summary](#) [How to read this report?](#) [BLAST Help Videos](#) [Back to Traditional Results Page](#)

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDCYNRF9013 [Search expires on 01-31 00:58 am](#) [Download All](#)
Program BLASTN [Citation](#)
Database nt [See details](#)
Query ID lcl|Query_13783
Description None
Molecule type dna
Query Length 1218
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions [Graphic Summary](#) [Alignments](#) [Taxonomy](#)

Sequences producing significant alignments [Download](#) [Select columns](#) [Show](#) 100 [?](#)

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum ramosissimum isolate BPTPS123 voucher LISE-96444 chloroplast, complete genome	Equisetum ramo...	1964	1964	98%	0.0	96.10%	131095	ON641349.1
☒	Equisetum ramosissimum isolate BPTPS056 voucher LISE-96334 chloroplast, complete genome	Equisetum ramo...	1964	1964	98%	0.0	96.10%	131150	NC_062377.1
☒	Equisetum ramosissimum isolate BPTPS056 voucher LISE-96334 chloroplast, complete genome	Equisetum ramo...	1964	1964	98%	0.0	96.10%	131150	OM691674.1

Şekil 4.37: *E.ramosissimum* türünün *rbcL* DNAdizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDCP75R8016

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) Save Search Search Summary

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDCP75R8016 Search expires on 01-31 00:54 am [Download All](#)
Program BLASTN [Citation](#)
Database nt [See details](#)
Query ID Icl|Query_64517
Description None
Molecule type dna
Query Length 1192
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download Select columns Show 100

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒ Equisetum hyemale subsp. hyemale isolate 41088 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large sub...	Equisetum hyem...	1559	1559	79%	0.0	96.30%	1303	MH750181.1
☒ Equisetum hyemale subsp. hyemale isolate 23252 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large sub...	Equisetum hyem...	1559	1559	79%	0.0	96.30%	1287	MH750180.1
☒ Equisetum hyemale subsp. hyemale isolate 20201 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large sub...	Equisetum hyem...	1559	1559	79%	0.0	96.30%	1298	MH750179.1

Şekil 4.38: *E.hyemale* türünün *rbcL* DNAdizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDKCU25Y016

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) Save Search Search Summary

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDKCU25Y016 Search expires on 01-31 02:48 am [Download All](#)
Program BLASTN [Citation](#)
Database nt [See details](#)
Query ID Icl|Query_56415
Description None
Molecule type dna
Query Length 1174
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download Select columns Show 100

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒ Equisetum x dycei isolate 26083 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene...	Equisetum x dycei	2045	2045	97%	0.0	98.87%	1312	MH750220.1
☒ Equisetum fluviatile isolate 41076 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene...	Equisetum fluvia...	2045	2045	97%	0.0	98.87%	1308	MH750169.1
☒ Equisetum fluviatile isolate 41075 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene...	Equisetum fluvia...	2045	2045	97%	0.0	98.87%	1311	MH750168.1

Şekil 4.39: *E.fluviatile* türünün *rbcL* DNAdizisi nblast sonucu

Analiz edilen *trnL-F* Geni DNA Dizilerinin nblast sonuçları Şekil 4.40 -4.45’de verilmiştir.

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDNA05UC016

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[< Edit Search](#) [Save Search](#) [Search Summary](#) [How to read this report?](#) [BLAST Help Videos](#) [Back to Traditional Results Page](#)

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDNA05UC016 Search expires on 01-31 03:21 am [Download All](#)
Program BLASTN [Citation](#)
Database nt [See details](#)
Query ID lcl|Query_21291
Description None
Molecule type dna
Query Length 339
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[+ Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download Select columns Show 100

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum telmateia subsp. braunii isolate 40836 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic s...	Equisetum telma...	540	540	90%	7e-149	98.08%	662	MH750088.1
☒	Equisetum telmateia subsp. braunii isolate 40832 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic s...	Equisetum telma...	540	540	90%	7e-149	98.08%	655	MH750087.1

Şekil 4.40: *E.telmateia* türünün *trnL-F* DNA dizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDKNYYS9013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[< Edit Search](#) [Save Search](#) [Search Summary](#) [How to read this report?](#) [BLAST Help Videos](#) [Back to Traditional Results Page](#)

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDKNYYS9013 Search expires on 01-31 02:53 am [Download All](#)
Program BLASTN [Citation](#)
Database nt [See details](#)
Query ID lcl|Query_3753
Description None
Molecule type dna
Query Length 307
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[+ Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download Select columns Show 100

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum x litorale isolate 41085 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete...	Equisetum x litor...	507	507	93%	6e-139	98.26%	595	MH750102.1
☒	Equisetum x litorale isolate 41084 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete...	Equisetum x litor...	507	507	93%	6e-139	98.26%	595	MH750101.1
☒	Equisetum arvense x Equisetum telmateia subsp. braunii isolate 40834 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence:...	Equisetum arven...	507	507	93%	6e-139	98.26%	595	MH750044.1
☒	Equisetum arvense subsp. boreale isolate 41074 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic sp...	Equisetum arven...	507	507	93%	6e-139	98.26%	593	MH750043.1
☒	Equisetum arvense subsp. boreale isolate 41073 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic sp...	Equisetum arven...	507	507	93%	6e-139	98.26%	593	MH750042.1
☒	Equisetum arvense subsp. arvense isolate 41071 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic s...	Equisetum arven...	507	507	93%	6e-139	98.26%	593	MH750041.1
☒	Equisetum arvense subsp. arvense isolate 40833 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic s...	Equisetum arven...	507	507	93%	6e-139	98.26%	593	MH750040.1
☒	Equisetum arvense subsp. arvense isolate 26085 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic s...	Equisetum arven...	507	507	93%	6e-139	98.26%	593	MH750039.1

Şekil 4.41: *E.arvense* türünün *trnL-F* DNA dizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDNJ0R1K01N

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence

RID XDNJ0R1K01N Search expires on 01-31 03:25 am [Download All](#) ▾

Program BLASTN [Citation](#) ▾

Database nt [See details](#) ▾

Query ID lcl|Query_137547

Description None

Molecule type dna

Query Length 154

Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#) ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude

Type common name, binomial, taxid or group name

[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to

[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download ▾ Select columns ▾ Show 100 ▾ ?

☒ select all 100 sequences selected

[GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum palustre isolate 39349 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete...	Equisetum palustre	254	254	96%	4e-63	97.32%	705	MH750072.1
☒	Equisetum palustre chloroplast tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete se...	Equisetum palustre	248	248	96%	2e-61	96.64%	730	AY226123.1

Şekil 4.42: *E.palustre* türünün *trnL*-F DNAdizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDMU985C016

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence

RID XDMU985C016 Search expires on 01-31 03:12 am [Download All](#) ▾

Program BLASTN [Citation](#) ▾

Database nt [See details](#) ▾

Query ID lcl|Query_2015

Description None

Molecule type dna

Query Length 324

Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#) ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude

Type common name, binomial, taxid or group name

[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to

[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download ▾ Select columns ▾ Show 100 ▾ ?

☒ select all 100 sequences selected

[GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

	Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒	Equisetum ramosissimum subsp. ramosissimum isolate 40829 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trn...	Equisetum ramosissimum	560	560	94%	5e-155	99.67%	496	MH750080.1
☒	Equisetum ramosissimum subsp. debile isolate 40837 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF interge...	Equisetum ramosissimum	560	560	94%	5e-155	99.67%	521	MH750078.1

Şekil 4.43: *E.ramosissimum* türünün *trnL*-F DNAdizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDMEV8F7013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDMEV8F7013 Search expires on 01-31 03:06 am [Download All](#) ▾
Program BLASTN [Citation](#) ▾
Database nt [See details](#) ▾
Query ID lcl|Query_8329
Description None
Molecule type dna
Query Length 316
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#) ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download ▾ Select columns ▾ Show 100 ▾ ?

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒ Equisetum hyemale chloroplast, complete genome	Equisetum hyem...	490	490	88%	6e-134	98.57%	131760	NC_020146

Şekil 4.44: *E.hyemale* türünün *trnL-F* DNAdizisi nblast sonucu

NIH National Library of Medicine
National Center for Biotechnology Information

BLAST® » blastn suite » results for RID-XDKV1942013

Home Recent Results Saved Strategies Help

Join the BLAST testing community
Be a part of group testing exciting new BLAST products and features

[Join](#)

[Edit Search](#) Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title Nucleotide Sequence
RID XDKV1942013 Search expires on 01-31 02:56 am [Download All](#) ▾
Program BLASTN [Citation](#) ▾
Database nt [See details](#) ▾
Query ID lcl|Query_31063
Description None
Molecule type dna
Query Length 313
Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#) ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude
Type common name, binomial, taxid or group name
[Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

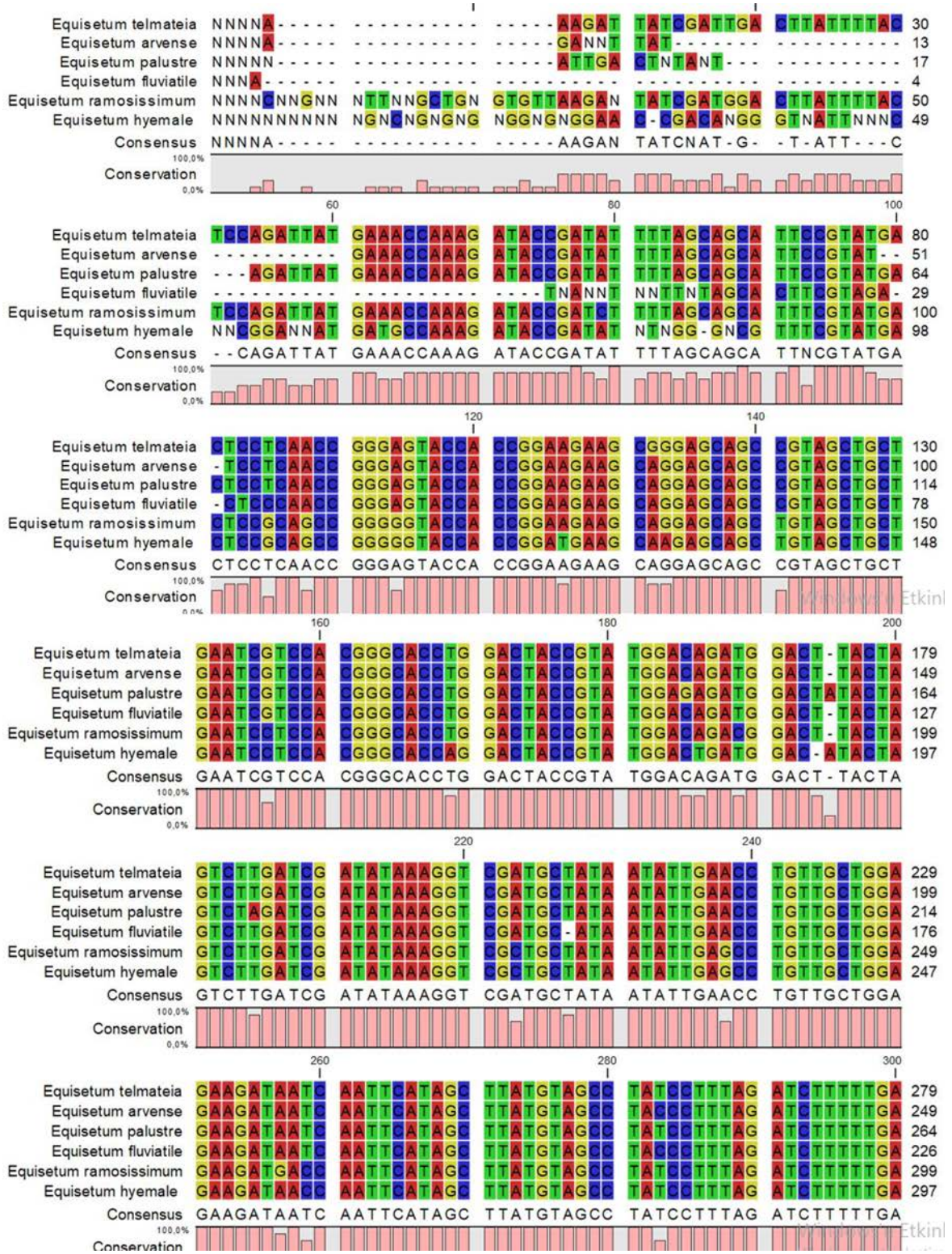
Sequences producing significant alignments Download ▾ Select columns ▾ Show 100 ▾ ?

☒ select all 100 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

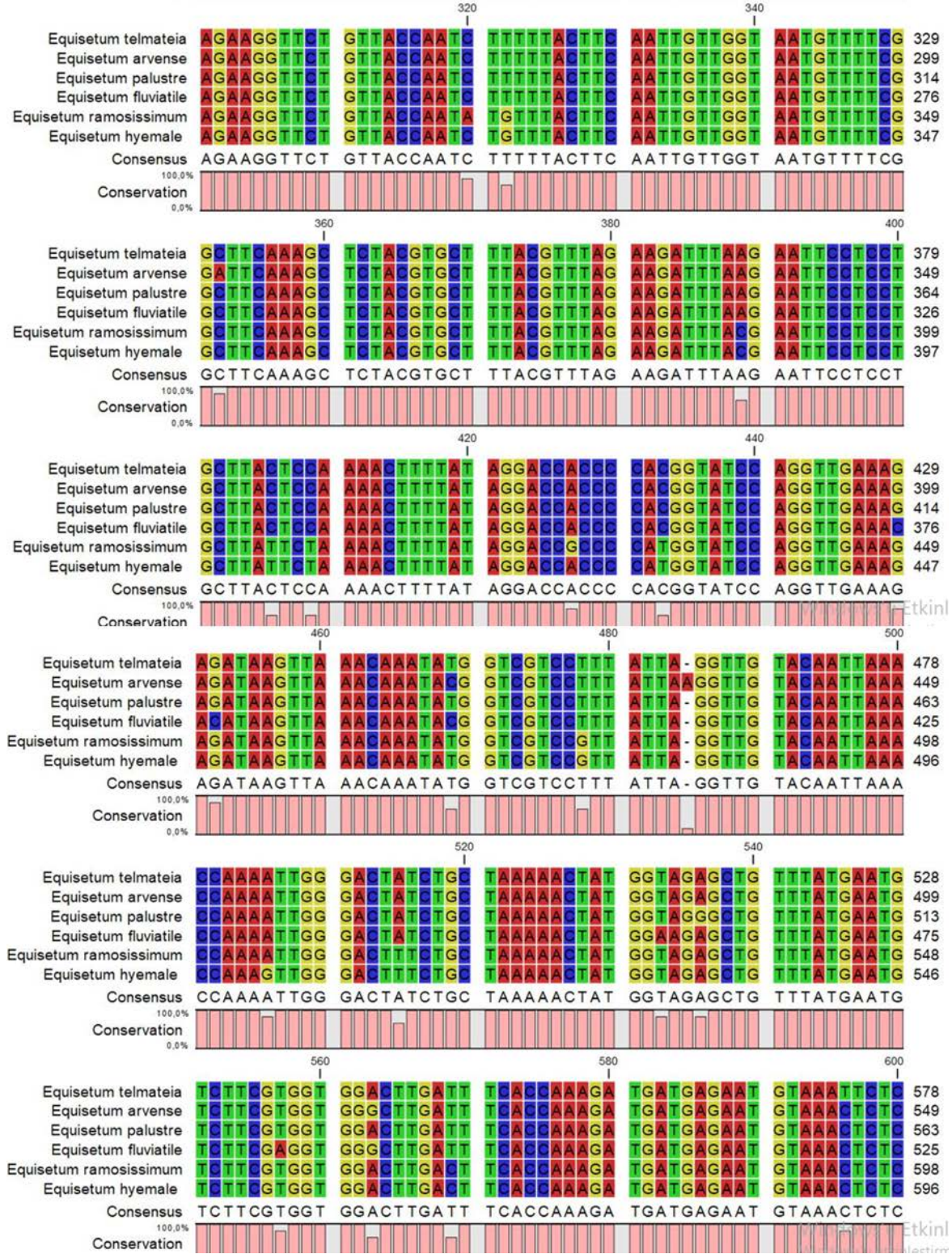
Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
☒ Picramnia quercensis isolate PI-2126 trnT-trnL intergenic spacer, partial sequence: tRNA-Leu (trnL) gene, com...	Picramnia quere...	527	527	95%	5e-145	98.33%	537	MN844926.1
☒ Equisetum fluviatile isolate 41076 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete...	Equisetum fluviatile	527	527	95%	5e-145	98.33%	565	MH750052.1
☒ Equisetum fluviatile isolate 41075 tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete...	Equisetum fluviatile	527	527	95%	5e-145	98.33%	563	MH750051.1
☒ Equisetum environmental sample isolate EDNA16-0043490 trnL-trnF intergenic spacer region, partial sequence:...	Equisetum envir...	527	527	95%	5e-145	98.33%	566	MT197585.1
☒ Equisetum fluviatile chloroplast tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: trnL-trnF intergenic spacer, complete se...	Equisetum fluviatile	527	527	95%	5e-145	98.33%	565	AY226121.1
☒ Equisetum fluviatile tRNA-Leu (trnL) gene, partial sequence: chloroplast	Equisetum fluviatile	507	507	89%	6e-139	99.29%	297	GQ244922.1

Şekil 4.45: *E.fluviatile* türünün *trnL-F* DNAdizisi nblast sonucu

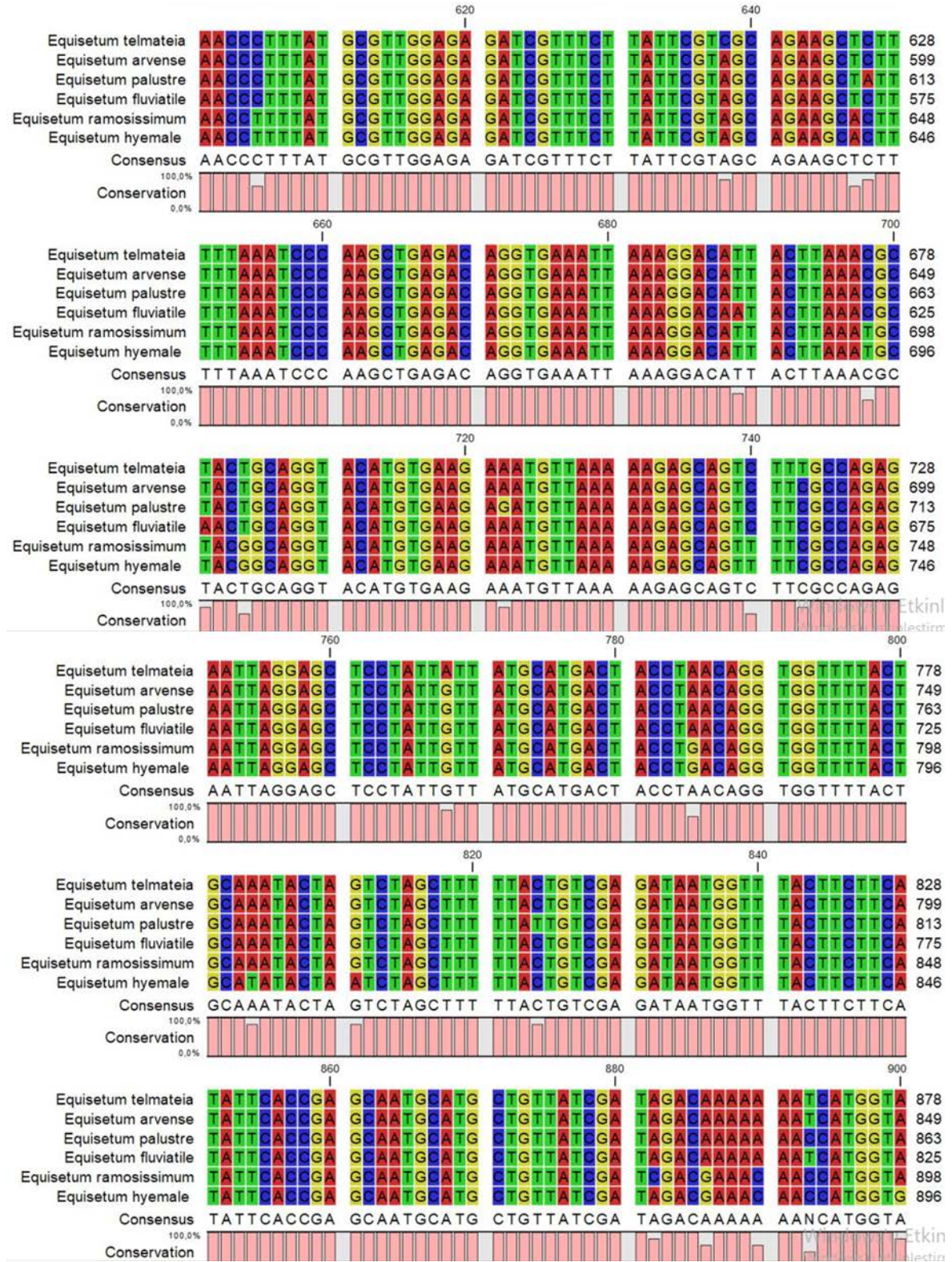
Analiz edilen *rbcL* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları Şekil 4.46'da verilmiştir.



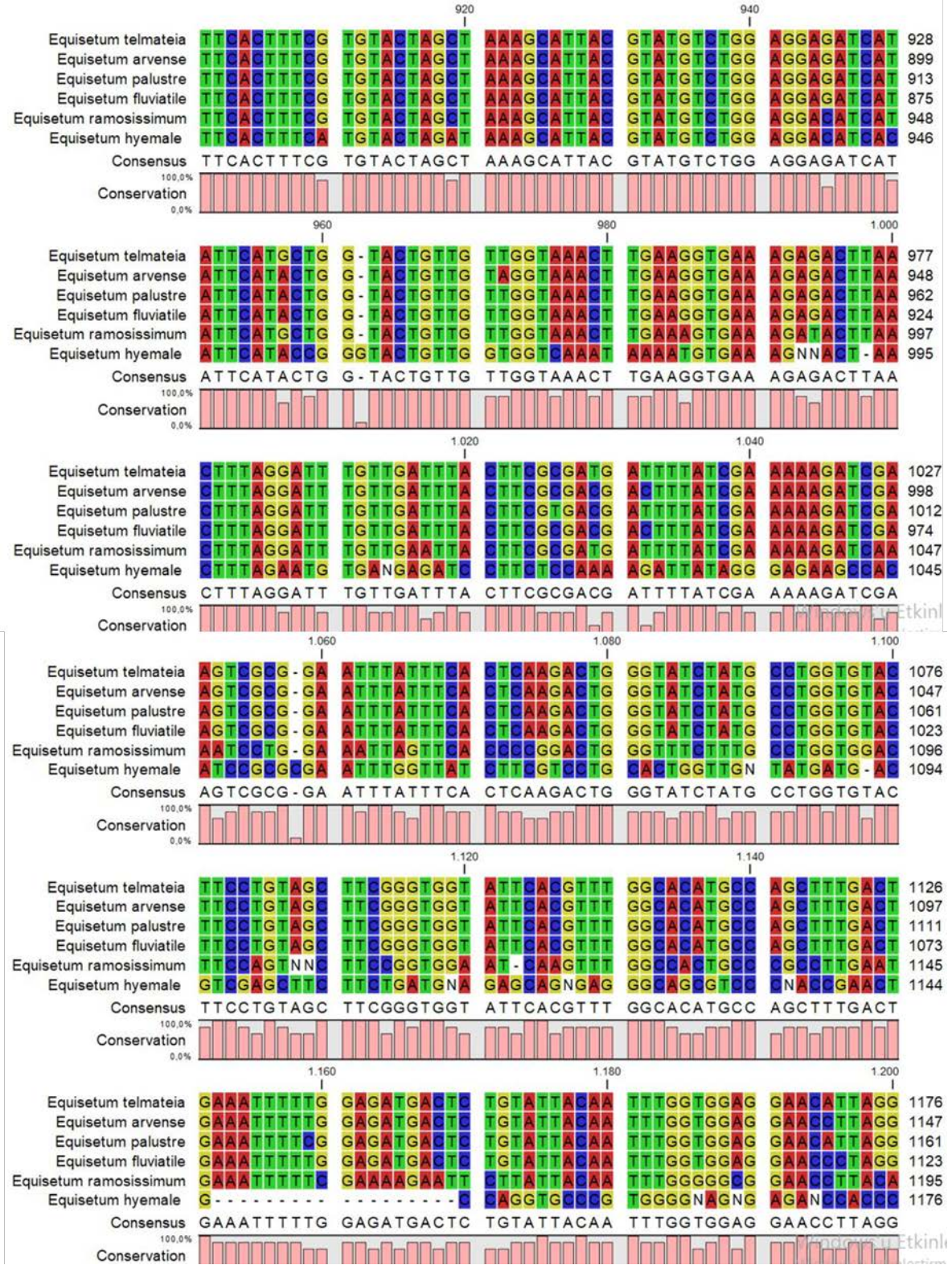
Şekil 4.46: *rbcL* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları



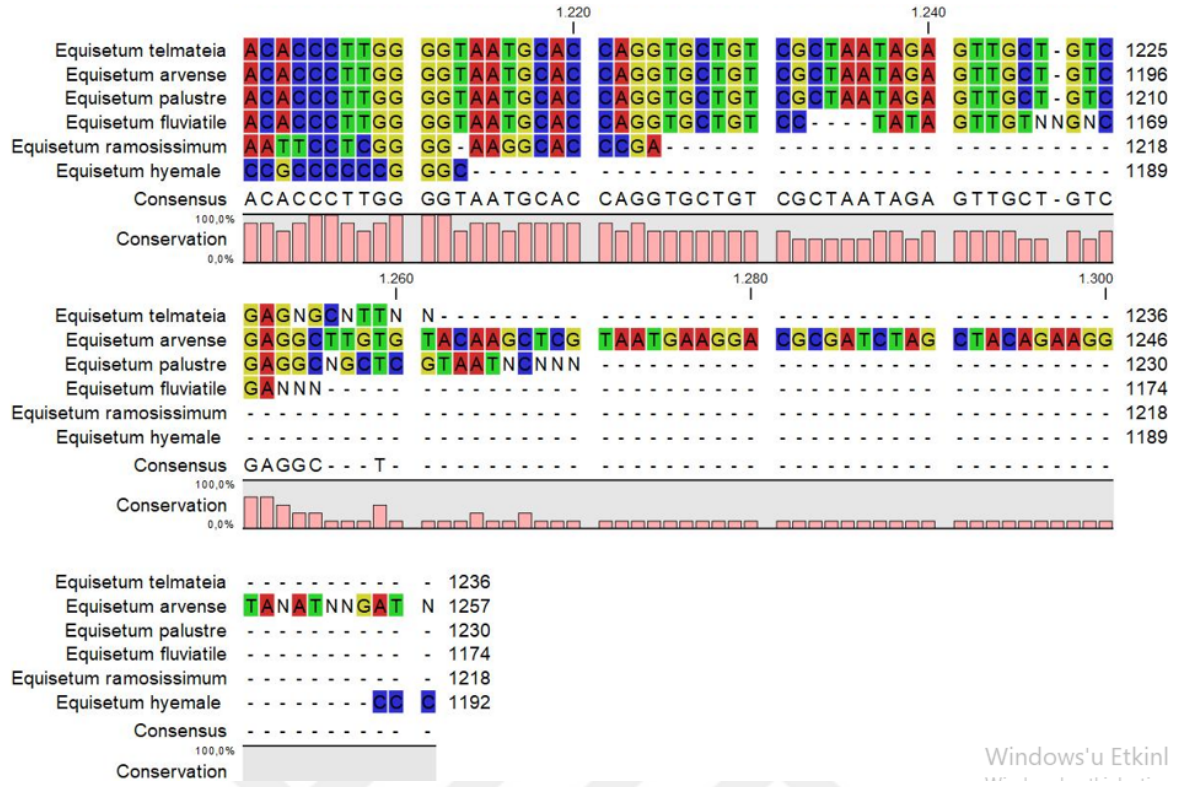
Şekil 4.46 (Devam ediyor): *rbcL* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları



Şekil 4.46 (Devam ediyor): *rbcL* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları

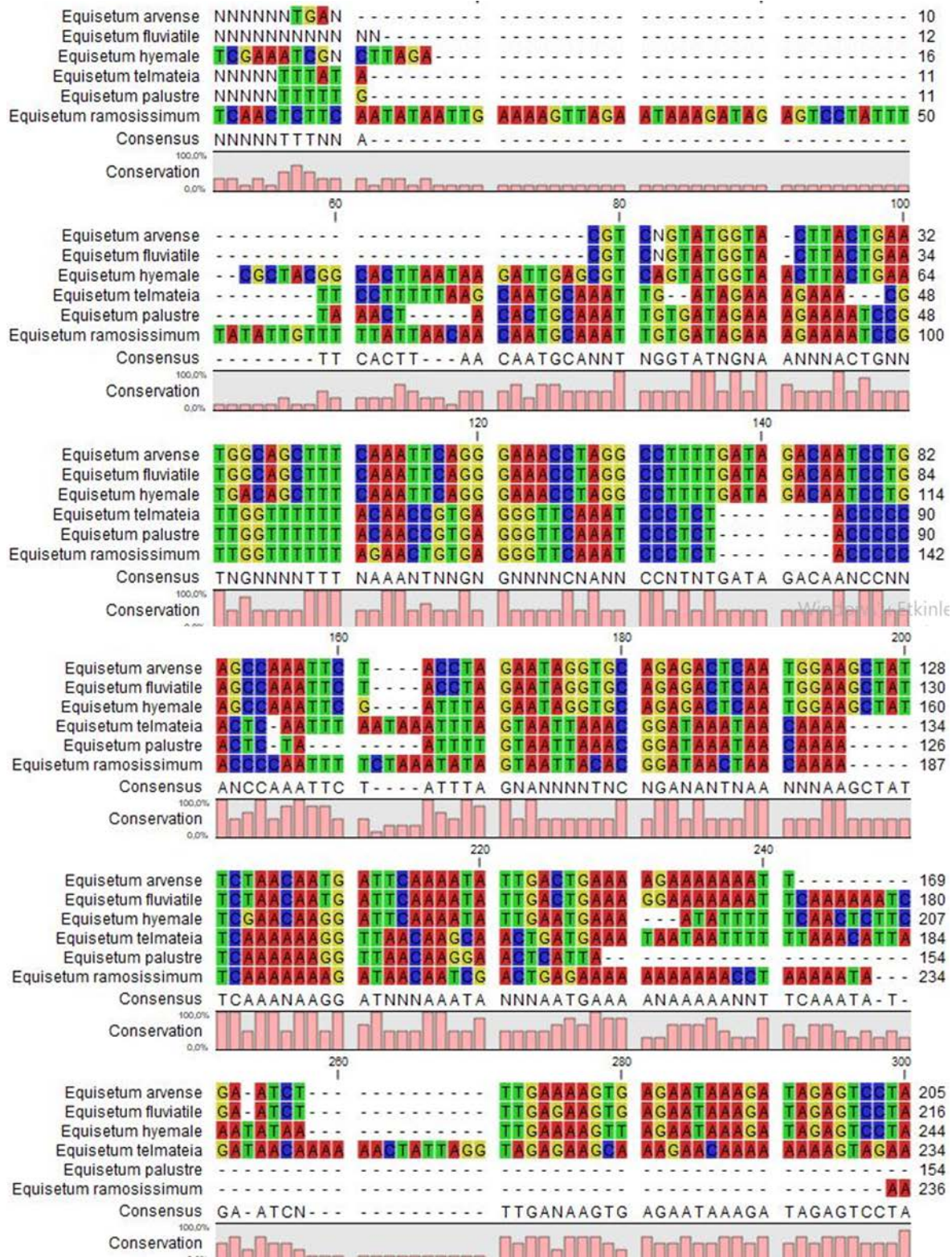


Şekil 4.46 (Devam ediyor): *rbcL* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları

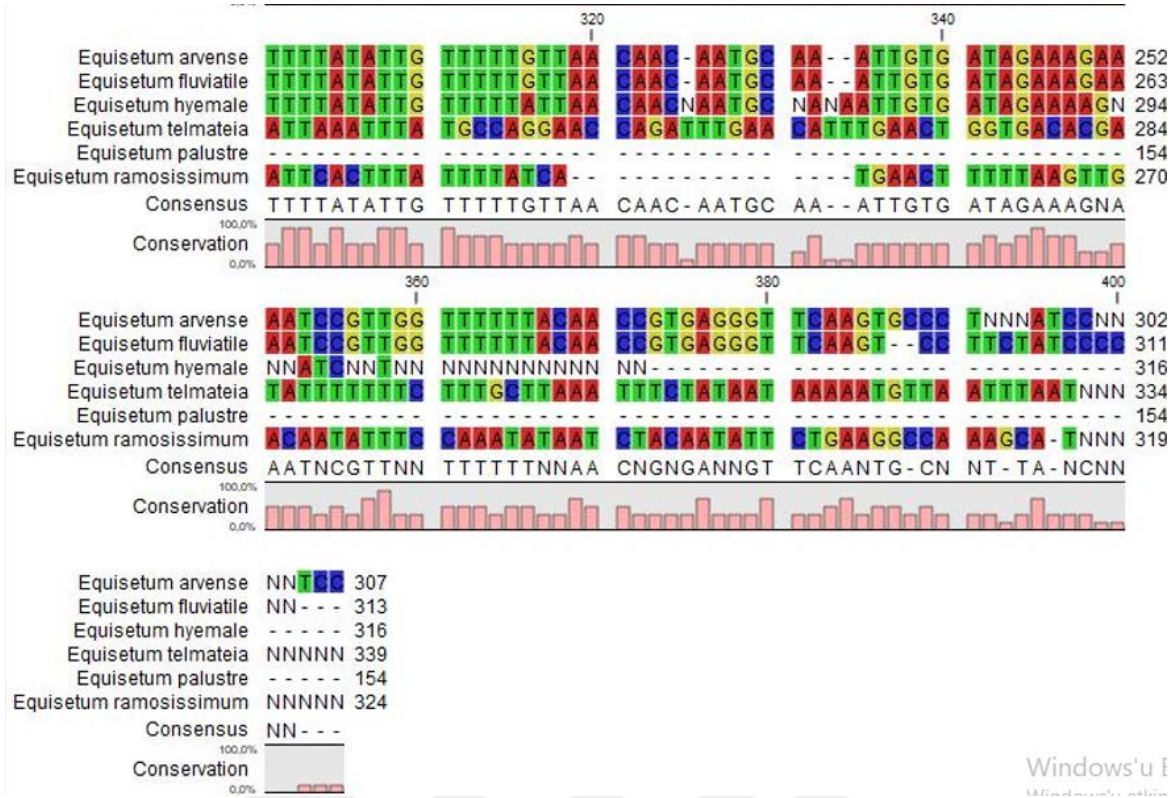


Şekil 4.46 (Devam ediyor): *rbcL* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları

Analiz edilen *trnL-F* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları Şekil 4.47'de verilmiştir.



Şekil 4. 47: *trnL-F* Geni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları



Şekil 4.47 (Devam ediyor): *trnL-F* Deni DNA Dizilerinin hizalama (alignment) sonuçları

4.2 Tartışma

4.2.1 *Equisetum* L. Cinsine Ait Morfolojik ve Anatomik Karakterlerin Karşılaştırılması ve Tartışma

Tez çalışması kapsamında üzerinde çalışılan *Equisetum* L. cinsine ait taksonların incelemeler sonucunda elde edilen morfolojik ve anatomik bulguların türler arası karşılaştırması aşağıdaki Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3: *Equisetum* L. cinsine ait taksonların morfolojik ve anatomik bulguları

	<i>E.telmateia</i>	<i>E.arvense</i>	<i>E.palustre</i>	<i>E.ramosissimum</i>	<i>E.hyemale</i>	<i>E.fluviatile</i>
Gövde biçimi	İki biçimli	İki biçimli	Tek biçimli	Tek biçimli	Tek biçimli	Tek biçimli
Bitki boyu	45-95 cm	45-75 cm	35-70 cm	35-90 cm	30 – 70 cm	50-140cm
Çap	0,6-1,5 cm	0,2-0,8 cm	0,2-0,5 cm çap	0,2-0,6 cm	0,2-8 cm	0,5-1,2 cm
Gövde rengi	Verimsiz gövde yeşil Verimli gövde kahverengi, beyazımsı	Verimsiz gövde yeşil Verimli gövde kahverengi, beyazımsı	Açık yeşil	Koyu yeşil	Yeşil, koyu yeşil	Soluk yeşil
Gövde Oluk Sayısı ve şekli	20-40	5-10,	7-9, Belirgin şekilde derin	10-20	10-20	10-30
Dallanma durumu	Düğümelerde dallanmış,	Düğümelerde dallanmış	Düğümelerde dallanmış yada dallanmamış	Nadiren dallanmış	Dallanma yok	Düğümelerde dallanmış yada dallanmamış
Yandal rengi	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Koyu yeşil		Koyu yeşil
Kın rengi	Yeşilimsi Koyu kahve	Yeşilimsi Koyu kahve	Yeşil	Yeşil, uçta belirgin kahverengi-siyah şeritli	Yeşil, tabanda ve uçta siyahımsı kahverengi şeritli.	Kahverengi-yeşil
Kındaki kırpık sayısı, rengi ve durumu	Gövdedeki oluk sayısı kadar, kahverengi, kalıcı	Gövdedeki oluk sayısı kadar, Yeşilimsi siyah, kalıcı	Gövdedeki oluk sayısı kadar, siyahımsı kahverengi, zarımsı kenarlı, kalıcı	Gövdedeki oluk sayısı kadar, siyah, kenarları ince zarımsı, genellikle düşücü	Gövdedeki oluk sayısı kadar, düşücü	Gövdedeki oluk sayısı kadar, siyah veya kahverengi, kalıcı
Kırpık şekli	Mızraksı kılçıksı	Sivri veya kısa kılçıksı	Mızraksı	Sivri, iğne şekilli	Mızraksı	Mızraksı
Sporboring şekli	Silindirik	Silindirik şekilli	Elipitik	Ters yumurta	Ters yumurta	Ters yumurtamsı veya eliptik
Merkezi boşluğun gövde çapına oranı	2/3	1/2-1/3	1/2	2/3	2/3 – 4/5	4/5

Elde edilen bulgulara göre *E.telmateia* ve *E.arvense* türlerinin gövde biçimi, diğer türlerden ayırt edici özelliktir. Söz konusu iki türün verimli gövdeleri, verimsiz gövdelerden önce oluşur ve incelenen bütün türlerin verimsiz gövdelerinden açıkça ayırt edilebilir. *Equisetum* türlerinin teşhisinde gövde çapının, bitki boyuna göre daha güvenilir sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Fakat bitkinin yetiştiği ortam şartlarına göre boy ve çap değerleri birbirine yakınlık gösterebilir. Bu nedenle bitki boyu ve gövde çapı hiçbir zaman tür teşhisleri için tek başına yeterli kriterler değildir.

E.arvense ve *E.telmateia* türleri morfolojik özellikler bakımından birbirine oldukça benzemektedir (Şekil 4.48) ve tür teşhisleri birbirine karışabilmektedir. Söz konusu iki türü arazi şartlarında birbirinden ayırmanın önemli noktaları gövde çapı, gövde oluk sayısı ve merkezi boşluğun çapı ve gövde kınında yer alan kirpik şekilleridir. *E.telmateia*, *E.arvense*' e göre daha büyük gövde çapına, daha geniş merkezi boşluğa ve daha fazla oluk sayısına sahiptir. Dolayısıyla olumsuz ortam şartları altında iyi yetişememiş ya da yeterli erginliğe ulaşmamış *E.telmateia* bireyleri, ilk izlenim olarak dış görünüş bakımından *E.arvense* bireyleri ile karıştırılmaktadır.



Şekil 4.48: Genç *E.telmateia* bireyi (a) ve *E.arvense* (b)

Aynı ortamda yetişen verimsiz *E.arvense* bireyleri ile verimsiz *E. palustre* bireyleri de ilk izlenim sırasında karıştırılabilmektedir (Şekil 4.49). Söz konusu iki türün ayırt edilmesindeki en önemli noktalardan biri yan dallarının ilk boğumu *E. arvense* türüne ait bireylerde gövde kınından uzundur. *E. palustre* türüne ait bireylerde ise yan dal ilk boğumu gövde kınından kısa ya da eşittir. Türlerin birbirinden ayrılmasındaki diğer önemli nokta

ise *E.arvense* yan dalları 4 oluklu, *E.palustre* yan dalları ise 5 veya 6 olukludur. Son olarak iki tür gövde kınlarında bulunan kirpikler/dişler sayesinde de birbirinden ayrılır. *E.arvense* bireylerinin gövde kınındaki kirpikleri genellikle yeşil renkli, nadiren yeşilimsi siyah renklidir. *E.palustre* türünde ise kirpikler kahverengimsi siyah renklidir.



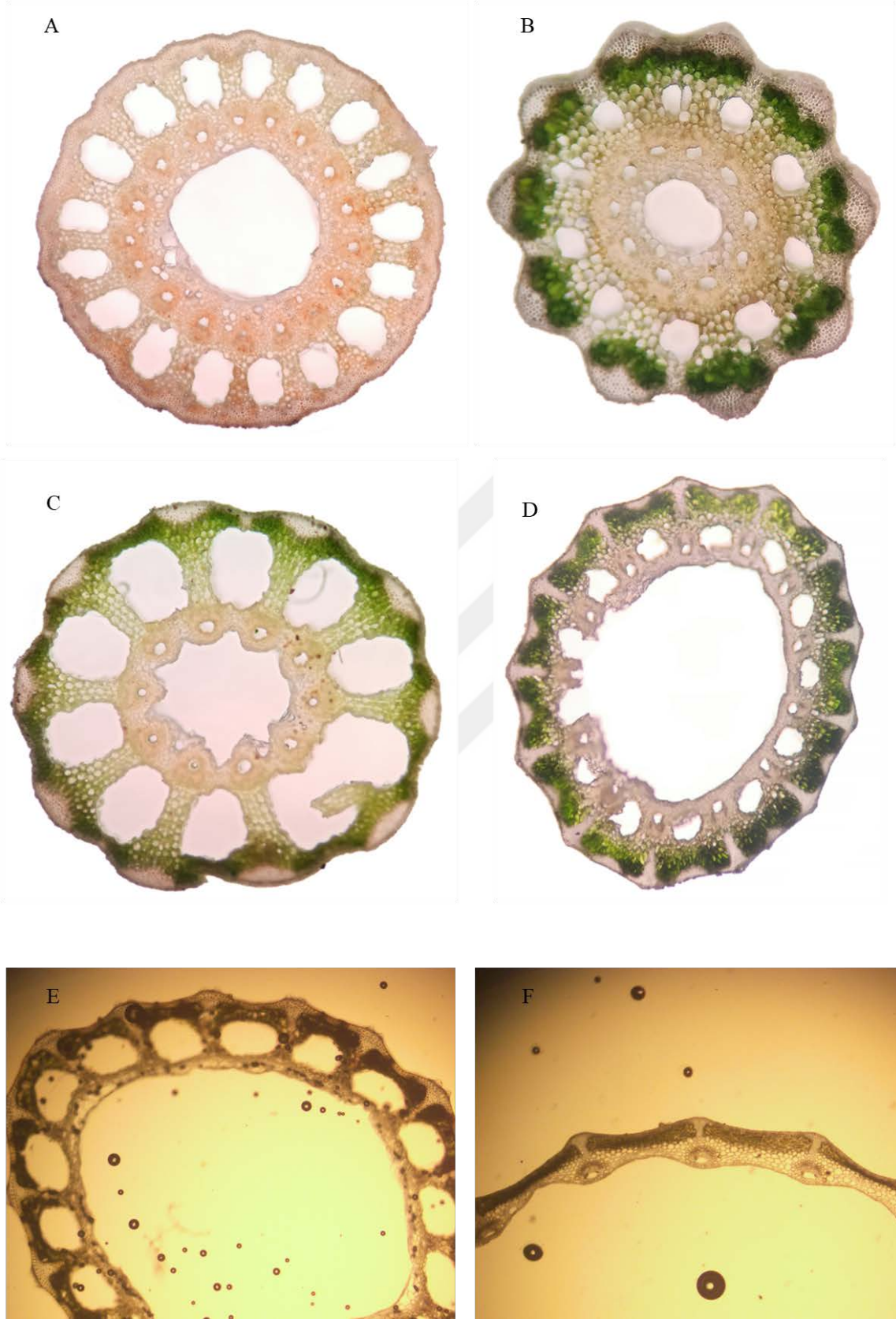
Şekil 4.49: *E.arvense* (a) ve *E.palustre* (b) verimsiz gövdeleri

E.ramosissimum ve *E.hyemale* türleri de morfolojik olarak ilk izlenim sırasında birbirine karıştırılan türlerdir (Şekil 4.50). Bu iki türün morfolojik özellikleri neredeyse aynıdır. Söz konusu iki türün birbirinden ayrılması için en önemli nokta gövde kınıdır. *E.ramosissimum* türünde gövde kını yeşil renkli ve uçta belirgin kahverengi-siyah bir şerit bulunur. *E.hyemale* türünde ise gövde kını yeşil renkte olup tabanda ve uçta siyahımsı kahverengi şerit bulunmaktadır. Ayrıca *E.hyemale* türü düğümlerde dallanma yapmazken *E.ramosissimum* türüne ait bireyler genellikle tabandan nadiren de olsa düğümlerde tabandan dallama yapar.



Şekil 4.50: *E.ramosissimum* (a) ve *E.hyemale* (b) verimsiz gövde genel görünüşü

Anatomik analizler sırasında elde edilen gövde enine kesit görüntüleri incelendiğinde, tez çalışması kapsamında incelenen 6 taksonun gövde enine kesiti genel görünüşü birbirlerine benzerlik göstermektedir. Fakat türler enine kesitlerde, merkezi boşluk oranı, valleküler ve karinal kanal sayısı, gövde oluk ve sırt yapısı olarak birbirinden ayrılmaktadır (Şekil 4.51).



Şekil 4.51: *Equisetum* taksonlarının gövde enine kesitleri; *E. telmateia* (A), *E. arvense* (B), *E. palustre* (C), *E. ramosissimum* (D), *E. hyemale* (E), *E. fluviatile* (F)

Morfolojik ve anatomik incelemeler sonucunda elde edilen bitki boyu, gövde çapı ve merkezi boşluğun çap verilerine SPSS paket programı kullanılarak Varyans Analizi (ANOVA) ve Duncan Testi yapılmıştır.

Equisetum türlerinin bitki boy değişkenine uygulanan Varyans ve Duncan testi sonuç tabloları aşağıda verilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Türlerin Boy verilerine uygulanan varyans analizi

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Türler Arası	6	15924,175	2654,029	16,741	0,001
Türler İçi	147	23305,216	158,539		
Toplam	153	39229,391			

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde türlerin boylarında $P < 0,001$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda $P < 0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Boy değişkenine yapılan Duncan testi sonucuna göre türlerin gruplandırılması

Tür	Örnek Sayısı	Homojen Gruplar		
		1	2	3
<i>E.fluviatile</i>	22	85,3409		
<i>E.telmateia</i>	22		63,4545	
<i>E.ramosissimum</i>	22		60,1361	60,1364
<i>E.arvense</i>	22		56,9091	56,9091
<i>E.palustre</i>	22		56,5909	56,5909
<i>E.hyemale</i>	22			54,9318

Tablo 4’deki sonuçlara göre 3 homojen grup oluşmuştur. Birinci grubu oluşturan *E. fluviatile* türüne ait bireylerin boy ortalaması 85,34 cm’dir. *E.telmateia* türünün boy ortalaması 63,45 cm’dir ve ikinci grupta yer almaktadır. 60,13 cm boy ortalaması ile *E.ramosissimum* türüne ait bireyler, 56,90 cm boy ortalaması ile *E.arvense* ve 56,59 cm boy ortalaması ile *E. palustre*

türü hem 2. hem de 3. grupta yer almaktadır. *E.hyemale* türüne ait bireyler ise 54,93 cm boy ortalaması ile sadece üçüncü grubu temsil etmektedir. Bu sonuçlara göre en büyük boy değeri *E.fluviatile* bireylerine ait iken en küçük boy değeri *E.hyemale* bireylerine aittir.

Equisetum türlerinin gövde çapı değişkenine uygulanan Varyans ve Duncan testi sonuç tabloları aşağıda verilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Türlerin çap verilerine uygulanan varyans analizi

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Türler Arası	6	5,562	0,927	70,746	0,001
Türler İçi	147	1,926	0,013		
Toplam	153	7,488			

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde türlerin gövde çapında $P < 0,001$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda $P < 0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 6'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7: Çap değişkenine yapılan Duncan testi sonucuna göre türlerin gruplandırılması

Tür	Örnek Sayısı	Homojen Gruplar			
		1	2	3	4
<i>E.telmateia</i>	22	0,8350	0,6964	0,4004	
<i>E.fluviatile</i>	22				
<i>E.hyemale</i>	22				
<i>E.arvense</i>	22			0,3985	
<i>E.amosissimum</i>	22			0,3776	
<i>E.palustre</i>	22				0,3418

Uygulanan Duncan testi sonucuna göre 4 homojen grup oluşmuştur. Sonuçlara göre *E.telmateia* türüne ait bireyler gövde çap ortalaması 0,835 cm ile tek başına birinci grubu oluştururken, *E.fluviatile* bireyleri 0,696 cm çap değeri ile tek başına ikinci grubu temsil etmektedir. Üçüncü grubu *E.hyemale*, *E.arvense* ve *E.amosissimum* türleri oluşturmaktadır. Sırasıyla gövde çap ortalamaları 0,40 cm, 0,398 cm ve 0,377 cm'dir. *E.palustre* ise 0,341 cm çap değeri ile tek başına dördüncü grubu oluşturmaktadır. Buna göre en geniş gövde çapı

E.telmateia olurken *E.fluviatile* onu takip etmektedir. *E.palustre* bireyleri en küçük gövde genişliğine sahip bireylerdir.

Equisetum türlerinin merkezi boşluğun çapı değişkenine uygulanan Varyans ve Duncan testi sonuç tabloları aşağıda verilmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Türlerin merkezi boşluğun çap verilerine uygulanan varyans analizi

Değişim Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Türler Arası	6	3,907	0,651	241,171	0,001
Türler İçi	147	0,397	0,003		
Toplam	153	4,304			

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde türlerin boylarında $P < 0,001$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda $P < 0,05$ güven düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.9’de gösterilmiştir.

Tablo 4.9: Merkezi boşluğun çap değişkenine yapılan Duncan testi sonucuna göre türlerin gruplandırılması

Tür	Örnek Sayısı	Homojen Gruplar				
		1	2	3	4	5
<i>E.fluviatile</i>	22	0,5553	0,4851	0,2589	0,1854	0,1506
<i>E.telmateia</i>	22					
<i>E.hyemale</i>	22					
<i>E.ramosissimum</i>	22			0,2341		
<i>E.arvense</i>	22					
<i>E.palustre</i>	22					

Duncan testi sonuçlarına göre *E.fluviatile* türüne ait bireylerin merkezi boşluğun çap ortalaması 0,5553 cm, *E.telmateia* türünün 0,4851 cm, *E.hyemale* türüne ait bireylerin 0,2589 cm, *E.ramosissimum* bireylerinin ortalaması 0,2341 cm, *E.arvense* 0,1854 cm ve *E.palustre*’nin 0,1506 cm olarak ölçülmüştür. Uygulanan Duncan testi sonucunda 5 homojen grup oluşmuş ve *E.fluviatile* merkezi boşluğun çap değeri tek başına birinci grubu,

E.telmateia çap değeri tek başına ikinci grubu, *E.arvense* ap değerleri 4. Grubu ve *E.palustre* tek başına 5. Grubu oluşturmuştur. *E.hyemale* ve *E.amosissimum* değerleri ise birlikte 3. Grubu oluşturmaktadır. Buna göre En geniş merkezi boşluğa sahip tür *E.fluviatile* olurken en küçük merkezi boşluk çap değerine sahip olan tür *E.palustre* olmuştur. *E.hyemale* ve *E.amosissimum* türleri için ise merkezi boşluğun ortalama çap değerleri birbirine oldukça yakındır.

Wrobel ve Rozanski, *Equisetum* türleri üzerine detaylı çalışmalar yapmışlar. alışmaları sırasında *E.arvense*, *E.fluviatile* ve *E.palustre* türlerinin detaylı betimlemelerini rapor etmişler. Tez çalışmasında elde edilen bulgular ile çalışma raporlarının bulguları genel olarak uyumluluk göstermektedir. Araştırmacılar *E.palustre* türünün en fazla 50 cm'e kadar uzayabileceğini ve gövdenin 8-12 oluklu olduğunu söylemişlerdir. Fakat yaptığımız incelemeler sırasında bireylerin bitki boyu maksimum değerlerinin daha fazla olduğu ve gövde oluk sayısının daha az olduğu gözlemlenmiştir. *E.arvense* türünün ise gövde oluk sayılarının(10-18) tez çalışmasından daha fazla olduğunu söylemişler (Wrobel ve Rozanski, 2020; 2021; 2023).

Hauke (1978) alışmasında *Equisetum* taksonlarının anatomik karakter kategorisinde toplam gövde çapına göre merkezi boşluğun çapı ve karinal/valleküler kanal sayısını tanımlamışlardır. Çalışmamız bununla uyum göstermektedir. Merkezi boşluğun gövde çapına göre oranı her türde farklılık göstermektedir. Ayrıca karinal / valleküler kanal sayısı da bazı türlerde benzerlik gösterse de büyük oranda tür teşhisinde yardımcı olur. Tez alışmamızda gözlemlediğimiz oluk ve sırt formlarında farklılıklar valleküler ve karinal kanal sayıları ile birlikte değerlendirildiğinde teşhis için daha kesin sonuca götürmektedir.

Equisetum gövde enine kesiti incelendiğinde, en dışta epidermis, altında mekanik doku, valleküler kanal ve karinal kanal, vasküler sistem gözlenmektedir (Hauke, 1979). Feoktistov ve Gureeva (2018), *Equisetum* cinsine ait 15 farklı tür ve hibritin anatomisi üzerine çalışmışlardır. Çalışmamız ile ortak *E.arvense*, *E.fluviatile*, *E.palustre*, *E.hyemale* ve *E.amosissimum* türlerinin gövde ve yan dal enine kesitlerini incelemişler. Anatomik incelemeler sırasında gövde enine kesitinde oluk formun, mekanik doku, merkezi boşluğun çapı, valleküler kanal sayısı; yandallarda oluk formu, mekanik doku ve merkezi boşluğun durumunu incelemişlerdir. Çalışmamızın sonuçları ile söz konusu çalışma raporu paralellik

göstermektedir.

Equisetum cinsine ait bazı türlerin düğümlerde düzenli / halkasal bir şekilde dallanma meydana getirdiği, bazı türlerinin ise düğümlerde ya düzensiz dallanma meydana getirdiği yada hiç dallanmadığı bilinmektedir (Hauke, 1990). Tez çalışması kapsamında incelediğimiz türler arasında *E.telmateia* ve *E.arvense* türlerinin düğümlerde düzenli halkasal bir şekilde dallanma meydana getirdiği, *E.palustre* ve *E.fluviatile* türlerinin nispeten daha düzensiz dallanma şekline sahip olduğu, *E.ramosissimum* türünün nadiren dallanma gösterdiği ve genellikle tabana yakın düğüm bölgelerinden dallandığı, *E.hyemale* türünün ise dallanma göstermediği gözlemlenmiştir. Ayrıca Hauke (1990) yaptığı çalışmada *E.arvense* ve *E.ramosissimum* türlerinin morfolojik karakterlerini incelemiş ve sunmuştur. Elde ettiği nitel gözlemler, çalışma bulguları ile uyum göstermektedir.

4.2.2 *Equisetum* L. Cinsine Ait Palinolojik Karakterlerin Karşılaştırılması ve Tartışma

Equisetum cinsine ait spor şekilleri sirkulardır. Spor boyutuna göre büyükten küçüğe doğru *E.hyemale*, *E.ramosissimum*, *E.palustre*, *E.fluviatile*, *E.arvense* ve *E. telmateia*'dır. *Equisetum* türlerine ait sporların ekzin, intin ve perin tabaka kalınlık değerleride birbirleri ile benzerdir. Ancak spor büyüklüklerindeki farklar, standard sapmalar göz önüne alındığında tür teşhisi için anlamsız kalmaktadır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: *Equisetum* cinsi taksonlarının spor ölçümleri

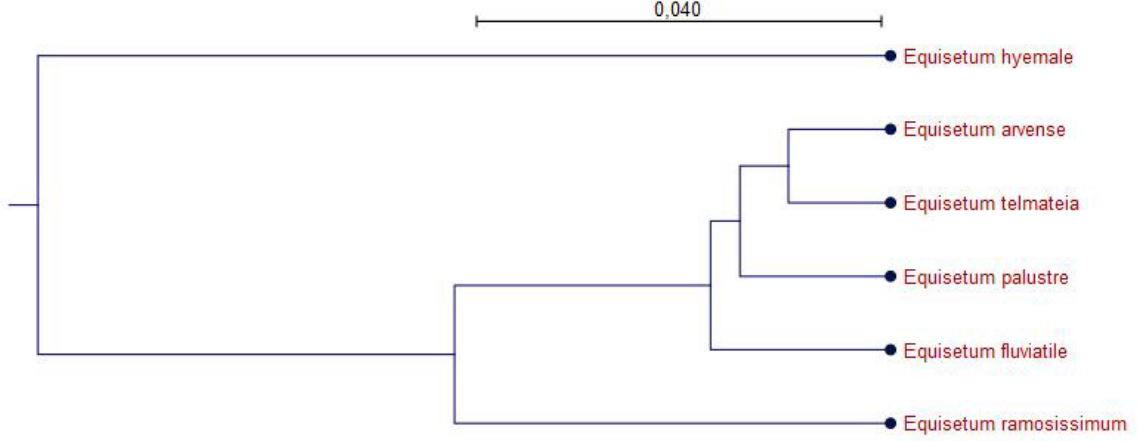
	<i>E.telmateia</i>	<i>E.arvense</i>	<i>E.palustre</i>	<i>E.ramosissimum</i>	<i>E.fluviatile</i>	<i>E.hyemale</i>
En	37,88 ± 1,85 µm	38,48 ± 2,08 µm	42,32 ± 2,02 µm	44,00 ± 1,62 µm	41,95 ± 2,01 µm	44,34 ± 1,62 µm
Boy	37,27 ± 1,86 µm	38,48 ± 2,21 µm	42,55 ± 1,93 µm	44,34 ± 1,61 µm	42,13 ± 1,67 µm	44,00 ± 1,61 µm
Boy/En Spor şekli	0.98 sirkular	1 sirkular	1.01 sirkular	1.01 sirkular	1.01 sirkular	1.01 sirkular
Ekzin	0,61 – 1,83 µm	0,61 – 1,83 µm	0,61 – 2,24 µm	0,81 – 1,83 µm	0,81 – 1,73 µm	0,61 – 1,73 µm
İntin	0,30 – 1,0 µm	0,30 – 1,0 µm	0,30 – 1,0 µm	0,40 – 1,0 µm	0,40 – 1,0 µm	0,3 – 1,0 µm
Perin	0,40 - 4,48 µm	0,40 - 4,89 µm	0,40 - 4,48 µm	0,40- 4,69 µm	0,61 – 1,63 µm	0,4 – 2,24 µm

Equisetum cinsine ait sporlar arasında herhangi bir heterospori bulunmamaktadır (Ducket, 1970). Dolayısıyla sporlar, tür teşhisi için anlam ifade etmemektedir. Yapılan literatür çalışmaları sırasında da spor boyutlarını inceleyen tek bir çalışmaya rastlanılmıştır. *Equisetum* sporları üzerine yapılan diğer çalışmalar spor çimlenmesi, kimyasal bileşenleri, cancılık süresi ve duvar yapısına yöneliktir (Adams ve Bonnet, 1970; Uehara ve Kurita, 1989; Whittier, 1996; Marmottant vd., 2013; Zhao vd., 2015).

Ducket (1970) yaptığı çalışmada *Equisetum* cinsine ait bireylerin (*E.arvense*, *E.telmateia*, *E.sylvaticum*, *E.palustre*, *E.fluviatile*, *E.hyemale*, *E.ramosissimum*, *E.laviegatum*, *E.variegatum*, *E.scirpoides*, *E x trachydon* ve *E x moorei*) spor morfolojilerini incelemiştir. Spor boyutu verileri, tez çalışması kapsamında incelediğimiz türler ile benzerdir. Çalışma kapsamında incelenen 6 türün de spor şekli sirküler olarak gözlenmiştir. Yani sporlar arasında heterospori gözlenmemiştir.

4.2.3 *Equisetum* L. Cinsine Ait DNA Dizi Analizleri ve Tartışma

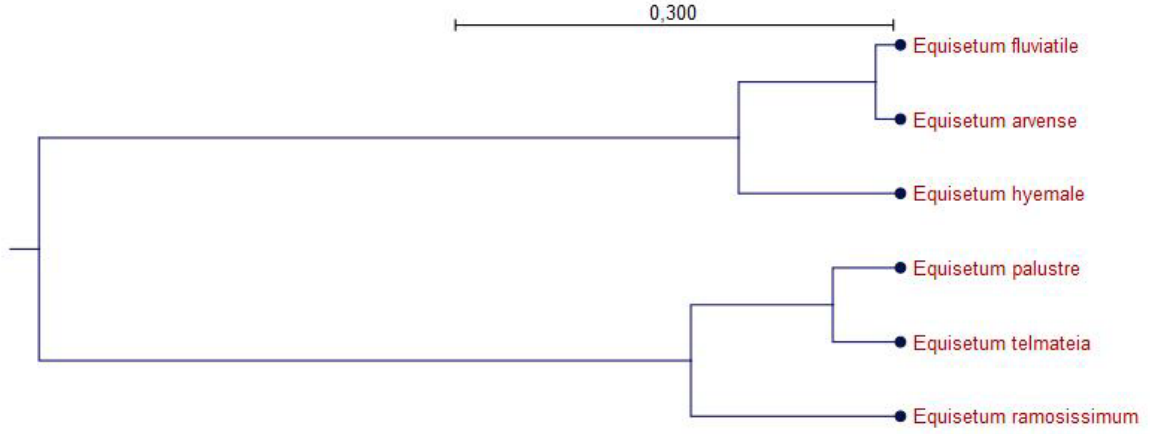
DNA analizleri yapılırken Türkiye’de yetişen cinse ait 6 tür ile çalışılmıştır. Analizler *rbcL* gen bölgesi ve *trnL-F* genler arası boşluk bölgeleri üzerinden tamamlanmıştır. *rbcL* geni yönünden çalışmada kullanılan bitki türlerinin farklılıkları aşağıda verilmiştir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52: *rbcL* genine dayalı filogenetik ağaç

rbcL geni yönünden yapılan analizler sonucunda tüm bitki türlerinin cins yönünden aynı olduğu ancak tümünün tür yönünden farklı oldukları görülmüştür. Türlerin kendi aralarındaki farklılıkları dikkate alındığında farklılık oranının 0,01 ile 0,04 oranında olduğu görülmeye rağmen *E.hyemale* türünün *rbcL* geni yönünden farklılığının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

trnL-F geni yönünden çalışmada kullanılan bitki türlerinin farklılıkları aşağıda verilmiştir (Şekil 4.53).



Şekil 4.53: *trnL-F* genine dayalı filogenetik ağaç

trnL-F genler arası boşluk bölgesi yönünden yapılan analizler sonucunda tüm bitki türlerinin cins yönünden aynı olduğu ancak tümünün tür yönünden farklı oldukları görülmüştür. Türlerin kendi aralarındaki farklılıkları dikkate alındığında farklılık oranının 0,012 ile 0,30 gibi açık bir aralık olduğu görülmektedir. *E.palustre* ve *E.telmateia*'nın birbirine en yakın olduğu bunlara *E.ramosissimum*'un en yakın tür olduğu görülmektedir. Diğer bir benzer grup içerisinde ise *E.fluviatile* ile *E.arvense*'nin tüm türler içinde birbirine en yakın iki tür olduğu *E.hyemale*'nin ise bu iki türe en yakın olduğu görülmektedir.

Analizler sonucunda türler *rbcL* geni ve *trnL-F* genler arası boşluk bölgesi açısından farklı yakınlık derecelerine sahip olduğu görülmüştür. *E.arvense*, *rbcL* geni yönünden en yakın *E.telmateia* ile genetik yakınlığı en fazla iken *trnL-F* geni yönünden en yakın akrabalık derecesi *E.fluviatile*'dir.

DesMaris vd. (2003) yaptıkları çalışma ile *Equisetum* cinsine ait 15 tür ve 1 hibritin filogenisini ve evsimsel ilişkisini *rbcL* ve *trnL-F* bölgelerinin birleşik analizine dayalı olarak incelemişlerdir. Birleşik analize göre *E.ramosissimum* ve *E.hyemale* en yakın 2 türdür. Ağacın diğer kolunda ise yakınlık sırasına göre (yakından en uzağa) *E.palustre*, *E.telmateia*, *E.fluviatile*, *E.arvense* yer almaktadır. Birleşik analizde elde edilen filogenetik ağaç, gen bölgelerinin tek tek yapılan analizi sonucu elde edilen ağaçlar ile benzerlik

göstermemektedir.

Christenhusz vd. (2019) *rbcL*, *trnL-F*, *rps4* genlerini kullanarak cinse ait 18 tür tanımlamış ve filogenetik ilişkilerini incelemişlerdir. DNA Dizi analizi sonucunda elde ettikleri filogenetik ağaç, tez çalışmasında elde edilen *rbcL* geni yönünden farklılıkları ortaya koyan filogenetik ağaç ile nispeten benzemektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmayla Türkiye’de yetişen *Equisetum* cinsine ait taksonların ilk defa detaylı morfolojik, anatomik, palinolojik ve moleküler yönden çalışmaları yapılmış ve ülkemizde yetişen cinse ait bireylerin teşhisini kolaylaştıracak teşhis anahtarı sunulmuştur.

Literatür çalışmalarında Türkiye sınırları içerisinde 8 tür ve 1 hibritin doğal olarak yetiştiği görülmüştür. Fakat farklı kurum ve kuruluşların herbaryum örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar süresince tür teşhislerinin önemli ölçüde yanlış tespit edildiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, bitkinin bulunduğu dönemlerdeki bilginin ve teknolojinin yetersizliğinden dolayı sadece morfolojik karakterlere dayalı olarak türlerin tanımlanması düşünülmektedir. *Equisetum* cinsine ait taksonlar yetiştirme ortamı şartlarına göre morfolojik özellikleri bakımından tür içinde dahi değişiklikler göstermektedir. Bu durumda tür teşhisini oldukça zorlaştırmaktadır.

Literatür çalışmalarında *E.sylvaticum* türünün Balıkesir, Edremit, Kaz dağları mevkiinde yetiştiği kayda geçmiştir. Yapılan arazi çalışmaları sırasında bölgede bu türe rastlanılmamıştır. Herbaryum çalışmalarında kuru bitki örneğinin sadece Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Herbaryumu’nda olduğu görülmüştür. Türe ait herbaryum materyalinin fotoğrafı talep edilerek incelenmiş ve mevcut kuru bitki örneğinin *E.sylvaticum* olmadığı tespit edilmiştir. Bütün bu bilgiler ışığında *E.sylvaticum* diye atfedilen türün yanlış tespit edildiği, başka herhangi bir herbaryumda ülkemizden toplanan bitki materyali olmadığından dolayı türün ülkemizden yetişmediği sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca söz konusu bitki örneğinin *E.arvense* olduğu düşünülmektedir.

Dahası Türkiye’de doğal olarak yetiştiği kayda geçen *E x litorale* hibrit türüne arazi çalışmaları sırasında rastlanılmamıştır. Herhangi bir herbaryumda da bu bitki materyaline ulaşılamamış ve dolayısıyla tür üzerinde hiçbir inceleme yapılamamıştır. Hibrit tür olarak atfedilen bitki örneklerinin de yanlış teşhis edildiği düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında morfolojik incelemeleri yapılan bazı türlerin iki farklı gövde formuna sahip olduğu bazılarının ise tek gövde formunda olduğu gözlenmiştir. *E.telmateia* ve *E.arvense* türlerinin verimli ve verimsiz bireyleri farklı ana gövde biçimlerine sahiptir.

Verimli bireyler, verimsiz bireylerden önce doğada ortaya çıkar ve kaybolurken verimsiz bireyler, verimimli bireylerden sonra oluşur ve daha uzun süre yaşarlar.

Morfolojik analizlerde incelenen kalitatif ve kantitatif özellikler bitkinin yetiştirme ortam şartlarına göre tür içinde değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu durum bazı türler arasında morfolojik karakterlere dayalı tür teşhisini zorlaştırmaktadır. Morfolojik bulgular, anatomik bulgular ile desteklendiğinde daha anlam kazanmaktadır. Ayrıca *Equisetum* cinsi taksonların spor bulguları tür teşhisinde anlamsız verilerdir.

E.arvense ve *E.palustre* birbirine karıştırılan türlerdir. Bu iki türün birbirinden ayrılmasındaki en önemli kriter yan dal ilk boğumunun gövde kınına oranıdır. *E.arvense* bireylerinde ilk boğum kın ve kirpiklerden uzun, *E.palustre* bireylerinde gövde kınına eşit ya da kısadır. Ayrıca *E.ramosissimum* ve *E.hyemale* türleri de morfolojik olarak birbirine karıştırılmaktadır. Söz konusu iki türün birbirinden ayrılmasında en önemli nokta ise *E.ramosissimum* bireylerinde gövde kını üstte siray şeritgövde kını üstte siray şeritli, *E.hyemale* bireylerinde ise gövde kını hem tabanda hemde uçta kahverengi siyah şeritlidir.

Anatomik analizlerde *Equisetum* cinsine ait taksonların tür teşhisinde iki önemli kriter olduğu tespit edilmiştir. Bunlar merkezi boşluğun gövde çapına oranı ve valleküler/karinal kanal sayısıdır. *Equisetum* cinsine ait bireylerde valleküler / karinal kanal sayısı gövde oluk ve sırt sayısına eşittir. Dolayısıyla tür teşhisinde morfolojik karakterler, anatomik karakterler ile desteklenmelidir.

Morfolojik ve anatomik karakterler doğrultusunda teşhis edilen türlerin DNA Dizi analizleri ile yapılan tür teşhisleri birbiri ile örtüşmektedir. Dolayısıyla DNA Dizi analizlerinden elde edilen sonuçlar ile morfolojik ve anatomik bulguların birbirini desteklediğini söylemek mümkündür. Oluşan ağaçta; taksonların birbirine yakınlığı morfolojik bulgularla uyumlu olduğu görülmüştür.

Equisetum cinsine ait taksonların sistematik analizler ve özellikleri değerlendirildiğinde bazı öneriler öngörülmüştür:

- İncelenen taksonların sistematik bilgilerini tamamlamak için cinse ait bireylerin rizomları üzerinde incelemeler yapılabilir.
- *Equisetum* cinsi bazı taksonlar halk tarafından geleneksel tedavilerde kullanılmaktadır. Bu nedenle Türkiye sınırlarında yetişen türler fitokimyasal ve farmakolojik yönden araştırılmalıdır. Elde edilecek bilgiler doğrultusunda halkın bilinçlenmesine katkı sağlanmalıdır.
- *Equisetum* cinsine ait taksonların genel olarak yetiştiği ortamlar dere, göl ve su kenarlarıdır. Sel, taşkın ve insan tahribatı nedeniyle türlerin yok olma ihtimaline karşı, taksonların sporlarının gen bankalarında saklanması önem arz etmektedir.
- *Equisetum* cinsi peyzaj alanında da değerlendirilebileceği ön görülmektedir.

Tez çalışmamızla Türkiye Florası ve bilim dünyasına katkı sağlandığı düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

- URL-1 (2022) <https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/equisetum-arvense-sporophyte-verimli-ve-steril-kaynaklan%C4%B1yor-yumru-ve-k%C3%B6ksap-gm1028208414-275630596> (5.6.2022)
- URL-2 (2021) <https://www.plantscience4u.com/2016/06/equisetum-stem-anatomy-ts.html> (7.11.2021)
- URL-3 (2021) <https://www.dreamstime.com/spores-equisetum-arvense-horsetail-uncoiled-elaters-spores-equisetum-arvense-horsetail-uncoiled-elaters-isolated-image120195569> (7.11.2021)
- URL-4 (2023) <https://ignacio56.blogspot.com/2019/07/equisetum-sylvaticum.html> (4.3.2023)
- Álvarez, I. J. F. W. ve Wendel, J. F. (2003). Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. *Molecular phylogenetics and evolution*, 29(3), 417-434.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu Diagonaline coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28: 225-248.
- Baldwin, B. G. (1992). Phylogenetic utility of the internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA in plants: an example from the Compositae. *Molecular phylogenetics and evolution*, 1(1), 3-16.
- Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter, J. M., Wojciechowski, M. F., Campbell, C. S. ve Donoghue, M. J. (1995). The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. *Annals of the Missouri botanical garden*, 247-277.
- Ballesteros, D., Estrelles, E., Walters, C. ve Ibars, A. M. (2011). Effect of storage temperature on green spore longevity for the ferns *Equisetum ramosissimum* and *Osmunda regalis*. *CryoLetters*, 32(2), 89-98.
- Bodur, A. (2015). Çanakkale İli Eğrelti Otlarının (Pteridophyta) Biyolojik Çeşitliliği. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 138s.
- Brouat, C., Gielly, L. ve McKey, D. (2001). Phylogenetic relationships in the genus *Leonardoxa* (Leguminosae: Caesalpinioideae) inferred from chloroplast *trnL* intron and *trnL-trnF* intergenic spacer sequences. *American Journal of Botany*, 88(1), 143-149.
- Brune, T., Thiv, M. ve Haas, K. (2008). *Equisetum* (Equisetaceae) species or hybrids? ISSR fingerprinting profiles help improve diagnoses based on morphology and anatomy. *Plant Syst Evol*, 274:67-81.
- Christenhusz, M. J., Bangiolo, L., Chase, M. W., Fay, M. F., Husby, C., Witkus, M., ve Viruel, J. (2019). Phylogenetics, classification and typification of extant horsetails

- (*Equisetum*, Equisetaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 189(4), 311-352.
- Cohen, J. I. (2014). A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of Boraginaceae: evolutionary relationships, taxonomy, and patterns of character evolution. *Cladistics*, 30(2), 139-169.
- Davis, P.H. ve Hedge, I.C. (1975). *Z . Candollea, Edinburgh University Press*, 30, 331-351, Edinburgh.
- Des Marais, D.L., Smith, A.R., Britton, D.M. ve Pryer, K.M. (2003) Phylogenetic relationships and evolution of extant horsetails, *Equisetum*, based on chloroplast DNA sequence data (*rbcL* and *trnL-F*). *Int J Pl Sci* 164:737–751.
- Dhital, R. ve Mustapha, A. (2023). DNA concentration by solid phase reversible immobilization improves its yield and purity, and detection time of *E. coli* O157:H7 in foods by high resolution melt curve qPCR. *Food Control*, 145, 109456.
- Diken, M.E. (2009). Bazı Şifalı Bitkilerin Antioksidan İçerikleri. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 93s.
- Doğanoğlu, Ö. (2004). Yenişarbademli-Isparta Yöresindeki Doğal Faydalı Bitkiler Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 100s.
- Downie, S. R., Katz-Downie, D. S. ve Watson, M. F. (2000). A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast DNA *rpl16* and *rpoC1* intron sequences: towards a suprageneric classification of subfamily Apioideae. *American Journal of Botany*, 87(2), 273-292.
- Doyle, J. J., Doyle, J. L., Ballenger, J. A., Dickson, E. E., Kajita, T. ve Ohashi, H. (1997). A phylogeny of the chloroplast gene *rbcL* in the Leguminosae: taxonomic correlations and insights into the evolution of nodulation. *American Journal of Botany*, 84(4), 541-554.
- Duckett, J. G. (1970). Spore size in the genus *Equisetum*. *New Phytologist*, 69(2), 333-346.
- Duckett, J.G. (1985). Wild gametophytes of *Equisetum sylvaticum*. *American Fern Journal* 75: 120–127.
- Duckett, J.G. ve Duckett A. R. (1980). Reproductive biology and population dynamics of wild gametophytes in *Equisetum*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 80: 1–40.
- Efe, N. (1996). Türkiye’de Yetişen Bazı Farmasotik Bitkilerin X-Işınları Floresans Emisyon Transmisyon Tekniği İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 92s.

- Ereçevit, P. (2007). Tıbbi Amaçlar İçin Kullanılan Bazı Bitki Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 39s.
- Ertürk, K. S. (2006). Kocaeli İli Eğreltileri Üzerinde Morfolojik, Korolojik Ve Ekolojik Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı, 97s.
- Feoktistov, D.S. ve Gureeva, I.I. (2018) Anatomical Features of Cross-Sections of The Genus *Equisetum* members. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 210-216.
- Gielly, L. ve Taberlet, P. (1994). The use of chloroplast DNA to resolve plant phylogenies: noncoding versus *rbcL* sequences. *Molecular biology and evolution*, 11(5), 769-777.
- Gielly, L. ve Taberlet, P. (1996). A phylogeny of the European gentians inferred from chloroplast *trnL* (UAA) intron sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 120(1), 57-75.
- Gören, G. (2011). Türkiye'de Yetişen *Sideritis* L. (Lamiaceae) cinsinin *Hesiodia* ve *Burgsdorfia* Seksiyonlarının ITS nrDNA ile *trnL*-F ve *ndhF* cpDNA Dizileriyle Moleküler Sistematik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir 81s.
- Graham, S. W. ve Olmstead, R. G. (2000). Utility of 17 chloroplast genes for inferring the phylogeny of the basal angiosperms. *American journal of Botany*, 87(11), 1712-1730.
- Guillon, J.M. (2004). Phylogeny of horsetails (*Equisetum*) based on the chloroplast *rps4* gene and adjacent noncoding sequences. *Syst Bot* 29:251–259.
- Gullion, J.M. (2007). Molecular phylogeny of horsetails (*Equisetum*) including chloroplast *atpB* sequences. *J Plant Res*, 120:569–574.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., (Eds.), (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Hauke, R.L. (1963). A taxonomic monograph of *Equisetum* subgenus *Hippochaete*. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 8: 1–123.
- Hauke, R.L. (1978). A taxonomic monograph of *Equisetum* subgenus *Equisetum*. *Nova Hedwigia* 30: 385–455.
- Hauke, R. L. (1979). A taxonomic monograph of *Equisetum* subgenus *Equisetum*. *Nova Hedw.* 30 (1978): 385-455.
- Hauke, R.L. (1993). Equisetaceae. Pp. 76–84. In: Flora of North America Editorial Committee (Editors), Flora of North America: North of Mexico Volume 2: Pteridophytes and Gymnosperms. Oxford University Press, New York, NY.

- Husby, C. (2013). Biology and functional ecology of *Equisetum* with emphasis on the Giant Horsetails. *The Botanical Review*, 79, 147-177.
- İnal, B. ve Karaca, M. (2019). *MatK* ve *trnH-psbA* barkot genleri kullanılarak bazı bitki taksonlarının moleküler olarak sınıflandırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 87-93.
- Jenks, A. A., Walker, J. B. ve Kim, S. C. (2013). Phylogeny of new world *Salvia* subgenus *Calosphaea* (Lamiaceae) based on cpDNA (*psbA-trnH*) and nrDNA (ITS) sequence data. *Journal of plant research*, 126, 483-496.
- Jones, E. T., McLain, R. J. ve Lynch, K. A. (2004). The relationship between nontimber forest product management and biodiversity in the United States. *Institute for Culture and Ecology Project Report*.
- Kalmer, A. ve Tekpınar, A. D. (2017). *Centaurea Cinsine Ait Beş Türün trnT-LF cpDNA Bölgesi Kullanılarak Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi*. *Cumhuriyet Sci. J*, 38(4), 52-59.
- Kandeel, M., Mohamed, M. E., Abd El-Lateef, H. M., Venugopala, K. N. ve El-Beltagi, H. S. (2022). Omicron variant genome evolution and phylogenetics. *Journal of medical virology*, 94(4), 1627-1632.
- Kar, F. (2013). Bitki Özütleri İçeren Hemostatik Biyomalzemelerin Araştırılması. Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı, 83s.
- Karakaya, M.A. (2018). Türkiye’de Yayılış Gösteren *Grammosciadium* DC. (Apiaceae) Cinsine Ait Taksonların Anatomik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 82 s.
- Kartavtsev, Y. P., Jung, S. O., Lee, Y. M., Byeon, H. K. ve Lee, J. S. (2007). Complete mitochondrial genome of the bullhead torrent catfish, *Liobagrus obesus* (Siluriformes, Amblycipididae): Genome description and phylogenetic considerations inferred from the *Cytb* and 16S rRNA genes. *Gene*, 396(1), 13-27.
- Kaynak, S. (2001). *Biyolojik Çeşitlilik ve Çevre Koruma Rehberi*, Kardelen, Ankara 975-93611-1-6.
- Kenan, O. K. ve Tengiz, Y. Z. (2018). Türkiye’de odun dışı orman ürünlerinin yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 457-471.
- Kultur, S. (2007). Medicinal plants used in Kırklareli Province (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 111: 341-364.
- Leakey, R. R. B., Temu, A. B., Melnyk, M. ve Vantomme, P. (1996). Domestication and commercialization of non-timber forest products. *Non-Wood Forest Products Series*, 9.

- Li, C. ve Lu, S. (2007). Phylogeny and divergence of Chinese Angiopteridaceae based on chloroplast DNA sequence data (*rbcL* and *trnL-F*). *Chinese Science Bulletin*, 52(1), 91-97.
- Liu, Q., Ge, S., Tang, H., Zhang, X., Zhu, G. ve Lu, B. R. (2006). Phylogenetic relationships in *Elymus* (Poaceae: Triticeae) based on the nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast *trnL-F* sequences. *New Phytologist*, 170(2), 411-420.
- Malik, C. P. ve Sanadhya, D. (2017). Current and Emerging Advances in Plant Sciences. *Journal of Plant Science Research*, 33(2).
- Marmottant, P., Ponomarenko, A. ve Bienaimé, D. (2013). The walk and jump of *Equisetum* spores. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1770), 20131465.
- Melov, S., Coskun, P. E. ve Wallace, D. C. (1999). Mouse models of mitochondrial disease, oxidative stress, and senescence. *Mutation Research/DNA Repair*, 434(3), 233-242.
- Milde J. (1861). Neue Beiträge zur Systematik der Equiseten. *Jahresbericht des schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur Abtheilung für Naturwissenschaften und Medicin* 39: 138–149.
- Oyardı, Ö. (2015). Tıbbi Bitkilerde Biyoaktivitenin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 128s.
- Önalın, Ş. (2019). Expression differences of stress and immunity genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) with different bacterial fish diseases. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 71.
- Özakman, G. (2018). Selenyumun *Chlorella vulgaris rbcL* ve *psaB* Genlerinin Ekspresyon Seviyeleri Üzerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 38 s.
- Özay, Y. (2008). Streptozotosin (STZ) İle Diyabet Yapılmış Sıçanların Deri Yaraları Üzerine *Equisetum Arvense* Bitki Merheminin Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 112s.
- Özkan, G. (2011). Bursa İli Şevketiye Köyü Halk İlaçlarının Bilimsel Açından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognazi Anabilim Dalı, 90s.
- Pallag, A., Paşca, B., Jurca, T. Ü. N. D. E., Suciu, R. A. M. O. N. A., Nemeth, S. ve Vicaş, L. (2016). Comparative histo-anatomical researches on the vegetative organs and assessment of antioxidant capacity of two species from *Equisetum* genus. *Farmacia*, 64(3), 372-377.

- Patwardhan, A., Ray, S. ve Roy, A. (2014). Molecular markers in phylogenetic studies-a review. *Journal of Phylogenetics & Evolutionary Biology*, 2(2), 131.
- Rutishauser, R. (1999). Polymerous leaf whorls in vascular plants: Developmental morphology and fuzziness of organ identities. *International Journal of Plant Sciences*, 160: S81–S103.
- Saitou, N. ve Imanishi, T. (1989). Relative efficiencies of the Fitch-Margoliash, maximum-parsimony, maximum-likelihood, minimum-evolution, and neighbor-joining methods of phylogenetic tree construction in obtaining the correct tree. *Molecular Biology and Evolution*, 6(5): 514-525.
- Sarıgül, M.B. (2018). Kaçkar Dağları Milli Parkı (Rize) Eğreltiotu Florasına Katkıları. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 100s.
- Sevindik, E., Murathan, Z. T., Filiz, S., & Yalçın, K. (2019). Molecular characterization based on chloroplast (*trnL-F*) DNA sequence of the apple genotypes in Ardahan/Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*, 48(4), 1099-1106.
- Shaw, A. J. (2000). Phylogeny of the Sphagnopsida based on chloroplast and nuclear DNA sequences. *The Bryologist*, 103(2): 277-306.
- Shaw, J., Lickey, E.B., Beck, J.T., Farmer, S.B., Liu, W., Miller, J., Siripun, K.C., Winder, C.T., Schilling, E.E. ve Small, R.L. (2005). The tortoise and the hare II: relative utility of 21 noncoding chloroplast DNA sequences for phylogenetic analysis. *American Journal of Botany*, 92(1): 142–166.
- Sheng-Guo, J. I., Ke-Ke, H. U. O., Jun, W. A. N. G., & Sheng-Li, P. A. N. (2008). A molecular phylogenetic study of Huperziaceae based on chloroplast *rbcL* and *psbA-trnH* sequences. *Journal of Systematics and Evolution*, 46(2), 213.
- Simpson, M.G. (2012), Bitki sistematığı (Çev. Edit. Z. Aytaç ve B. Kaptaner İğci), Nobel yayıncılık, 740 s
- Soejima, A. ve Nagamasu, H. (2004). Phylogenetic analysis of Asian Symplocos (Symplocaceae) based on nuclear and chloroplast DNA sequences. *Journal of Plant Research*, 117, 199-207.
- Soltis, P. ve Doyle, J. J. (2012). Molecular systematics of plants II: DNA sequencing. *Springer Science & Business Media*.
- Soltis, D. E.ve Soltis, P. S. (1998). Choosing an approach and an appropriate gene for phylogenetic analysis. In *Molecular systematics of plants II: DNA sequencing* (pp. 1-42). Boston, MA: Springer US.
- Şenkul, Ç. Ve Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (69), 109-120.
- Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. ve Bouvet, J. (1991). Universal primers for

amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant molecular biology*, 17, 1105-1109.

- Terzioğlu, S. (1998). Uzungöl (Trabzon-Çaykara) Ve Çevresinin Flora Ve Vejetasyonu. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 308s.
- Tosun, B. (2015). *Seseli* L. (Apiaceae) Cinsinin Moleküler Filogenisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 86 s.
- Turan, Ş. (2014). Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Yapraklarında Ağır Metal Ve Mineral Besin Element İçeriklerinin Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 265s.
- Türkay, M. (1990). *Equisetum arvense* L. (Tarla Atkuyruğu) Ekstraktının İdrar Söktürücü Ve Böbrek Taşları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 34s.
- Tütüncü, M. (2006). Ilgaz Dağı Milli Parkı Ve Yakın Çevresinin Eğrelti Otları (Pteridophyta) Florası. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 53s.
- Uğurlu, E. ve Secmen, O. (2008). Medicinal plants popularly used in the villages of Yunt Mountain (Manisa-Turkey). *Fitoterapia*, 79(2), 126-131.
- Uzun, E., Sariyar, G., Adsersen, A., Karakoc, B., Ötük, G., Oktayoglu, E. ve Pirildar, S. (2004). Traditional medicine in Sakarya province (Turkey) and antimicrobial activities of selected species. *Journal of ethnopharmacology*, 95(2-3), 287-296.
- Wallace, D. C. (2000). Mitochondrial defects in cardiomyopathy and neuromuscular disease. *American heart journal*, 139(2), s70-s85.
- Wallace, D. C. (2005). A mitochondrial paradigm of metabolic and degenerative diseases, aging, and cancer: a dawn for evolutionary medicine. *Annu. Rev. Genet.*, 39, 359-407.
- Whittier, P. (1996). Extending the viability of *Equisetum hyemale* spores. *American Fern Journal*, 114-118.
- Win, N.-N., Hanyuda, T., Arai, S., Uchimura, M., Abbott, I.A. ve Kawai, H. (2008). Three new records of *Padina* in Japan based on morphological and molecular markers. *Phycological Research*, 56: 288-300.
- Wongsawad, P. ve Peerapornpisal, Y. (2014). Molecular identification and phylogenetic relationship of green algae, *Spirogyra ellipsospora* (Chlorophyta) using ISSR and *rbcL* markers. *Saudi journal of biological sciences*, 21(5), 505-510.
- Wróbel, D. ve Rózański, H. (2020). *Equisetum fluviatile* L. water horsetail (Equisetaceae Michx. ex DC.). *Herbalism*, 6(1), 100-112.

- Wróbel, D. ve Róžański, H. (2021). *Equisetum palustre* L. marsh horsetail (Equisetaceae Michx. ex DC.). *Herbalism*, 7(1).
- Wróbel, D. ve Róžański, H. (2023). *Equisetum arvense* L. field horsetail (Equisetaceae Michx. ex DC.). *Herbalism*, 9(1).
- Wurdack, K. J., Hoffmann, P. ve Chase, M. W. (2005). Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid *rbcL* and *trnL-F* DNA sequences. *American Journal of Botany*, 92(8), 1397-1420.
- Xu, D. H., Abe, J., Sakai, M., Kanazawa, A. ve Shimamoto, Y. (2000). Sequence variation of non-coding regions of chloroplast DNA of soybean and related wild species and its implications for the evolution of different chloroplast haplotypes. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 724-732.
- Qiu, Y. L., Lee, J., Bernasconi-Quadroni, F., Soltis, D. E., Soltis, P. S., Zanis, M. ve Chase, M. W. (1999). The earliest angiosperms: evidence from mitochondrial, plastid and nuclear genomes. *Nature*, 402(6760), 404-407.
- Yang, J. Y. ve Pak, J. H. (2006). Phylogeny of Korean *Rubus* (Rosaceae) based on ITS (nrDNA) and *trnL/F* intergenic region (cpDNA). *Journal of Plant Biology*, 49, 44-54.
- Yılmaz, Ö., 2018. *Equisetum* L. Şu Eserde: Güner A, Kandemir, A, Menemen, Y, Yıldırım, H, Aslan, S, Ekşi, G, Güner, I. ve Çimen, AÖ (edlr.). Resimli Türkiye Florası. ANG
- Yoshida, R. ve Nei, M. (2016). Efficiencies of the NJp, maximum likelihood, and Bayesian methods of phylogenetic construction for compositional and noncompositional genes. *Molecular biology and evolution*, 33(6), 1618-1624.
- Zhang, D. ve Sang, T. (1999). Physical mapping of ribosomal RNA genes in peonies (*Paeonia*, Paeoniaceae) by fluorescent in situ hybridization: implications for phylogeny and concerted evolution. *American Journal of Botany*, 86(5), 735-740.
- Zhao, Q., Gao, J., Suo, J., Chen, S., Wang, T. ve Dai, S. (2015). Cytological and proteomic analyses of horsetail (*Equisetum arvense* L.) spore germination. *Frontiers in plant science*, 6, 441.
- Zheng, Y., Hong, Y., Wu, W., Sun, D., Wang, Y., Huang, J. ve Li, Q. (2015). Separation of different shape biosynthesized gold nanoparticles via agarose gel electrophoresis. *Separation and Purification Technology*, 151, 332-337.

ÖZGEÇMİŞ





