



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YEŞİLIRMAK DELTASI'NDAKİ SULAK ALANLARDAN
TOPLANAN SERBEST YÜZEN YAPRAKLI
MAKROFİTLERİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN VE
ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

HAZAL ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

ORDU 2020

TEZ ONAY

Hazal ŞAHİN tarafından hazırlanan **“YEŞİLİRMAK DELTASI'NDAKİ SULAK ALANLARDAN TOPLANAN SERBEST YÜZEN YAPRAKLI MAKROFİTLERİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN VE ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI”** adlı tez çalışmasının savunma sınavı 03.02.2020 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Prof. Dr. Beyhan TAŞ

Jüri Üyeleri

İmza

Üye
Prof. Dr. Beyhan TAŞ
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,
Ordu Üniversitesi



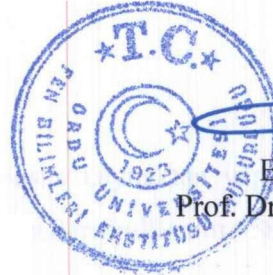
Üye
Doç. Dr. Ömer ERTÜRK
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,
Ordu Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sinem AYDIN
Biyoloji Bölümü, Giresun Üniversitesi



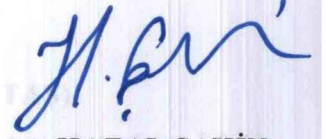
07/02/2020 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 07/02/2020 tarih ve 2020 / 74 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Selahattin MADEN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



HAZAL ŞAHİN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

YEŞİLIRMAK DELTASI'NDAKİ SULAK ALANLARDAN TOPLANAN SERBEST YÜZEN YAPRAKLI MAKROFİTLERİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN VE ANTIMİKROBİYAL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

HAZAL ŞAHİN

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 79 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. BEYHAN TAŞ)

Bu çalışma Yeşilırmak Deltası'ndan Temmuz-Ekim (2018) ayları arasında toplanan 3 farklı yüzen yapraklı su bitkisinin (*Spirodela polyrhiza*, *Lemna trisulca*, *Salvinia natans*) biyokimyasal kompozisyonu, antimikrobiyal, antioksidan, asetilkolinesteraz, butirilkinesteraz ve tirozinaz inhibitör aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bitkilerin biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi için pH analizi, % kuru madde analizi, toplam azot ve protein analizi, klorofil tayini, mikro-makroelement analizi ve GC-MS analizleri yapılmıştır. Çalışmalarda bitkilerin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi için etanol ve aseton ekstraktları kullanılmıştır. Bitki ekstraktları 4 Gram-pozitif, 4 Gram-negatif ve 2 mantar suşuna karşı antibiyogram ve MİK (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu) testleriyle test edilmiştir. Sonuçlara istatistiksel analizler uygulanmıştır. Bitkilerin antioksidan etkisinin belirlenmesi için toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi için serbest radikal süpürücü aktivitesi DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve FRAP (demir iyonu indirgeyici aktivite potansiyeli) yöntemi, diğer biyokimyasal aktivitelerinin tespiti için toplam fenolik madde, asetilkolinesteraz, butirilkinesteraz ve antitirozinaz aktiviteleri test edilmiştir.

Analizler sonucunda; bitkilerin pH değerleri 6.96 (*L. trisulca*) ile 7.41 (*S. natans*) arasında tespit edilmiştir. En yüksek fotosentetik pigment değerleri (yaş ağırlıkta) *S. polyrhiza* türünde kaydedilmiştir (klorofil-a: 0.299 mg/g, klorofil-b: 0.108 mg/g, toplam klorofil: 0.407 mg/g ve karotenoid: 0.084 mg/g). *S. natans* türünde klorofil-a 0.147 mg/g, klorofil-b 0.058 mg/g, toplam klorofil 0.205 mg/g ve karotenoid değeri 0.042 mg/g'dır. Elde edilen sonuçlara göre çalışılan türler içinde en düşük pigment içeriğine *S. natans* türü sahiptir. % Kuru madde miktarı en fazla *L. trisulca* türünde (%7.10) en az ise *S. natans* türünde (%4.45) tespit edilmiştir. Azot ve protein sonuçlarına göre en yüksek azot (%5.71) ve protein (%35.68) miktarı *S. polyrhiza* türünde kaydedilmiştir. En düşük azot (%3.38) ve protein (%21.12) miktarı ise *L. trisulca* türünde kaydedilmiştir. Antimikrobiyal analiz sonuçlarına göre etanol ekstraktlarının aseton ekstraktlarından daha yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür. En düşük antimikrobiyal etkiyi *L. trisulca*'nın aseton ekstresi verirken, en yüksek etkiyi *S. polyrhiza*'nın etanol ekstresi göstermiştir. *S. polyrhiza*'nın etanol ekstresi diğer bitkilerin de etanol ekstraktlarından daha yüksek etkiye sahiptir. Antimikrobiyal analizler sonucu, en fazla etkilenen mikroorganizma grubu Gram-pozitif bakteriler, en az etkilenenler ise funguslardır. MİK değerleri tüm ekstraktlarda en düşük 81.25 µg/µL olup en yüksek değer ≥ 750 µg/µL'dir. Antioksidan sonuçlarına göre, en düşük DPPH radikal süpürme aktiviteleri (SC₅₀ değeri) 0.011 mg/mL (*S. polyrhiza*) olarak belirlenmiştir. En düşük antioksidan etkiyi *S. natans* türünün aseton ekstresi göstermiştir. FRAP metodunda da en yüksek antioksidan aktiviteyi *S. polyrhiza* gösterirken, en düşük antioksidan aktiviteyi *L. trisulca*'nın aseton ekstresi vermiştir. Toplam fenolik madde, asetilkolinesteraz ve butirilkinesteraz analizinde en yüksek değer *S. polyrhiza* türünde kaydedilmiştir. Asetilkolinesteraz analizinde en düşük değer *L. trisulca*'nın etanol ekstresinde, toplam fenolik madde ve butirilkinesteraz analizinde ise *L. trisulca*'nın aseton ekstresinde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal, Antioksidan, Biyokimya, GC-MS, Su Bitkileri

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE BIOLOGICAL PROPERTIES AND ANTIMICROBIAL EFFECTS OF FREE-FLOATING MACROPHYTES COLLECTED FROM THE WETLANDS IN YEŞİLIRMAK DELTA

HAZAL ŞAHİN

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS

MASTER THESIS, 79 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. BEYHAN TAŞ)

This study was carried out to determine biochemical composition, antimicrobial properties, and chemical activities of three floating-leaf aquatic plant species (i.e., *Spirodela polyrhiza*, *Lemna trisulca*, and *Salvinia natans*) collected from Yeşilirmak Delta between July and October in 2018. pH analysis, dry matter analysis, total nitrogen and protein analysis, chlorophyll determination, micro-macroelement analysis, and GC-MS analysis were performed to determine the biochemical content of plant samples. Ethanol and acetone extracts were used to determine antimicrobial effects of plants. Plant extracts were tested against four Gram-positive, four Gram-negative, and two fungal strains using antibiogram and minimum inhibition concentration (MIC) tests. Test results were statistically analyzed. To determine the antioxidant effect and biochemical activities of plants, total phenolic substances, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, and antithyrosinase activities were tested using DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) and FRAP (ferric reduction activity potential) methods.

As a result of these analyses; pH values of plants were determined between 6.96 (for *L. trisulca*) and 7.41 (for *S. natans*). The highest photosynthetic pigment values (wet weight) were recorded in *S. polyrhiza* (chlorophyll-a: 0.299 mg/g, chlorophyll-b: 0.108 mg/g, total chlorophyll: 0.407 mg/g, and carotenoid: 0.084 mg/g). In *S. natans*, chlorophyll-a was 0.147 mg/g; chlorophyll-b was 0.058 mg/g; total chlorophyll was 0.205 mg/g; and carotenoid value was 0.042 mg/g. According to our results, *S. natans* had the lowest pigment content among the studied species. The highest amount of dry matter was determined in *L. trisulca* (7.10%) and the least was in *S. natans* (4.45%). According to nitrogen and protein results, the highest amount of nitrogen (5.71%) and protein (35.68%) were recorded in *S. polyrhiza*. The lowest amount of nitrogen (3.38%) and protein (21.12%) were recorded in *L. trisulca*. According to antimicrobial analysis results, ethanol extracts had a higher effect than acetone extracts did. The lowest antimicrobial effect belonged the acetone extract of *L. trisulca*, while the ethanol extract of *S. polyrhiza* was the most effective extract. Moreover, the ethanol extract of *S. polyrhiza* had a higher effect than that of other plants. As a result of antimicrobial analysis, the most affected microorganism group was Gram-positive bacteria and the least affected were fungi. The lowest and highest MIC values were 81.25 and 750 µg/µL, respectively. According to antioxidant results, the lowest DPPH radical scavenging activities (SC₅₀ value) was 0.011 mg/mL (in *S. polyrhiza*). The acetone extract of *S. natans* showed the lowest antioxidant effect. While *S. polyrhiza* showed the highest antioxidant activity according to FRAP method, acetone extract of *L. trisulca* had the lowest antioxidant activity. The highest value was recorded in *S. polyrhiza* in the analysis of total phenolic substances, acetylcholinesterase, and butyrylcholinesterase. In the acetylcholinesterase analysis, the lowest value was determined in the ethanol extract of *L. trisulca*. In total phenolic substance and butyrylcholinesterase analysis, acetone extract of *L. trisulca* had the lowest value.

Keywords: Antimicrobial, Antioxidant, Aquatic Plants, Biochemistry, GC-MS

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalıőmanın yűrűtűlmesi ve yazımı esnasında baőta danıőman hocam Sayın Prof. Dr. Beyhan TAŐ'a ve tez analizlerimde her tűrlű yardımı ve desteklerini esirgemeyen Sayın hocamlarım Doç. Dr. Őmer ERTŪRK'e ve Dr. Őğr. Ūyesi Melek OL AYVAZ'a çok teőekkűr ederim.

Laboratuvar alıőmalarımdaki desteklerinden dolayı doktorantlar Halim TOPALDEMİR, Gűlaycan POLAT KESKİN ve Mehmet AKGŪN'e ve Molekűler Biyoloji ve Genetik Bűlűmű 2. Sınıf Őğrencilerine;

Aynı zamanda, manevi desteklerini her zaman űzerimde hissettiėim babam, annem kardeőlerim, teyzelerim ve arkadaőlarıma teőekkűrű bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|------|
| TEZ BİLDİRİMİ | I |
| ÖZET | II |
| ABSTRACT | III |
| TEŞEKKÜR | IV |
| İÇİNDEKİLER | V |
| ŞEKİL LİSTESİ | VII |
| ÇİZELGE LİSTESİ | VIII |
| SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ | IX |
| EKLER LİSTESİ | X |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 8 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM | 12 |
| 3.1 Bitki Materyalleri | 12 |
| 3.1.1 <i>Lemna trisulca</i> L. (Zincirsi su mercimeği) | 12 |
| 3.1.2 <i>Spirodela polyrhiza</i> L. (İri su mercimeği) | 13 |
| 3.1.3 <i>Salvinia natans</i> L. (Küçük su eğreltisi)..... | 13 |
| 3.2 Yöntemler..... | 14 |
| 3.2.1 Arazi Çalışmaları | 14 |
| 3.2.2 Yıkama ve Kurutma İşlemleri | 15 |
| 3.2.3 Bitki Analizleri..... | 16 |
| 3.2.3.1 Su (Nem) İçeriği, Kuru Madde ve Kül Tayini | 16 |
| 3.2.3.2 Toplam Azot ve Protein Analizi | 17 |
| 3.2.3.3 Fotosentetik Pigment Analizi | 18 |
| 3.2.3.4 pH Analizi | 19 |
| 3.2.3.5 Makro ve Mikro Element Analizi | 20 |
| 3.2.3.6 Gaz Kromatografi Kütle Spektrometre (GC-MS) Sistemi ile Biyoaktif Bileşenlerin Analizi..... | 20 |
| 3.2.3.7 Ekstraksiyon İşlemleri..... | 21 |
| 3.2.4 Antimikrobiyal Analizler | 21 |
| 3.2.4.1 Mikrobiyolojik Analizler İçin Kullanılacak Test Organizmaları ve Besiyeri Ortamı..... | 21 |
| 3.2.4.2 Bitki Ekstrelerinden Antibiyotik Disklerin Hazırlanışı | 22 |
| 3.2.4.3 Minimal İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Değerlerinin Belirlenmesi..... | 22 |
| 3.2.4.4 İstatistiksel Analizler..... | 23 |
| 3.2.5 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi..... | 23 |
| 3.2.5.1 DPPH 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi Tayini | 23 |
| 3.2.5.2 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç Aktivitesinin Belirlenmesi . | 25 |
| 3.2.5.3 Toplam Fenolik Madde Tayini | 26 |
| 3.2.5.4 Asetilkolinesteraz ve Bütirilkolinesteraz İnhibitör Potansiyellerinin Belirlenmesi | 26 |
| 3.2.5.5 Tirozinaz İnhibitör Potansiyelinin Belirlenmesi | 27 |

| | |
|---|----|
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI | 28 |
| 4.1 Bitkilerin Biyokimyasal Analizleri | 28 |
| 4.1.1 pH Analizi | 28 |
| 4.1.2 Fotosentetik Pigment Analizi | 28 |
| 4.1.3 Nem içeriği, Kuru Madde ve Kül Analizi | 28 |
| 4.1.4 Azot ve Protein İçeriği | 29 |
| 4.1.5 Makro-Mikro Element Analizi..... | 29 |
| 4.1.6 Etken Madde Konsantrasyonu Tayini..... | 29 |
| 4.1.7 Su Bitkilerinin Biyoaktif Bileşenleri..... | 30 |
| 4.2 Antimikrobiyal Analiz Bulguları | 31 |
| 4.2.1 Antimikrobiyal Aktivite | 31 |
| 4.2.2 Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Sonuçları..... | 33 |
| 4.3 Antioksidan Aktivitenin Tayini | 33 |
| 4.3.1 DPPH 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi..... | 33 |
| 4.3.2 Demir İndirgeyici Güç (FRAP) Testi..... | 34 |
| 4.3.3 Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları | 35 |
| 4.3.4 Asetilkolinesteraz Aktivite Sonuçları | 36 |
| 4.3.5 Bütirikolinesteraz Aktivite Sonuçları..... | 36 |
| 4.3.6 Anti-Tirozinaz Aktivite Sonuçları..... | 37 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ | 38 |
| 6. KAYNAKLAR | 57 |
| EKLER..... | 69 |
| ÖZGEÇMİŞ | 78 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1 <i>L. trisulca</i> 'nın Stereo Mikroskop Görüntüsü..... | 12 |
| Şekil 3.2 <i>S. polyrhiza</i> 'nın Stereo Mikroskopta Üstten ve Altan Görüntüsü..... | 13 |
| Şekil 3.3 <i>S. natans</i> 'ın Genel Görüntüleri ve Stereo Mikroskop Görüntüsü | 14 |
| Şekil 3.4 Su Bitkilerinin Toplandığı Sulak Alanlar (Orijinal)..... | 15 |
| Şekil 3.5 Bitkilerin Ayrıştırılması..... | 15 |
| Şekil 3.6 Kurutulan bitki materyalleri. (a) <i>L. trisulca</i> , (b) <i>S. polyrhiza</i> , (c) <i>S. natans</i> | 16 |
| Şekil 3.7 (A) Kuru Bitki Numuneleri (B) Yakıldıktan Sonra Bitki Numuneleri. (1) <i>S. polyrhiza</i> (2) <i>L. trisulca</i> (3) <i>S. natans</i> | 17 |
| Şekil 3.8 Numunelerin Distilasyonu | 18 |
| Şekil 3.9 Klorofil Analizi İçin Numunelerin Hazırlanması | 19 |
| Şekil 3.10 pH Analizleri | 19 |
| Şekil 3.11 Yaş Yakma Analizi..... | 20 |
| Şekil 3.12 Ekstraksiyon Sonrası Bitki Numuneleri..... | 21 |
| Şekil 3.13 İnkübasyon Öncesi Hazırlanan Besiyerleri | 22 |
| Şekil 3.14 İnkübasyon Öncesi ve Sonrası Mikroplakalar..... | 23 |
| Şekil 3.15 DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Tayini Sırasında Tüp İçerikleri ... | 25 |
| Şekil 4.1 Troloks Korelasyon Grafiği | 34 |
| Şekil 4.2 GA Kalibrasyon Grafiği | 35 |

ÇİZELGE LİSTESİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Çizelge 3.1 <i>Lemna trisulca</i> L.'nin Taksonomisi | 12 |
| Çizelge 3.2 <i>Spirodela polyrhiza</i> L.'nin Taksonomisi | 13 |
| Çizelge 3.3 <i>Salvinia natans</i> L.'nin Taksonomisi | 14 |
| Çizelge 4.1 Bitkilerin % Azot ve Protein Değerleri | 29 |
| Çizelge 4.2 Element Analizi Sonuçları (mg/g)..... | 29 |
| Çizelge 4.3 İnhibisyon Zonları Çapları (mm)..... | 31 |
| Çizelge 4.4 Bitki Ekstrelerinin MİK Değerleri (µg/µL)..... | 33 |
| Çizelge 4.5 Bitki Ekstrelerinin DPPH Testi Sonucuna Göre Hesaplanan SC ₅₀ Değerleri..... | 33 |
| Çizelge 4.6 FRAP Testi Antioksidan Aktivite Sonuçları | 34 |
| Çizelge 4.7 Toplam Fenolik İçerik Değerleri..... | 35 |
| Çizelge 4.8 Asetilkolinesteraz Aktivitesi | 36 |
| Çizelge 4.9 Bütirikolinesteraz Aktivitesi | 36 |
| Çizelge 4.10 Anti-Tirozinaz Aktivitesi | 37 |
| Çizelge 5.1 GC/MS analizi yapılan su bitkilerinin biyokimyasal içerikleri (>%1 olan) ve biyolojik aktiviteleri | 53 |

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|-----------------|---|
| µg | : Mikrogram |
| µL | : Mikrolitre |
| ABTS | : 2,2 'azino bis 3 etilen benztiazolin-6 sülfomnik asit |
| ACh | : Asetilkolin |
| AChE | : Asetilkolinesteraz Enzimi |
| AH | : Alzheimer Hastalığı |
| ATCC | : Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu |
| BCh | : Butirilkolin |
| BChE | : Butirilkolinesteraz |
| BHA | : Bütlatlanmışhidroksinal |
| BHT | : Bütillenmişhidroksitoluen |
| DPPH | : 1,1-difenil-2 pikril-hidrazil |
| DTNB | : Ellman's Reaktifi |
| FRAP | : Demir III İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü |
| g | : Gram |
| GA | : Gallik Asit |
| GAE | : Gallik Asit Eşdeğeri |
| L-DOPA | : Levodopa |
| M | : Molar |
| mg | : Miligram |
| MİK | : Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu |
| Mik.org. | : Mikroorganizma |
| mL | : Mililitre |
| mm | : Milimetre |
| MTT | : Metiltiazol Difenil Tetrazolyum |
| NMDA | : N-metil-D-aspartat |
| Ort | : Ortalama |
| RNS | : Reaktifitrofen Türleri |
| ROS | : Reaktif Oksijen Türleri |
| SH | : Standart Hata |

EKLER LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| EK 1: GC-MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri | 70 |
| EK 2: GC-MS Sonuçlarına Göre Tüm Numunelerde Ortak Bulunan Maddeler..... | 74 |
| EK 3: GC-MS Sonuçlarına Göre Tüm Numunelerde Farklı Bulunan Maddeler | 75 |

1. GİRİŞ

Ekolojik zincirde her canlının bir fonksiyonu vardır. Sucul ekosistemdeki canlıların ekolojik ve ekonomik önemleri göz önüne alındığında hiçbir türün yok olması istenmez. Özellikle sucul bitkiler (hidrofitler, makrofitler) sucul ekosistemin primer üreticilerindendir. Bu bitkiler su kalitesinin iyileşmesinde, tür içi ve türler arası ilişkilerde (habitat oluşturma, korunma alanı, beslenme, üreme vb.), biyoçeşitliliğin artmasında, biyoremediasyonda, türbiditeyi, ötrofikasyonu ve kıyı erozyonunu engellemede rol oynarlar. Ekonomik olarak kullanım potansiyeli olan, hayvan yemi ve insan gıdası olarak kullanılan çeşitli su bitkileri vardır. Bunların yanı sıra indikatör, biyomonitör ve test organizması olarak kullanılan türler de içerirler. Ekosistemdeki bu rolleri dikkate alındığında; su bitkilerinin ve yaşama ortamı olan sığ göllerin ve sulak alanların karasal ekosistemlere göre göz ardı edildiği ve su bitkileri üzerinde yeterli çalışmaların yapılmadığı görülmektedir.

Sucul ekosistemler hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme ve sanayileşmenin beraberinde getirdiği kirlenmenin tehdidi altındadır. Bu alanlarda yaşayan organizmalar da bu kirlenmenin sonucunda ciddi zarar görebilmektedir (Gültekin ve Doğan, 2012). Özellikle akarsuların alt havzalarında tarımsal, kentsel ve/veya endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı noktasal ya da yayılı kaynaklardan gelen kirleticiler su kalitesini ve suyun ekolojik özelliklerini olumsuz yönde etkiler (Taş ve ark., 2019). Ülkemiz farklı tip sucul ekosistemlerce oldukça zengindir. Bu sulak alanlarda emers, submers, yüzen yapraklı olarak yaşamını sürdüren çok çeşitli hidrofitler bulunmaktadır. Hidrofitler (su yabancı otları), su bulunan çevrelerin doğal ve yararlı varlıklarından olup, besin döngüsünün başlangıcındaki canlılarla, diğer bir bitki ve hayvanlar arasında önemli bir bağ oluştururlar (Tursun, 2012).

Geleneksel tıp, Türkiye'de birinci basamak sağlık hizmetlerinde temel bir rol oynamaktadır. Anadolu'da bulunan bazı şifalı bitki türleri, biyoaktif moleküllerin zengin kaynakları olarak kabul edilir ve çeşitli insan hastalıklarının tedavisi için halk ilaçlarında yerel olarak kullanılır (Uysal ve ark., 2018). Ayrıca, günümüzde, yapay maddelerin kullanımının getirdiği bir takım olumsuz etkilerin görülmesi üzerine, pek çok alanda doğal ürün kullanımına hızlı bir dönüş başlamıştır (Özbay, 2004). Bitkisel

kaynaklı kimyasallar daha kısa sürede olumlu ve başarılı sonuçlar almak için alternatif bir tedavi yöntemi olarak tıpta kullanılmaktadır.

Fitoterapi, çeşitli hastalıkların tedavisinde her toplumda ve her yaş grubunda yaygın olarak kullanılmaktadır, çünkü modern tıp yöntemleri maliyetlidir ve yan etkiler gibi sınırlamaları vardır (Sucaklı ve ark., 2014; Pınar ve ark., 2017). Kolay ulaşılabilir olmaları, ucuz olmaları ve zararsız kabul edilmeleri gibi nedenlerle de bitkisel ilaçlara olan ilgi giderek artmaktadır (Koçtürk ve ark., 2009). Günümüzde uygulanan ilaç tedavilerinin olumsuz etkilerini bertaraf etmek için, bitkisel kaynaklı kimyasallara olan ilgi hem modern tıpta hem de ilaç sektöründe giderek artmakta ve destek görmektedir (Inbaneson ve ark., 2012; WHO, 2014). Türkiye zengin bir flora sahiptir; yaklaşık 12 000 bitki türü vardır ki bunun 3 700'ü endemiktir (ORAN, 2015). Türkiye'de birçok bitki türü çeşitli hastalıkların tedavisinde halk tarafından kullanılmaktadır. Bu bitkilerle hazırlanan halk ilaçları; tedaviyi ve nasıl kullandıklarını kuşaklara aktararak günümüze kadar ulaştırılmıştır. Geleneksel tedavi yöntemleri etnobotanik araştırmalarla kayıt altına alınmış ve ilaç geliştirme çalışmalarına katkıda bulunulması amaçlanmıştır (Erbay ve ark., 2018). Sentetik olarak üretilen birçok ilacın etken maddeleri bitkilerden izole edilen kimyasalların benzerleridir. Farmakolojik olarak üretilen ilaçların ise etken maddelerinin en az dörtte biri bitkilerden elde edilmektedir. Özellikle doğal kaynaklardan olan tıbbi ve aromatik bitkiler baharat, ilaç, kozmetik gibi birçok alanda uzun yıllardır kullanılmıştır ve halen kullanılmaktadır (Ertürk ve ark., 2020).

Son yıllarda tıbbi bitkilerden elde edilen aktif maddeler üzerindeki çalışmalar; bitkisel drogların birkaç etkiye sahip olmalarından, kolay ve ucuz tedavi imkânı elde etme isteğinden ve tedavi alanına sokulan yeni sentetik bileşiklerin bazılarında görülen tehlikeli yan etkiler gibi başlıca sebeplerden dolayı artmıştır. Bu nedenle günümüzde birçok bitki mikrobiyolojik ve farmakolojik yönlerden hatta biyolojik savaşın gündemde olduğu son yıllarda bitki savunma mekanizması bakımından da çok yönlü araştırılmaktadır (Aydın, 2012).

Bitkilerde primer bileşikler (karbonhidrat, lipit, protein, klorofil, nükleik asit, hem -hemoglobinde bulunan demirli-porfirin protein- gibi), sekonder bileşikler (fenolik bileşikler, terpenoitler, saponinler, iridoitler, polisakkaritler, alkaloidler ve

bazı toksik bileşikler gibi) bulunur. Tüm bitkilerde bulunan primer bileşikler hücre üretimi ve korunmasında etkili olurken, sekonder bileşiklerin çoğu nükleik asit, protein ve biyomembranların aktivitelerini spesifik olmayan bir yolla etkileyen ve çok sayıda hedefi olan ajanlardır. Ayrıca, sekonder metabolitlerin abiyotik streslere karşı (ısı değişimi gibi) koruyucu, patojenlere karşı savunma, faydalı organizmalara karşı çekici rolünün yanı sıra hücre düzeyinde sinyal iletimi ve gen ekspresyonu gibi daha karmaşık fonksiyonları da bulunmaktadır (Briskin, 2000; Wink, 2015). Bitkilerin tıbbi özellikleri, yapılarında bulunan ve farklı bileşenlere sahip kimyasal maddelerden kaynaklanır. Tıbbi bitkiler, daha önce bildirilen antimikrobiyal ve diğer biyolojik aktiviteleri olan flavonoidler, alkaloidler, tanenler ve fenolikler gibi bazı biyoaktif bileşiklere sahip oldukları için araştırılması önem kazanmaktadır (Unuofin ve ark., 2018). Ayrıca, bu kimyasal maddeler canlılar üzerinde fizyolojik etkiler de gösterir. Bitkilerden elde edilen doğal bileşikler antimikrobiyal, antioksidan, antienflamatuar, antitümoral, antikanser vb. ajanlar olarak çok dikkat çekmektedir (Ya, 2015).

Vücudumuzda enerji üretimi sırasında mitokondri tarafından normal oksijen kullanılarak serbest radikaller olan reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) oluşmaktadır. Bu serbest radikaller lipidlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin yapısında değişiklik meydana getirebilir (Shinde ve ark., 2012). ROS ve RNS düşük yoğunlukta olursa yararlı etkilerinden söz edilebilir; enfeksiyonlara karşı savunma, kanser hücrelerinin öldürülmesi ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu gibi savunma fonksiyonlarıyla birlikte intrasellüler depolardan kalsiyum salınımı, tirozin amino asidini fosfatlama aktivasyonu ve büyüme faktörü sinyallerinin aktivasyonu gibi hücresel sinyallerin aktivasyonunda rol oynamaktadır (Karabulut ve Gülay, 2016).

ROS ve RNS gibi serbest radikallerin, hücresel biyomoleküllere zarar verdiği ve dejeneratif hastalıklara neden olduğu bilinmektedir. Normal fizyolojik koşullarda, hücrelerde sürekli oluşan ROS'lar ile onlarla etkileşime geçen antioksidanlar arasında bir denge vardır. Hücrede süperoksit radikallerinin birikmesi ya da endojen savunma sistemlerinin yetersiz kalması durumu oksidatif stres olarak tanımlanır (Sies ve Cadenas, 1985). Antioksidanlar, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarı önleyen doğal ve sentetik olabilen çeşitli fenoliklere sahip bileşiklerdir.

Antioksidanlar serbest radikalleri inhibe ederek oksidatif strese karşı koruyucu etki oluşturmaktadır.

Serbest radikallerle uyarılan oksidatif stresin Parkinson, Alzheimer, Huntington, Amyotrofik lateral skleroz, immün sistem bozuklukları, diyabet, kanser, kardiyovasküler bozukluklar ve kanser gibi çok sayıda hastalığın ortaya çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarın ilerleyici olması, yaşlanma ve yaşlanmaya bağlı dejeneratif hastalıkların (katarakt, ateroskleroz) oluşmasına da neden olmaktadır (Percival, 1998; Pisoschi ve Pop, 2015; Athere ve ark., 2018).

Antioksidanlar sentetik ve doğal antioksidanlar olarak iki temel şekilde sınıflandırılır. Genel olarak, sentetik antioksidanlar, çeşitli derecelerde alkil benzeri maddeleri içeren fenolik bileşikler iken, doğal antioksidanlar, kuinon ve lakton gibi fenolik bileşikleri içerebilir. Butilatlanmış hidroksianisol (BHA) ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidanlar, yüksek antioksidan kapasiteleri ve oksidasyon reaksiyonlarının geciktirilmesindeki üstün performansları nedeniyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda uygulamalarının haricinde, moleküllerin ve karışımların antioksidan özelliklerinin karakterizasyonu da biyolojik sistemlere olan ilginin artmasına neden olmuştur (Cruz ve ark., 2018).

Şifalı bitkiler, çeşitli fito-bileşenlerinin ortaya çıkmasına bağlı olarak önemli serbest radikal temizleme potansiyeline sahip, antioksidan bileşikler açısından ise oldukça zengindir. Bitkisel bazlı antioksidanların tanımlanması, çok büyük bir önem kazanmış ve hücre ve dokuları serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyucu özelliğe sahip olabilecekleri yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Athere ve ark., 2018).

Bitki materyallerinin ortaya çıkan antioksidan aktiviteleri ise her farklı çözücü kullanılarak elde edilen ekstrede farklı antioksidan bileşiklerin kimyasal özelliklerine ve polaritelere sahip olması nedeniyle farklı çıkmaktadır. Bu nedenle antioksidan aktivite çalışmalarında farklı çözücülerden elde edilen ekstrenin yapısı da büyük ölçüde öneme sahiptir (Athere ve ark., 2018).

Alzheimer hastalığı (AH) halk arasında bunama olarak da adlandırılan demansın bir türüdür. Zaman içinde kademe kademe giderek kötüleşir ve hafıza

kaybı, öğrenme ve dil becerilerinde gerileri gibi belirtilere neden olur (Şentürk ve Şentürk, 2018). Birçok ilaç endüstrisi, bu hastalığın çeşitli nedensel faktörlerini araştırmaya kendilerini adanmış olsa da ne yazık ki, kolinerjik hipotez, amiloid hipotezi, tau hipotezi, kalsiyum hipotezi, izoprenoid değişimi, kesin patogenezi içeren önerilen beş hipotez arasında Alzheimer hastalığı, karmaşıklığı nedeniyle hala tam olarak doğrulanmamıştır (Jiang ve Gao, 2019). Alzheimer hastalığının bilinen birçok risk faktörü bulunmaktadır ve bunların arasından yaşlanma, en temel risk faktörüdür. Diğer risk faktörleri arasında diyabet, metabolik sendrom, periferik insülin direnci, obezite ve yüksek kolesterol sayılabilmektedir (Kazkayası ve ark., 2018). Yapılan çalışmalar sonucunda Alzheimer hastalarının beyinlerinde asetilkolin (ACh) ve bütirilkolin (BCh) olarak adlandırılan nöromedyatör düzeylerinde eksiklikler olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ACh ve BCh'yi hidroliz eden temel enzimler olan asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirilkolinesterazın (BChE) inhibisyonu AH'ye karşı önemli bir tedavi seçeneği haline gelmiştir (Şentürk ve Şentürk, 2018). Asetilkolin (ACh) ve bütirilkolin (BCh) esteraz enzimleri hafıza ve düşünceyle alakalı nörotransmitter olan asetilkolinin parçalanmasını önlemektedir (Standridge, 2004). Öğrenme ve bellek fonksiyonları yönünden önemli olan glutamati düzenleyen N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptör antagonistleri vardır. Günümüzde Alzheimer hastalığının tedavisinde FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) ile onaylanmış tek NMDA orta ve ciddi Alzheimer hastalığı tedavisinde kullanılan memantindir (Yılmaz, 2018).

Antibiyotikler mikroorganizmaların büyümesini durdurucu ya da öldürücü şeklinde etki gösterirler ve biyolojik kaynaklı ya da yapay olarak elde edilen çok etkili biyoaktif maddelerdir (Topal ve ark., 2015). Antimikrobiyal aktivitenin etkinliği ise bitkinin türüne, kimyasal içeriğine ve konsantrasyonuna, hedef mikroorganizmanın türüne ve yükü gibi çeşitli etmenlere bağlıdır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

Türkiye’de bitkilerin kimyasal kompozisyonuyla ve antimikrobiyal etkileriyle ilgili çalışmaların çoğunda karasal orijinli bitkiler kullanılırken, su bitkileri oldukça az çalışılmıştır. Oysa, ülkemiz farklı tip sucul ekosistemlerce oldukça zengin olup buralarda emers, submers, yüzen yapraklı tiplerde yaşamını sürdüren çok çeşitli hidrofıtlar yani su bitkileri bulunmaktadır (Ertürk ve ark., 2019). Daha çok makro

deniz algleriyle ilgili incelemeler yapılmıştır. Tatlı sularda yaygın bulunan su bitkileriyle yapılan çalışmalar ise çok daha azdır (Kırım, 1996; Özbay, 2004; Gümüş, 2007; Özbay ve Alim, 2009; Gülçin ve ark., 2010; Savaroğlu ve ark., 2011; Tursun 2012; Taş ve ark., 2015; Taş ve ark., 2018 a,b; Ertürk ve ark., 2019, 2020). Oysa kara bitkilerinin yanında su bitkileri de insan beslenmesi açısından ve kara bitkilerinden farklı olarak çeşitli kimyasalları bünyesinde bulundurması bakımından oldukça önemlidirler. Bu konuda özellikle Asya'da ve uzak doğuda yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur (Dorman ve Deans 2000; Pro ve ark., 2003; Bushmann ve Ailstock 2006; Goud ve Charya 2009; Piotrowska ve ark., 2010; Swapna ve ark., 2011; Bisvas ve ark., 2012; Shirshova ve ark., 2012; Oukarroum ve ark., 2013; Vladimirova ve Georgiyants, 2013; Gupta ve Pandey, 2014; Ya 2015; Amin ve ark., 2016).

Karadeniz kıyısındaki Yeşilirmak Deltası sığ göller, sulak alanlar, akarsu ve kanallar gibi tatlı su ekosistemlerince oldukça zengindir. Bu alanlarda su bitkileri oldukça çeşitli ve yaygın olup, zaman zaman su yüzeyini tamamen kaplayan yüzen yapraklı su bitkilerinin aşırı çoğaldığı bildirilmiştir (Taş ve ark., 2019). Tatlı sularda yaşayan ve su üzerinde serbest yüzen bitkilerden olan su mercimeği türleri, Anadolu'da durgun ve tatlı sularda yaygın olarak bulunur, su üzerinde yeşil bir tabaka meydana getirir (Tanker ve ark., 1998). Serbest yüzen yapraklı su bitkileri (su mercimekleri ve su eğreltileri) sulak alanlarda sık rastlanan bitkilerdendir. Bunların sucul ortamlara adaptasyon yeteneğinin fazla olması, küçük biyomasa sahip olması ve kontaminantları akümülyasyon yeteneğinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı birçok araştırmacı tarafından laboratuvarında toksikolojik çalışmalarında kullanılmıştır (Uruç Parlak, 2010; Lelebici, 2010; Gülçin ve ark., 2010; Topal ve ark., 2011; Gültekin ve Doğan, 2012; Burak 2017). Bu bitkilerin kültürleri yapılarak ticari bir ürün olarak kullanılabilmesi de göstermiştir. Kara ziraatına göre su mercimeğinden birkaç kat daha fazla ürün elde edilmiştir. Su mercimekleri yüksek oranda su içermeleri yönünden su bitkilerine, proteinlerinin kalite ve miktarı bakımından da soya fasulyesi ununa benzerler. Özellikle su mercimeği türleri protein miktarları bakımından soyadan sonra gelmektedir (Kırım, 1996). Taze su mercimekleri ve su eğreltileri sazan gibi tatlısu balıkları için de tam bir besin kaynağıdır. Çok hızlı büyümeleri, yüksek oranda protein içermeleri, atık suları temizleme yeteneğine sahip

olmaları, temiz sularda olduğu gibi acı sularda da çok iyi gelişebilmeleri gibi özellikleriyle bilimsel çalışmaların birçoğunda özellikle su mercimeği türleri tercih edilmektedir.

Mevcut çalışmamızda, Yeşilırmak Deltası'ndaki sulak alanlardan toplanan iki farklı su mercimeği türü olan *Lemna trisulca* L. ve *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. ile küçük su eğretilerinden *Salvinia natans* (L.) All. türü incelenmiştir. Çalışmanın amacı; bu su bitkilerinin, *i*) biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi *ii*) antimikrobiyal, antioksidan ve enzim inhibitör aktivitelerinin incelenmesi ve *iii*) su bitkilerinin önemini vurgulayarak literatüre katkı sağlamaktır. Elde edilen sonuçların değerlendirilerek fitoterapide ve/veya drog olarak kullanılabilmesi umulmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Erzurum ve Pasinler'deki sularda doğal olarak yetişen *Lemna minor* ve *L. trisulca* bitki türlerinin bazı ekolojik ve morfolojik özellikleri ile besin maddeleri kompozisyonları incelenmiştir. Besin maddeleri yönünden yapılan kimyasal analizlerde *L. minor* ve *L. trisulca*'nın ham protein, ham selüloz, ham kül ve ham yağ miktarları sırasıyla: %15.60-15.35, %7.99-7.00, %13.21-12.50, %7.83-9.8 olarak bulunmuştur (Kırım, 1996).

Su bitkilerine yapılan bir çalışmada, antibakteriyel aktivite açısından *Potamogeton pectinatus* L., *P. perfoliatus* L. (kızıl saçlı ot) ve *Ruppia maritima* L. olmak üzere üç submers bitki türünden elde edilen metanol ekstraktları test edilmiştir. Aksenik kültürü bitkilerin metanolik ekstraktları, test edilen tüm gram-pozitif bakterilere karşı etkili olmuş; *Vibrio* sp., *Listonella* sp., ve *Pasteurella* sp. cinslerinde bulunan bazı gram negatif türler de duyarlı olurken, diğer gram negatif bakterilerin dirençli olduğu tespit edilmiştir (Bushman ve Ailstock, 2006).

Deniz marulu *Ulva lactuca* türünde ilkbahar ve yaz aylarında kimyasal kompozisyon (toplam su, nem, kül, suda eriyebilir karbonhidrat, toplam protein) oranları belirlenerek karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda protein açısından en düşük ay Ağustos ayı olarak tespit edilmiştir. Kül ve suda eriyebilir karbonhidrat açısından en düşük ayın Mart; nem miktarı açısından en düşük ayın ise Temmuz ayı olduğu görülmüştür (Gümüş, 2007).

Durmaz ve ark.,'ın (2008) yaptığı bir çalışmada, Karadeniz'in Sinop kıyılarından toplanan *Ulva* türlerinde pigment analizleri ve yağ asitleri araştırılmıştır. Pigmentler (klorofil a ve toplam karotenoid) spektrofotometrik yöntem ile analiz edilip, yağ asitleri Varian GC kullanılarak belirlenmiş ve yüksek düzeyde pigment, yağ asidi ve vitamin değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Vasu ve ark., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, üç farklı su bitkisinin (*Eichhornia crassipes*, *Ipomoea aquatica*, *Nymphaea pubescens*) biyokimyasal kompozisyonu araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda biyomoleküllerin çoğunun suda yaşayan üç bitkide bulunduğu ortaya konulmuştur. Alkaloidler, ellagik asit, fenoller, steroidler, tanenler, triterpenoidler, saponinler *E. crassipes* içinde bulunurken,

falvonoidler tespit edilmemiştir. Biyomoleküller, alkaloidler, ellagik asit, fenoller, tanenler, saponinler, falvonoidler *I. aquatica* ve *N. pubescens*'te bulunmuştur.

Gülçin ve ark.,'ın (2010) gerçekleştirdiği bir çalışmada, farklı in vitro metotlar kullanılarak su mercimeğinin (*L. minor*) antioksidan, antiradikal, antimikrobiyal ve antikandidal aktivitelerini belirlenmiştir. Bu çalışmada su mercimeğinin liyofilize edilmiş su ile etanol ekstresinin, 45 µg/mL konsantrasyonunda linoleik asit emülsiyonunun peroksidasyonunu sırasıyla %100 ve %94.2 inhibe ettiği, diğer taraftan aynı konsantrasyonda BHA, BHT, α-tokoferol ve troloksun linoleik asit emülsiyonunun peroksidasyonunu sırasıyla %92.2, %99.6, %84.6 ve %95.6 inhibe ettiği gözlenmiştir. Ayrıca, su ekstreleri ve etanol ekstrelerinin yirmi bir bakteri ve dört mantar (maya) türüne karşı inhibitör etkileri disk-difüzyon metodu kullanılarak test edilmiştir. *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus warneri*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri*, *Neisseria lactamica*, *Neisseria sicca*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* ve *Streptococcus pneumoniae*'ye karşı antibakteriyel etkiye ve *Candida parapsilosis* ve *Candida glabrata*'ya karşı da antikandidal etkiye sahip olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, *Lemna gibba* (L.) ve *Groenlandia densa* (L.) Fourr. bitkileri 0.05, 0.5, 5, 10, 20 mg/L konsantrasyonlarında 96 saat nikel nitrat, kadmiyum nitrat ve kurşun nitrat tuzlarına maruz bırakılmış ve konsantrasyona bağlı olarak bitkilerin ağır metal biriktirme kapasitelerindeki değişim ölçülmüştür. Aynı zamanda bu tuzların *L. gibba* ve *G. densa*'da antioksidan enzim aktivitesinin yanı sıra fotosentetik pigmentler ve protein içeriğindeki değişime etkisi de araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, *L. gibba* ve *G. densa*'nın nikel, kadmiyum ve kurşun için iyi birer akümülatör olduğunu göstermiştir, aynı zamanda ağır metale maruz kalan bitkilerin protein ve fotosentetik pigmentlerin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Uruç Parlak, 2010).

Nymphaea alba'nın etanolik ekstrelerinin anksiyolitik etkisini değerlendirmek için farelerle yapılan bir çalışmada, *N. alba*'nın anksiyolitik aktiviteye sahip olabileceği, geleneksel tedavide kullanılabileceği bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Thippeswamy, 2011).

Dört farklı su yabancı otunun (*Myriophyllum verticillatum*, *L. minör*, *Nasturtium officinale*, *Apium nodiflorum*) kök, gövde ve yapraklarında bulunan makro, mikro ve ağır metallerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak organik madde açısından en yüksek değer *A. nodiflorum* (ortalama %78) bitkisinden elde edilirken, ham protein oranı bakımından ise en yüksek sonuç *N. officinale* (yaklaşık %27) bitkisinden sağlanmıştır (Tursun, 2012).

Yapılan bir tez çalışmasında 18 denizel makroalg türünün [8 kahverengi alg (Phaeophyceae), 4 kırmızı alg (Rhodophyta) ve 6 yeşil alg (Chlorophyta)] antimikrobiyal, antitümoral, antiprotozoal ve asetilkolinesteraz aktivitelerine bakılmış ve tüm araştırmalardan olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Çınar, 2012).

Türkoğlu ve Parlak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, *Riccia fluitans*'ın farklı in vitro yöntemlerle antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Antioksidan ve antiradikal aktivitelerin değerlendirilmesi için, ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilenbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikali giderme aktivitesi, DPPH (1,1-difenil-2-pikril-hidrazil) serbest radikal giderme aktivitesi, indirgeme kuvveti ve demir iyonları şelatlama aktiviteleri hesaplanmıştır. Buna ek olarak, etanol ekstralarında toplam fenolik ve toplam flavonoid bileşikler sırasıyla, gallik asit ve kuersetin eşdeğerleri olarak belirlenmiş ve sonuç olarak, bu bitkinin doğal gıda ve antioksidan kaynağı olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Ceratophyllum demersum türüyle ilgili yapılan bir derleme çalışmasında bu su bitkisinin; etnomedikal, farmakolojik özellikleri, antidiarhoeal ve yara iyileşmesi aktivitesi, antioksidan ve anti-asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesi, antimikrobiyal etkinliği, antineoplastik ve antienflamatuar aktivite, analjezik ve antipiretik aktivite, allelopatik aktivite ve genotoksik aktiviteye sahip olduğuna dikkat çekilmiştir (Abu, 2015).

Ranunculus sphaerospermus'un su ve etanol ekstralarının antibakteriyel, antifungal ve antioksidan etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda su ekstraları antimikrobiyal etki göstermemiştir. Bu çalışmada etanol ekstralarının antibakteriyel etkisinin olduğu fakat antifungal etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek inhibisyon zon çapı *S. aureus* bakterisine karşı gözlenmiştir. *R. sphaerospermum* örneklerinin etanol ve su özütlerinin antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi için

ise DPPH analiz yöntemi kullanılmıştır. Su bitkisinin su ve etanol özütlerinin konsantrasyona bağlı bir şekilde DPPH radikal süpürme etkinliği gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek DPPH serbest radikali süpürme aktivitesini etanol ekstresi göstermiştir (SC₅₀: 0.189 mg/mL) (Ertürk ve ark. 2019).

Myriophyllum spicatum türünün iki farklı lokasyondan (Ulugöl-Ordu ve Miliç Çayı-Terme, Samsun) elde edilen örneklerinin etanol ekstralarının antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bitkinin etanol ekstralarının kullanılan test organizmalar (4 Gram-pozitif bakteri, 4 Gram-negatif bakteri ve 2 mantar) üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Çalışma bulgularına göre, *M. spicatum* ekstraları en yüksek etkiyi *B. subtilis* üzerinde, en düşük etkiyi *Escherichia coli* üzerinde göstermiştir. Ekstrelerin Gram-pozitif bakteriler üzerinde Gram-negatif bakterilere göre daha etkili olduğu ayrıca Terme'den toplanan *M. spicatum* örneklerin Ulugöl örneklerinden daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu kaydedilmiştir (Ertürk ve ark., 2020).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Bitki Materyalleri

3.1.1 *Lemna trisulca* L. (Zincirsi su mercimeği)

Serbest yüzen yapraklı bir su bitkisi olan *Lemna trisulca* L. türünün sistematik kategorisi Çizelge 3.1’de, genel görüntüsü Şekil 3.1’de verilmiştir. *L. trisulca* (zincirsi su mercimeği), çoğu mezotrofik, ötrofik veya yavaş akan su kütlelerinde ve aynı zamanda hızlı akan nehirlerdeki geri akıntılarda yayılış gösterir. Gölgeye ve hiperötrofikasyona toleranslıdır ve genellikle çok az sayıda başka sucül bitki türüyle bir arada bulunur (IUCN, 2019).

Çizelge 3.1 *Lemna trisulca* L.'nin Taksonomisi

| Alem | Şube | Sınıf | Takım | Familya |
|---------|--------------|------------|-------------|---------|
| Plantae | Tracheophyta | Liliopsida | Alismatales | Araceae |

Ana ve yavru yapraksı gövdeler, uzun ve uca doğru daralan saplarla, birkaç jenerasyon boyunca birbirlerine bağlı kalarak zincirli topluluklar oluştururlar. Yapraksı gövde ayaları (frond) mızraksı elips biçiminden ters mızraksı biçimine kadar değişir, taban bölümlerinde ince bir sap biçiminde daralır. Kenarları düz ya da uç kısmına doğru ince dişlidir. Bütün frondlar köksüzdür, ya da tek kök içermektedir. Üreme torbaları tabansal ucun yan tarafında bulunur. Tohum damarlarında belirgin olmayan bir biçimde mantarsı kalınlaşmalar vardır (Altınayar, 1988).



Şekil 3.1 *L. trisulca*'nın Stereo Mikroskop Görüntüsü

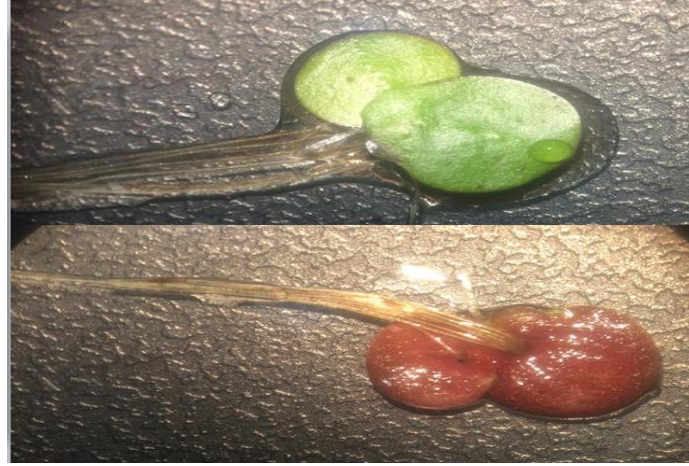
3.1.2 *Spirodela polyrhiza* L. (İri su mercimeği)

Serbest yüzen yapraklı su bitkilerinden olan *Spirodela polyrhiza* L. türünün sistematik kategorisi Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bu tür, yazları sıcak geçen bölgelerde, tatlısularda, genellikle ötrofik göl ve mezotrofik durgun sularda bulunur. *Lemna* türleri, *Wolffia* türleri, *Pistia* türleri ve *Salvinia* türleri ile bir arada bulunur. Soğuk algınlığı, kızamık, ödem ve idrar yolları hastalıklarının tedavisinde kullanılır (IUCN, 2019).

Çizelge 3.2 *Spirodela polyrhiza* L.’nin Taksonomisi

| Alem | Şube | Sınıf | Takım | Familya |
|---------|--------------|------------|-------------|---------|
| Plantae | Tracheophyta | Liliopsida | Alismatales | Araceae |

Yapraksı yapıdaki gövde su yüzeyinde yüzer, tek veya 2-5’li gruplar halinde bulunur, 4-8 mm, orbikular-ovlat, asimetrik, kenarları tam, genellikle 5-10 damarlı, üst yüzü yeşil, alt yüzü mat kırmızımsı mavidir (Şekil 3.2). Kökler 5-15 adettir. Meyveler (Türkiye örneklerinde görülmemiştir) hafifçe kanatlı, globoz biçimindedir. Tohumlar ovoid, üstü düz veya damarlıdır (Leblebici, 2010).



Şekil 3.2 *S. polyrhiza*’nın Stereo Mikroskopta Üstten ve Alttan Görüntüsü

3.1.3 *Salvinia natans* L. (Küçük su eğreltisi)

Serbest yüzen yapraklı su eğreltilerinden olan *Salvinia natans* L. türünün sistematik kategorisi Çizelge 3.3’te verilmiştir. Bu tür, tek yıllık yatay gövdeli ince ve dallanmış bir bitkidir (Şekil 3.3).

Çizelge 3.3 *Salvinia natans* L.'nin Taksonomisi

| Alem | Şube | Sınıf | Takım | Familya |
|---------|--------------|----------------|-------------|--------------|
| Plantae | Tracheophyta | Polypodiopsida | Salviniales | Salviniaceae |

Yüzen yaprakları yumurta biçimlidir. 10-18x6-8 mm boyutlarındadır. Yaprakların üst yüzeylerinde 6-8 sıra kabarcık bulunur. Köke benzer bölümlere ayrılmış üçüncü yaprak su içine asılı olarak bulunur, boyu 7 cm'ye kadar uzayabilir. Organik madde bakımından zengin durgun sularda ve sulama kanallarında su mercimeği türleri ile birlikte bulunur (Altınayar, 1988).



Şekil 3.3 *S. natans*'ın Genel Görüntüleri ve Stereo Mikroskop Görüntüsü

3.2 Yöntemler

3.2.1 Arazi Çalışmaları

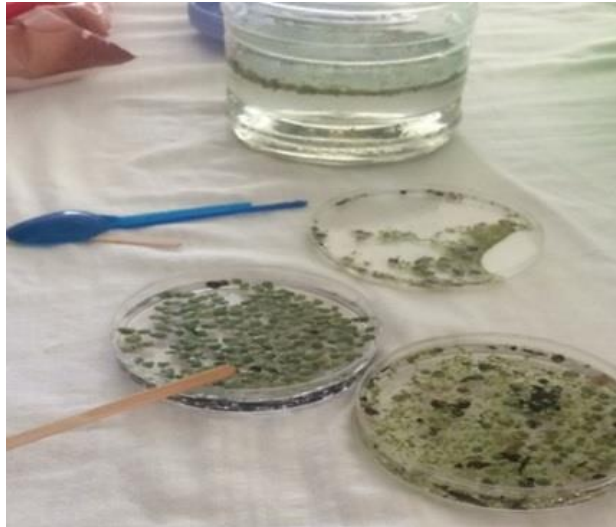
Çalışmada kullanılan bitki materyalleri Yeşilirmak Deltası'ndaki sulak alanlardan (akarsu, kanal, göl vb.) üç farklı lokasyondan toplanmıştır (41°12'19"K 36°56'16"D, 41°16'11"K 36°56'46"D ve 41°16'42"K 36°56'31"D). Karışık olarak toplanan bitki numuneleri yaşadığı ortama ait suyuyla beraber plastik kaplara doldurularak laboratuvara getirilmiş ve örnekler ilk aşamada morfolojik özelliklerine gruplandırılmıştır. Tür tanımlamaları Su Yabancı Otları (Altınayar, 1988) ve Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü (Seçmen ve Leblebici, 1996) kitaplarına göre yapılmıştır. Şekil 3.4'te su bitkilerinin toplandığı ve yaygın olarak bulunduğu Yeşilirmak Deltası'ndaki (Terme, Samsun) sulak alanlar görülmektedir.



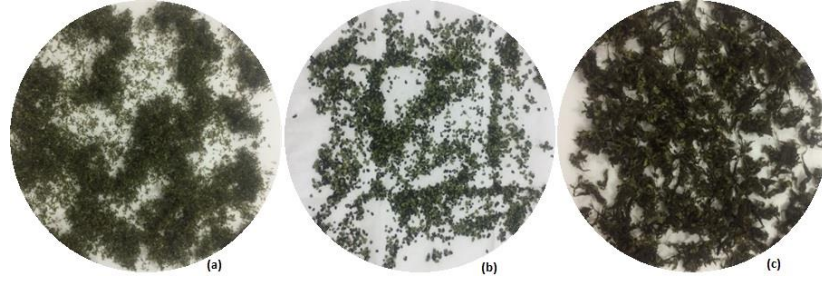
Şekil 3.4 Su Bitkilerinin Toplandığı Sulak Alanlar (Orijinal)

3.2.2 Yıkama ve Kurutma İşlemleri

Plastik kaplarla laboratuvara getirilen karışık bitki numuneleri ilk olarak üzerindeki epifitlerinden ve diğer yabancı maddelerden tamamen arındırılmıştır. Önce çeşme suyuyla daha sonra distile suyla iyice yıkanan numuneler türlere göre ayrıştırılmıştır (Şekil 3.5). Yıkanan numuneler kurutma kâğıtları üzerine serilip doğrudan ışık almayan bir ortamda oda sıcaklığında nemi uzaklaşana kadar bekletilmiştir (Şekil 3.6). Daha sonra numuneler 40 °C'ye ayarlanmış etüvde 24 saat kurutulmuştur. Kuruyan örnekler mekanik öğütücüde (Waring 8011 EB Blender) parçalanıp toz haline getirildikten sonra ağzı kapaklı polietilen şişelere aktarılıp etiketlemesi yapılarak analizler yapılincaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.5 Bitkilerin Ayrıştırılması



Şekil 3.6 Kurutulmuş bitki materyalleri. (a) *L. trisulca*, (b) *S. polyrhiza*, (c) *S. natans*

3.2.3 Bitki Analizleri

3.2.3.1 Su (Nem) İçeriği, Kuru Madde ve Kül Tayini

Nem, kuru madde ve kül analizleri uluslararası resmi analiz metodlarına göre yapılmıştır (AOAC, 1990). Alüminyum folyo ile sarılan cam petri kapları 105 °C'ye ayarlanmış etüvde 1 saat bekletilip desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Sabit tartıma getirilen petri kaplarına yaş bitki numunelerinden 2'şer g tartılıp yerleştirilmiş ve hassas terazide (Radwağ AS220.R2) tartımı yapılmıştır (M_1). Hazırlanan numuneler 105±1 °C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan numuneler desikatöre alınıp oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır (M_2). Kaydedilen tartımlardan aşağıdaki formüle göre % su (nem) içeriği ve % toplam kuru madde miktarı hesaplanmıştır.

$$\% Su (nem) içeriği = [(M_1 - M_2) / m] \times 100 \quad (3.1)$$

M_1 = Alınan örnek ağırlığı + sabit tartıma getirilen petri kabının ağırlığı

M_2 = Kurutulmuş örnek + sabit tartıma getirilen petri kabının ağırlığı

m = Alınan örneğin ağırlığı

$$\% Toplam kuru madde = 100 - \% Su içeriği \quad (3.2)$$

Ham kül analizi AOAC (1990) metoduna göre yapılmıştır. Kurutulmuş öğütülen numuneler porselen krozeller içinde 1 g hassas terazide tartılıp 550 °C'ye ayarlı yakma fırınına yerleştirilerek 3 ila 5 saat (gümüş gri bir renk alıncaya kadar) yakılmıştır (Şekil 3.7). Süre sonunda numuneler desikatöre alınıp soğutulduktan sonra hassas terazide tartımı yapılmıştır. Kaydedilen tartımlardan aşağıdaki formüle göre % kül miktarı hesaplanmıştır.

$$\% Kül miktarı = \frac{Son ağırlık - Dara * 100}{Dara + Numune - Dara} \quad (3.3)$$



Şekil 3.7 (A) Kuru Bitki Numuneleri (B) Yakıldıktan Sonra Bitki Numuneleri. (1) *S. polyrhiza* (2) *L. trisulca* (3) *S. natans*

3.2.3.2 Toplam Azot ve Protein Analizi

Kurutulup öğütülen bitki örneklerinde toplam azot tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Kacar ve İnal, 2010). Analiz için 0.25 g bitki numunelerinin üzerine 5 mL H₂SO₄ ve katalizör selenyum tablet eklenmiştir. Kjeldahl cihazında materyaller çagla yeşili oluncaya kadar 400 °C’de yaklaşık 1.5 saat yakılmıştır. Bir süre soğutulduktan sonra numunelerin üzerine 25 mL distile su ilave edilmiştir. Alkali tankı %40’lık NaOH ile doldurulup distilasyon düzeneğine 10 mL %4’lük borik asit ve 5 damla metil red indikatörü eklenmiş erlen yerleştirildikten sonra distilasyon yapılmıştır. Titrasyon aşamasında büret 0.1 N HCl ile doldurulmuştur. Daha sonra erlendeki sıvının 0.1 N HCl ile titrasyonu yapıp indikatörün pembe renginin gözleendiği anda harcanan HCl miktarı kaydedilmiştir (Şekil 3.8). % N ve % protein miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kacar ve İnal, 2010).

$$\% N = \text{Harcanan HCl (mL)} \times 0.14 / 0.25 \text{ (Tartılan numune, g)} \quad (3.4)$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times 6.25 \quad (3.5)$$

Şekil 3.8’de Kjeldahl cihazında analizin yapıışı görölmektedir.



Şekil 3.8 Numunelerin Distilasyonu

3.2.3.3 Fotosentetik Pigment Analizi

Taze bitki örnekleri (1 g) 50 mL %80'lik aseton ile porselen havanda homojenize edildikten sonra (Şekil 3.9) ekstre filtre kağıdından (Whatman no:41) süzülmüştür. Elde edilen örnekler santrifüj tüplerine aktarılıp etrafı alüminyum folyo ile sarılarak ışıktan korunmuştur. Spektrofotometrede (SHIMADZU UV-1800) 470 A°, 646.8 A° ve 663.2 A° dalga boylarında okuması yapılarak aşağıdaki formüle göre klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil ile karotenoit miktarları hesaplanmıştır (Lichtenthaler, 1987).

$$Kl-a = [(12.25 \times A_{663.2}) - (2.79 \times A_{646.8})] \times V/W \quad (3.6)$$

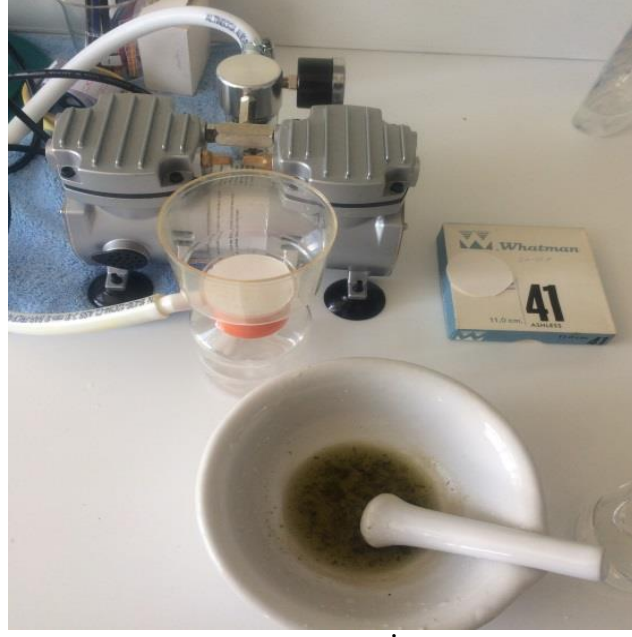
$$Kl-b = [(21.50 \times A_{646.8}) - (5.10 \times A_{663.2})] \times V/W \quad (3.7)$$

$$Kl-T = [(7.15 \times A_{663.2}) + (18.71 \times A_{646.8})] \times V/W \quad (3.8)$$

$$Karotenoit = [(1000 \times A_{470}) - (1.82 \times Kl-a) - (85.02 \times Kl-b)] / 198 \times V/W \quad (3.9)$$

V= Kullanılan aseton hacmi (mL)

W= Kullanılan bitki ağırlığı (mg)



Şekil 3.9 Klorofil Analizi İçin Numunelerin Hazırlanması

3.2.3.4 pH Analizi

Yaş bitki numunesi (1 g) 20 mL distile su ile havanda iyice ezildikten sonra geniş çaplı bir filtre kağıdından süzölmüştür. Filtre kâğıdı üzerinde kalan posa 100 mL'lik balon jodelere alınarak üzerine 100 mL'ye tamamlayacak kadar distile su ilave edilip kaynatılmıştır. Kaynamaya başlayan numuneler oda sıcaklığına getirildikten sonra süzölüp kalan süzöntünün pH değeri pH metrede (HANNA HI 2020 edge) okunmuştur (Kacar ve İnal, 2010). Şekil 3.10'da pH analiz hazırlığı görölmektedir.



Şekil 3.10 pH Analizleri

3.2.3.5 Makro ve Mikro Element Analizi

HNO₃:HClO₄ (4:1, v/v) çözeltisi kullanılarak yaş yakma metodu (Kacar ve İnal, 2010) ile elde edilen bitki numunelerinde (Şekil 3.11) Ca, Cu, Zn ve Mn elementleri atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS, Perkin Elmer A400) kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.11 Yaş Yakma Analizi

3.2.3.6 Gaz Kromatografi Kütle Spektrometre (GC-MS) Sistemi ile Biyoaktif Bileşenlerin Analizi

Su bitkilerinin biyoaktif bileşenlerinin analizi Ordu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan GCMS-QP2010 Ultra (SHIMADZU, Kyoto, Japan) Gaz Kromatografi Kütle Spektrometre Sistemi ile MS dedektör (Mass Spektrometre Detector) ve Restek-Rtx-5 kolonda (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) 60 °C // 320 °C kolon sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. (Colon Flow 2.12 mL/min.) Örnekler cihaza verilmeden önce 1/10 oranında asetonitril ile seyreltilmiştir. Numune değerlendirmesi % alan dağılımına göre kalitatif olarak yapılmıştır. İntegrasyonlar genel olarak en büyük 30 peak üzerinden yapılmıştır. Piklerin tanımlanmasında W9N11 kütüphanesi kullanılmıştır.

3.2.3.7. Ekstraksiyon İşlemleri

Toz haline getirilen numuneler hassas terazide (Radwag AS 220.R2) her bir numuneden 7 g olacak şekilde tartılarak 250 mL'lik erlenlere aktarılmıştır. Numunelerin üzerine 1/5 oranında %99.8'lik etanol ve %96.5'lik aseton ilave edilmiştir (Şekil 3.12). Hazırlanan numuneler 110 rpm'e ayarlanmış dijital orbital çalkalayıcıya (SHO-2D, DAIHAN) yerleştirilmiş, üç gün boyunca karanlıkta 21±1 °C'de iklim dolabında ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyonun daha iyi sonuçlanması, bitki hücrelerinin parçalanarak hücre özlerinin çözücüye karışması için numuneler 30 dakika ultrasonik su banyosunda (Daihan WiseClean® WUC-A02H) tutulmuştur. Numuneler Whatman no: 41 filtre kâğıdından süzülükten sonra döner buharlaştırıcıda çözümler uçurulmuş ve analize kadar numuneler buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Çalışmada yeteri kadar bitki numunesi elde edilemediği için *S. polyrhiza* türünün sadece etanol ekstresi kullanılmıştır.



Şekil 3.12 Ekstraksiyon Sonrası Bitki Numuneleri

3.2.4 Antimikrobiyal Analizler

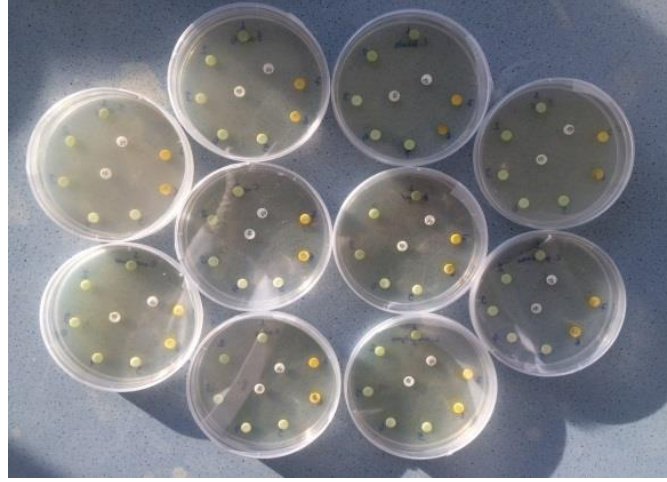
3.2.4.1 Mikrobiyolojik Analizler İçin Kullanılacak Test Organizmaları ve Besiyeri Ortamı

Antimikrobiyal analizler için çalışmamızda 4 Gram-pozitif bakteri (*Bacillus cereus* ATCC® 10876™, *Bacillus subtilis* B209, *Listeria monocytogenes* ATCC® 7677™ ve *Enterococcus faecalis* ATCC® 29121™), 4 Gram-negatif bakteri (*Salmonella enterica* ATCC® 14028™, *Escherichia coli* ATCC® 25922™, *Klebsiella pneumoniae* ATCC® 13883™ ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC® 27853™), 1 küf mantarı (*Aspergillus niger* ATCC® 9642™) ve 1 maya mantarı (*Candida albicans* ATCC® 10231™) suşları kullanılmıştır. Kontrol için ampicillin, cephazolin ve nystatin antimikrobiyal duyarlılık test diskleri kullanılmıştır.

Mikrobiyal analizler için bakterilerde Mueller Hinton (Merck 1.05437) agar besiyeri ile Mueller Hinton Broth besiyeri, mantarlarda ise Sabouraud-2 % Dextrose Agar (Merck 1.07315) kullanılmıştır.

3.2.4.2. Bitki Ekstrelerinden Antibiyotik Disklerin Hazırlanışı

Bitki numunelerinden elde edilen aseton ve etanol ekstralarının antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi kullanılarak test edilmiştir (Ertürk, 2006). McFarland ile ayarlaması yapılmış bakteri-su karışımı steril eküvyon çubuklarla yayma ekimi ile petrilere yayılmıştır. Bakteri ekimi yapılan besiyerlerin üzerine aseptik koşullarda steril antibiyogram blankları yerleştirilmiştir (Şekil 3.13). Bu disklerin üzerine 30 µL bitkilerin aseton ve etanol ekstralarından eklendikten sonra bakteri ekili petri kapları 24 saat 37 °C’de mantar ekili petrilere ise 30°C’de 48 saat süreyle etüvde inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda oluşan inhibisyon zonları kumpas yardımı ile ölçülerek kaydedilmiştir (Yiğit ve ark., 2003). Çalışma üç paralel halinde yürütülmüştür.

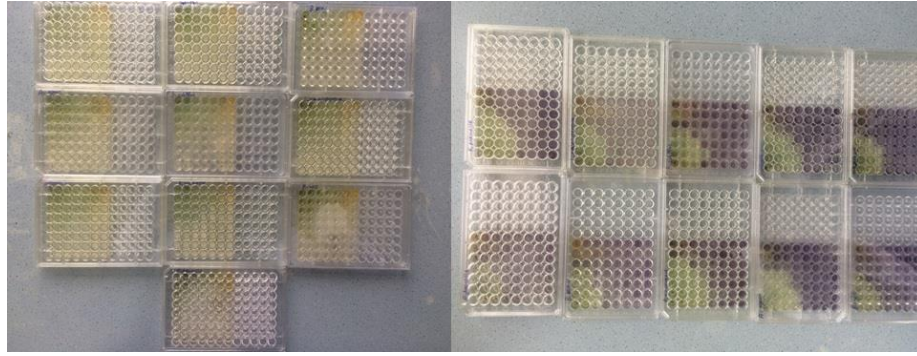


Şekil 3.13 İnkübasyon Öncesi Hazırlanan Besiyerleri

3.2.4.3 Minimal İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Değerlerinin Belirlenmesi

MİK analizleri için 96 kuyucuklu hücre kültür kapları kullanılmıştır. On çeşit mikroorganizma için 10 plate etiketlenmiştir. Hücre kültür kaplarının kuyucuklarına ekstre sayısı kadar (5 ekstre) 150 µL Mueller Hinton Broth besiyeri yüklenmiştir. Her plakanın A satırına 150’şer µL bitki ekstraları ilave edilmiş ve toplamda 300 µL olan besiyeri ekstre karışımından 150 µL alınarak B satırına, B satırından 150 µL alınarak C satırına olacak şekilde en son H satırına kadar bitki ve besiyeri karışımı

seyreltilmiştir. Bu işlem sonunda en yoğun A satırı en seyreltik H satırı olacak şekilde her kuyucukta 150 µL ekstre-besiyeri karışımı elde edilmiştir. Her mikrolakaya üzerine etiketlemesi yapılan mikroorganizmadan 5 µL ilave edilmiştir. Bu işlem sonunda her kuyucukta 155 µL ekstre-besiyeri-mikroorganizma karışımı elde edilmiştir. Mikrolakalar 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda mikrolakalardaki her kuyucuğa 10 µL MTT (3-4,5-dimetil-tiyazolil-2,5-difeniltetrazolyum bromid) ilave edilmiş, renk değişimi olan kuyucuklar not edilmiştir (Şekil 3.14). MTT testi indirekt olarak hücre büyümesi ve/veya hücre ölümünü değerlendirmeyi amaçlayan, hücre kültürü esasına dayanan bir ilaç duyarlılığı testidir (Mossman, 1983).



Şekil 3.14 İnkübasyon Öncesi ve Sonrası Mikrolakalar

3.2.4.4 İstatistiksel Analizler

Tüm istatistiksel analizler IBM SPSS 22 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Tek tek gruplar arasında post-hoc ikili karşılaştırma Tukey testi kullanılarak yapılmıştır. Tüm veriler ortalama \pm standart hata (Std.H) olarak ifade edilmiştir.

3.2.5 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

3.2.5.1 DPPH 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi Tayini

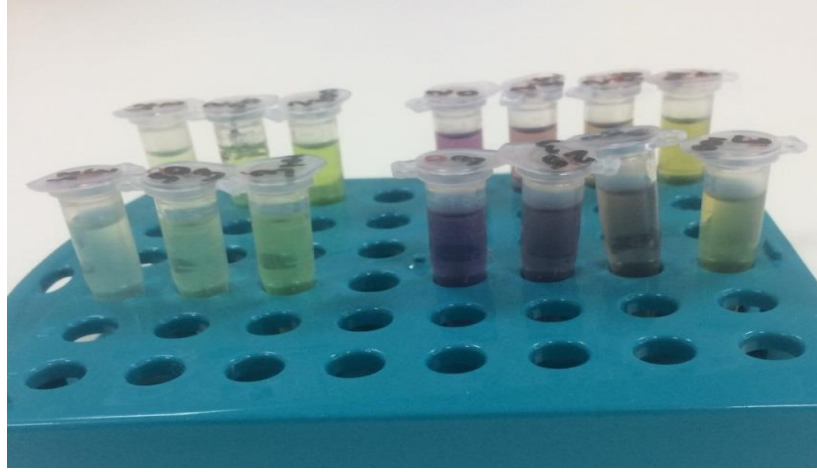
Çalışmada DPPH radikalinin metanolik çözeltisi kullanılmıştır. DPPH çözeltisi, uygun miktarda DPPH metanolde çözülerek 517 nm’deki absorbansı 1.00’in altında olacak şekilde hazırlanmıştır ve hazırlanan çözelti +4°C’de karanlıkta muhafaza edilmiştir.

Bitki numunelerinin DPPH antioksidan analizleri Sanchez-Moreno ve ark. (1998) tarafından kullanılan metot ile tespit edilmiştir. DPPH radikali herhangi bir antioksidan madde ile tepkimeye girdiği zaman indirgenme sonucu mor rengin şiddeti azalarak 517 nm'deki absorbansın da azalmasına sebep olmaktadır. Absorbsiyondaki azalma yakalanan elektron sayısı ile doğru orantılıdır. Yönteme göre toplam hacmi 1.3 mL olacak şekilde test edilen bitki numunelerinin ekstrelerinin farklı miktarları ependorf tüpler içerisinde bir seri halinde DPPH çözeltisi ile birleştirilmiş ve karıştırma işleminin ardından tüp içerikleri oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta bırakılmıştır. Bu süre sonunda her bir tüp içeriğindeki çözeltinin renk şiddeti spektrofotometrik olarak 517 nm'de ölçülmüştür (A_{numune}) (Şekil 3.15). Kör karışımı DPPH çözeltisi ve ekstraksiyon çözücülerini (etanol ve aseton) kullanılarak hazırlanmıştır ($A_{\text{kör}}$). Çalışmada standart antioksidan madde olarak BHA kullanılmıştır.

Aşağıdaki formül kullanılarak her bir ekstrenin farklı konsantrasyonlarının ortamdaki DPPH radikalini süpürme oranı yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

$$\text{Süpürme aktivitesi (\%)} = (A_{\text{kör}} - A_{\text{numune}}) / A_{\text{kör}} \quad (3.10)$$

Farklı numune konsantrasyonlarıyla muamele edilen DPPH'nin absorbansındaki değişimlerin ölçülmesiyle elde edilen absorbans değerlerinden yararlanarak hesaplanan % süpürme aktivitesi değerleri konsantrasyona karşı grafiğe geçirilmiş ve oluşan grafikten DPPH konsantrasyonunu yarıya düşüren numune konsantrasyonu yani %50 oranında süpürme aktivitesi sağlayan numune konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu değer SC_{50} değeri (mg/mL) olarak ifade edilmiştir. SC_{50} değeri ne kadar düşükse antioksidan kapasite o kadar yüksektir.



Şekil 3.15 DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Tayini Sırasında Tüp İçerikleri

3.2.5.2 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç Aktivitesinin Belirlenmesi

FRAP testinde kullanılmak üzere 0.3 M asetat tamponu (pH: 3.6) hazırlamak için; 4 g sodyum asetat trihidrat ($C_2H_3NaO_2 \cdot 3H_2O$) bir miktar distile suda (dH_2O) çözülüp, pH metre kullanılarak asetik asit ile pH'sı 3.6'ya ayarlanmıştır ve toplam hacim dH_2O ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. 10 mM TPTZ (2,4,6-Tris (2-Piridil)-S-triazin) çözeltisinin hazırlanması için 0.312 g TPTZ alınarak 40 mM HCl içinde son hacim 100 mL olacak şekilde çözülmüştür. 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ çözeltisi için ise 0.54 g $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ alınarak son hacim 100 mL olacak şekilde suda çözülerek hazırlanmıştır. 40 mM HCl çözeltisi hazırlamak için; 12 M'lık derişik HCl çözeltisinden 0.33 mL alınarak son hacim dH_2O ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Demir indirgeme antioksidan kapasitesi yöntemi oldukça kolay uygulanabilir ve ucuz bir antioksidan aktivite tayin yöntemidir. FRAP metodu Fe(III)-TPTZ kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ oluşturması ve bu kompleksin 595 nm'de maksimum absorbands vermesi esasına dayanır (Oyaizu, 1986). FRAP reaktifi daha evvel hazırlanmış olan $FeCl_3$ ve TPTZ çözeltilerinin her birinden 2.5 mL ve 25 mL 0.3 M asetat tamponu (pH=3.6) karıştırılarak kullanımdan hemen önce hazırlandı. Uygun miktardaki ekstre çözeltisi üzerine son hacim 1.3 mL olacak şekilde FRAP reaktifi ilave edilmiştir. 37 °C'de 30 dakika inkübasyona bırakılmış, süre sonunda 595 nm'de absorbands suya karşı okunmuştur. Sonuçlar standart antioksidan troloksun kullanılmasıyla aynı deneme

şartlarında elde edilen standart kalibrasyon grafiğinden yararlanarak troloks eşdeğeri ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g numune}$) olarak hesaplanmıştır.

3.2.5.3 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayininde kullanılan 1:10 (v/v)'luk Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) hazırlamak için; 10 mL FCR alınarak toplam hacim dH_2O ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. %2'lik Na_2CO_3 çözeltisi hazırlamak için; 2 g Na_2CO_3 alınarak dH_2O ile çözülmüş ve son hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır. 0.25 mg/mL gallik asit (GA) çözeltisi hazırlamak için; standart olarak kullanılan gallik asit çözeltisinden 0.25 mg alınıp 1 mL suda çözülmüştür.

Bitki numunelerinin etanol ve aseton ekstralarının toplam fenolik içeriği Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen metodun modifiye edilmesiyle Folin Ciocalteu reaktifinin kullanılmasına göre belirlenmiştir. Bu yöntem, fenolik maddelerin FCR'nin içerdiği fosfomolibdik-fosfotungistik çözeltisini indirgeyerek mavi bir kompleks oluşturmaları ve bu mavi rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır. Numunelerin toplam fenolik madde içerikleri GA kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak GA eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle etanol ve aseton içerisinde olacak şekilde ayrı ayrı 0.25 mg/mL'lik GA çözeltileri hazırlanmıştır. Pipetlemeler şu sırayla yapılmıştır. GA ya da numune üzerine önce her bir tüpteki son hacmi eşitleyecek kadar etanol/aseton ilavesi gerçekleştirildikten sonra 750 μL 1:10 (v/v)'luk FCR ilave edilip karıştırılmış, ardından 10 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda %2'lik Na_2CO_3 çözeltisinden 600 μL ilave edilip 2 saat oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra absorbanslar 760 nm'de etanol numuneleri için etanole karşı, aseton numuneleri için ise asetona karşı okunmuştur. Standart grafiğe ait grafik denklemi kullanılarak tüm numunelerin toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden mg/mL numune olarak hesaplanmıştır (Ulusoy, 2010).

3.2.5.4 Asetilkolinesteraz ve Bütirikolinesteraz İnhibitör Potansiyellerinin Belirlenmesi

Ekstrelerin asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirikolinesteraz (BChE) inhibitör potansiyelleri Ellman metoduna göre (Ellman ve ark., 1961) spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Reaksiyon karışımında enzim kaynağı olarak yılan balığı asetilkolinesterazı (EC 3.1.1.7) ve at serumu bütirikolinesteraz (EC 3.1.1.8), substrat

olarak ise asetil tiyokolin iyodür ve butiril tiyokolin klorid kullanılmıştır. Aktivitenin ölçümü için de DTNB (5,5'- Ditiyobis(2-nitrobenzoik asit)) kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı ilk olarak 0.1 mM sodyum fosfat tamponu (pH 8.0), 0.2 M DTNB, 0.2 M AChE/BChE çözeltisi içerecek şekilde hazırlanıp 15 dakika 25°C'de inkübe edilmiştir. Reaksiyon 0.2 M asetiltiyokolin iyodür/bütiriltiyokolin klorid ilavesiyle başlatılmış ve asetiltiyokolin iyodür/bütiril tiyokolin kloridin hidrolizi DTNB'nin tiyokolinlerle enzimlerle katalizlenen reaksiyonu sonucunda sarı renkli 5-tiyo-2-nitrobenzoat anyonunun oluşumuyla 412 nm'de ölçülmüştür. Alkaloid tipi antikolinesteraz ilacı galantamin referans olarak kullanılmıştır (Şenol ve ark., 2010).

3.2.5.5 Tirozinaz İnhibitör Potansiyelinin Belirlenmesi

Ekstrelerin tirozinaz inhibisyonunu incelemek amacıyla, ilk olarak ticari olarak satın alınan 30 U mantar tirozinazı (0.5 mg/mL) 50 mM pH 6.8 fosfat tamponu içerisinde 10 dakika süreyle 25 °C'da daha evvel hazırlanmış olan bitki ekstreleri ile inkübe edildi. Ardından, bu karışıma 0.5 mM L-DOPA eklenmiş ve enzimatik reaksiyon 1 dakika içinde DOPA kromun oluşumunun 475 nm'deki absorbansta meydana getirdiği değişikliğin takip edilmesiyle belirlenmiştir. Antitirozinaz aktivitesi için 0.025 mg/mL konsantrasyondaki ekstrenin tirozinaz aktivitesinin ne kadarını inhibe ettiği tespit edilmiştir. Kojik asit standart inhibitör olarak karşılaştırma yapabilmek amacıyla kullanılmıştır (Liu ve ark., 2008).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Üç farklı su bitkisi olan *Lemna trisulca*, *Salvinia natans* ve *Spirodela polyrhiza* türlerinde yapılan biyolojik ve kimyasal analiz sonuçları başlıklar halinde verilmiştir.

4.1 Bitkilerin Biyokimyasal Analizleri

4.1.1 pH Analizi

pH metre cihazı ile yapılan ölçüm sonuçlarına göre *S. natans* türünün 23.6 °C’de ölçülen pH değeri 7.41 iken *L. trisulca* türünün 23.7 °C’de ölçülen pH değeri 6.96’dır. *S. polyrhiza* türünün ise 23.7 °C’de ölçülen pH değeri 7.08 olarak kaydedilmiştir.

4.1.2 Fotosentetik Pigment Analizi

Fotosentetik pigment analizinde bitki örneklerinin klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda;

S. polyrhiza türünün klorofil a değeri 0.299 mg/g, klorofil b değeri 0.108 mg/g, toplam klorofil değeri 0.407 mg/g olarak hesaplanmıştır. Karotenoid değeri ise 0.084 mg/g olarak bulunmuştur. *L. trisulca* türünün klorofil a değeri 0.185 mg/g, klorofil b değeri 0.075 mg/g, toplam klorofil değeri 0.26 mg/g’dır. Karotenoid değeri ise 0.054 mg/g’dır. *S. natans* türünün klorofil a değeri 0.147 mg/g, klorofil b değeri 0.058 mg/g, toplam klorofil değeri 0.205 mg/g; karotenoid değeri ise 0.042 mg/g olarak bulunmuştur.

4.1.3 Nem içeriği, Kuru Madde ve Kül Analizi

Yapılan hesaplamalar sonucunda su bitkilerinin % kuru madde miktarları *L. trisulca*, *S. polyrhiza* ve *S. natans* türlerinde sırasıyla; %7.10, %5.57 ve %4.45 olarak belirlenmiştir. % Nem içerikleri *L. trisulca*, *S. polyrhiza* ve *S. natans* türlerinde sırasıyla % 92.9, %94.43 ve %95.55 olarak hesaplanmıştır. % kül sonuçları ise *S. polyrhiza* türünde %30.16, *S. natans* türünde %17.84 ve son olarak *L. trisulca* türünde ise %16.15 olarak tespit edilmiştir.

4.1.4 Azot ve Protein İçeriği

Bitkilerin içeriğinde bulunan toplam azot ve protein miktarı Kjeldahl metodu kullanılarak belirlenmiştir. Metoda göre yapılan analizler neticesinde % N sonuçları *S. polyrhiza* türünde %5.71, *S. natans* türünde %3.94, *L. trisulca* türünde ise %3.38 olarak hesaplanmıştır.

Toplam % protein analizi sonuçları ise *S. polyrhiza*; *S. natans* ve *L. trisulca* türlerinde sırasıyla; %35.68, %24.62 ve %21.12'dir. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi en yüksek % N ve % protein içeriğine *S. polyrhiza* türü sahiptir.

Çizelge 4.1 Bitkilerin % Azot ve Protein Değerleri

| Bitkiler | %Azot | %Protein |
|---------------------|-------|----------|
| <i>S. polyrhiza</i> | 5.71 | 35.68 |
| <i>S. natans</i> | 3.94 | 24.62 |
| <i>L. trisulca</i> | 3.38 | 21.12 |

4.1.5 Makro-Mikro Element Analizi

Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) ile yapılan element analizlerinde Ca, Cu, Mn ve Zn elementleri incelenmiş, her üç su bitkisinde de en yüksek değere sahip element Ca olarak tespit edilmiştir. Bitkilerin bünyesinde en az bulunan element ise Cu olarak belirlenmiştir. Analiz sonucu elde edilen AAS değerleri Çizelge 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.2 Element Analizi Sonuçları (mg/g)

| Numuneler | Ca | Cu | Mn | Zn |
|---------------------|-------|--------|-------|--------|
| <i>L. trisulca</i> | 2.826 | 0.0026 | 0.667 | 0.0095 |
| <i>S. natans</i> | 0.955 | 0.0047 | 0.274 | 0.932 |
| <i>S. polyrhiza</i> | 3.056 | 0.0079 | 0.333 | 0.0136 |

4.1.6 Etken Madde Konsantrasyonu Tayini

Bitki numunelerinden elde edilen etanol ve aseton çözeltilerinin etken madde konsantrasyonu miktarları 1000 µL bitki ekstresiyle 1000 µL çözücü arasındaki fark (mg cinsinden) olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalar sonunda *S. polyrhiza* (etanol) 5 mg/mL, *L. trisulca* (etanol) 6 mg/mL, *S. natans* (etanol) 7 mg/mL, *S. natans* (aseton) 29 mg/mL ve *L. trisulca* (aseton) 76 mg/mL şeklinde tespit edilmiştir.

4.1.7 Su Bitkilerinin Biyoaktif Bileşenleri

Yapılan GC-MS analizleri sonuçlarına göre, incelenen su bitkilerinin içerdiği biyoaktif bileşenlerin listesi fonksiyonel gruplara ayrılarak EK 1’de verilmiştir. % alan olarak değerlendirilen analiz sonucunda incelenen su bitkilerinde toplam 68 biyokimyasal bileşen tespit edilmiştir. GC-MS analizinde *S. polyrhiza*, *L. trisulca* ve *S. natans* türlerinin etanol ekstraları; *L. trisulca* ve *S. natans* türlerinin aseton ekstraları incelenmiştir.

S. polyrhiza’nın etanol ekstresinde en yüksek % alana sahip madde bir doymamış alkol olan Stigmasta-5,22-dien-3-ol, (3.beta., 22E) olarak belirlenmiştir (%21.51). *L. trisulca* türünün etanol ekstresinde ise en yüksek % alana bir karboksilik asit olan Octadecanoic asit sahiptir (%14.68). *S. natans*’ın etanol çözeltisinde ise en yüksek % alan değerini steroid alkol.gamma.-Sitosterol vermiştir (%14.63).

Aseton ekstralarını incelediğimizde; en yüksek % alan *L. trisulca* türünde kaydedilmiştir (neophytadiene, %14.28). *S. natans* türünün aseton çözeltisinde en yüksek % alana gamma.-sitosterol (12.35) sahiptir.

İncelenen beş bitki ekstresinde de ortak olarak belirlenen maddeler şunlardır: Phytol, Neophytadiene, 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol, Stigmasta-5,22-dien-3-ol, (3.beta.,22E).

Diğer bitkilerden farklı olarak sadece türe özgü bileşenler de kaydedilmiştir. Bunlar; *S. polyrhiza* türünün etanol ekstresinde “1,2,3-Propanetriol, 1-Heneicosanol, 9,19-Cyclolanostan-3-ol, acetate, (3.beta.)-, Cetene, dl-.alpha.-Tocopherol, Lanost-8-en-3-ol, (3.beta.)-, Phytol acetate, 2-Methyl-4-ethoxycarbonyl-isoxazole, D-Allose”, *L. trisulca* türünün etanol ekstresinde “Cycloartanol, 17-Pentatriaconten, Palmitaldehide, diallyl acetal (CAS), cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatrienal, Cholest-5-en-3-ol, 24-propylidene-, (3.beta.)-, 9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)-, Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester, 2 Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-”, *S. natans* türünün etanol ekstresinde “n-Tetracosanol-1, Lupeol, 1-Tridecene, Decane, 1,1-diethoxy-, E-14-Hexadecenal, 2,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z)-, 2-Pentacosanone”,

L. trisulca türünün aseton ekstresinde “Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-, n-Nonadecanol-1, 1-Dodecene, Cyclohexanecarboxylic Acid, 1-Phenyl-, Methyl Ester, Campesterol, (2,3-Diphenylcyclopropyl) methyl phenyl sulfoxide, trans-”, *S. natans* türünün aseton ekstresinde ise “1,2-Propanediol, 3-benzyloxy-1,2-diacetyl-, (2,3-Diphenylcyclopropyl) methyl phenyl sulfoxide, trans-, 1-Heptacosanol, Farnesol, 3-Butynylbenzene, A'-Neogammacer-22(29)-ene” kimyasalları diğerlerinden farklı olarak tespit edilmiştir. İncelenen bu türlerdeki bileşenlerin listesi EK1, EK2 ve EK3’te verilmiştir.

4.2 Antimikrobiyal Analiz Bulguları

4.2.1 Antimikrobiyal Aktivite

Antimikrobiyal analizlerde etanol ekstrelerinden (5 mg/mL) konsantrasyonda kullanılırken, aseton çözeltileri 5 mg/mL konsantrasyona seyreltilerek kullanılmıştır. Bunun sonucunda kullanılan mikroorganizma suşları ve etki miktarları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3 İnhibisyon Zonları Çapları (mm)

| Kullanılan Mik.org. | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | Ampicillin Ort.± Std.H | Cephazolin Ort.± Std.H | Nystatin Ort.± Std.H | Negatif Kontrol |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|
| | Ort.± Std.H | Ort.± Std.H | Ort.± Std.H | Ort.± Std.H | Ort.± Std.H | | | | |
| <i>B. cereus</i> | 14.66± 3.09 | 10.18± 1.77 | 12.46± 3.60 | 10.08± 0.11 | 12.62± 2.37 | 26.00± 9.7 | 28.66± 3.4 | NT | 0.06 |
| <i>B. subtilis</i> | 17.54± 1.52 | 11.17± 2.43 | 13.58± 1.05 | 12.30± 0.29 | 9.64± 0.74 | 35.06± 0.28 | 37.01± 0.28 | NT | 0.06 |
| <i>E. faecalis</i> | 15.86± 1.78 | 13.62± 1.33 | 18.39± 2.07 | 17.82± 0.44 | 21.35± 0.14 | 35.26± 6.46 | 28.00± 8.28 | NT | 0.06 |
| <i>L. monocytogenes</i> | 21.19± 0.98 | 13.85± 1.33 | 15.02± 0.61 | 13.80± 0.16 | 13.60± 0.14 | 28.00 ± 0.00 | 33.13 ± 0.02 | NT | 0.06 |
| <i>E. coli</i> | 17.78± 2.02 | 17.31± 2.50 | 12.25± 1.33 | 17.66± 0.15 | 9.51± 0.25 | 19.00± 0.0 | 19.00± 0.0 | NT | 0.06 |
| <i>P. aeruginosa</i> | 21.24± 1.01 | 14.95± 2.21 | 10.36± 1.61 | 9.52± 1.04 | 13.51± 2.43 | 35.26± 6.46 | 28.00± 8.28 | NT | 0.06 |
| <i>S. enterica</i> | 17.43± 1.65 | 9.92± 0.77 | 11.41± 1.85 | 12.31± 0.15 | 10.59± 1.30 | 35.40 ± 0.03 | 35.16 ± 0.04 | NT | 0.06 |
| <i>K. pneumoniae</i> | 12.30± 1.20 | 16.16± 1.10 | 17.09± 0.86 | 16.35± 0.14 | 15.67± 0.15 | 15.20± 0.10 | 17.20± 0.10 | NT | 0.06 |
| <i>A. niger</i> | 18.40± 2.43 | 14.20± 0.54 | 11.46± 1.11 | 14.50± 0.25 | 12.30± 0.90 | NT | NT | 17.00± 0.0 | 0.06 |
| <i>C. albicans</i> | 18.55± 4.10 | 16.19± 2.14 | 14.61± 0.32 | 9.21± 0.16 | 11.80± 0.13 | NT | NT | 17.00± 0.0 | 0.06 |

*1. *S. polyrhiza* (etanol), *2. *L. trisulca* (etanol), *3. *S. natans* (etanol), *4. *L. trisulca* (aseton), *5. *S. natans* (aseton). (Ort.: Ortalama, Std.H: Standart Hata, NT: Veri yok)

Yapılan inhibisyon zonu ölçümlerinin ortalamalarına göre, antimikrobiyal aktivesi en yüksek olan tür *S. polyrhiza* (etanol ekstresi, 17.65 mm), en düşük antimikrobiyal etki gösteren tür ise *L. trisulca* türüdür (aseton ekstresi, 13.10 mm). İncelenen bitki ekstrelerinin antimikrobiyal etkileri büyükten küçüğe doğru şu

şekildedir. *S. polyrhiza* (etanol) > *S. natans* (aseton) > *L. trisulca* (etanol) > *S. natans* (etanol) > *L. trisulca* (aseton).

Çözücülerin antimikrobiyal etkinliğinin ortalaması ise şu şekildedir: etanol (13.84 mm) > aseton (13.00 mm). Çözücülerin ortalamaları alınırken *S. polyrhiza*'nın etanol ekstreleri değerlendirmeye katılmamıştır.

Bitkilerin etanol ve aseton ekstrelerinin bakteriler ve funguslar üzerindeki ortalama antimikrobiyal etki sıralaması ise şu şekilde hesaplanmıştır: Gram-pozitif bakteriler (14.53 mm) > Gram-negatif bakteriler (14.16 mm) > Fungus (14.10 mm).

Bitkilerin etanol ve aseton ekstrelerinin Gram-pozitif bakteriler üzerindeki ortalama antimikrobiyal aktivite etkileri şu şekilde hesaplanmıştır: *E. faecalis* (17.42 mm) > *L. monocytogenes* (15.53 mm) > *B. subtilis* (12.87 mm) > *B. cereus* (12.32 mm). Gram-pozitif bakteriler üzerinde bitki ekstrelerinin etkinlik gösterme sırası ise şu şekildedir: *S. polyrhiza* (etanol, 17.31 mm) > *S. natans* (etanol, 14.84 mm) > *S. natans* (aseton, 14.30 mm) > *L. trisulca* (aseton, 13.59 mm) > *L. trisulca* (etanol, 12.63 mm).

Bitkilerin etanol ve aseton ekstrelerinin Gram-negatif bakteriler üzerindeki ortalama antimikrobiyal aktivite etkileri şu şekilde hesaplanmıştır: *K. pneumoniae* (15.52 mm) > *E. coli* (14.92 mm) > *P. aeruginosa* (13.91 mm) > *S. enterica* (12.31 mm). Gram-negatif bakteriler üzerinde bitki ekstrelerinin etkinlik gösterme sırası ise şu şekilde hesaplanmıştır: *S. polyrhiza* (etanol, 17.19 mm) > *L. trisulca* (etanol, 14.58 mm) > *L. trisulca* (aseton, 13.94 mm) > *S. natans* (etanol, 12.77 mm) > *S. natans* (aseton, 12.35 mm).

Bitkilerin etanol ve aseton ekstrelerinin funguslar üzerindeki ortalama antimikrobiyal etkileri ise şu şekildedir: *A. niger* (14.17 mm) > *C. albicans* (14.04 mm). Funguslar üzerinde bitki ekstraktlarının etkinlik gösterme sırası ise; *S. polyrhiza* (18.47 mm) > *L. trisulca* (etanol, 15.20 mm) > *S. natans* (etanol, 13.03 mm) > *S. natans* (aseton, 12.05 mm) > *L. trisulca* (aseton, 11.79 mm) şeklindedir.

Antibiyotik disklerle bitki ekstreleri karşılaştırıldığında çalışmada kullanılan ekstreler tüm bakteri türleri için Cephazolin kontrol diskinden daha az etkili sonuç vermiştir. Yalnızca *K. pneumoniae* bakterisi üzerinde *L. trisulca* ve *S. natans* türlerinin hem etanol hem de aseton ekstreleri Ampicillin'den daha etkili sonuçlar

vermiştir. *S. polyrhiza*'nın etanol ekstresi funguslara karşı kullanılan Nystain kontrol diskine göre ise daha etkili olmuştur.

4.2.2 Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Sonuçları

Yapılan hesaplamalar sonucunda bitki ekstralarının ortalama MİK değerleri $\geq 750 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ ile $81.25 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ arasında belirlenmiştir ve sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Bitki Ekstrelerinin MİK Değerleri ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)

| Test Organizmaları | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| <i>B. cereus</i> | 162.5 | 162.5 | 325 | 325 | ≥ 750 |
| <i>B. subtilis</i> | 162.5 | 81.25 | 162.5 | 325 | ≥ 750 |
| <i>E. faecalis</i> | 162.5 | 162.5 | 162.5 | 325 | ≥ 750 |
| <i>L. monocytogenes</i> | 162.5 | 162.5 | 162.5 | 325 | 750 |
| <i>E. coli</i> | 162.5 | 162.5 | 325 | 750 | ≥ 750 |
| <i>P. aeruginosa</i> | 81.25 | 81.25 | 81.25 | 162.5 | 325 |
| <i>S. enterica</i> | 162.5 | 162.5 | 162.5 | 325 | 750 |
| <i>K. pneumoniae</i> | 81.25 | 81.25 | 81.25 | 162.5 | 325 |
| <i>A. niger</i> | 81.25 | 81.25 | 162.5 | 162.5 | ≥ 750 |
| <i>C. albicans</i> | 81.25 | 81.25 | 81.25 | 162.5 | 325 |

*1. *S. polyrhiza* (etanol), *2. *L. trisulca* (etanol), *3. *S. natans* (etanol), *4. *L. trisulca* (aseton), *5. *S. natans* (aseton).

4.3 Antioksidan Aktivitenin Tayini

4.3.1 DPPH 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi

DPPH testi sonrasında her bir numunenin farklı konsantrasyonları için hesaplanan Süpürme aktivitesi (%) değerlerinin konsantrasyona karşı grafiğe geçirilmesiyle konsantrasyon-süpürme aktivitesi grafikleri çizilmiştir. Çizilen grafiklerden yararlanarak her bir numune için elde edilen SC_{50} değerleri yani ortamdaki DPPH radikalinin yarısını süpürmeye yeten ekstre konsantrasyonları hesaplanmış ve bu değerler çizelge 4.5'te sıralanmıştır.

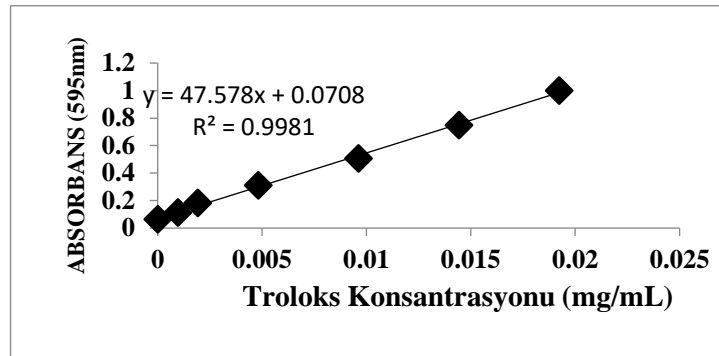
Çizelge 4.5 Bitki Ekstrelerinin DPPH Testi Sonucuna Göre Hesaplanan SC_{50} Değerleri

| Numuneler | SC_{50} Değerleri (mg/mL) |
|------------------------------|-----------------------------|
| <i>S. polyrhiza</i> (etanol) | 0.011 |
| <i>L. trisulca</i> (etanol) | 0.098 |
| <i>S. natans</i> (etanol) | 0.096 |
| <i>L. trisulca</i> (aseton) | 0.82 |
| <i>S. natans</i> (aseton) | 0.26 |
| Standart (BHA) | 0.0012 |

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen SC₅₀ değeri ne kadar düşükse antioksidan aktivite etkinliği o kadar yüksek demektir. Çalışmamızda en düşük SC₅₀ değeri (0.011 mg/mL) *S. polyrhiza*'nın etanol ekstresi durumunda belirlenirken, en yüksek SC₅₀ değeri ise *L. trisulca*'nın aseton ekstresi durumunda elde edilmiştir. Buna göre bu metoda göre en yüksek antioksidan aktiviteye *S. polyrhiza*'nın etanol ekstresinin sahip olduğunu söyleyebiliriz. Antioksidan etki sırası ise şu şekildedir. *S. polyrhiza* (etanol) > *S. natans* (etanol) > *L. trisulca* (etanol) > *S. natans* (aseton) > *L. trisulca* (aseton). Etanol ekstrelerinin antioksidan aktivitesi aseton ekstrelerinden daha yüksek çıkmıştır.

4.3.2 Demir İndirgeyici Güç (FRAP) Testi

FRAP testi sonrasında ilk olarak standart antioksidan troloks kullanılarak elde edilen sonuçlar grafiğe geçirilmiş ve kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir (Şekil 4.2). Bu kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak numuneler için FRAP değerleri troloks eşdeğeri (µM trolox/g madde) türünden hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler çizelge 4.6 da sıralanmıştır.



Şekil 4.1 Troloks Korelasyon Grafiği

Çizelge 4.6 FRAP Testi Antioksidan Aktivite Sonuçları

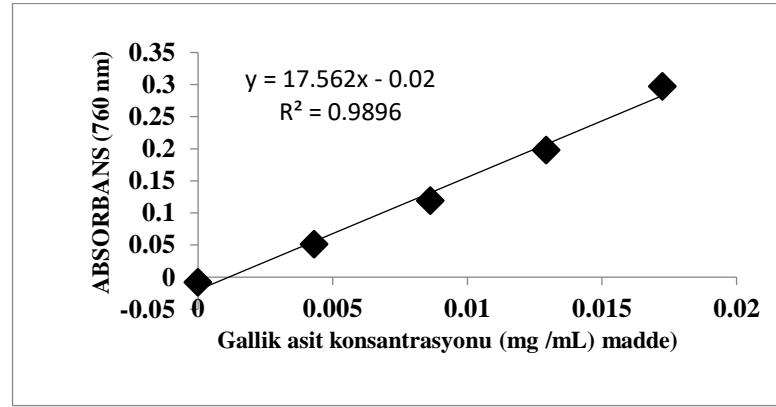
| Numuneler | FRAP Değerleri (µM trolox/g madde) |
|------------------------------|------------------------------------|
| <i>S. polyrhiza</i> (etanol) | 4484.122 |
| <i>L. trisulca</i> (etanol) | 935.186 |
| <i>S. natans</i> (etanol) | 615.501 |
| <i>L. trisulca</i> (aseton) | 122.531 |
| <i>S. natans</i> (aseton) | 161.462 |

FRAP yöntemine göre de en yüksek antioksidan aktiviteyi etanolde hazırlanan *S. polyrhiza* ekstresi göstermiştir. Sırasıyla antioksidan aktivite etkinliği ise şu şekildedir: *S. polyrhiza* (etanol) > *L. trisulca* (etanol) > *S. natans* (etanol) > *S.*

natans (aseton) > *L. trisulca* (aseton). DPPH yönteminde olduğu gibi yine bu yöntemde de aseton ekstralarının antioksidan aktivitesi etanol ekstralarından daha düşük sonuçlar vermiştir.

4.3.3 Toplam Fenolik Madde Analiz Sonuçları

Toplam fenolik madde miktarı testi sonrasında elde edilen verilerle etanol ekstralarının ve aseton ekstralarının ayrı ayrı GA kalibrasyon eğrileri oluşturularak sonuçlar grafiğe geçirilmiştir (Şekil 4.3) Bu analizin sonuçlarına göre ise toplam fenolik madde miktarının etanol ekstralarında aseton ekstralarından daha yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir tüm değerler ise çizelge 4.7’de özetlenmiştir.



Şekil 4.2 GA Kalibrasyon Grafiği

Çizelge 4.7 Toplam Fenolik İçerik Değerleri

| Numuneler | Toplam Fenolik İçerik (mg GA/g madde) |
|------------------------------|---------------------------------------|
| <i>S. polyrhiza</i> (etanol) | 1126.181 |
| <i>L. trisulca</i> (etanol) | 249.014 |
| <i>S. natans</i> (etanol) | 178.339 |
| <i>L. trisulca</i> (aseton) | 26.979 |
| <i>S. natans</i> (aseton) | 76.864 |

Çizelgede 4.7’de de görüldüğü gibi en yüksek fenolik madde miktarı *S. polyrhiza* türünün etanol ekstresinde tespit edilirken, bunu sırasıyla *L. trisulca* ve *S. natans*’ın etanol çözeltileri takip etmiştir. Etanol ekstralarının toplam fenolik madde miktarları aseton çözeltilerinden daha yüksektir.

4.3.4 Asetilkolinesteraz Aktivite Sonuçları

Çalışmada kullanılan bitkilerin etanol ve aseton ekstratlarıyla yapılan asetilkolinesteraz analizlerine göre asetilkolin esteraz enzimi üzerinde en yüksek inhibisyon potansiyeline *S. polyrhiza* türünün etanol çözeltisi sahiptir, en düşük inhibisyon potansiyeline ise *L. trisulca*'nın etanol çözeltisinin sahip olduğu görülmüştür. Asetilkolinesteraz sonuçlarının tamamı Çizelge 4.8'de verilmiştir. Elde edilen tüm değerlerin pozitif kontrol olarak kullanılan galantamine göre düşük olduğu da görülmektedir.

Çizelge 4.8 Asetilkolinesteraz Aktivitesi

| Materyal | %İnhibisyon |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>S. polyrhiza</i> (etanol) | 43.534 |
| <i>L. trisulca</i> (etanol) | 8.477 |
| <i>S. natans</i> (etanol) | 17.385 |
| <i>L. trisulca</i> (aseton) | 37.212 |
| <i>S. natans</i> (aseton) | 36.781 |
| Pozitif kontrol (Galantamin) | 78.879 |

4.3.5 Bütirilkolinesteraz Aktivite Sonuçları

İncelenen numunelerin etanol ve aseton ekstratlarının bütirilkolin esteraz enzimi üzerindeki inhibisyon potansiyellerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar sonucu elde edilen değerler en yüksek inhibisyonun *S. polyrhiza*'nın etanol çözeltisi varlığında, en düşük inhibisyonun ise *L. trisulca*'nın aseton çözeltisi varlığında olduğunu ortaya koymuştur. Çizelge 4.9'da tüm sonuçlar verilmiştir. Elde edilen tüm değerlerin pozitif kontrol olarak kullanılan galantamine göre düşük olduğu da görülmektedir.

Çizelge 4.9 Bütirilkolinesteraz Aktivitesi

| Materyal | %İnhibisyon |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>S. polyrhiza</i> (etanol) | 24.775 |
| <i>L. trisulca</i> (etanol) | 8.797 |
| <i>S. natans</i> (etanol) | 2.872 |
| <i>L. trisulca</i> (aseton) | 0.361 |
| <i>S. natans</i> (aseton) | 10.488 |
| Pozitif kontrol (Galantamin) | 33.899 |

4.3.6 Anti-Tirozinaz Aktivite Sonuçları

Numunelerin etanol ve aseton ekstreleriyle yapılan anti-tirozinaz aktivite tayinine göre en yüksek anti-tirozinaz aktivitenin en yüksek inhibisyon potansiyeline sahip olan *S. polyrhiza*'nın etanol ekstresinde olduğu tespit edilmiştir (%47.416), en düşük inhibisyon potansiyeline sahip numune ise *L. trisulca*'nın aseton ekstresi olarak belirlenmiştir (%2.380). Çizelge 4.10'da tüm numunelerin antitirozinaz aktivite sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.10 Anti-Tirozinaz Aktivitesi

| Materyal | % İnhibisyon Derecesi |
|---------------------------------|------------------------------|
| <i>S. polyrhiza</i> (etanol) | 47.416 |
| <i>L. trisulca</i> (etanol) | 11.246 |
| <i>S. natans</i> (etanol) | 17.325 |
| <i>L. trisulca</i> (aseton) | 2.380 |
| <i>S. natans</i> (aseton) | 30.423 |
| Pozitif Kontrol (Kojik asit) | 91.000 |

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sucul kökenli birçok bitki türünün geleneksel tıpta değerli folklor kullanımına sahip olduğu bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2014). Su bitkileri birçok benzersiz biyolojik özelliğe sahiptir ve bu bitkilerin tarımsal, nutrasötik ve tıbbi önemleri olan bir potansiyeli vardır (Khan ve ark., 2018). Tıbbi bitkiler, antik çağlardan beri potansiyel bir doğal antioksidan kaynağıdır. Akuatik tıbbi bitkiler her zaman yeni ilaç geliştirme amaçlı antimikrobiyal özellikleri araştırmak için potansiyel kaynaklar olarak kabul edilmiştir (Rossi ve ark., 2011).

Bu tez çalışmasında sığ göl ve sulak alan gibi su birikintilerinde hızlı çoğalma potansiyeli olan ve yaygın bulunan serbest yüzen yapraklı su bitkilerinden sumercimeği olarak adlandırılan *L. trisulca* ve *S. polyrhiza* ile bir su eğreltisi olan *S. natans* türleri incelenmiştir. Yeşilirmak Deltası'ndaki sulak alanlarda oldukça yaygın ve üreme döneminde aşırı çoğalan bu türlerle ilgili yapılan literatür taramalarında ülkemizde etnobotanik olarak kullanımı yönünde yeterli bilgi olmadığı görülmüştür. Bu amaçla, çalışmamızda bu türlerin yapısal özellikleri, biyokimyasal bileşenleri, antimikrobiyal, fitokimyasal ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir.

L. trisulca ve *S. polyrhiza* ve *S. natans* türlerinin yapısal özelliklerinden pH, fotosentetik pigment içeriği, ham kül miktarı, azot ve protein içeriği ile mikro-makro element içeriği analiz edilmiştir. Bitkilerin biyokimyasal bileşenleri GC-MS ile belirlenmiş ve Çizelge 5.1'de görüldüğü gibi etkin kullanımı literatürlerle belirtilmiştir.

Bitki sağlığını belirlemek için genellikle bitki dokusunun pH'ını ölçmek gerekir. Bitkiler 6.4 üzerindeki pH değerlerinde böcek saldırılarına eğilimli olabilirken 6.4 altındaki pH değerlerinde ise spesifik hastalıklara eğilimli olabilirler. Bu nedenle, 6.4'lük bir optimal pH arzu edilmektedir (HORIBA, 2020). İncelediğimiz bitkiler sucul ekosistem içinde yaşadığı için pH değerleri 6.96 (*L. trisulca*), 7.08 (*S. polyrhiza*) ve 7.41 (*S. natans*) olarak ölçülmüştür. En yüksek bitki pH'sına su eğreltisi sahiptir. *S. natans* yaprak yapısı tüylü ve kalın olduğu için böceklerle karşı dirençlidir.

Bir bitkinin klorofil miktarının tespit edilmesinde ortam pH'sının önemli bir rolü vardır. Özellikle ortamdaki asitlik arttıkça bitkideki klorofil miktarı azalırken,

ortam pH'ı nötre yaklaştıkça klorofil miktarlarında artışın meydana geldiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Uruç ve ark., 2008). Çalışmamızda kullandığımız su bitkilerinin toplam klorofil miktarları incelendiğinde, en yüksek toplam klorofil değeri *S. polyrhiza* türünde kaydedilmiştir (0.407 mg/g). *L. trisulca* türünde kaydedilen toplam klorofil değeri 0.26 mg/g, *S. natans* türünde ise toplam klorofil değeri 0.205 mg/g'dır.

Klorofil fotosentetik bitkilerde bulunan önemli bir pigmenttir. Çünkü bitkinin fotosentez kapasitesi dolayısıyla bitki gelişimi pigment konsantrasyonuna bağlıdır.

Su mercimeği türlerinden olan *Lemna minor* türünde %80'lik aseton kullanılarak yapılan klorofil analizinde, klorofil *a* (kl *a*) değeri 0.510 mg/g, kl *b* değeri 0.272 mg/g ve toplam klorofil değeri 0.780 mg/g olarak tespit edilmiştir (Su ve ark., 2010). Yaptığımız çalışmada ise büyük su mercimeği olarak da bilinen *S. polyrhiza* türünün kl *a* değeri 0.299 mg/g, kl *b* değeri 0.108 mg/g ve toplam klorofil değeri 0.407 mg/g olarak bulunmuştur. Zincirsi su mercimeği olan *L. trisulca* türünün kl *a* değeri ise 0.185 mg/g, kl *b* değeri 0.075 mg/g ve toplam klorofil değeri 0.26 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Bir su mercimeği türü olan *Landoltia punctata* türünün yaş numunelerinde yapılan klorofil analizleri sonucunda bitkinin kl *a* değeri 0.998 mg/g olarak kl *b* değeri ise 0.426 mg/g olarak tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2015). Çalışmamızda ise elde ettiğimiz sonuçlar buradaki çalışmadan da düşük sonuçlar vermiştir. En yüksek kl *a* değeri *S. polyrhiza* türünde (0.299 mg/g) kaydedilirken, *L. trisulca* türünün kl *a* değeri 0.185 mg/g, *S. natans* türünün kl *a* değeri ise 0.147 mg/g olarak belirlenmiştir. kl *b* değerleri ise çok daha düşük olup, en yüksek kl *b* değeri *S. polyrhiza* türünde kaydedilmiştir (0.108 mg/g). β -karoten ve ksantofiller gibi pigmentleri de içeren *Lemna* türlerinin hayvancılık için potansiyel bir yem kaynağı olduğu bildirilmiştir (Skillicorn ve ark., 1993; Leng ve ark., 1995).

Su mercimeğinin kül içeriğinin suyun besinsel durumundan etkilenmediği bildirilmiştir (Leng ve ark., 1995). Çeşitli su mercimeği türlerinin kül içeriklerinin %11.1 ila %17.6 arasında değiştiği (Hassan ve Edwards, 1992; Zaher ve ark., 1995); *L. minor* türü ile yapılan bir çalışmada ise kül içeriğinin %19.42 ila %21.41 arasında kaydedildiği bildirilmiştir (Chakrabarti ve ark., 2018). Dört farklı su bitkisinde

(*Myriophyllum verticillatum*, *Lemna minor*, *Nasturtium officinale*, *Apium nodiflorum*) bulunan çeşitli maddelerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, türlerin % kuru madde miktarlarının bir yıl boyunca %90'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tursun, 2012). Mevcut çalışmamızda, en yüksek % nem miktarı *S. natans* (%95.55), en düşük % nem miktarı ise *L. trisulca* (%92.9) türünde kaydedilmiştir. % kuru madde miktarları ise *L. trisulca*, *S. polyrhiza* ve *S. natans* türlerinde sırasıyla; %7.10, %5.57 ve %4.45 olarak belirlenmiştir. % kül sonuçları ise *S. polyrhiza* türünde %30.16, *S. natans* türünde %17.84 ve son olarak *L. trisulca* türünde ise %16.15 olarak tespit edilmiştir. Su mercimeğinin dokularında büyük miktarda mineral biriktirdiği bilinmektedir. Yavaş büyüme hızına sahip su mercimeği kolonilerinde daha fazla miktarda kül ve lif ve daha az miktarda protein bulunmuştur (Skillicorn ve ark., 1993).

Su mercimeği nispeten yüksek N, P ve K seviyeleri ile su üzerinde büyür ve mineralleri konsantre ederek protein sentezler. Çeşitli esansiyel (arginin, histidin, izolösin, lösin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, valin, tirozin) ve esansiyel olmayan amino asitleri içerir (FAO, 2001). Mevcut çalışmamızda, serbest yüzen üç su bitkimizde en fazla ham proteine sahip olan tür *S. polyrhiza* (%35.68) olurken, bunu *S. natans* (%24.62) ve *L. trisulca* (%21.12) takip etmiştir. % N içeriği incelendiğinde de en yüksek *S. polyrhiza* türünde %5.71 olarak kaydedilmiştir. *S. natans* ve *L. trisulca* türlerinde %N değeri sırasıyla %3.94 ve %3.38'dir. Tursun (2012) tarafından yapılan çalışmada, incelenen dört su bitkisinin ham protein oranının (yıllık ortalama) en yüksek su teresinde (*N. officinale*) olduğu ve yaklaşık %27 protein içerdiği belirlenmiştir. Diğer türlerde yapılan incelemelerde; su baldıranının (*A. nodiflorum*) %24, su civanperçeminin (*M. verticillatum*) %19 ve su mercimeğinin (*L. minor*) %17 oranında protein içerdiği bildirilmiştir.

İncelediğimiz su bitkilerinde makro elementlerden Ca elementi en yüksek su mercimeği türlerinde kaydedilmiştir. Ca konsantrasyonu *S. polyrhiza* türünde 3.056 mg/g, *L. trisulca* türünde 2.826 mg/g'dır. Su eğreltisi *S. natans* türünde ise 0.955 mg/g Ca kaydedilmiştir. Mikro elementlerden Cu, Mn ve Zn içeriğine bakıldığında; Cu en yüksek *S. polyrhiza* türünde (0.0079 mg/g), Mn en yüksek *L. trisulca* türünde (0.667 mg/g), Zn en yüksek *S. natans* türünde (0.932 mg/g) kaydedilmiştir. Tursun (2012)'un yaptığı çalışmada en yüksek Ca değeri su mercimeği (*L. minor*) türünde

çıkması, yıllık ortalama Ca değeri 8.3 g/kg (= 8.3 mg/g), kuru madde olarak bildirilmiştir. Bu değer incelediğimiz bir su mercimeği türü olan *S. polyrhiza* türündeki Ca içeriğinden (3.056 mg/g) daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı çalışmada mikro elementlerden Zn ve Mn elementleri ise en yüksek submers tip su bitkisi olan su civanperçeminde (*M. verticillatum*) kaydedilmiştir. Yıllık ortama değer Zn ve Mn elementleri için sırasıyla 64.74 mg/kg (=0.06474 mg/g) ve 329.41 mg/kg (=0.32941 mg/g) olduğu bildirilmiştir. Bu mikro element değerlerini incelediğimiz yüzen yapraklı türlerimizle karşılaştırdığımızda, yüzen yapraklı türlerin submers türlerden daha yüksek mikro element içerdiği görülmektedir. Literatür bilgilerine göre, su üstü bitkilerinde makro ve mikro elementlerin yüksek değerlerde kaydedildiği bildirilmiştir (Pajevic ve ark., 2002). Yine karasal bitkilere kıyasla sucul bitkilerde makro besin element içeriğinin daha yüksek değerde bulunduğu, bunun nedeni olarak da su ortamında eriyik halinde bulunan elementlerin su bitkileri tarafından daha hızlı alınabileceği şeklinde ifade edilmiştir (Tursun, 2012).

Karasal orijinli yenilebilir, tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal özelliklerini belirlemeye yönelik oldukça çok sayıda çalışma yapılmıştır. Etkili olduğu bilinen bitkiler gıdaların raf ömrünü ve güvenliğini arttırmak için hem geleneksel hem de ticari olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Dupont ve ark., 2006). Ancak su bitkileri üzerinde bu konuda yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Mevcut çalışmamızda yüzen yapraklı su bitkilerinden elde ettiğimiz ekstraların patojenlere karşı antimikrobiyal ajanlar olarak kullanım potansiyelini belirlemek için antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda *S. polyrhiza*, *L. trisulca* ve *S. natans* türlerinin etanol ve aseton ekstralarının Gram-pozitif bakteriler üzerine Gram-negatif bakterilere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Su bitkilerinden *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus* ve *Ruppia maritima* türlerinin metanol ekstralarının Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı test edildiği çalışmada; metanol ekstralarının test edilen tüm Gram-pozitif bakteri türleri üzerinde (*Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Aerococcus*, *Mycobacterium* ve *Corynebacterium* cinslerinde, 12 tür) etkili olduğu tespit edilirken, bu çalışmada Gram-negatif bakteri türlerinin daha dirençli olduğu

görülmüştür (Bushmann ve Ailstock, 2006). Çalışmamızda da incelediğimiz su bitkilerinin Gram-pozitif bakteriler üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür.

L. minor'ün su ve etanol ekstralarının antibakteriyel ve antifungal etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, etanol ekstralarının su ekstralarına göre daha etkili olduğu ve her iki ekstrenin de antifungal etkisi olduğu görülmüştür (Gülçin ve ark., 2010). Çalışmamızda da su mercimeğigillerden olan *S. polyrrhiza* ve *L. trisulca* türlerinin antifungal etkisinin bir su eğreltisi türü olan *S. natans* türüne göre daha yüksek antifungal etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. *L. trisulca* türünün etanol ekstresinin funguslar üzerinde oluşturduğu zon çapının ortalaması 15.20 mm olurken aseton ekstresinin zon çapı ortalaması 11.79 mm olarak tespit edilmiştir.

Submers su bitkisi *Ceretaphyllum demersum* türünün fitokimyasal ve antimikrobiyal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada (Abu, 2015), *C. demersum* türünün etanol ekstralarının Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı etkili olduğu, funguslara karşı ise daha az etkili olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmamızda kullandığımız su bitkilerinde de ilgili literatürle benzer olarak, antimikrobiyal etki sırası Gram-pozitif (14.53 mm) > Gram-negatif (14.16 mm) > fungus (14.10 mm) şeklinde olmuştur.

Yüzen yapraklı su bitkilerinden *Nymphaea alba* ve *S. natans* etanol ve aseton ekstralarının üç patojenik bakteri türüne karşı (*E. coli*, *Vibrio* sp. ve *S. aureus*) test edildiği bir çalışmada (Al-Maliki ve ark., 2017); *N. alba*'nın etanol ekstraları en etkili sonuçları verirken, *S. natans*'ın aseton ekstralarının üç patojen bakteriye karşı da antimikrobiyal etki göstermediği bildirilmiştir. Aynı çalışmada *N. alba* ve *S. natans*'ın etanol ekstralarının MİK değerleri 10.0 mg/mL ile 80.0 mg/mL arasındaki konsantrasyonlarda iken iki bitkinin de aseton ekstraları 20.0 mg/mL ile 160.0 mg/mL konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Mevcut çalışmamızda ise *S. natans*'ın aseton ekstresi en az *E. coli*'de etkili olmuştur. *S. natans*'ın aseton çözeltilisinin MİK değerlerinin ise 0.325 mg/mL ile ≥ 0.750 mg/mL aralığında olduğu görülmüştür.

Başka bir yüzen yapraklı su bitkilerinin (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, ve *S. polyrrhiza*) etanol ve etil asetat ekstralarının üç farklı bakteri türüne karşı (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Lactobacillus* spp.) test edildiği çalışmada, *P. stratiotes* ve *S. polyrrhiza* türlerinin etanol ve etil asetat çözeltileri ilgili

bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstermezken, *E. crassipes* türünün sadece etil asetat ekstresinin *S. aureus* ve *S. typhi* türlerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir (Hossain ve ark., 2018). Yaptığımız çalışmada ise kullanılan su bitkilerinden elde edilen ekstratlar arasında antimikrobiyal etkisi en yüksek çıkan *S. polyrrhiza* türünün etanol ekstresi olmuştur. Bu türün en etkili olduğu bakteri *P. aeruginosa* iken (21.24 mm) en az etkili olduğu bakterinin ise *K. pneumoniae* (12.31 mm) olduğu kaydedilmiştir.

Tatlı su ve tuzlu sularda yaşayan su bitkilerinin (algler, makrofitler) içerdiği çeşitli biyokimyasal bileşenler nedeniyle antibakteriyel, antifungal, antitümoral ve son yıllarda popüleritesi oldukça artan antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve çeşitli patojen mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Ertürk ve Taş, 2011; Taş ve ark., 2015; Ertürk ve ark. 2020). Antioksidan aktivite kapasitesini ölçmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar; 2.2.-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal söndürücü kapasite yöntemi, oksijen radikal absorban kapasitesi (ORAC) yöntemi, toplam radikal yakalayıcı parametre (TRAP) yöntemi, krosin beyazlatma yöntemi, toplam oksiradikal söndürme kapasite (TOSC) yöntemi, diklorofloresin-diasetat (DCFH-DA) yöntemi, troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC veya ABTS) yöntemi, Cu (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) yöntemi, demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi, Folin-Ciocalteu ayırıcı (FCR) ile toplam fenolik yöntemi gibi yöntemlerdir (Okan ve ark., 2013).

Kartal ve ark.,'ın (2009) farklı ekolojik ortamlarda yaşayan su bitkilerinde (tatlı su alglerinden *Chara hispida*, *Cladophora glomerata*, *C. fracta*, *Spirogyra gratiana*, *Mougeotia* sp., *Vaucheria sessilis*, *Geminella mutabilis*; tatlı su bitkileri *Ranunculus rionii* ve *C. demersum*; deniz algleri *Sciniaia furcellata*, *Dictyota dichotoma*, *Padina vickersiae*, *Halopteris scoparia* ve deniz otu *Posidonia oceanica*) yaptıkları antioksidan aktivite analizinde (DPPH yöntemi), ilgili türlerden *C. glomerata* türünün etanolik ekstresinin en yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu (0.01 mg/mL) bildirilmiştir. En düşük antioksidan sonucu ise deniz çayırlarından *P. oceanica* (1.53 mg/mL) türünde kaydetmişlerdir. Mevcut çalışmamızda *S. polyrrhiza* türünün antioksidan etkisi ipliksi alg *C. glomerata* türünün antioksidan etkisiyle benzer sonuçlar vermiştir. Yine, çalışmamızda kullanılan ekstratlar arasında en düşük

antioksidan sonucunu veren (0.82 mg/mL) *L. trisulca* türünün aseton ekstresinin deniz çayırı bitkisinin (*P. oceanica*) etanol ekstresinden daha yüksek sonuçlar verdiği kaydedilmiştir.

Yüzen yapraklı su bitkisi *E. crassipes* türünün sap, yaprak ve çiçeklerinden elde edilen etanol ve su ekstralarının DPPH yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan aktivite belirleme analizinde, bitkinin çiçeklerinden elde edilen etanol ekstralarının en yüksek % süpürme değerini (%79.36) verdiği bildirilmiştir (Surendraraj ve Farvin, 2013). Mevcut çalışmamızda ise etanol ekstralarının % süpürme değerleri %12.77 ile %77.68 arasında tespit edilmiştir.

Nymphoides hydrophylla (yüzen yapraklı su bitkisi) türünün etanol ve su ekstralarının, DPPH yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan analizleri sonucunda, su ekstralarının etanol ekstralarına göre daha yüksek antioksidan sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (Ko ve ark., 2014). İlgili çalışmada sulu ekstraların SC₅₀ değeri 0.015 mg/mL, etanol ekstralarının SC₅₀ değeri ise 0.020 mg/mL olarak hesaplanmıştır. Mevcut çalışmamızda, *S. polyrhiza*'nın etanol ekstralarının SC₅₀ değeri 0.011 mg/mL'dir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, *S. polyrhiza*'nın *N. hydrophylla*'dan daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Su ispanağı olarak da bilinen *Ipomoea aquatica* türününün (emers su bitkisi) yapraklarından elde edilen etanolik ekstraların DPPH ve ABTS yöntemleri kullanılarak yapılan antioksidan aktivite belirleme analizi sonucunda, SC₅₀ değeri 0.02 mg/mL ve 0.01 mg/mL arasında değişkenlik göstermiştir (Doka ve ark., 2014). Mevcut çalışmamızda ise etanolik ekstraların SC₅₀ değerleri 0.011 mg/mL ile 0.096 mg/mL aralığına hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, çalışmamızda kullandığımız su bitkilerinden *S. polyrhiza*'nın antioksidan aktivitesinin *I. aquatica* türüne benzer özellikler gösterdiği, *L. trisulca* ve *S. natans* türünün ise *I. aquatica*'dan daha az antioksidan aktiviteye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Bir başka emers tip su bitkisi olan *Typha angustifolia* türünün polenlerinden elde edilen su ve etanol ekstralarıyla DPPH analizi yapılan çalışmada, bitkinin hem etanol hem de su çözeltilerinin önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Chen ve ark., 2017). İlgili çalışmada su ekstralarının etanol ekstralarına göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Yaptığımız

çalışmada materyal olarak kullandığımız su bitkilerinin etanol ve aseton ekstralarının antioksidan aktivite potansiyellerini karşılaştırdığımızda, hem *L. trisulca* türünün hem de *S. natans* türünün etanol ekstralarının antioksidan özelliğinin aseton ekstralarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda su kullanılarak bitki ekstraları elde edilmediği için, bundan sonra yapılacak çalışmalarda su ve diğer farklı çözücüler kullanılarak elde edilecek bitki ekstralarının antioksidan potansiyelleri daha iyi karşılaştırılabilir.

Cudalbeanu ve ark., (2018) beyaz nilüfer bitkisinin (*Nymphaea alba*) yaprak, çiçek, meyve, gövde ve köklerinden elde ettikleri metanolik ekstraların DPPH ile antioksidan özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; en yüksek antioksidan değeri bitkinin meyve ve çiçeklerinden (17 µg/mL), en düşük antioksidan değeri ise gövde (25 µg/mL) ekstralarından elde edilmiştir. Mevcut çalışmamızda ise *S. polyrhiza* türünün tamamından (yaprak ve kökler) elde edilen etanol ekstralarının bu çalışmadakinden ve materyal olarak kullandığımız diğer bitki ekstralarından daha yüksek sonuçlar vermiştir (11 µg/mL).

Antioksidan aktiviteyi belirlemek için kullanılan yaygın yöntemlerden bir diğeri de demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemidir. Mevcut çalışmamızda DPPH ve FRAP yöntemleri kullanılarak yapılan su bitkilerinin antioksidan potansiyelini belirleme çalışmaları sonucunda, etanol ekstralarının aseton ekstralarına göre daha etkili antioksidan özellik taşıdığı kaydedilmiştir. Emsen ve Doğan (2018) submers su bitkisi *C. demersum* türünün su ve metanol ekstralarından FRAP yöntemi ile yaptıkları bir çalışmada, su ekstralarının metanol ekstralarından daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir. Yine, başka bir çalışmada, Afolayan ve ark., (2013) *Nymphaea lotus*'un aseton ve su ekstralarını kullanarak DPPH yöntemiyle antioksidan aktiviteyi belirledikleri çalışmada, aseton ekstralarının su ekstralarına göre daha yüksek süpürme yüzdesine sahip olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmamızda su ekstresi kullanılmadığından dolayı, aseton ekstralarının antioksidan etkisi daha düşük miktarlarda kaydedilirken, etanol ekstralarının antioksidan etkisi daha yüksek tespit edilmiştir.

Bunama hastalığı olarak da bilinen demans zihnin yitirilmesi anlamında, beyin hücrelerinin tahribatı sonucu ortaya çıkan, hafızayı, düşünmeyi ve sosyal

becerileri etkileyen bir grup semptomdur. Özellikle 65 yaş üstü bireylerde görülme sıklığı daha yüksek olan bunama hastalığı vakalarının yarısından fazlasını Alzheimer (AH) tipi demans oluşturmaktadır. İnsan vücudunda ise asetilkolinesteraz (AChE) ve butirilkolinesteraz (BChE) olmak üzere iki tane kolinesteraz enzimi bulunmaktadır. AChE enzimini inhibe eden ilaçlara kolinesteraz inhibitörleri veya antikolinesterazlar denilmektedir. Kolinesteraz inhibitörleri asetilkolinesterazın yıkımını inhibe ederek santral ve periferik kolinerjik fonksiyonu güçlendirmektedir (Alaşehirli, 2005). Sinir hücreleri arasındaki iletişimden sorumlu nörotransmitterlerden olan asetilkolinin AH hastalarında salınımı az iken AChE ve BChE miktarı daha fazladır. Hastalarda ise asetilkolin miktarını artırabilmek için ise AChE enzim inhibitörü karakterli ilaçlar kullanılmalıdır. Bu tür ilaçların eksikliğini tamamlamak için ise doğal yolların tercih edilmesi her zaman öncelikli olmalıdır.

Mevcut çalışmamızda karasal orijinli bitkilerden farklı olarak, sulara yaygın bulunan su bitkilerinin AChE ve BChE analizleri yapılmış ve bu bitkilerin AChE ve BChE enzim inhibitörü karakterli olduğu tespit edilmiştir.

Tirozinaz inhibitörleri, gıda esmerleşmesi ve insan derisinin melanizasyonu gibi enzimatik reaksiyonları azaltabilen kimyasal bir ajandır. Bu nedenle, bu ajanlar hem gıda işleme hem de kozmetik endüstrilerinde iyi ticari potansiyele sahiptir. Makroskobik alglerden *Halimeda opuntia*, *Padina pavonica* ve *Halymenia* sp. türlerinin metanolik ekstraktlarının antitirozinaz aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, *H. opuntia*'nın en yüksek (%60) antitirozinaz aktiviteye sahip olduğu, *P. pavonica*'nın ise en düşük (%15) etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Hamza ve ark., 2014). Yaptığımız çalışmada ise en yüksek antitirozinaz aktiviteyi *S. polyrhiza*'nın etanol ekstraktları (%47.41) göstermiş, en düşük antitirozinaz aktiviteyi ise *L. trisulca*'nın aseton ekstresi (%2.38) vermiştir.

AChE ve BChE aktiviteleri arasında iyi bir dengenin AH tedavisi için daha yüksek etkinlikle sonuçlandığı bildirilmiştir (Choi ve ark., 2014). Çalışmamızda AChE ve BChE arasındaki dengeye bakıldığında *S. polyrhiza*'dan elde edilen etanol ekstraktlarının AChE inhibitör aktivitesinde de BChE inhibitör aktivitesinde de en yüksek değerleri gösterdiği tespit edilmiştir. *L. trisulca*'nın etanol ekstraktlarının ise AChE inhibitör aktivitesinde de BChE inhibitör aktivitesinde de elde edilen sonuçları

birbirine çok yakın olmakla beraber, kolinesteraz inhibitör aktivitesinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Her iki türün aseton ekstralarının AChE inhibitör aktivitesinin BChE inhibitör aktivitesinden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çınar (2012) tarafından AChE inhibitör aktivitesini belirlemek için yapılan bir çalışmada, dört kahverengi alg, bir kırmızı alg ve dört yeşil algden elde edilen kloroform ve metanol ekstraları kullanılmış ve üç denizel algin (*C. crinata*, *Jania rubens* var. *rubens*, *U. compressa*) sırasıyla %132.03 %103.17 %154.7 oranlarında AChE'ye karşı yüksek inhibisyon gösterdiği bildirilmiştir. Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında, çalışmamızda en yüksek % inhibisyon sonucu *S. polyrhiza* türünün etanol ekstresinden elde edilmiştir (%43.534). Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu su bitkisinin farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan ekstraları incelenerek daha kapsamlı değerlendirilebilir.

Kahverengi bir alg olan *Ecklonia maxima*'nın hekzan, bütonol, etil asetat ve diklorometan gibi farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstralarıyla yapılmış olan bir AChE inhibitör aktivitesini belirleme çalışmasında, etil asetat çözeltilisinin AChE'ye karşı en iyi inhibitör aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Kannan ve ark., 2013).

AChE inhibitör aktivitesini belirlemek için yapılan başka bir çalışmada, *C. demersum* türünün etanol ekstralarının etkisi incelenmiş, elde edilen sonuçlar %7 ila %11 arasında sonuçlanmıştır (Abu, 2015). Mevcut çalışmamızda ise kullandığımız etanol ekstraları arasında en düşük AChE inhibitör aktivitesini *L. trisulca* türü göstermiştir (%8.47).

Bitkilerdeki toplam fenolik bileşiklerin konsantrasyonu genetik ve çevresel koşullara bağlıdır. Fenolik bileşim, farklı çözücü ekstraları arasında farklılık gösterebilir (Wu ve ark., 2016). Bu durum göz önüne alındığında çalışmamızda kullandığımız üç türden ikisinin (*L. trisulca* ve *S. natans*) hem aseton hem de etanol ekstralarının toplam fenolik madde içeriği de karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde etanol ekstralarının aseton ekstralarına göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Kırmızı alglerden *Laurencia obtuse* türünün etanol ekstrelerinden yapılan toplam fenolik madde içeriği analizinde, maksimum fenolik bileşik içeriği 25.95 mg GA/g olarak hesaplanmıştır (Topuz ve ark., 2016). Çalışmamızda her üç su bitkisinden elde ettiğimiz sonuçlar ilgili literatürdeki hesaplanan değerlerin çok daha üzerindedir. Dolayısıyla çalışmamızda kullandığımız su bitkileri fenolik madde açısından bu türden daha etkili sonuç vermiştir.

Folin-Ciocalteu yöntemini kullanarak ondört yenilebilir bitkinin metanolik ekstrelerinden toplam fenolik içeriğini belirlemek için yapılan bir çalışmada, emers tip su bitkisi *I. aquatica* türünün toplam fenolik madde içeriği 37.90 mg GA/g madde olarak belirlenmiştir (Galketiya ve ark., 2017). Çalışmamızda kullandığımız su bitkilerinin ise etanolik ekstrelerinin fenolik madde içeriği değerleri 1126.181 mg GA/g ila 178.339 mg GA/g madde olarak hesaplanmıştır. Aseton çözeltilerinde ise *L. trisulca* türünün aseton çözeltilisinin fenolik madde içeriği değeri 26.979 mg GA/g madde olarak hesaplanmış ve en düşük değer olarak kaydedilmiştir.

Yedi farklı su bitkisinden (*Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Glyceria maxima*, *Typha latifolia*, *Juncus effuses*, *Scirpus sylvaticus*, *Carex nigra*) elde edilen aseton ekstrelerinin Folin-Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik içeriğinin incelendiği bir çalışmada, en düşük değer *P. arundinacea* (9.02 mg GA/g) türünden en yüksek değer ise *C. nigra* (28.39 mg GA /g) türünden elde edilmiştir (Březinová ve Vymazal, 2018). Çalışmamızda ise *L. trisulca* türünün aseton çözeltilisinin fenolik madde içeriği en düşük değeri vermiştir (26.979 mg GA/g). *S. natans*'ın aseton çözeltilisi ise bu çalışmadakilerden de daha yüksek bir fenolik madde içeriği değerine (76.864 mg GA/g) sahiptir.

Azolla microphylla türünün eter, kloroform, etil asetat, etanol ve sulu ekstreleri kullanılarak yapılan toplam fenolik madde analizi ve DPPH yöntemine göre antioksidan analizleri sonucunda etanolik ekstreler en verimli sonuçları vermiş, toplam fenolik madde içeriği 90.2 mg GA/g olarak belirlenmiştir. Etanolik ekstrelerin DPPH analizi sonuçlarında ise *A. microphylla*'nın SC₅₀ değeri 0.059 mg/mL olarak hesaplanmıştır (Sreenath ve ark., 2018). Yaptığımız çalışmada ise *S. polyrhiza*'nın etanol ekstrelerinin antioksidan aktivitesi *A. microphylla*'dan daha yüksektir (0.011 mg/mL).

Lotus olarak da bilinen yüzen yapraklı su bitkisi *Nelumbo nucifera* bitkisinin köklerinin metanolik ekstralarının FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan analizine göre; doku, kabuk ve nodların FRAP değerleri sırasıyla 75.91, 87.66 ve 100.43 µg Trolox equivalents/100 µg GAE (µM TX/g madde) olarak tespit edilmiştir (Yi ve ark., 2016).

Yaptığımız antioksidan analizler sonucunda *L. trisulca* ve *S. natans* türlerinin etanol ekstralarında daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu tespit edilen *S. polyrhiza* türünün etanol ekstralarının GC-MS sonuçları da diğer türlerden farklı antioksidan özelliklere ve daha birçok farklı biyolojik kullanıma sahip bazı kimyasal bileşenlere sahip olduğu görülmüştür. Çizelge 5.1’de GC-MS analizini yaptığımız su bitkilerinin biyokimyasal kompozisyonu (>%1 alan olanlar) ve etki mekanizmaları verilmiştir. Biyokimyasal madde içeriklerinin detaylı sonuçları ise EKLER bölümünde verilmiştir. Bu kimyasal maddelerden biri olan dl-alfa-tokoferol, güçlü bir antioksidan özelliği olan yağda çözünen bir vitamin olan E vitaminin doğal olarak ortaya çıkan bir şeklidir (Kumar ve ark., 2010). Biyolojik zararın stabilizasyonu için gerekli olduğu düşünülen d-alfa-tokoferol, güçlü bir peroksil radikal temizleyici yani antioksidandır, aynı zamanda hücre yenileyici antiinflamatuvar ve antikanser özellikleri olan bir maddedir (Shalini ve ark., 2016).

1,2,3-Propanetriol daha çok bilinen adıyla gliserin ya da gliserol sıvı halde bulunan polar organik bir trihidroksi alkoldür. Hayvansal ve bitkisel yağ maddelerinin içinde bulunur (Pubchem, 2019). Biyolojik olarak kullanımı incelendiğinde, deriye uygulanan merhemlerle ve gıda maddesi olarak kullanılabilir (Lakshmi ve Bai, 2015).

Fitol, asetat ise yine yalnızca *S. polyrhiza* bitkisinden elde edilen bir maddedir. Gıda maddelerinde tatlandırıcı madde olarak kullanılmasının yanı sıra farklı kimyasal bileşikler ile bir araya geldiğinde (tetradekanoik asit, oktadekanoik asit, oktadekanoik asit metil ester, fitol, fitotol, ksantan ve stigmasterol gibi) α-amilaz, α-glukosidaz ve lipaz inhibe edici aktiviteye sahiptir (Oyebode ve ark., 2018).

D-alluloz ise d-alfa-tokoferol gibi güçlü antioksidan etkilere sahip bir diğer kimyasal bileşiktir. Ayrıca bağırsak sindirim enzimlerine karşı inhibe edici aktivitesi,

hepatik çekirdekten sitoplazmaya glukokinazın translokasyonu ve intestinal mukoza yoluyla glukozla rekabetçi transport gibi çeşitli mekanizmalar yoluyla aktivite göstermektedir. Ayrıca, yağların metabolizması ile ilgili olarak antihiperlipidemik, antihipertrigliseridemik etkileri de bulunmaktadır (Özgür ve Uçar, 2019).

L. trisulca'nın etanol çözültüsünün GC-MS analizi sonucunda, diğer bitki ekstraktlarından elde edilmeyen bir madde olan "sikloartenol", sıvı klorofilin yapısında bulunan kimyasal bir bileşendir. Sikloartenol, vücuttaki toksinlerin detoksifiye edilmesine ve azaltılmasına yardımcı olduğu gibi aynı zamanda vücuttaki hormonların düzenlenmesine ve kırmızı kan hücrelerinin yenilenmesine de yardımcı olmaktadır. Ayrıca siklolanost bakteri üremesinin inhibitör maddelerinden de biridir (Hasan ve ark., 2014). Yine aynı şekilde antibakteriyel ve antiviral özelliğe sahip bir kimyasal bileşik olan "17-Pentatriacontene" de yalnızca *L. trisulca*'nın etanol çözültüsünde tespit edilmiştir (Paramanatham ve Murugesan, 2014). Kolest-5-en-3-ol, 24-propiliden-, (3.beta.) maddesi ise hem antibakteriyel hemde antioksidan özelliğe sahip bir kimyasaldır (Thanigaivel ve ark., 2015).

L. trisulca'nın etanol çözültüsünden elde edilen diğer maddelerden biri olan "9,12,15-Oktadekatrienoik asit, etil ester" ise antiinflamatuvar, hipokolesterolemik, antikanser nematod ve böcek öldürme etkisine sahip kimyasal bir maddedir (Kumar ve ark., 2010). "Oktadekanoik asit, 2-hidroksi-1,3-propanedil ester" maddesi hipokolestrolemik, antiartritik, nematod öldürücü, antiakne ve antihepatotoksisite etkilerine sahip bir kimyasal bileşiktir (Selvamangai ve Bhaskar, 2012). "2-Pentadekanon, 6,10,14-trimetil" ya da bilinen adıyla "Heksahidrofarnesil aseton" ise kanser önleyici özelliğe sahip olduğu bilinen bir maddedir (Ponnamma ve Manjunath, 2012).

Diğer su bitkilerinin etanol ekstraktlarındaki kimyasal bileşiklerden farklı olarak *S. natans* numunelerinde ise "lupeol" diğer adıyla "fargasterol" bileşiği biyolojik aktiviteleri bakımından en yararlı madde olarak göze çarpmaktadır. Lupeolün özellikle iltihaplanma, kanser, artrit, diyabet, kalp hastalıkları, böbrek toksisitesi ve karaciğer toksisitesine karşı yararlı etkileri vardır (Saleem, 2009). *S. natans*'dan elde edilen başka bir madde olan "1-Tridesen" bileşiğinin ise bitkilerde bulunan bir bileşik olmakla beraber farklı kimyasal formlarda antioksidan etki

gösterdiği tespit edilmiştir (Sunil ve ark., 2018). Aynı zamanda yapılan çalışmalar birçok eklem bacaklarının savunma salgılarında da bu maddenin bulunduğunu göstermektedir (Geiselhardt ve ark., 2008). Bu türden elde edilen kimyasallar arasında antioksidan özellik gösteren bileşikler “Dekan, 1,1-dietioksi” ve “n-Tetrakosanol-1” iken antibakteriyal özellik gösteren bileşik ise “E-14-Hekzadekenal” olarak tespit edilmiştir (Jessica ve ark., 2016, Amudha ve ark., 2018, Santhiya ve Ramasamy, 2018).

Aseton çözeltileri değerlendirildiğinde *L. trisulca*'nın aseton ekstralarında ilk göze çarpan kimyasal bileşik “kampesterol”dür. Bitkilerde bulunan önemli sterollerden biri olan kampesterolün kolesterol düşürücü ve antikarsinojenik etkileri olduğu bilinmektedir (Choi ve ark., 2007). Antimikrobiyal etkilere sahip olan kimyasal maddelerin ise n-Nonadekanol-1, 1-Dodesen ve Fenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletıl) olduğu sonucuna varılmıştır (Begüm ve ark., 2016). Ayrıca fenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletıl)'in antioksidan özellikleri de vardır (Teresa ve ark., 2014).

S. natans'ın aseton çözeltilisinin GC-MS analizleri sonucunda diğer bitkiler ve ekstralarından farklı olan kimyasal bileşiklerden “1-Heptakosanol” ve “Farnesol”ün antikanser ve antiinflamatuvar özellikleri vardır (Venkata ve ark., 2012, Jung ve ark., 2018). Bunun yanı sıra “1-Heptakosanol”ün nematisit, antioksidan ve antimikrobiyal özellik taşıdığı bildirilmiştir (Venkata ve ark., 2012). Farnesol'ün ise alerjik astımı, gliozisi ve ödemi azalttığı tespit edilmiştir (Jung ve ark., 2018). Yine bu numuneden elde edilen “A'-Neogammaser-22(29) en” kimyasalı antioksidan, hipokolesterolemik etkilere sahiptir (Arora ve Kumar, 2018).

Bu tez çalışmasında, su bitkilerinin önemine vurgu yapılarak; bu bitkilerin tıbbi değerler taşıdığı, etnobotanik olarak kullanılabilme potansiyelinin olduğu ortaya çıkmıştır. Yeni drog geliştirme amacıyla, biyokimyasal içeriği incelenen türlerdeki etkin bileşiklerin izolasyonu ve karakterizasyonu yapıldıktan sonra bunların üzerinde kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.

Türkiye sulak alanlar bakımından oldukça zengin bir bölgede yer almasına rağmen, sulak alanların birçok fonksiyonundan yararalanılırken, bu sulak alanlardaki bitkilerin etnobotanik özellikleri çok az incelenmiştir. Son yıllarda yaşanan küresel iklim değişikliği sürecinde sulak alanlar bozulmaya karşı çok hassas alanlardır.

Dolayısıyla mevcut sulak alanlarda biyoçeşitliliğinin kaybı söz konusudur. Bu nedenle hem sulak alanlar hem de sulak alan bitkileri bakımından zengin olan ülkemizde bu doğal kaynaklar kaybolmadan sulcul bitkilerimiz detaylı olarak incelenmeli, hakkındaki bilgiler derlenmeli, su bitkilerinin sürdürülebilir kullanımı, korunması ve endüstriyel kalkınma gibi modern ihtiyaçlar için öncelikli alan olarak ayrıntılı sistematik etnobotanik çalışmalar ivedilikle yapılmalıdır.

Çizelge 5.1 GC/MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (>%1 olan) ve Biyolojik Aktiviteleri

| FONKSİYONEL GRUPLAR | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | Biyolojik Aktivite | Kaynak |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|------------------------------|
| ALKOL | %Area | %Area | %Area | %Area | %Area | Kullanım Alanları | |
| Phytol | 4.79 | 13.55 | 1.92 | 13.19 | 1.58 | Antimikrobiyal, antikanser, antienflamatuar, idrar söktürücü | (Kumar ve ark., 2010) |
| 1-Heneicosanol | 1.74 | | | | | Antifungal | (Amudha ve ark., 2018) |
| 9,19-Cyclolanostan-3-ol, acetate, (3.beta.)-(CAS) | 1.01 | | | | | Bilinmiyor | (Sivakumaran ve ark., 2019) |
| n-Tetracosanol-1 | | | 1.11 | | | Antiproliferatif ajan HMG CoA Redüktaz inhibitörü. | (Sathyamurthy ve ark., 2018) |
| Lupeol | | | 6.67 | | | Antioksidan, antienflamatuar, antitritik, antisıtma ve antikanser. | (Prasad ve ark., 2018) |
| Octacosanol | | | 1.86 | 0.80 | | Antikanser, kolesterol düşürücü etki, antikoagulan, sporcular için dayanıklılık ve güçlendirici. | (Raman ve ark., 2012) |
| 1,2-Propanediol, 3-benzyloxy-1,2-diacetyl- | | | | | 6.19 | Bilinmiyor | |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | 1.87 | Bilinmiyor | |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | 3.52 | Bilinmiyor | |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | 1.16 | Bilinmiyor | |
| Farnesol | | | | | 1.78 | Antikanser ve antienflamatuar ayrıca alerjik astım, gliyoz ve ödemi hafifletir. | (Jung ve ark., 2018) |
| ALKEN | | | | | | | |
| 3-Hexadecene, (Z)- (CAS) | 0.62 | 0.88 | | 5.84 | 1.88 | Antieckzamik | (Ibeyaima ve ark., 2017) |

Çizelge 5.1 GC/MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (>%1 olan) ve Biyolojik Aktiviteleri (devamı)

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-------|------|-------|------|---|--|
| Squalene | 5.67 | 0.68 | | 3.67 | | Antienflamatuar, antiaterosklerotik ve antineoplastik, yaşlanmayı geciktirici. | (Raman ve ark., 2012) |
| Neophytadiene | 9.13 | 10.98 | 5.61 | 14.28 | 6.31 | Antipiretik, analjezik ve antienflamatuar, antimikrobiyal, antioksidan | (Raman ve ark., 2012) |
| 4,22-Stigmastadiene-3-one | 1.34 | | | | | Antimikrobiyal | (Dandekar ve ark., 2015) |
| 1-Dodecene (CAS) | | | | 2.74 | | Tehlikeli bir kimyasal akciğer tahrişine neden oluyor, yüksek dozları narkotik etkiye sahip | (Anonim, 2019) |
| 1-Octadecene | | | | 4.01 | 0.69 | Terapötik bir amaç için uygun değildir. | (Amudha ve ark., 2018) |
| A'-Neogammacer-22(29)-ene | | | | | 7.33 | Antioksidan, hipokolesterolemik | (Arora ve Kumar 2018) |
| ALKAN | | | | | | | |
| Nonadecane (CAS) | | 2.26 | 0.65 | 2.81 | 1.47 | Sitotoksik ve antimikrobiyal | (Akpuaka ve ark., 2013) |
| Heneicosane | | 1.20 | 2.17 | 1.61 | 1.93 | Bilinmiyor | |
| ALDEHİD | | | | | | | |
| E-15-Heptadecenal | | 0.33 | | 6.15 | 1.39 | Antibakteriyel | (Yogeswari ve ark., 2012) |
| Octadecanal | | | 8.98 | | 7.30 | Feromon | (Shettar ve ark., 2017) |
| ASİT KLORÜR | | | | | | | |
| 9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)- | 0.43 | 1.00 | 1.69 | | | Hipokolesterolemik , hepatoprotektif, antihistaminik, antikoronar, böcek ilacı, antiengazamik, antikanser | (Vijayabaskar ve Elango, 2018) |
| AROMATİK ALİFATİK SUBSTİTUE | | | | | | | |
| dl-.alpha.-Tocopherol | 2.00 | | | | | E vitamini, antioksidan antikanser, antienflamatuar, hücre yenileyici | (Kumar ve ark., 2010, Shalini ve ark., 2016) |

Çizelge 5.1 GC/MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (>% 1 olan) ve Biyolojik Aktiviteleri (devamı)

| DOYMAMIŞ ALKOL | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|------|-------|---|
| 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol | 3.27 | 3.93 | 1.88 | 5.05 | 2.08 | Antimikrobiyal, antienflamatuvar (Chandel ve Kumar, 2015) |
| Ergost-5-en-3-ol, (3.beta.,24R)- (CAS) | 6.68 | | 8.06 | | | Karaciğer hastalığı, sarılık, ateroskleroz (Arora ve Kumar 2017) |
| Stigmasta-5,22-dien-3-ol, (3.beta.,22E)- (CAS) | 21.51 | 12.40 | 14.00 | 6.79 | 12.11 | Antienflamatuvar, antipiretik, antiülser, antiartritik (Arora ve Kumar 2017) |
| cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatrienal | | 1.33 | | | | Antioksidan (Rautela ve ark., 2019) |
| Ergost-5-en-3-ol, (3.beta.)- | | 4.42 | | | 6.36 | Antimikrobiyal (Ravi ve ark., 2018) |
| Cholest-5-en-3-ol, 24-propylidene-, (3.beta.)- | | 1.55 | | | | Antifungal (Deepak ve ark., 2017) |
| 2,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z)- | | | 2.19 | | | Bilinmiyor |
| ESTER | | | | | | |
| ETHYL LINOLEOLATE | 1.97 | | | | | Antimikrobiyal (Lakshmi ve Bai, 2015) |
| 9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3.beta.,4.alpha.,5.alpha.)- | 0.60 | | 1.78 | | 1.12 | Bilinmiyor |
| Benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, octadecyl ester | 0.47 | | | 8.85 | 3.88 | Bilinmiyor |
| 9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)- | | 1.15 | | | | Hipokolesterolemik, nematisid, hepatoprotektif, antihistaminik, antikoroner, böcek ilacı, antiegzamik, antiakne (Sudha ve ark., 2013) |
| 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3.beta.)- | | 3.50 | 1.95 | 2.75 | 2.42 | Bilinmiyor |
| 18.alpha.-Olean-3.beta.-ol, acetate | | | 4.68 | | 4.85 | Bilinmiyor |

Çizelge 5.1 GC/MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (>%1 olan) ve Biyolojik Aktiviteleri (devamı)

| | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|--|---|
| CYCLOHEXANECARBOXYLIC ACID, 1-PHENYL-, METHYL ESTER | | | 2.10 | | Bilinmiyor | |
| KETON | | | | | | |
| Cholest-4-en-3-one, 26-(acetyloxy)- | 1.54 | | | 1.89 | Antiobezite | (Seshamamba ve ark., 2018) |
| 2-Nonadecanone | | 2.36 | | 1.47 | Antienflamatuar, antidepresan ve antidemans | (Lee ve Hyun, 2018) |
| KARBOKSİLİK ASİT | | | | | | |
| n-Hexadecanoic acid | 6.58 | 4.07 | 1.57 | | Antioksidan hipokolesterolemiknemad, hemolitik, | (Bhaskar ve ark., 2012) |
| Octadecanoic acid | 19.49 | 14.68 | 6.30 | | Antifungal, antitümör ve antibakteriyal | (Akpuaka ve ark., 2013) |
| KARBONHİDRAT | | | | | | |
| D-Allose | 1.16 | | | | Antioksidan | (Özgür ve Uçar, 2019) |
| STEROİT ALKOL | | | | | | |
| .gamma.-Sitosterol | 4.32 | | 14.63 | 12.35 | Antimikrobiyal antioksidan ve profilaktik | (Akpuaka ve ark., 2013) |
| .beta.-Sitosterol | | 12.66 | | 7.70 | Antikanser kolesterol düşürücü, antienflamatuar. | (Amudha ve ark., 2018) |
| Campesterol | | | 2.58 | | Kolesterol düşürücü antikarsinojenik ve antikanser | (Choi ve ark., 2007, Shalini ve ark., 2016) |

*1. *S. polyrhiza* (etanol), *2. *L. trisulca* (etanol), *3. *S. natans* (etanol), *4. *L. trisulca* (aseton), *5. *S. natans* (aseton).

6. KAYNAKLAR

- Abu, T. (2017). A review: Aquatic macrophyte *Ceratophyllum demersum* L.(Ceratophyllaceae): plant profile, phytochemistry and medicinal properties. *International Journal of Science and Research*, 6, 395-397.
- Afolayan, AJ., Sharaibi, OJ., & Kazeem, MI. (2013). Phytochemical analysis and in vitro antioxidant activity of *Nymphaea lotus* L. *International Journal of Pharmacology*, 9(5), 297-304.
- Alaşehirli, B. (2005). Kolinesteraz inhibitörleri (Antikolinesterazlar). *Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences Pharmacology*, 1(18), 47-57.
- Al-Maliki, GM., Al-Khafaji, KK., & Karim, RM. (2017). Antibacterial activity of two water plants *Nymphaea alba* and *Salvinia natans* leaves against pathogenic bacteria. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(5), 353-355
- Alpaslan, M., Güneş, A., Taban, S., Erdal, İ., & Tarakçıoğlu, C. (1998). Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko ve mangan içeriklerinde değişimler. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 22, 227-233.
- Altınayar, G. (1988). Su Yabancıotları. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 237
- Amin, A., Tuenter, E., Exarchou, V., Upadhyay, A., Cos, P., Maes, L., Apers, S. & Pieters, L. (2016), Phytochemical and pharmacological investigations on *Nymphoides indica* leaf extracts. *Phytotherapy Research*, 30(10), 1624-1633.
- Amudha, P., Jayalakshmi, M., Pushpabharathi, N., & Vanitha, V. (2018). Identification of bioactive components in enhalus acoroides seagrass extract by gas chromatography–mass spectrometry. *Asian Journal Pharmaceutical Clinical Research*, 11(10), 313-317.
- Anonim, (2019), National Center for Biotechnology Information. PubChem Database. 1-Dodecene, CID=8183, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-Dodecene>-(Erişim tarihi: 19.12.2019)
- Anonim, (2019), Tehdit Altındaki Türlerin IUCN Kırmızı Listesi. Sürüm 2019-3. <http://www.iucnredlist.org>-(Erişim Tarihi: 10.11.2019).
- Anonim, (2020), HORIBA, Measurement of pH in Plant Tissue. <https://www.horiba.com/us/en/application/material-property-characterization/water-analysis/water-quality-electrochemistry-instrumentation/support/application-support/application-notes/agriculture/measurement-of-ph-in-plant-tissue/>-(Erişim tarihi: 09.01.2020).
- AOAC., (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, 1298s

- Arora, S., & Kumar, G. (2018). Phytochemical screening of root, stem and leaves of *Cenchrus biflorus* Roxb. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 1445-1450.
- Atere, TG., Akinloye, OA., Ugbaja, RN., Ojo, DA., & Dealtry, G. (2018). In vitro antioxidant capacity and free radical scavenging evaluation of standardized extract of *Costus afer* leaf. *Food Science and Human Wellness*, 7(4), 266-272.
- Aydın, S. (2012). Giresun ilinden toplanan *Flavoparmelia caperata* (L.) hale (Parmeliaceae) ve *Roccella phycopsis* ach. (Roccellaceae) likenlerinin antibakteriyal ve antioksidan özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun.
- Begum, IF., Mohankumar, R., Jeevan, M., & Ramani, K. (2016). GC–MS analysis of bio-active molecules derived from *Paracoccus pantotrophus* FMR19 and the antimicrobial activity against bacterial pathogens and MDROs. *Indian journal of microbiology*, 56(4), 426-432
- Bilgiri, B. (1982). Ege bölgesinde insan beslenmesinde kullanılan bazı yabancı (şevketi bostan, iğnelik, deve diken, yabancı pazı ve semiz otu) otları üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3): 11-26.
- Biswas, KK., Faruk, MO., Amin, MZ. & Shaha RK. (2012), Antibacterial activity of two varieties of water chestnuts (*Trapa* sp.). *Journal of Biological Sciences*, 20, 115-123.
- Březinová, TD., & Vymazal, J. (2018). Phenolic compounds in Wetland macrophytes. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 49(1), 1-8.
- Briskin DP. (2000) Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. *Plant Physiol* 124(2):507-514.
- Burak, U. (2017) Cd ve Pb'nin doğal ortamda, *Lemna minor* üzerindeki kombine toksik etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Anabilim Dalı, Ordu.
- Bushmann, PJ., & Ailstock, MS. (2006). Antibacterial compounds in estuarine submersed aquatic plants. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 331(1), 41-50.
- Chakrabarti, R., Clark, WD., Sharma, JG., Goswami, RK., Shrivastav, AK., & Tocher, DR. (2018). Mass production of *Lemna minor* and its amino acid and fatty acid profiles. *Frontiers in chemistry*, 6:479
- Chandel, E., & Kumar, B. (2015). Antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Cynodon dactylon*: A review. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(11), 515-530.
- Chen, P., Cao, Y., Bao, B., Zhang, L., & Ding, A. (2017). Antioxidant capacity of *Typha angustifolia* extracts and two active flavonoids. *Pharmaceutical Biology*, 55(1), 1283-1288.
- Choi, JM., Lee, EO., Lee, HJ., Kim, KH., Ahn, KS., Shim, BS., Kim NI., Song MC., Baek NI., & Kim, SH. (2007). Identification of campesterol from

- Chrysanthemum coronarium* L. and its antiangiogenic activities. *Phytotherapy Research*, 21(10), 954-959
- Choi, JS., Haulader, S., Karki, S., Jung, HJ., Kim, HR., & Jung, HA. (2015). Acetyl- and butyryl-cholinesterase inhibitory activities of the edible brown alga *Eisenia bicyclis*. *Archives of Pharmacal Research*, 38(8), 1477-1487.
- Çınar, E. (2012). Deniz alglerinin antimikrobiyal, antitümoral, antiprotozoal ve asetilkolinesteraz aktiviteleri. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa.
- Cruz, RG., Beney, L., Gervais, P., Lira, SP., Vieira, TM., & Dupont, S. (2018). Comparison of the antioxidant property of acerola extracts with synthetic antioxidants using an in vivo method with yeasts. *Food Chemistry*, 277, 698-705.
- Cudalbeanu, M., Ghinea, I., Furdui, B., Dah-Nouvlessounon, D., Raclea, R., Costache, T., & Dinica, R. (2018). Exploring new antioxidant and mineral compounds from *Nymphaea alba* wild-grown in Danube Delta biosphere. *Molecules*, 23(6), 1247.
- Dandekar, R., Fegade, B., & Bhaskar, VH. (2015). GC-MS analysis of phytoconstituents in alcohol extract of *Epiphyllum oxypetalum* leaves. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(1), 149-154.
- Deepak, P., Sowmiya, R., Balasubramani, G., & Perumal, P. (2017). Phytochemical profiling of *Turbinaria ornata* and its antioxidant and anti-proliferative effects. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 12(4), 329-337.
- Doka, GI., Tigni, SE., & Yagi, S. (2014). Nutritional composition and antioxidant properties of *Ipomoea aquatica* (Forsek) leaves. *Journal of Forest Products and Industries*, 3(4), 204-210.
- Dorman, HJD., & Deans, SG. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2), 308-316.
- Dupont, S., Caffin, N., Bhandari, B., & Dykes, GA. (2006). In vitro antibacterial activity of Australian native herb extracts against food-related bacteria. *Food Control*, 17(11), 929-932.
- Durmaz, Y., Duyar, HA., Gökpınar, Ş., Öğretmen, YÖ., & Bandarra, NM. (2008). *Ulva* spp. (Sinop, Karadeniz) türünün yağ asitleri, A Tokoferol ve toplam pigment miktarının araştırılması, *Journal of Fisheries Science*, 2(3), 350-356.
- Ellman, GL., Courtney, KD., Andres, V., & Featherstone, RM. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol*, 7(2), 88-95.
- Emsen, B., & Dogan, M. (2018). Evaluation of antioxidant activity of in vitro propagated medicinal *Ceratophyllum demersum* L. extracts. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17(1), 23-33.
- Erbay, MŞ., Anıl, S., & Melikoğlu, G. (2018). Plants used as painkiller in folk medicine in Turkey—III: Rheumatic pain. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 22(2), 133-141.

- Ertürk, Ö. (2006). Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. *Biologia*, 61(3), 275-278.
- Ertürk, Ö., Taş, B., Şen, Ş. (2019). Su çiçeğinin (*Ranunculus sphaerospermus* Boiss. & Blanche) antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin incelenmesi. 3. Uluslararası UNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu, “Sürdürülebilir Tarım ve Çevre”, 21-23 Haziran 2019, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sempozyum Kitabı, 411-418.
- Ertürk, Ö., Taş, B., & Şahin, H. (2020). Antibacterial and antifungal activity of Eurasian water-milfoil collected from lentic and lotic water body in Central Black Sea Region, Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 33(1), 12-19.
- FAO (2001). Duckweed: A tiny aquatic plant with enormous potential for agriculture and environment. Geneva: Food and Agricultural Organization of the United Nations, Geneva s. 108.
- Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. (2013). Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 233-265.
- Galketiya, C., Weerarathna, TS., Punchihewa, JC., Wickramaratne, MN., & Wickramaratne, DBM. (2017). Screening of edible plants in Sri Lanka for antioxidant activity. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5, 91–95.
- Geiselhardt, S., Ockenfels, P., & Peschke, K. (2008). 1-Tridecene—male-produced sex pheromone of the tenebrionid beetle *Parastizopus transgaripepinus*. *Naturwissenschaften*, 95(3), 247-251.
- Goud, JV., Suryam, A., & Charya, MS. (2009). Biomolecular and phytochemical analyses of three aquatic angiosperms. *African Journal of Microbiology Research*, 3(8), 418-421.
- Gülçin, İ., Kireççi, E., Akkemik, E., Topal, F., & Hisar, O. (2010). Antioxidant and antimicrobial activities of an aquatic plant: Duckweed (*Lemna minor* L.). *Turkish Journal of Biology*, 34(2), 175-188.
- Gültekin, E., & Doğan, M. (2012). Sucul makrofitlerden, su mercimeği *Lemna minor* L.(Lemnaceae)’ün antibiyotik uygulamalarına fizyolojik yanıtları. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 75-78.
- Gümüş, G. (2007). Deniz marulunun kimyasal kompozisyonunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İzmir.
- Gupta, A. ve Pandey, VN. (2014). Herbal remedies of aquatic macrophytes of Gorakhpur district, Uttar Pradesh (India). *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 5(1), 300-308.
- Habib, M., Ibrahim, HW., Schneider-Stock, R., Hassan, MH. (2013). Camel milk lactoferrin reduces the proliferation of colorectal cancer cells and exerts antioxidant and DNA damage inhibitory activities. *Food Chemistry*, 141: 148–152.
- Hamza, AH., Al-Bishri, W., Omar, HH., & Danial, EN. (2014). Potential antimicrobial, antioxidant and anityrosenase activities achieved by selected

- species of marine macroalgae. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 8, 257-265.
- Hasan, AEZ., Artika, IM., & Kuswandi, TG. (2014). Analysis of active components of *Trigona* spp propolis from Pandeglang Indonesia. *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*, 3(1), 215-219.
- Hassan M.S., Edwards P. (1992). Evaluation of duckweed (*Lemna perpusilla* and *Spirodela polyrrhiza*) as feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 104, 315–326.
- Hossain, J., Khan, A., & Uddin, MA. (2018). Antimicrobial efficacy and phytochemical analysis of three aquatic plant species in bangladesh. *Bangladesh Journal of Microbiology*, 35(1), 7-11.
- Ibeyaima, A., Dwivedi, AK., Saini, N., Gupta, S., & Sarethy, IP. (2017). *Saccharothrix* sp. TD-093 from the Thar Desert, India: metabolite fingerprinting of antimicrobial compounds and in silico analysis. *Current microbiology*, 74(3), 334-343.
- Inbaneson, SJ., Sundaram, R., & Suganthi, P. (2012). In vitro antiplasmodial effect of ethanolic extracts of traditional medicinal plant *Ocimum* species against *Plasmodium falciparum*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(2), 103-106.
- Jessica, A., Rao, MRK., Anthony, J., Prabhu, K., Johnson, WMS., Balasubramanian, BS., & Dinakar, S. (2016). The GC-MS study of one ayurvedic preparation katakakhadiradi kashayam. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 39(2), 216-224.
- Jiang, Y., & Gao, H. (2019). Pharmacophore-based drug design for the identification of novel butyrylcholinesterase inhibitors against Alzheimer's disease. *Phytomedicine*, 54, 278-290.
- Jung, YY., Hwang, ST., Sethi, G., Fan, L., Arfuso, F., & Ahn, KS. (2018). Potential anti-inflammatory and anti-cancer properties of farnesol. *Molecules*, 23(11), 28-27.
- Kannan, RR., Aderogba, MA., Ndhkala, AR., Stirk, WA., & Van Staden, J. (2013). Acetylcholinesterase inhibitory activity of phlorotannins isolated from the brown alga, *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenfuss. *Food Research International*, 54(1), 1250-1254.
- Karabulut H, Gülay MŞ. (2016). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 4(1): 50-59.
- Kartal, M., Orhan, I., Abu-Asaker, M., Senol, FS., Atıcı, T., & Sener, B. (2009). Antioxidant and anticholinesterase assets and liquid chromatography-mass spectrometry preface of various fresh-water and marine macroalgae. *Pharmacognosy Magazine*, 5(20), 291.
- Kaya, İ., İncekara, N., & Nemli, Y. (2004). Ege Bölgesi'nde sebze olarak tüketilen yabani kuşkonmaz, sirken, yabani hindiba, rezene, gelincik, çoban değneği ve ebegümececinin bazı kimyasal analizleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(1), 1-6.

- Kaya, N. (1998). Biyokimya uygulama kılavuzu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları, İzmir, s57.
- Kazkayası, İ., Bozkurt, NB., & Uma, S. (2018). Diyabet ve Alzheimer hastalığı ilişkisi. *Journal of Literature Pharmacy Sciences*, 7(2), 110-117.
- Khan, ZR., Chowdhury, NS., Sharmin, S., & Sohrab, MH. (2018). Medicinal values of aquatic plant genus *Nymphoides* grown in Asia: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(2), 113-119.
- Kırım, B. (1996). Erzurum yöresi sularında yetişen iki su mercimeği türünün (*Lemna minor* ve *Lemna trisulca*) bazı biyoekolojik özellikleri ve kimyasal yapılarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ko, HJ., Huang, SH., & Ng, LT. (2014). Chemical compositions and antioxidant activities of a specialty aquatic vegetable *Nymphoides hydrophylla* in Taiwan. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23(6), 591-600.
- Koçtürk OM, Kalafatçılar ÖA, Özbilgin N, Atabay H. (2009). Türkiye’de bitkisel ilaçlara bakış. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 46(3):209-214.
- Kumar, PP., Kumaravel, S., & Lalitha, C. (2010). Screening of antioxidant activity, total phenolics and GC-MS study of *Vitex negundo*. *African Journal of Biochemistry Research*, 4(7), 191-195.
- Lakshmi, V., & Bai, GVS. (2015). Determination of biologically active compounds in *Clerodendrum phlomidis* (L.) leaf extract using GC/MS. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(1), 294-300.
- Leblebici, Z. (2010) Türkiye’de yayılış gösteren Lemnaceae (Sumerçimegigiller) üyelerinde bazı ağır metallerin alınımı üzerinde nitrat, sülfat ve fosfatın etkisi, Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kayseri.
- Lee, GH., & Hyun, KY. (2018). 2-Nonadecanone alleviates depression through inflammation relief in SD rat. *Biomedical Science Letters*, 24(3), 206-212.
- Leng RA., Stambolie JH., & Bell R. (1995). Duckweed: A potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*, 7(1): 1-12.
- Lichtenthaler, HK. (1987). Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. *Journal of Plant Physiology*, 131(1-2), 101-110.
- Liu, JB., Yi, W., Wan, YQ., Ma, L., & Song, HC. (2008). Arylethylidene thiosemicarbazide derivatives: A new class of tyrosinase inhibitors. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 14, 1096-1102.
- Liu, Y., Fang, Y., Huang, M., Jin, Y., Sun, J., Tao, X., Zhang G., He K., Zhao Y., & Zhao, H. (2015). Uniconazole-induced starch accumulation in the bioenergy crop duckweed (*Landoltia punctata*) I: transcriptome analysis of the effects of uniconazole on chlorophyll and endogenous hormone biosynthesis. *Biotechnology for Biofuels*, 8(1), 57-69.

- Ming-Jiang, WU., Yue, WU., Chang-Qing, TONG., Qiao, JIN., & Wei, LI. (2016). Antibacterial total phenolic compounds from a brown alga *Hizikia fusiformis*. Joint International Conference on Social Science and Environmental Science (SSES 2016) and International Conference on Food Science and Engineering (ICFSE 2016), 418-425.
- Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of immunological methods*, 65(1-2), 55-63.
- Okan, OT., Varlıbaş, H., Öz, M., & Deniz, İ. (2013). Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilen odun dışı bazı bitkisel ürünler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1), 48-59.
- Oran, 2015. Tıbbi ve aromatik bitkiler sektör raporu. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, Kayseri, s. 139.
- Oukarroum, A., Barhoumi, L., Pirastru, L., & Dewez, D. (2013). Silver nanoparticle toxicity effect on growth and cellular viability of the aquatic plant *Lemna gibba*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(4), 902-907.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine, *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307-315.
- Oyebode, OA., Erukainure, OL., Koorbanally, NA., & Islam, S. (2018). *Acalypha wilkesiana* 'Java white': Identification of some bioactive compounds by GC-MS and their effects on key enzymes linked to type 2 diabetes. *Acta Pharmaceutica*, 68(4), 425-439.
- Özbay, H. (2004). Kırmızı eğrelti *Azolla*: Biyolojisi ve tarımda kullanımı, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3, 590-601.
- Özgür, M., & Aslı, U. (2019). Karbonhidrat ve yağ metabolizmasında D-alluloz (D-psikoz). *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 187-194.
- Paramanatham, M., & Murugesan, A. (2014). GC-MS analysis of *Holarrhena antidysentrica* wall flower. *International Journal of Science Engineering and Technology Research*, 3(3), 631-39.
- Percival, M. (1998). Antioxidants. *Clinical Nutrition Insights*, 1998:10:1- 4.
- Pınar, N., Topaloğlu, M., Özer, C., & Alp, H. (2017). Kardiyoloji hastalarında bitkisel ürün kullanımı. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 45(7), 614-622.
- Piotrowska, A., Bajguz, A., Godlewska-Żyłkiewicz, B., & Zambrzycka, E. (2010). Changes in growth, biochemical components, and antioxidant activity in aquatic plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae) exposed to cadmium and lead. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 58(3), 594-604.
- Pisoschi AM, Pop A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 97, 55-74
- Ponnamma, SU., & Manjunath, K. (2012). GC-MS analysis of phytochemicals in the methanolic extract of *Justicia wynaadensis* (Nees) T. anders. *International Journal of pharma and bio sciences*, 3(3), 570-576.

- Prasad, N., Sabarwal, A., Yadav, UC., & Singh, RP. (2018). Lupeol induces S-phase arrest and mitochondria-mediated apoptosis in cervical cancer cells. *Journal of biosciences*, 43(2), 249-261.
- Pro, J., Ortiz, JA., Boleas, S., Fernández, C., Carbonell, G., & Tarazona, JV. (2003). Effect assessment of antimicrobial pharmaceuticals on the aquatic plant *Lemna minor*. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 70(2), 0290-0295.
- Rautela, I., Parveen, A., Singh, P., & Sharma, MD. (2019). GC-MS analyses of ethanolic leaf extract of medicinal plant *Solanum nigrum*., *World Journal of Pharmaceutical Research*. 8(7), 2299-2307.
- Ravi, R., Zulkarnin, H., Shaida, N., Rozhan, NN., Yusoff, N., Raihan, N., & Ishak, I. H. (2018). Evaluation of two different solvents for *Azolla pinnata* extracts on chemical compositions and larvicidal activity against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Chemistry*, 2018, 1-8.
- Rossi CC, Aguilar AP, Diaz MA, Ribon AO. (2011). Aquatic plants as potential sources of antimicrobial compounds active against bovine mastitis pathogens. *African Journal of Biotechnology*. 10(41): 8023-8030.
- Saleem, M. (2009). Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer letters*, 285(2), 109-115.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, JA., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270-276.
- Santhiya, N., & Ramasamy, M. (2019). GC-MS analysis of bioactive compounds from Freshwater mussels of *Parreysia corrugata* (Muller 1774) and their pharmacological activities. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(4-A), 155-158.
- Selvamangai, G., & Bhaskar, A. (2012). GC-MS analysis of phytochemicals in the methanolic extract of *Eupatorium triplinerve*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1329-S1332.
- Senol, S., Orhan, I., Yılmaz, G., Çiçek, M., & Sener, B. (2010). Acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, and tyrosinase inhibition studies and antioxidant activities of 33 *Scutellaria* L. taxa from Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48,781-788.
- Şentürk, E., & Şentürk, M. (2018). Gül ekstresinin kolinesteraz inhibisyon potansiyelinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(3), 237-240.
- Seshamamba, BSV., Malati, P., Ruth, ANG., Mallika, AS., & Sharma, V. (2018). Studies on physicochemical properties & proximate analysis of *Carica papaya* seed. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6), 1514-1519.
- Shettar, AK., Sateesh, MK., Kaliwal, BB., & Vedamurthy, AB. (2017). In vitro antidiabetic activities and GC-MS phytochemical analysis of *Ximenia americana* extracts. *South African Journal of Botany*, 111, 202-211.

- Shinde A, Ganu J, Naik P. (2012). Effect of free radicals & antioxidants on oxidative stress: A review. *Journal of Dental and Allied Sciences*. 1(2), 63-66.
- Shirshova, TI., Chadin, IF. ve Volodin, VV. (2012), Biologically active substances in aquatic plants of the genus *Potamogeton* (Potamogetonaceae). *Advances Modern Biology*, 132(4), 401-415
- Sies, H., & Cadenas, E. (1985). Oxidative stress: damage to intact cells and organs. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 311(1152), 617-631.
- Singleton, VL. Rossi, JA., (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Sivakumaran, G., Prabhu, K., Rao, MRK., Jones, S., Sundaram, RL., Ulhas, VR., & Vijayalakshmi, N. (2019). Gas chromatography–mass spectrometry analysis of one ayurvedic oil, Ksheerabala thailam. *Drug Invention Today* 11(10), 2661- 2665.
- Skillicorn, P., Spira, W., & Journey, W. (1993). Duckweed aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries, World Bank, Washington DC s 76.
- Sreenath, KB., Sundaram, S., Gopalakrishnan, VK., & Poornima, K., (2016). Quantitative phytochemical analysis, in vitro antioxidant potential and gas chromatography-mass spectrometry studies in ethanolic extract of *Azolla microphylla*. *Asian Journal Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(2), 318-323.
- Standridge, JB. (2004). Pharmacotherapeutic approaches to the treatment of Alzheimer's disease. *Clinical Therapeutics*, 26(5), 615-630.
- Su, S., Zhou, Y., Qin, JG., Yao, W., & Ma, Z. (2010). Optimization of the method for Chlorophyll extraction in aquatic plants. *Journal of Freshwater Ecology*, 25(4), 531-538.
- Sucaklı MH, Ölmez S, Keten HS, Yenicesu C, Sarı N, Çelik M. (2014). Üniversite öğrencilerinin bitkisel ürünleri kullanım özelliklerinin değerlendirilmesi. *Medicine Science*. 3(3):1352-1360.
- Sudha, T., Chidambarampillai, S., & Mohan, VR. (2013). GC-MS analysis of bioactive components of aerial parts of *Kirganelia reticulata* (Poir.) (Euphorbiaceae). *Journal of Current Chemical Pharmaceutical Sciences*, 3(2), 113-122.
- Sunil KS., Suma A., Ashika, BD., Roy, CL., Naresh S., Sathyamurthy, B. (2018). GCMS and FTIR analysis on the methanolic extract of *Coriandrum sativum* leaves. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 5(8), 454-460.
- Surendraraj, A., Farvin, KS., & Anandan, R. (2013). Antioxidant potential of water hyacinth (*Eichornia crassipes*): in vitro antioxidant activity and phenolic composition. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(1), 11-26.

- Swapna, MM., Prakashkumar, R., Anoop, KP., Manju, CN. & Rajith, NP. (2011), A review on the medicinal and edible aspects of aquatic and wetland plants of India, *Medicinal Plants Research*, 5(33), 7163-7176.
- Tanker, N., Koyuncu, M., & Coşkun, M. (1998). *Farmasötik Botanik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ders Kitapları, Ankara, 78 s.
- Taş, B., Ertürk, Ö., Yılmaz, Ö., Çol Ayvaz, M., & Yurdakul Ertürk, E. (2015), Chemical components and biological activities of two freshwater green algae from Ordu, Turkey, *Turkish Journal of Biochemistry*, 40(6), 508–517.
- Taş, B., Kolören, Z. & Kolören, O. (2018a). Amoebicidal activity of *Myriophyllum spicatum* collected from Terme Creek (Samsun), 1st International Congress on Plant Biology (ICONPB 2018), 10-12 May 2018, Konya, Turkey.
- Taş, B., Kolören, Z. & Kolören, O. (2018b), Anti-amoebic effects of *Ceratophyllum demersum* leaves extract against *Acanthamoeba castellanii* trophozoites, 1st International Congress on Plant Biology (ICONPB 2018), 10-12 May 2018, Konya, Turkey.
- Taş, B., Ertürk, Ö., Yonat, H., & Topaldemir, H. (2019). Son yıllarda Yeşilirmak Deltası'ndaki sulak alanlarda istilacı bir su bitkisi: "Yeşil Altın Madeni" Kızıl eğrelti (*Azolla filiculoides* Lam.). 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu, "Sürdürülebilir Tarım ve Çevre", 21-23 Haziran 2019, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sempozyum Kitabı, ISBN: 978-605-80568-1-7, 424-436.
- Taş, B., Tepe, Y., Ustaoglu, F., & Alptekin, S. (2019). Benthic algal diversity and water quality evaluation by biological approach of Turnasuyu Creek, NE Turkey. *Desalination and water treatment*, 155, 402-415.
- Teresa, RCM., Rosaura, VG., Elda, CM., & Ernesto, GP. (2014). The avocado defense compound phenol-2, 4-bis (1, 1-dimethylethyl) is induced by arachidonic acid and acts via the inhibition of hydrogen peroxide production by pathogens. *Physiological and molecular plant pathology*, 87, 32-41.
- Thanigaivel, S., Hindu, SV., Vijayakumar, S., Mukherjee, A., Chandrasekaran, N., & Thomas, J. (2015). Differential solvent extraction of two seaweeds and their efficacy in controlling *Aeromonas salmonicida* infection in *Oreochromis mossambicus*: a novel therapeutic approach. *Aquaculture*, 443, 56-64.
- Thippeswamy, BS., Mishra, B., Veerapur, VP., & Gupta, G. (2011). Anxiolytic activity of *Nymphaea alba* Linn. in mice as experimental models of anxiety. *Indian Journal of Pharmacology*, 43(1), 50-55.
- Topal, M., Karagözoğlu, B., Erdal, Ö., & Topal, EIA. (2011). Bazı su mercimeklerinin nutrient gideriminde kullanımını. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 12-28.
- Topal, M., Şenel, GU., Topal, EIA., & Erdal, ÖBEK. (2015). Antibiyotikler ve kullanım alanları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(3), 121-127.
- Topuz, OK., Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Ucak, I., & Gümüş, B. (2016). Optimization of antioxidant activity and phenolic compound extraction conditions from red

- seaweed (*Laurencia obtuse*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(3), 414-422.
- Türkoğlu, S., & Parlak, AE. (2014). Determination of total phenolic and total flavonoid contents and antioxidant capacities of an aquatic plant (*Riccia fluitans*). *Su Ürünleri Dergisi*, 31(1), 35-40.
- Tursun, N. (2012). Bazı su yabancı otlarının bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(4): 37-46.
- Ulusoy, E. (2010). Anzer balı ve polenin yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan özellikleri üzerine araştırma. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Trabzon.
- Unuofin, JO., Otunola, GA., & Afolayan, AJ. (2018). Polyphenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of *Vernonia mespilifolia* Less. used in folk medicine in the Eastern Cape Province, South Africa. *Journal of evidence-based integrative medicine*, 23, 1-9.
- Uruç Parlak, K. (2010). *Lemna gibba* ve *Groenlandia densa* bitkilerinde ağır metal toksisitesine karşı oluşturulan antioksidan enzim aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kayseri.
- Uysal, S., Aumeeruddy-Elalfi, Z., Zengin, G., Aktumsek, A., Mašković, PZ., Vujić, JM., & Mahomoodally, MF. (2018). In vitro antioxidant, cytotoxicity and chemical profile of different extracts from *Acanthus hirsutus* Boiss used in Anatolian folk medicine. *European Journal of Integrative Medicine*, 17, 135-140.
- Vasu, K., Goud, JV., Suryam, A., & Charya, MS. (2009). Biomolecular and phytochemical analyses of three aquatic angiosperms. *African Journal Microbiol Research*, 3(8), 418-421.
- Venkata, R., Samuel, L., Pardha, SM., Narashimha, R. Naga, VKA., Sudhakar, M., and Radhakrishnan, T.M. (2012). Antibacterial, antioxidant activity and GC-MS analysis of *Eupatorium odoratum*. *Asian Journal. Pharmaceutical and Clinical Research.*, 5(2), 0974-2441
- Vijayabaskar, G., & Elango, V. (2018). Determination of phytochemicals in *Withania somnifera* and *Smilax china* using GC-MS. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6), 554-557.
- Vladimirova, IN. ve Georgiyants, VA. (2013), Biologically active compounds of *Lemna minor* L., *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 47(11), 29-31.
- Wink M. (2015). Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines*, 2(3):251-286.
- Ya, VB. (2015). Aquatic plants of the Far east of Russia: a review on their use in medicine, pharmacological activity. *Bangladesh Journal of Medical Science*. 14(1): 9-13.

- Yi, Y., Sun, J., Xie, J., Min, T., Wang, LM., & Wang, HX. (2016). Phenolic profiles and antioxidant activity of lotus root varieties. *Molecules*, 21(7), 863.
- Yiğit, D., Yiğit, N., Aktaş, E. ve Özgen, U. (2009). Ceviz (*Juglans regia* L.)'in antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 39(1-2): 7-11.
- Yiğit, N., Yiğit, D., Özgen, U., Kandemir, A., Ayyıldız, A. (2003). Bazı bitki ekstrelerinin (*Laurocerasus officinalis*, *Rhododendron luteum*, *Rhododendron ponticum*, *Sambucus ebulus*, *Muscari fennifolium*, *Muscari masmeganus*, *Ornithogalum sphaerocarpum*, *Ornithogalum umbellatum*, *Mentha longifolia*, *Prangos ferulacea*, *Galium verum*, *Salvia limbata*, *Artemisia austriaca*) antibakteriyel aktiviteleri üzerine bir araştırma. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 33, 269-272.
- Zaher M., Begum NN., Hoq ME., Bhuiyan AKA. (1995). Suitability of duckweed, *Lemna minor* as an ingredient in the feed of tilapia, *Oreochromis niloticus*. Bangladesh. *Journal of Zoology*, 23, 7-12.
- Zhang Y, Xu HL, Chen H, Wang F, Huai HY. (2014) Diversity of wetland plants used traditionally in China: A literature review. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10(72): 1-18.

EKLER

EK 1: GC-MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri

| FONKSİYONEL GRUPLAR | 1* | | 2* | | 3* | | 4* | | 5* | |
|--|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | R.T | %Area | R.T | %Area | R.T | %Area | R.T | %Area | R.T | %Area |
| ALKOL | | | | | | | | | | |
| 1,2,3-Propanetriol (CAS) | 4.432 | 0.51 | | | | | | | | |
| Phytol | 18.849 | 4.79 | 18.846 | 13.55 | 18.843 | 1.92 | 18.842 | 13.19 | 18.841 | 1.58 |
| 1-Heneicosanol | 22.171 | 1.74 | | | | | | | | |
| 9,19-Cyclolanostan-3-ol, acetate, (3.beta.)- (CAS) | 29.095 | 1.01 | | | | | | | | |
| Cycloartanol | | | 28.996 | 0.49 | | | | | | |
| n-Tetracosanol-1 | | | | | 22.169 | 1.11 | | | | |
| Lupeol | | | | | 28.832 | 6.67 | | | | |
| Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS) | | | | | | | 12.203 | 0.96 | | |
| Octacosanol | | | | | 23.776 | 1.86 | 19.549 | 0.80 | | |
| n-Nonadecanol-1 | | | | | | | 18.536 | 0.82 | | |
| 1,2-Propanediol, 3-benzyloxy-1,2-diacetyl- | | | | | | | | | 22.068 | 6.19 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 22.920 | 1.87 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 23.018 | 3.52 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 23.084 | 0.87 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 23.155 | 1.16 |
| 1-Heptacosanol (CAS) | | | | | | | | | 23.772 | 0.66 |
| Farnesol | | | | | | | | | 24.822 | 1.78 |
| ALKEN | | | | | | | | | | |
| 3-Hexadecene, (Z)- (CAS) | 10.552 | 0.62 | 10.548 | 0.88 | | | 10.546 | 5.84 | 10.545 | 1.88 |
| Squalene | 24.820 | 5.67 | 24.815 | 0.68 | | | 24.814 | 3.67 | | |

EK 1: GC-MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|------|
| Cetene | 13.153 | 0.58 | | | | | | | | |
| Neophytadiene | 16.022 | 9.13 | 16.019 | 10.98 | 16.016 | 5.61 | 16.014 | 14.28 | 16.014 | 6.31 |
| 4,22-Stigmastadiene-3-one | 29.408 | 1.34 | | | | | | | | |
| 1-Pentadecene | | | 13.150 | 0.79 | | | | | 13.147 | 2.11 |
| 17-Pentatriacontene | | | 25.086 | 0.45 | | | | | | |
| 1-Tridecene | | | | | 10.547 | 0.94 | | | | |
| 1-Dodecene (CAS) | | | | | | | 7.673 | 2.74 | | |
| 1-Octadecene | | | | | | | 15.490 | 4.01 | 17.612 | 0.69 |
| 3-Butynylbenzene | | | | | | | | | 14.871 | 0.63 |
| A'-Neogammacer-22(29)-ene | | | | | | | | | 28.826 | 7.33 |
| ALKAN | | | | | | | | | | |
| Nonadecane (CAS) | | | 16.645 | 2.26 | 16.643 | 0.65 | 16.641 | 2.81 | 20.617 | 1.47 |
| Heneicosane | | | 18.657 | 1.20 | 18.656 | 2.17 | 18.652 | 1.61 | 18.653 | 1.93 |
| Decane, 1,1-diethoxy- | | | | | 24.941 | 0.90 | | | | |
| ALDEHİD | | | | | | | | | | |
| E-15-Heptadecenal | | | 15.494 | 0.33 | | | 13.147 | 6.15 | 15.490 | 1.39 |
| E-14-Hexadecenal | | | | | 13.149 | 0.82 | | | | |
| Octadecanal | | | | | 23.306 | 8.98 | | | 23.304 | 7.30 |
| ASETAL | | | | | | | | | | |
| Palmitaldehyde, diallyl acetal (CAS) | | | 19.146 | 0.40 | | | | | | |
| ASİT KLORÜR | | | | | | | | | | |
| 9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z,Z)- | 22.071 | 0.43 | 22.066 | 1.00 | 22.065 | 1.69 | | | | |

EK 1: GC-MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (devamı)**AROMATİK ALİFATİK SUBSTİTUE**

dl-.alpha.-Tocopherol 27.075 2.00

DOYMAMIŞ ALKOL

3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol 16.486 3.27 16.484 3.93 16.482 1.88 16.480 5.05 16.479 2.08

Ergost-5-en-3-ol, (3.beta.,24R)- (CAS) 27.980 6.68 27.974 8.06

Stigmasta-5,22-dien-3-ol, (3.beta.,22E)- (CAS) 28.223 21.51 28.212 12.40 28.212 14.00 28.203 6.79 28.205 12.11

Lanost-8-en-3-ol, (3.beta.)- 28.561 0.82

cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatrienal 22.144 1.33

Ergost-5-en-3-ol, (3.beta.)- 27.970 4.42 27.971 6.36

Cholest-5-en-3-ol, 24-propylidene-, (3.beta.)- 28.836 1.55

2,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z)- 24.825 2.19

1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl- 16.095 0.44 16.091 1.69

ESTER

Hexadecanoic acid, ethyl ester (CAS) 17.636 0.91 17.632 0.89 17.631 0.78

ETHYL LINOLEOLATE 19.381 1.97

Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester (CAS) 20.541 0.62 20.536 0.81 20.534 0.48

9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3.beta.,4.alpha.,5.alpha.)- 29.989 0.60 29.050 1.78 29.046 1.12

Phytol, acetate 30.237 0.61

Benzenepropanoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-, octadecyl ester 30.968 0.47 30.951 8.85 30.959 3.88

9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)- 19.378 1.15

Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester 22.280 0.34

9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3.beta.)- 29.411 3.50 29.407 1.95 29.401 2.75 29.401 2.42

EK 1: GC-MS Analizi Yapılan Su Bitkilerinin Biyokimyasal İçerikleri (devamı)

| | | | | | | | | | |
|--|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 18.alpha.-Olean-3.beta.-ol, acetate | | | | 31.561 | 4.68 | | | 31.557 | 4.85 |
| CYCLOHEXANECARBOXYLIC ACID, 1-PHENYL-, METHYL ESTER | | | | | | 22.066 | 2.10 | | |
| HETEROSİKLON | | | | | | | | | |
| 2-Methyl-4-ethoxycarbonyl-isoxazole | 12.641 | 0.39 | | | | | | | |
| KETON | | | | | | | | | |
| 2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl- | | | 16.095 | 0.91 | | | | | |
| Cholest-4-en-3-one, 26-(acetyloxy)- | | | 29.978 | 1.54 | | | | 29.978 | 1.89 |
| 2-Nonadecanone | | | | | 20.620 | 2.36 | | 20.617 | 1.47 |
| 2-Pentacosanone | | | | | 22.337 | 0.92 | | | |
| KARBOKSİLİK ASİT | | | | | | | | | |
| n-Hexadecanoic acid | 17.309 | 6.58 | 17.299 | 4.07 | 17.289 | 1.57 | | | |
| Octadecanoic acid | 19.300 | 19.49 | 19.284 | 14.68 | 19.273 | 6.30 | | | |
| KARBONHİDRAT | | | | | | | | | |
| D-Allose | 11.782 | 1.16 | | | | | | | |
| STEROİT ALKOL | | | | | | | | | |
| .gamma.-Sitosterol | 28.695 | 4.32 | | | 28.692 | 14.63 | | 28.685 | 12.35 |
| .beta.-Sitosterol | | | 28.692 | 12.66 | | | 28.682 | 7.70 | |
| Campesterol | | | | | | | 27.968 | 2.58 | |
| STEREOL LİPİT | | | | | | | | | |
| Cholesterol | 27.166 | 0.39 | 27.163 | 0.40 | | | | | |
| SÜLFA BİLEŞİK | | | | | | | | | |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | 23.020 | 0.89 | |

*1. *S. polyrhiza* (etanol), *2. *L. trisulca* (etanol), *3. *S. natans* (etanol), *4. *L. trisulca* (aseton), *5. *S. natans* (aseton).

EK 2: GC-MS Sonuçlarına Göre Tüm Numunelerde Ortak Bulunan Maddeler

| FONKSİYONEL GRUPLAR | 1* | | 2* | | 3* | | 4* | | 5* | |
|--|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area |
| ALKOL | | | | | | | | | | |
| Phytol | 18.849 | 4.79 | 18.846 | 13.55 | 18.843 | 1.92 | 18.842 | 13.19 | 18.841 | 1.58 |
| ALKEN | | | | | | | | | | |
| Neophytadiene | 16.022 | 9.13 | 16.019 | 10.98 | 16.016 | 5.61 | 16.014 | 14.28 | 16.014 | 6.31 |
| DOYMAMIŞ ALKOL | | | | | | | | | | |
| 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol | 16.486 | 3.27 | 16.484 | 3.93 | 16.482 | 1.88 | 16.480 | 5.05 | 16.479 | 2.08 |
| Stigmasta-5,22-dien-3-ol, (3.beta.,22E)- (CAS) | 28.223 | 21.51 | 28.212 | 12.40 | 28.212 | 14.00 | 28.203 | 6.79 | 28.205 | 12.11 |

*1. *S. polyrhiza* (etanol), *2. *L. trisulca* (etanol), *3. *S. natans* (etanol), *4. *L. trisulca* (aseton), *5. *S. natans* (aseton).

EK 3: GC-MS Sonuçlarına Göre Tüm Numunelerde Farklı Bulunan Maddeler

| FONKSİYONEL GRUPLAR | 1* | | 2* | | 3* | | 4* | | 5* | |
|--|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area | Ret Time | %Area |
| ALKOL | | | | | | | | | | |
| 1,2,3-Propanetriol (CAS) | 4.432 | 0.51 | | | | | | | | |
| 1-Heneicosanol | 22.171 | 1.74 | | | | | | | | |
| 9,19-Cyclolanostan-3-ol, acetate, (3.beta.)- (CAS) | 29.095 | 1.01 | | | | | | | | |
| Cycloartanol | | | 28.996 | 0.49 | | | | | | |
| n-Tetracosanol-1 | | | | | 22.169 | 1.11 | | | | |
| Lupeol | | | | | 28.832 | 6.67 | | | | |
| Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS) | | | | | | | 12.203 | 0.96 | | |
| n-Nonadecanol-1 | | | | | | | 18.536 | 0.82 | | |
| 1,2-Propanediol, 3-benzyloxy-1,2-diacetyl- | | | | | | | | | 22.068 | 6.19 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 22.920 | 1.87 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 23.018 | 3.52 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 23.084 | 0.87 |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | | | | | | | 23.155 | 1.16 |
| 1-Heptacosanol (CAS) | | | | | | | | | 23.772 | 0.66 |
| Farnesol | | | | | | | | | 24.822 | 1.78 |
| ALKEN | | | | | | | | | | |
| Cetene | 13.153 | 0.58 | | | | | | | | |
| 17-Pentatriacontene | | | 25.086 | 0.45 | | | | | | |

EK 3: GC-MS Sonuçlarına Göre Tüm Numunelerde Farklı Bulunan Maddeler (devamı)

| | | | | | | |
|--|--------|------|--------|------|--------|------|
| 1-Tridecene | 10.547 | 0.94 | | | | |
| 1-Dodecene (CAS) | | | 7.673 | 2.74 | | |
| 3-Butynylbenzene | | | | | 14.871 | 0.63 |
| A'-Neogammacer-22(29)-ene | | | | | 28.826 | 7.33 |
| ALKAN | | | | | | |
| Decane, 1,1-diethoxy- | 24.941 | 0.90 | | | | |
| ALDEHİD | | | | | | |
| E-14-Hexadecenal | 13.149 | 0.82 | | | | |
| ASETAL | | | | | | |
| Palmitaldehyde, diallyl acetal (CAS) | | | 19.146 | 0.40 | | |
| AROMATİK ALİFATİK SUBSTİTUE | | | | | | |
| dl-.alpha.-Tocopherol | 27.075 | 2.00 | | | | |
| DOYMAMIŞ ALKOL | | | | | | |
| Lanost-8-en-3-ol, (3.beta.)- | 28.561 | 0.82 | | | | |
| cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatrienal | | | 22.144 | 1.33 | | |
| Cholest-5-en-3-ol, 24-propylidene-, (3.beta.)- | | | 28.836 | 1.55 | | |
| 2,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z)- | | | 24.825 | 2.19 | | |
| ESTER | | | | | | |
| Phytol, acetate | 30.237 | 0.61 | | | | |
| 9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)- | | | 19.378 | 1.15 | | |

EK 3: GC-MS Sonuçlarına Göre Tüm Numunelerde Farklı Bulunan Maddeler (devamı)

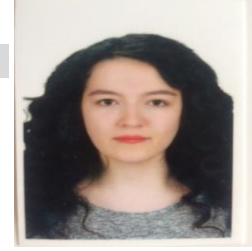
| | | | | |
|--|--------|--------|--------|------|
| Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester | 22.280 | 0.34 | | |
| CYCLOHEXANECARBOXYLIC ACID, 1-PHENYL-, METHYL ESTER | | | 22.066 | 2.10 |
| HETEROSİKLOK | | | | |
| 2-Methyl-4-ethoxycarbonyl-isoxazole | 12.641 | 0.39 | | |
| KETON | | | | |
| 2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl- | | 16.095 | 0.91 | |
| 2-Pentacosanone | | | 22.337 | 0.92 |
| KARBONHİDRAT | | | | |
| D-Allose | 11.782 | 1.16 | | |
| STEROİT ALKOL | | | | |
| Campesterol | | | 27.968 | 2.58 |
| SÜLFA BİLEŞİK | | | | |
| (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans- | | | 23.020 | 0.89 |

*1. *S. polyrhiza* (etanol), *2. *L. trisulca* (etanol), *3. *S. natans* (etanol), *4. *L. trisulca* (aseton), *5. *S. natans* (aseton)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Hazal ŞAHİN
Doğum Yeri FATSA
Doğum Tarihi 15.08.1995
Uyruğu T.C. Diğer:
Telefon 05466173934
E-Posta Adresi sahin hazal95@gmail.com



Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite Gazi Üniversitesi
Fakülte Fen Fakültesi
Bölümü Biyoloji
Mezuniyet Yılı 12.06.2017

Yayımlar

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan

- Ertürk, Ö., Taş, B., Şahin, H., & Çaldaş, A. (2019). Determination of Some Structural Features of the Mud Nest Materials of *Sceliphron curvatum* (Smith, 1870), (Hymenoptera: Sphecidae) in Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 21(2), 157-166. (SCI-exp.)
- Taş B., Şahin, H., & Yarılgaç, T. (2018). Ulugöl'de (Ulugöl Tabiat Parkı, Ordu) hidrofitterin artışı üzerine bir ön inceleme. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1), 111-120.
- Ertürk, Ö., Taş, B., & Şahin, H. (2020). Antibacterial and antifungal activity of Eurasian water-milfoil collected from lentic and lotic water body in Central Black Sea Region, Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 33(1), 12-19.

Uluslararası Bildiriler

- Taş, B., Ertürk, Ö., Şahin, H. (2019). Trabzon-Araklı şifalı suyunun özellikleri (Features of healing water in Trabzon-Araklı). 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu, "Sürdürülebilir Tarım ve Çevre", 21-23 Haziran 2019, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sempozyum Kitabı, ISBN: 978-605-80568-1-7, 437-443.
- Ertürk, Ö., Taş, B., Şahin, H. (2019). Kıymız bakteri ve funguslarının bazı morfolojik özelliklerinin 17 farklı seçici ve ayırt edici besiyerlerinde belirlenmesi. 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu, "Sürdürülebilir Tarım ve Çevre", 21-23 Haziran 2019, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sempozyum Kitabı, ISBN: 978-605-80568-1-7, 449-455.
- Taş, B., Kolören, Z., Kolören, O., Şahin, H. (2018). Amoebicidal potential of *Nymphaea alba* L. against *Acanthamoeba castellanii* trophozoites. 1. International Technological Sciences and Design Symposium (ITESDES), 28-30 June 2018, Giresun, Turkey.
- Şahin, H., Taş, B., Ertürk, Ö., Topaldemir, H. (2018). Antimicrobial features of submerged macrophyte *Myriophyllum spicatum* L. collected from two different locations. 1. International Technological Sciences and Design

Symposium (ITESDES), 28-30 June 2018, Giresun, Turkey.

Şahin, H., Taş, B., Ertürk, Ö., Demir, K. (2018). Antimicrobial activity of brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link from the Black Sea coast (Vona Bay, Ordu, Turkey). 1. International Technological Sciences and Design Symposium (ITESDES), 28-30 June 2018, Giresun, Turkey.

Taş, B., **Şahin, H.** (2017). Ulugöl'de (Ulugöl Tabiat Parkı, Ordu) hidrofitlerin artışı üzerine bir ön inceleme. II. International Academic Research Congress (INES 2017), 18-21 October 2017, Alanya, Antalya.