



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARMAKOGNOZİ ANABİLİM DALI

***TRADESCANTIA FLUMINENSIS* VELL. VE
COMMELINA COMMUNIS L. ÜZERİNDE
FARMAKOGNOZİK ARAŞTIRMALAR**

Burcu BALTACI CİNCOROP

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Gülin RENDA

TRABZON-2025

BEYAN

Bu tez çalışmasının KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

.... /.... /.....

Burcu BALTACI CİNCOROP

TEŐEKKÖR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Farmakognozi Anabilim Dalında yapmış olduğum yüksek lisans eğitimin süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, tezimin hazırlanmasında büyük emeği olan

Tez Danışmanım Prof. Dr. Gülin RENDA'ya,

Hayatımın her zorlu sürecinde yanımda bulunarak bana destek olan canım aileme,

İyi ve kötü günlerimde hep yanımda olan ve her daim destek veren Sevgili eşim Serdar CİNCOROP'a,

Yüksek lisans süresince derslerime daha doğmadan ortak olan, benimle birlikte bu zorlu yolda yürüyen hayatımın anlamı canım kızım İlay Selin CİNCOROP'a,

sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Burcu BALTACI CİNCOROP

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK SAYFASI

ONAY

BEYAN

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

vi

TABLolar DİZİNİ

viii

ŞEKİLLER DİZİNİ

ix

KISALTMALAR DİZİNİ

x

ÖZET

xi

ABSTRACT

xii

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. Botanik Bilgiler

3

2.1.1. Commelinaceae Familyasının Genel Özellikleri

3

2.1.2. *Commelina* Cinsinin Genel Özellikleri

4

2.1.3. *Commelina communis* L. Türünün Botanik Özellikleri

4

2.1.4. *Tradescantia* Cinsinin Genel Özellikleri

5

2.1.5. *Tradescantia fluminensis* Vell. Türünün Botanik Özellikleri

6

2.2. *Commelina communis* L. ve *Tradescantia fluminensis* Vell. Üzerinde Yapılan

Fitokimyasal ve Biyolojik Aktivite Çalışmaları

6

2.3. Commelinaceae Familyasına Ait Türlerin Halk Arasında Kullanımı

11

3. GEREÇ ve YÖNTEM

13

3.1. Bitkisel Materyal

13

3.2. Ekstraksiyon ve Fraksiyonlama

13

3.3. Sıvı Kromatografisi - Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) Çalışmaları

14

3.4. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi (GC-MS) Çalışmaları

16

3.5. Enzim İnhibisyon Aktivite Çalışmaları

16

3.5.1. Tirozinaz Enzim İnhibisyonu	16
3.5.2. Elastaz Enzim İnhibisyonu	17
3.5.3. AChE/BuChE Enzim İnhibisyonu	17
3.5.4. α -glukozidaz Enzim İnhibisyonu	17
3.5.5. α -amilaz Enzim İnhibisyonu	18
3.5.6. İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR	19
4.1. Ekstreler ve Verim	19
4.2. Sıvı Kromatografisi -Kütle Spektrometresi/Kütle Spektrometresi Analiz Sonuçları	19
4.3. Gaz Kromatografisi -Kütle Spektrometresi Analiz Sonuçları	26
4.4. Enzim İnhibisyon Aktivite Çalışmalarına Ait Bulgular	33
4.4.1. Tirozinaz ve elastaz enzim inhibisyonu çalışmalarına ait bulgular	33
4.4.2. AChE/BuChE enzim inhibisyonu çalışmalarına ait bulgular	33
4.4.3. α -glukozidaz ve α -amilaz enzim inhibisyonu çalışmalarına ait bulgular	34
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	35
8. KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	45

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. LC-MS/MS yöntemine ait analitik yöntem validasyon parametreleri	20
Tablo 2. <i>C. communis</i> ham etanol ve su ekstraktlarının kantitatif analizi (mg/g)	25
Tablo 3. <i>T. fluminensis</i> ham etanol ve su ekstraktlarının kantitatif analizi (mg/g)	26
Tablo 4. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>C. communis</i> <i>n</i> -hekzan ekstresinde tespit edilen bileşikler	28
Tablo 5. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>C. communis</i> <i>n</i> -butanol ekstresinde tespit edilen bileşikler	29
Tablo 6. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>T. fluminensis</i> <i>n</i> -hekzan ekstresinde tespit edilen bileşikler	31
Tablo 7. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>T. fluminensis</i> <i>n</i> -butanol ekstresinde tespit edilen bileşikler	32
Tablo 8. Ekstrelerin tirozinaz ve elastaz inhibisyon etkisi.	33
Tablo 9. Fraksiyonların AChE/BuChE enzim inhibisyonu sonuçları	34
Tablo 10. Fraksiyonların α -glukozidaz ve α -amilaz enzim inhibisyonu sonuçları	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. <i>C. Communis</i> türünün toprak üstü kısımlarının ekstraksiyon şeması	14
Şekil 2. <i>T. fluminensis</i> toprak üstü kısımlarının ekstraksiyon şeması	14
Şekil 3. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen standart fenolik bileşikleri gösteren kromatogram	22
Şekil 4. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen <i>C. communis</i> su ekstresini gösteren kromatogram	23
Şekil 5. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen <i>C. communis</i> etanol ekstresini gösteren kromatogram	23
Şekil 6. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen <i>T. fluminensis</i> su ekstresini gösteren kromatogram	24
Şekil 7. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen <i>T. fluminensis</i> etanol ekstresini gösteren kromatogram	24
Şekil 8. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>C. communis</i> <i>n</i> -hekzan ekstresine ait kromatogram	27
Şekil 9. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>C. communis</i> <i>n</i> -butanol ekstresine ait kromatogram	29
Şekil 10. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>T. fluminensis</i> <i>n</i> -hekzan ekstresine ait kromatogram	30
Şekil 11. GC-MS yöntemi ile incelenen <i>T. fluminensis</i> <i>n</i> -butanol ekstresine ait kromatogram	32

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

ACHe	Asetilkolinesteraz
BuChE	Bütirilkolinesteraz
CO₂	Karbondioksit
DMDP	(2R,3R,4R,5R)-2,5-bis(hidroksimetil)-3,4-dihidroksipirrolidin
DNJ	1-deoksinojirimisin
DPPH	1,1-difenil-2-pikrihidrazil radikali
GC/MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
HPLC-MS/MS	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi – Tandem Kütle Spektrometrisi
LC-MS/MS	Sıvı Kromatografisi – Kütle Spektrometresi
mRNA	Haberci ribonükleik asit

ÖZET

***Tradescantia fluminensis* Vell. ve *Commelina communis* L. Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar**

Türkiye’de Commelinaceae familyası 2 cinse ait 4 tür ile temsil edilmektedir. Bu türlerden süs bitkisi olarak kullanılmayan *Tradescantia fluminensis* Vell. ve *Commelina communis* L. türleri Doğu Karadeniz’de yetişen ve Türkiye florası için doğallaşmış yabancı türlerdir. Cinse ait türlerin α -glukozidaz inhibitör, antibakteriyel, antioksidan, antiviral ve anti-hiperglisemik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında, *T. fluminensis* ve *C. communis* türlerinin toprak üstü kısımlarından hazırlanan %70 etanol ekstraktlarının α -glukozidaz, α -amilaz, asetilkolinesteraz, butirilkolinesteraz, tirozinaz ve elastaz enzimlerine karşı inhibitör aktivitelerinin *in vitro* çalışmalarla araştırılması ve *n*-hekzan ve *n*-butanol ekstraktlarının GC/MS yöntemi kullanılarak; %70 etanol ekstresi ve su ekstresinin ise LC-MS/MS tekniği kullanılarak fitokimyasal analizinin yapılması amaçlanmıştır. *C. communis* ve *T. fluminensis* türlerinden elde edilen ham ekstre ve alt ekstraktlar üzerinde yapılan enzim inhibisyon aktivite çalışmalarında özellikle *C. communis* su ve *T. fluminensis* *n*-butanol ekstraktlarının pozitif kontrol olarak kullanılan akarbozdan anlamlı derecede daha güçlü α -glukozidaz inhibitör etki gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.0001$). LC-MS/MS çalışmaları sonucunda *C. communis*’in toprak üstü etanol ekstresinde kinik asit (14.058 mg/g ekstre), su ekstresinde kateşin (21.494 mg/g); *T. fluminensis*’in toprak üstü etanol ekstresinde kinik asit (3.249 mg/g), su ekstresinde akonitik asitin (2.408 mg/g ekstre) en yüksek oranda bulunan bileşikler olduğu tespit edilmiştir. GC-MS yöntemi ile incelenen *C. communis* *n*-hekzan, *T. fluminensis* *n*-hekzan ve *T. fluminensis* *n*-butanol ekstraktlarında majör bileşiğin yapısı fitol olarak; *C. communis* *n*-butanol ekstresinde ise heksadekan olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyolojik aktivite, *Commelina communis*, ekstraksiyon, LC-MS/MS analizi, *Tradescantia fluminensis*

ABSTRACT

Pharmacognostical Studies on *Tradescantia fluminensis* Vell. and *Commelina communis* L.

In Turkey, the family *Commelinaceae* is represented by four species belonging to two genera. Among these species, *Tradescantia fluminensis* Vell. and *Commelina communis* L., which are not used as ornamental plants, are foreign taxa that have become naturalized in the flora of Türkiye and grow in the Eastern Black Sea region. Species belonging to this family have been reported to possess α -glucosidase inhibitory, antibacterial, antioxidant, antiviral, and anti-hyperglycemic activities. In this thesis study, it was aimed to investigate the inhibitory activities of 70% ethanol extracts prepared from the aerial parts of *T. fluminensis* and *C. communis* against the enzymes α -glucosidase, α -amylase, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, tyrosinase, and elastase through *in vitro* assays, and to perform phytochemical analyses of the *n*-hexane and *n*-butanol extracts using the GC-MS method, as well as the 70% ethanol and water extracts using the LC-MS/MS technique. Enzyme inhibition activity studies conducted on crude extracts and sub-extracts obtained from *C. communis* and *T. fluminensis* species revealed that, in particular, the water extract of *C. communis* and the *n*-butanol extract of *T. fluminensis* exhibited significantly stronger α -glucosidase inhibitory effects than acarbose, which was used as a positive control ($p < 0.0001$). LC-MS/MS studies revealed that the above-ground ethanol extract of *C. communis* contained quinic acid (14.058 mg/g extract) and the water extract contained catechin (21.494 mg/g); *T. fluminensis*'s above-ground ethanol extract contained quinic acid (3.249 mg/g), and its water extract contained aconitic acid (2.408 mg/g) as the major compounds. The major compound's structure in the *n*-hexane extracts of *C. communis* and *T. fluminensis*, as well as in the *n*-butanol extracts of *T. fluminensis* analyzed by GC-MS, was identified as phytol. In the *n*-butanol extract of *C. communis*, the compound was identified as hexadecan.

Keywords: Biological activity, *Commelina communis*, extraction, LC-MS/MS analysis, *Tradescantia fluminensis*

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Commelinaceae familyası, tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak yetişen 37 cins ve 600'den fazla otsu çiçekli monokotil bitki türünden oluşmaktadır (1). Türkiye’de Commelinaceae familyası 2 cinse ait 4 tür ile temsil edilmektedir. *Commelina* cinsine ait tek tür olan *Commelina communis* Doğu Karadeniz’de yetişen doğallaşmış bir türdür. *Tradescantia* cinsine ait *Tradescantia pallida* (Rose) D.R.Hunt ve *Tradescantia zebrina* Bosse türleri süs bitkisi olarak yetiştirilen türlerdir (2). Cinsin süs çiçeği olmayan tek türü ve Türkiye florası için doğallaşmış yabancı bir tür olan *Tradescantia fluminensis* Vell. ise ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde yayılış göstermektedir (3).

T. fluminensis yağmur ormanlarında, yol kenarları ve bahçeler gibi nemli ve gölgeli yerlerde görülür. Ayrıca parklar, dere kenarları ve orman altlarında azotça zengin alanlarda yetişir (4,5). Bitkinin ana gövdesi sürünücü ve tırmanıcıdır; yumuşak ve kırılğan bir yapıda olup 1.5 m uzunluğuna ulaşabilmektedir (6).

Commelina cinsi Afrika ve Asya’da sıcak-ılıman, subtropikal ve tropikal bölgelerde geniş bir yayılış gösterir. Cinse ait türlerin gövdesi kesildiğinde ortaya çıkan iplik benzeri salgı ve kısa çiçeklenme süresi nedeniyle bu cins dünyanın çeşitli bölgelerinde “dayflowers” ve “spiderwort” olarak isimlendirilmiştir. *Commelina* türlerinin genel olarak lifli köklere sahip olduğu bilinmektedir (7).

Commelinaceae familyasının bitkileri halk arasında farklı amaçlar için kullanılmaktadır. *Commelina* cinsine ait bitkilerin genel olarak kadın kısırlığını ve yeni doğan idrar retansiyonunu tedavi etmek için ve şans tılsımı olarak kullanıldığı kayıtlıdır (7). *Commelina benghalensis* L. sürgünleri ve yaprakları sebze olarak tüketilmekte, Hindistan’da sarılık, baş ağrısı, kabızlık, cüzzam, ateş, yılan ısırığı, ağızda pamukçuk, delilik, epilepsi, akıl hastalığı gibi hastalıklarda ve ayrıca emoliyan olarak kullanıldığı bilinmektedir (8,9). *C. communis*’in yapraklarından Kore’de diyabette, Çin’de soğuk algınlığı, boğaz ağrısı, ateş, ödem, akut tonsillit, üriner enfeksiyonlar, dizanteri, akut bağırsak enteriti ve obezite gibi durumlarda ve diüretik olarak faydalanılmaktadır (10).

Tradescantia türleri daha çok süs bitkisi olarak yetiştirilseler de cinse ait bazı türler dünyanın farklı bölgelerinde halk arasında tedavi edici olarak kullanılmaktadır. *T. fluminensis*, halk arasında "telgrafçiçeği" olarak bilinmekte ve Türkiye’de geleneksel halk tıbbında yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır (11). *T. zebrina*, böbrek hastalıklarının,

gastrointestinal hastalıkların tedavisinde ve ayrıca hipertansiyon, öksürük ve tüberküloz tedavisi için kullanılmaktadır (12). *Tradescantia spathacea* türü tıbbi olarak öksürük, kanlı ve balgamlı öksürük, boğmaca, burun kanaması, dizanteri ve dışkıda kan görülmesi durumlarında kullanılır ve süs bitkisi olarak yetiştirilir (13). *T. pallida* geleneksel olarak anti-enflamatuar ve anti-toksik bir destek olarak ve kan dolaşımını iyileştirmede kullanılmıştır (14).

Commelina cinsinin sekonder metabolitleri arasında alkaloidler, kumarinler, iridoitler, tanenler, antosiyaninler, ligninler, fenolik asitler ve flavonoid glikozitleri bulunmaktadır. Cinsine ait türlerin bu bileşiklere bağlı α -glukozidaz inhibitör, antibakteriyel, antioksidan, antiviral, anti-hiperglisemik, antikanser etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (7).

Tradescantia'nın çeşitli türlerinde antioksidan, sitotoksik, anti-enflamatuar, antikanser veya antimikrobiyal özellikler taşıyan kumarin, alkaloid, saponin, flavonoid, fenol, tanen, steroid ve terpenoid yapısında bileşikler taşıdığı belirlenmiştir (15). Yapılan biyolojik aktivite çalışmaları sonucunda *T. fluminensis*'in 15-lipoksijenaz, α -glukozidaz inhibe edici aktivite, anti-enflamatuar, analjezik ve antikanser aktivite gibi çeşitli biyolojik aktiviteleri bildirilmiştir (16,17,18,19).

C. communis türünde gerçekleştirilmiş çalışmaların bitkide bulunan alkaloidler ve α -glukozidaz inhibitör aktivite üzerinde, *T. fluminensis* türündeki çalışmaların ise bitkinin anti-enflamatuar etkisi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Buradan yola çıkılarak planlanan bu çalışmanın amacı, ülkemizde doğal olarak yetişmekte olan *T. fluminensis* ve *C. communis* türlerinin α -glukozidaz, α -amilaz, asetilkolinesteraz, butirilkolinesteraz, tirozinaz ve elastaz enzimlerine karşı inhibitör aktivitelerinin *in vitro* çalışmalarla araştırılarak elde edilecek sonuçların karşılaştırılması ve bunu takiben ekstraktların fitokimyasal analizinin GC-MS ve LC-MS teknikleriyle yapılması amaçlanmıştır.

Literatür verileri göz önüne alındığında, çalışma konusu olarak seçilen *T. fluminensis* ve *C. communis* türlerinin çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğu ve farmasötik ya da kozmetik ürün geliştirilmesi için hammadde olma potansiyeline sahip olabileceği sonucuna varılmıştır. Ülkemizde Commelinaceae familyasını temsil eden süs bitkileri haricinde, bölgemizde doğallaşmış ve yaygın olarak yetişen bu iki türün biyolojik aktivitelerinin araştırılması ülkemizdeki bitkilerden yola çıkılarak katma değere sahip ürün geliştirilmesi açısından öneme sahiptir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Botanik Bilgiler

2.1.1. Commelinaceae Familyasının Genel Özellikleri

Commelinaceae familyası, Commelinales takımına ait tek çenekli, çiçekli bitkiler familyasıdır. Çok yıllık ya da bazen tek yıllık, kara yaşamlı, nadiren epifitik; tek evcikli veya andro-monoecious, nadiren polygamo-monoecious; küçükten büyüğe kadar değişen otsu bitkilerdir. Gövdeleri dik veya yükselici, dağınık yayılan ya da stolonlu, bazen rizomlu, nadiren sarılıcıdır. Kökleri lifli veya yumrulu olabilir. Yapraklar gövdeyi tabanda kılıf gibi sarar; almaşık ya da yalancı çevrel dizilişli, spiral ya da iki sıralı olabilir. Kılıflar kapalıdır, dil yoktur. Yaprak ayası basit, tam kenarlı, sıklıkla yalancı bir sapçığa daralmış, genellikle bir miktar etli yapıdadır. Tomurcuklanma kıvrımı çoğunlukla involut, daha nadiren konvolut veya süpervolut şeklindedir. Çiçek durumları terminal ya da hem terminal hem aksiller olabilir; bazı cinslerde tamamen aksiller olup yaprak kılıflarını delerek çıkar. Genellikle çok sayıda helezonik, salkım tipi yan dallardan oluşan panikula benzeri bir yapıdadır; bazen tek bir sinsinusa, nadiren de tek bir çiçeğe indirgenmiştir. Bazen yaprak spata tarafından örtülmüş ya da onun hemen altında bulunur. Çiçekler aktinomorfik ya da zigomorfiktir. Nektaryum yoktur. Çanak yapraklar 3 adettir, eşit ya da eşitsiz, serbest ya da kısmen kaynaşmış, sepal benzeri veya petal benzeri olabilir. Taç yapraklar da 3 adettir, eşit ya da dimorfik, serbest ya da tabanda kaynaşmış, beyaz ya da renkli olabilir. Androkeum 6 stamen içerir, 2 halka halinde dizilmiştir. Bazen hepsi fertil ve eşit ya da eşitsizdir; çoğunlukla 2-3(-4) tanesi staminotlara indirgenmiştir; nadiren 1-3 (ya da hepsi) eksiktir. Staminotlar ya stamenlerle dönüşümlü ya da çiçeğin bir yanında toplanmışken stamenler diğer yanında bulunur. Filamentler tüysüz ya da kısmen/tümü tüylü olabilir. Anterler genellikle boylamasına açılır, nadiren porisidal açılma gösterir. Ovaryum üst durumlu, iki ya da üç gözlüdür. Ovüller tek sıra ya da çift sıra dizilişli, her gözde 1'den çok sayıya kadar bulunabilir. Stilus ovaryumun tepesinden çıkar, basit ve genellikle incedir. Stigma terminal, basit, küçük ya da büyütülmüş olabilir (20).

Commelinaceae familyasında yaklaşık 41 cins ve 731 tür bulunur. Bunlar arasında bilinen cinsler *Commelina* ve *Tradescantia*'dır. Commelinaceae familyasına ait türler çoğunlukla tropikal bölgelerde görülür ve özellikle çiçek ve çiçeklenme yapısında değişken morfolojiye sahiptir; bu özellikleriyle kapalı tohumlular arasında olağanüstü çeşitlilik

gösterdiği kabul edilir (21). En iyi gelişimlerini nemli ve yüksek oranda verimli topraklarda gösterirler. Bitkiler müsilaıdır ve yüksek nem içeriğine sahiptir; iyi köklendikten sonra toprak kurumuş olsa bile uzun süre hayatta kalabilirler (22). Commelinaceae'nin birçok türü hızlı büyüme, dayanıklılık ve boğumlarından kök salabilme özellikleri nedeniyle yabancı ot ve zararlı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, çoğu tür herbisite karşı dirençlidir ve müdahale edilmezlerse hızla çoğalabilirler (22). Commelinaceae türleri genellikle mavimsi veya morumsu yaprakları ve/veya çiçekleri nedeniyle süs amaçlı yetiştirilir (14).

2.1.2. *Commelina* Cinsinin Genel Özellikleri

Commelina cinsinin gövdesi kesildiğinde ortaya çıkan iplik benzeri salgı ve kısa çiçeklenme süresi nedeniyle bu cins dünyanın çeşitli bölgelerinde “dayflowers” ve “spiderwort” olarak isimlendirilmiştir. *Commelina* türlerinin genel olarak lifli köklere sahip olduğu bilinmektedir (7). Yapraklar basit, kaulin, spiral, saplı, tabanda kılıflı ve kılıflar kapalıdır. Çiçekler biseksüel, aktinomorf ya da zigomorf ve staminattır. Tipik olarak, meyve kuru, birkaç tohum içeren bir kapsüldür (23).

Commelina türleri monokotiledon bitkilerdir ve bu nedenle düşük ışınımda yüksek CO₂ alım verimliliğine sahiptirler; dolayısıyla gölgeye çok iyi tolerans gösterirler ve kalıcı hale gelebilirler. Hem tek yıllık hem de çok yıllık olmaları nedeniyle, büyüme ve rejenerasyon özellikleri sayesinde en rekabetçi bitkilerden biri olduklarından nadas bitki örtüsüne hakim olurlar (24).

Tüm *Commelina* türleri, sürünücü gövdelerinin boğumlarından kolayca köklenir ve bu durum özellikle gövde kesildiğinde veya kırıldığında daha belirgindir. Ancak, 1979 yılında Zimbabwe’de yapılan deneysel bir çalışma toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda kalan gövde parçalarının kolayca yeniden geliştiğini, fakat 2 cm’den daha derine gömülenlerin yeniden gelişemediğini göstermiştir. Bu durum, gövde parçalarının gömülmesini sağlayacak dikkatli bir toprak işleminin bir kontrol yöntemi olabileceğini düşündürmektedir (22).

2.1.3. *Commelina communis* L. Türünün Botanik Özellikleri

Commelina cinsine ait tek tür olan *C. communis* Doğu Karadeniz’de yetişen doğallaşmış bir türdür (2).

Gövdesi prokumbentten yükseliciye kadar, köşeli, tüysüz veya nodlarda hafifçe pubescent tüylü, 50 cm'ye kadar yükselebilen, hızlı büyüyen ve çabuk yayılan, çok yıllık otsu bir bitkidir. Yaprak ayası ovat-lanseolat, (3,5-)5-7(-10) x (1,5-)2-3 boyutlarında, yaprak ucu akut, tüysüz ve kenarları sillidir. Brakteler birleşik, hafifçe serrulattır, brakte sapı tüysüz veya pubelurozdur. Sepaller ovat, 2 kısmen kaynaşmış parçadan oluşur. Yan petaller suborbikular, parlak mavi, alt petal çok küçülmüş, ovat-lanseolat ve beyazdır. Filamentler gevşek, steril anterler haç şeklinde, parlak sarıdır. Ovaryum birkaç tohumlu, stilus basit, stigma kapitattır. Çiçeklenme Ağustos-Eylül arasında gerçekleşir (25).

2.1.4. *Tradescantia* Cinsinin Genel Özellikleri

Tradescantia türleri herdemyeşil, çok yıllık veya tek yıllık, kaya üzerinde ya da epifitik olabilir ve 30–60 cm yüksekliğe kadar ulaşabilir. Kökler ince veya kalın, lifli ya da yumrulu yapıdadır. Gövdeler genellikle havadadır, nadiren toprak altındadır; yatık şekilde uzanır, ucu yükselici veya dik olabilir ve sıkıca birbirine dolanmış yoğun örtüler oluşturur. Yapraklar basit, 3–45 cm uzunluğunda, sapsız ya da kısmen sapsız, dizilişi iki sıralı ya da spiral şeklinde almaşık; tüysüz, mızraksı, dar-mızraksı ya da yumurtamsı; gövde boyunca eşit dağılmış veya uçta toplanmış olabilir. Çiçek durumu terminal salkım şeklinde, saplı, yarı şemsiye görünümünde, çiçek sapı brakte veya spatula biçimindedir. Çiçekler iki eşeyli, aktinomorfik ya da hafif zigomorfiktir. Çiçek saplıdır, çiçek sapı tüysüz ve yeşildir. Sepaller yeşil, eşit ya da kısmen eşit, serbest ya da alt kısımdan birleşik ve kalıcıdır. Petaller beyaz, pembe veya mor olabilir, ancak çoğunlukla parlak mavidir; eşit ya da kısmen eşit, serbest veya çiçek tüpünün alt kısmında birleşmiş olabilir. Stamenler eşit ya da kısmen eşittir, petal tabanına bağlıdır; filamentler serbest, genellikle tabanda tüylü, tüysüz ya da tabanında boncuklu hiyalin tüyler taşır; anterler dikdörtgenimsi veya böbrek şeklinde, tabandan ya da sırt kısmından bağlıdır. Karpeller tüylüdür; ovaryum 3 gözlüdür; stilus düz, silindirik ya da yarı silindirik, tüsüzdür. Meyve, 3 gözlü lokulisid kapsüldür. Tohumlar her gözde 1-2 adet olup böbrek biçimli ya da elipsoiddir ve genellikle buruşuk yüzeylidir. Bu türler tam güneşe, yoğun gölgeye, yüksek veya düşük sıcaklıklara ve kurak habitatlara uyum sağlamıştır (15).

Tradescantia türlerinin çoğu çok yıllıktır; tipik olarak diklin çiçeklere sahiptir. Taç yaprakları beyaz, leylak, mor veya pembe renkte olabilir; bazen erkek (staminat) nadiren dişi (pistillat) çiçekler görülür (26).

2.1.5. *Tradescantia fluminensis* Vell. Türünün Botanik Özellikleri

Cinsin süs çiçeği olmayan tek türü olan *T. fluminensis* ise yağmur ormanlarında, yol kenarları ve bahçeler gibi nemli ve gölgeli yerlerde görülür. Ayrıca parklar, dere kenarları ve orman altlarında, azotça zengin alanlarda yetişir. *T. fluminensis* ışık ve azot varlığına çabuk tepki gösterir. Nemli ve drenajı iyi topraklarda hızlı büyüdüğü gözlemlenmiştir (4,5). *T. fluminensis* Türkiye florası için doğallaşmış yabancı bir türdür ve ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde yayılış göstermektedir (3).

Bitkinin ana gövdesi sürünücü ve tırmanıcıdır; yumuşak ve kırılğan bir yapıda olup 1.5m uzunluğuna ulaşabilmektedir. Gövde sukkulent, çok dallanmış ve dal uçları dik görünümlüdür. Bitkinin yaprakları toprak üzerinde yoğun bir bitki örtüsü oluşturarak sürekli yeni gövdeler üretebilir. Yapraklar paralel damarlı, sarmal dizilişli, basittir. Yaprığın üst kısmı tüysüz ya da az tüylü olup gövdeyi saran kılıflardan çıkmaktadır. Bitkinin çiçekleri temmuz ayında açar, meyveleri ve tohumları Eylül-Kasım aylarında olgunlaşır (6).

T. fluminensis, gölgelik azalmasıyla birlikte orman kalıntılarında ve orman kenarlarında sıklıkla baskın hale gelerek, fideleri gölgelediği için doğal orman rejenerasyonunu engellemektedir. Ayrıca, çoğu herbisite karşı dirençli olup, kontrol edilmediği takdirde hızlı bir şekilde yeniden çoğalabilmektedir (27). *T. fluminensis* türünün istilacı bir tür olduğu ve prevalansı kontrol edilmezse ağaç fidelerinin oluşumuna zarar verebileceği bildirilmiştir (4).

2.2. *Commelina communis* L. ve *Tradescantia fluminensis* Vell. Üzerinde Yapılan Fitokimyasal ve Biyolojik Aktivite Çalışmaları

Çeşitli araştırmacıların *in vitro* ve preklinik raporlarına göre, *Commelina* cinsine ait bazı türler güçlü antimikrobiyal aktivite göstermekte olup, bu etki alkaloidler, steroller ve saponinlerin varlığına atfedilmektedir. Antioksidan aktivite ise alkaloidler, fitosteroller, flavonoidler ve triterpenoidlerle ilişkilendirilmiştir. Glukoluteolin, orientin ve isoorientin; antioksidan, sedatif ve anksiyolitik etkilerde rol oynayabilmekte olup bu aktiviteler şekerler, tanenler, alkaloidler ve flavonoidlerin varlığına bağlanmaktadır. Hepatoprotektif etkinin flavokommelin, beta-karoten ve *n*-oktakoanol; antikanser etkinin alkaloidler, fenolikler, flavonoidler, tanenler, steroidler; analjezik ve antiinflamatuvar etkinin ise alkaloidler, steroller, kafein, antosiyaninler, karotenoidler ve flavonoidlerin yanı sıra

3,5,7,3',4'-pentahidroksiflavon-7-O- β -L-ribopiranozil-3'-O- β -D-galaktopiranozil bileşiğinin varlığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında, diüretik, fertilite artırıcı, antidiyareik, antihelmintik ve antidiyabetik aktiviteler; 4-hidroksibenzoik asit, metil gallat, lyratol F, N-trans-feruloyl tiramin, N-trans-p-kumaroyl-3',4'-dihidroksifeniletamin ve 1,2-dihidro-6,8-dimetoksi-7-hidroksi-1-(3,5-dimetoksi-4-hidroksifenil)-N1,N2-bis-[2-(4-hidroksifenil)etil]-2,3-naftalen dikarboksamid gibi bileşiklere bağlanmıştır (7).

C. communis, güçlü alfa-glukozidaz inhibitörleri olan 1-deoksinojirimisin (DNJ) ve (2R,3R,4R,5R)-2,5-bis(hidroksimetil)-3,4-dihidroksipirrolidin (DMDP) bileşiklerini içermektedir. Bitkinin toprak üstü kısımlarından antioksidan özellik taşıyan izokersitrin, izoramnetin-3-O-rutinozit, izoramnetin-3-O- β -D-glukozit, glukoluteolin, krizooriol-7-O- β -D-glukozit, orientin, viteksin, izoorientin, izoviteksin, swertisin ve flavokommellin olmak üzere 11 flavonoid glikozit tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali ve süperoksit radikali süpürme testleri kullanılarak *in vitro* ortamda ölçülmüştür. Sonuçlar, glukoluteolin, orientin, izoorientin ve izokersitrinin bu bitkide baskın antioksidanlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca izokersitrin, izoramnetin-3-O-rutinozit, viteksin ve swertisin, sıçan ince bağırsağından elde edilen alfa-glukozidaz enzimini inhibe etmiştir (28).

Kurutulmuş *C. communis* bitkilerinin toprak üstü kısımları (21 kg), %95 EtOH ile ekstre edilmiştir. İzole edilen 15 bileşiğin yapıları, spektroskopik yöntemler (MS, ¹H NMR ve ¹³C NMR), literatür verileriyle karşılaştırmalar ve otantik örneklerle yapılan TLC analizleri ile belirlenmiştir. Buna göre bileşiklerin β -sitosterol, luteolin-7-O- β -D-glukozit, azelaik asit, 4,8-exo-bis-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-3,7-dioksabisiklik[3.3.0]oktan-2-on, vanilik asit, timin, siringik asit, urasil, viteksin, luteolin-6-C- β -D-glukozit, 1,2-dihidro-6,8-dimetoksi-7-1-(3,5-dimetoksi-4-hidroksifenil)-N1,N2-bis-[2-(4-hidroksifenil)etil]-2,3-naftalen dikarboksamid, protokatekuik asit, luteolin-7-metil eter 3'-O-glukozit, benzoik asit, rutin olduğu belirlenmiştir (29).

C. communis'in metanol ekstresinde bulunan antibakteriyel maddelerin araştırıldığı bir çalışmada ekstre, 24 yaygın patojenik bakteri türüne karşı %58,33 oranında inhibisyon göstermiştir. Preparatif yüksek performanslı sıvı kromatografi ile yapılan saflaştırma sonucunda dört farklı fraksiyon (Fraksiyon 1–4) elde edilmiştir. Bu fraksiyonlar arasında en güçlü antibakteriyel aktivite Fraksiyon 1'de gözlenmiştir. Fraksiyon 1, bakteri hücre

yüzeyi hidrofobisitesini ve membran geçirgenliğini artırmış, membran akışkanlığını ise azaltmıştır. Bu etkiler, hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakterilerde (*Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella enterica* subsp.) hücre bütünlüğünün bozulmasına yol açmıştır ($p < 0,05$). Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi (LC-MS) ile yapılan kimyasal analizde, Fraksiyon 1’de 65 biyolojik olarak aktif bileşik tanımlanmış, bunlar arasında en yüksek oranda (%19,35) bulunan bileşik kersetin-3-O-glukuronit olmuştur. Karşılaştırmalı transkriptomik analiz, Fraksiyon 1’in bakterilerde çok sayıda metabolik yolu değiştirdiğini ortaya koymuştur: ABC taşıyıcılarını, ribozom fonksiyonunu, sitrat döngüsünü ve oksidatif fosforilasyonu baskımlarken; azot metabolizmasını ve pürin metabolizmasını yukarı regüle etmiştir. Bu etkilerin birleşimi, bakteri büyümesinin baskılanmasına ve hücre ölümüne neden olmuştur ($p < 0,05$) (30).

C. communis ekstresinin, lipopolisakkarit ile uyarılmış murin makrofajlarında nitrik oksit sentezi, proinflatuvar sitokinlerin aşırı salınımı, nükleer faktör kappa B p65 alt biriminin intranükleer translokasyonu ve nükleer faktör kappa B inhibitörü α -inhibitör kappa B’nin degradasyonu üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada dikkate değer şekilde, *C. communis* ekstresinin uygulaması 1,5 mg/mL’lik son konsantrasyonda dahi hücre canlılığı üzerinde olumsuz bir etki oluşturmamıştır. Yüksek konsantrasyonda *C. communis* ekstresinin uygulaması, lipopolisakkarit ile indüklenen nitrik oksit, tümör nekroz faktörü- α , interlökin-1 β ve interlökin-6 düzeylerini; indüklenebilir nitrik oksit sentaz ve proinflatuvar sitokin mRNA ekspresyonunun baskılanması yoluyla anlamlı düzeyde azaltmıştır. Buna ek olarak, *C. communis* ekstresinin tedavisi α -inhibitör kappa B’nin fosforilasyonunu kayda değer biçimde azaltmış, lipopolisakkarit ile tetiklenen nükleer faktör kappa B p65 alt biriminin intranükleer translokasyonunu ise yüksek konsantrasyonlarda inhibe etmiştir. *C. communis* ekstresin’de bulunan polifenoller ve flavonoidler, nükleer faktör kappa B yolunu düzenleyen ikincil metabolitler olarak, gözlenen antiinflatuvar etkinlikten sorumlu olabilecek potansiyel biyoaktif bileşiklerdir. Bulgular, *C. communis* ekstresinin nükleer faktör kappa B sinyal yolunun baskılanmasına bağlı antiinflatuvar özellikler gösterdiğini ve kronik inflamasyonun tedavisinde kullanılabilecek bir aday olduğunu ortaya koymaktadır (31).

C. communis’in sulu ekstresinin α -glukozidaz aktivitesi üzerindeki etkisi *in vitro* ve *in vivo* olarak değerlendirildiği bir çalışmada *C. communis*’in sulu ekstresi, *in vitro*

koşullarda doz bağımlı olarak α -glukozidaz inhibisyonu göstermiştir. Ayrıca, *C. communis*'in sulu ekstresi en azından CHO-K1 fibroblastları ve 3T3-L1 adipositleri üzerinde belirgin bir sitotoksik etki göstermemektedir. *C. communis*'in sulu ekstresinin, normal ve streptozotosin ile diyabet oluşturulmuş farelerde, maltoz veya nişasta yüklemesinden kaynaklanan hiperglisemiyi, akarboza kıyasla daha yüksek etkinlikle hafifletmiştir. Ayrıca, bu ekstrenin uzun süreli uygulanması, streptozotosin ile diyabet oluşturulmuş farelerde hiperglisemiyi normalize etme eğilimi göstermiştir. Bu bulgular, sulu ekstrenin α -glukozidaz üzerindeki inhibisyon aktivitesinin, karbonhidrat sindiriminin ve glukoz emiliminin gecikmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir (10).

C. communis çayı, yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerde vücut ağırlığı kazanımını azaltmış ve visseral ile subkutan yağ dokusu kütlesini düşürmüştür. *C. communis* flavonoiti olan glukoluteolin (luteolin-7-O-glukozit), 3T3-L1 hücrelerinde hücre içi triaçilgliserol seviyesini azaltmıştır. *C. communis* çayı, yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerde vücut ağırlığı kazanımını azalttığını ve insülin duyarlılığını hafifçe iyileştirdiğini göstermektedir. Glukoluteolin, adipositlerde GLUT4 aracılı glukoz alımını baskılayarak hücre içi lipid birikimini engellemiştir (32).

Kompleman sistemi, doğuştan gelen bağışıklığın ve doku homeostazının korunmasında hayati bir rol oynar; enfeksiyonlara karşı ilk savunma hattını oluşturur ve apoptotik hücreler ile hücrel artıkların temizlenmesini kolaylaştırır. Birçok çalışma influenza ve COVID-19 hastalarında kompleman sisteminin aşırı derecede aktive olduğunu göstermiştir. *C. communis* uzun süredir enfeksiyonların tedavisinde kullanılmaktadır. Son çalışmalar, *C. communis*'in belirgin antikompleman aktivite gösterdiğini ve çeşitli bileşikler içerdiğini ortaya koymuştur. *C. communis*'ten iki makromolekül (CCW-4 ve CCW-5) izole edilmiş ve karakterize edilmiştir. Kompozisyon analizleri, CCW-4 ve CCW-5'in N-bağılı glikanlar içeren asidik glikoproteinler olduğunu göstermiştir. Önemli olarak, CCW-5 klasik yolak üzerinden güçlü antikompleman aktivite sergilemiş ve yarı hemolitik inhibisyon konsantrasyonu (CH50) değeri 39.8 ± 2.9 $\mu\text{g/mL}$ olarak bulunmuştur; bu değer CCW-4'ten (407.1 ± 34.3 $\mu\text{g/mL}$) belirgin şekilde daha etkilidir. Bu bulgular, antikompleman glikoproteinlerin *C. communis* su ekstresinde önemli aktif bileşenler olduğunu göstermekte ve solunum yolu enfeksiyonlarıyla mücadelede glikoprotein temelli bileşiklerin keşfine kapı aralamaktadır (33).

Fenolik bileşikler, farklı endüstri sektörlerinde çok sayıda uygulamaya sahiptir ve biyo-atıklardan elde edilen bu doğal hammadde, daha sürdürülebilir bir üretime ulaşılmasına yardımcı olabilir. İstilacı tür *T. fluminensis*'ten fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu optimize etmek için yapılan bir çalışmada bitkinin farklı kısımlarından elde edilen ekstraktların HPLC-MS/MS ile analizi, yüksek fenolik asit içeriği ve düşük flavonoid içeriği rapor etmiştir. En fazla bulunan fenolik asitler, özellikle gövde fraksiyonunda yoğunlaşan sinapinik asit ve ferulik asittir. Yüksek antioksidan potansiyelleriyle bilinen bu asitlerin varlığı, *T. fluminensis*'i farmasötik uygulamalar ve gıda koruma alanı için ilgi çekici kılmaktadır (27).

T. fluminensis yaprak ekstresinin deneysel sıçanlarda farmakolojik, antioksidan ve hepatoprotektif etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bitki materyali toplanmış, doğrulandıktan sonra kurutulmuş ve Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak ekstre edilmiştir. Yapılan fitokimyasal tarama, tıbbi özellikleri bilinen flavonoidler, fenolik bileşikler, alkaloidler, tanenler, terpenoidler ve saponinlerin varlığını doğrulamıştır. Bu çalışma, *T. fluminensis*'in güçlü antioksidan ve hepatoprotektif özelliklere sahip olduğunu ve bu etkilerin içerdiği biyoaktif bileşiklere bağlı olduğunu göstermektedir. Bulgular, bitkinin oksidatif stres kaynaklı karaciğer hastalıklarının tedavisinde doğal bir terapötik ajan olarak potansiyel taşıdığını düşündürmektedir (34).

T. fluminensis'in ham yaprak ekstresi, Wistar Albino sıçan ve fare modellerinde antiinflamatuvar ve analjezik etkiler açısından araştırılmıştır. *T. fluminensis*'in etanol ekstresi sırasıyla farelerde asetik asit ile indüklenen kıvrınma tepkisini ve sıçanlarda formalinle indüklenen arka pati yalama davranışını anlamlı düzeyde inhibe etmiştir. Bu inhibisyonun doza bağımlı olduğu, ekstrenin yüksek dozlarının daha belirgin bir inhibisyon yüzdesi gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, *T. fluminensis* ekstresinin prostaglandin salınımını engelleyerek kıvrınma yanıtını inhibe ettiğini düşündürmektedir. Bu çalışmada, 300 mg/kg dozunda verilen *T. fluminensis* ekstresi ve 10 mg/kg diklofenak sodyum, yumurta albümini ile indüklenen ödem 1., 2. ve 3. saatlerde anlamlı şekilde ($p<0.05$) inhibe etmiştir. Ödem indüksiyonundan bir saat sonra 150 mg/kg dozundaki ekstrenin anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ancak ikinci ve üçüncü saatlerde bu dozun da kontrol grubuna kıyasla anlamlı ödem inhibisyonu sağladığı belirlenmiştir. Bu durum, *T.*

fluminensis'in doza bağımlı antienflamatuvar aktivite gösterdiğini ortaya koymaktadır (35).

2.3. Commelinaceae Familyasına Ait Türlerin Halk Arasında Kullanımı

Commelinaceae familyasının bitkileri halk arasında farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Örneğin, *Amischophacelus axillaris*, kürtaj amaçlı uygulamalarda kullanılır. *Floscopa scandens* Malezya'da kırık kemiklerin tedavisinde kullanılır; kökünden elde edilen suyun göz hastalıklarında faydalı olduğu rapor edilmiştir (8). *Commelina* cinsine ait bitkilerin genel olarak kadın kısırlığını ve yeni doğan idrar retansiyonunu tedavi etmek için ve şans tılsımı olarak kullanıldığı kayıtlıdır (7). *C.benghalensis* sürgünleri ve yaprakları sebze olarak kullanılmaktadır (8) Ayrıca *C. benghalensis*'in Hindistan'da sarılık, baş ağrısı, kabızlık, cüzzam, ateş, yılan ısırığı, ağızda pamukçuk, delilik, epilepsi, akıl hastalığı gibi hastalıklarda ve ayrıca emoliyan olarak kullanıldığı bilinmektedir (9).

C. communis, Japon halk hekimliğinde ateş düşürücü veya idrar söktürücü olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bitkinin güçlü α -glukozidaz inhibitörleri içerdiği de bildirilmiştir. Bu nedenle bitkiden elde edilen ekstratlar tip 2 diyabetin önlenmesinde de bileşen olarak kullanılmaktadır (36). *C. communis*'in suda kaynatılarak hazırlanan dekoksasyonu, Kore'de geleneksel olarak diyabet tedavisinde kullanılmaktadır (10). Bitkinin yapraklarından hazırlanan çay boğaz ağrısında gargara olarak, ayrıca diüretik amaçla, akut tonsillit, idrar yolu enfeksiyonları, dizanteri, akut bağırsak enteriti, obezite ve diabetes mellitus gibi durumlarda kullanılmaktadır (37).

Tradescantia türleri daha çok süs bitkisi olarak yetiştirilseler de dünya genelinde geniş yayılışları ile paralel olarak birçok kültürde ve özellikle Güney Amerika ve Asya'da geleneksel tıpta kullanılmaktadır. *T. zebrina*, *T. pallida* Rose D.R. Hunt (aynı zamanda *Setcreasea pallida* veya *Setcreasea purpurea* olarak bilinir) ve *T. fluminensis* (aynı zamanda *T. albiflora* Kunth olarak bilinir) yetiştiği bölgelerde halk arasında "Wandering Jew" adıyla anılmaktadır. Bu türlerden elde edilen ekstratlar, dekoksasyonlar ve lapa formları; kanser, diyabet, solunum yolu hastalıkları, hipertansiyon, bel soğukluğu (gonore), tüberküloz, diğer mikrobiyal enfeksiyonlar ve alerjiler dâhil olmak üzere çok çeşitli hastalık ve rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır (26).

T. fluminensis, halk arasında "telgrafçiçeği" olarak bilinmekte ve Türkiye'de geleneksel olarak yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır (11). *T. zebrina*, böbrek

hastalıklarının, gastrointestinal hastalıkların tedavisinde kullanılır ayrıca hipertansiyon, öksürük ve tüberküloz tedavisi için geleneksel ilaç kaynağı olarak kabul edilmektedir (12). *T. spathacea* türü tıbbi olarak öksürük, kanlı ve balgamlı öksürük, boğmaca, burun kanaması, dizanteri ve dışkıda kan görülmesi durumlarında kullanılır ve süs bitkisi olarak yetiştirilir (13). *T. pallida* geleneksel olarak anti-enflamatuar ve anti-toksik bir destek olarak ve kan dolaşımını iyileştirmede kullanılmıştır (14).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Bitkisel Materyal

T. fluminensis ve *C. communis* türlerine ait toprak üstü kısımlar ve herbaryum örneği olarak hazırlanacak tüm bitki numuneleri çiçeklenme döneminde (Mayıs - Temmuz 2024) Trabzon Ortahisar'dan toplanmıştır. Bitki türleri Prof. Dr. Gülin RENDA tarafından tayin edilerek her tür için şahit herbaryum örneği hazırlanmıştır.

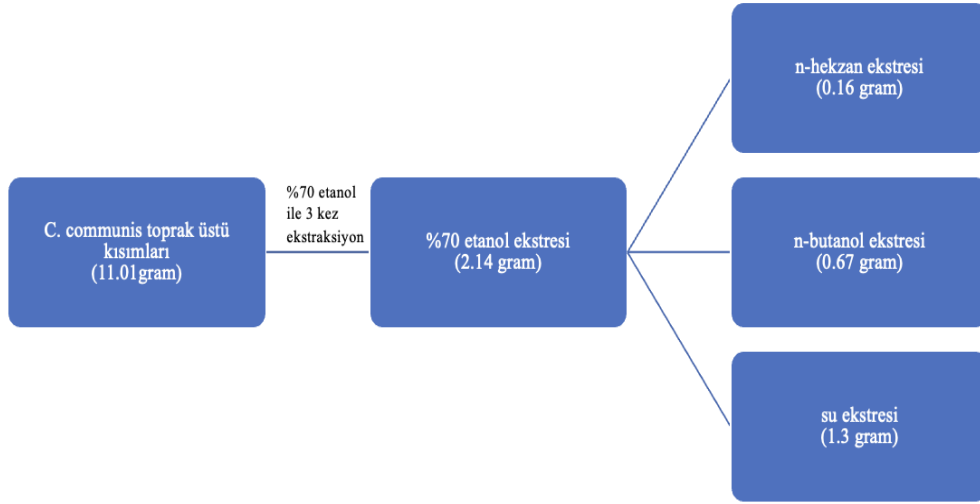
Bitkilerin toprak üstü kısımları, taş, toprak vb. maddelerden arındırıldıktan sonra gölgede kurutulmuş ve deneyler gerçekleştirilinceye kadar kapalı kaplarda, 15 °C'yi geçmeyen ortamda ve gölgede saklanmıştır.

3.2. Ekstraksiyon ve Fraksiyonlama

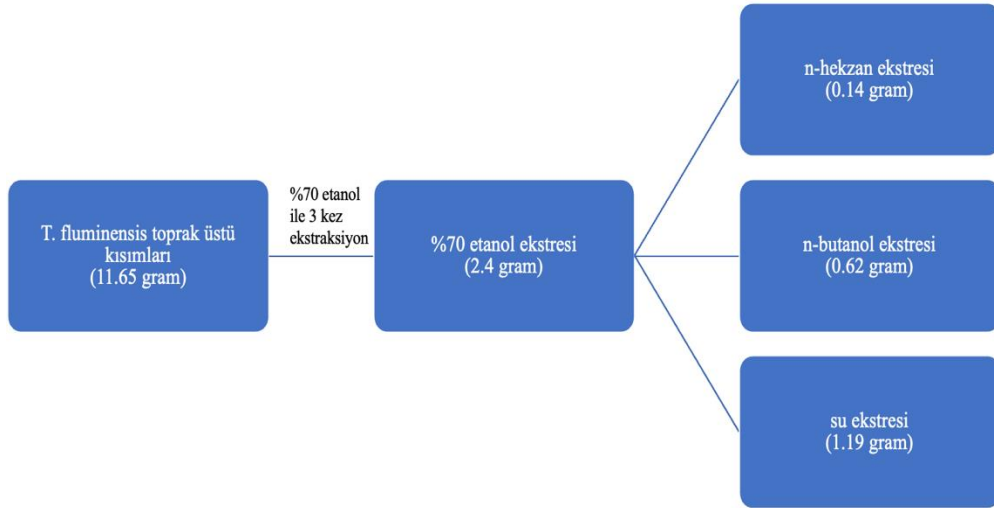
Açık havada ve gölgede kurutulmuş *C. communis* (11,01 g) ve *T. fluminensis* (11,65 g) türlerinin toprak üstü kısımları değirmende toz edilmiştir. Toz bitki materyalleri ayrı ayrı %70 etanol ile rotary evaporatörde 40 °C'yi geçmeyen ısı uygulanarak ekstre edilmiş ve çift katlı süzgeç kağıdından süzölmüştür. İşlem her seferinde taze çözücü eklenerek 3 defa tekrar edilmiş ve toplanan süzöntüler birleştirilerek rotary evaporatörde 40°C'de kuruluğa kadar yoğunlaştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda 2,14 g *C. communis* ve 2,4 g *T. fluminensis* ekstresi elde edilmiştir.

Elde edilen ham ekstratlar etanol:su (1:9) karışımı ile çözülerek ayırma hunisinde sırasıyla *n*-hekzan ve *n*-butanol ile sıvı-sıvı ekstraksiyon esasına göre ekstre edilmiştir. İşlem her çözücü için 3 defa tekrarlanmış, elde edilen *n*-hekzan, *n*-butanol ve kalan su alt ekstratları rotary evaporatörde 40 °C'yi geçmeyecek sıcaklıkta ve alçak basınç altında yoğunlaştırılıp, liyofilizatörde kurutulmuştur.

Bu işlemler sonucunda; *C. communis* %70 etanol ekstresinden 0,16 g *n*-hekzan, 0,67 g *n*-butanol ve 1,3 g kalan su alt ekstratları; *T. fluminensis* %70 etanol ekstresinden 0,14 g *n*-hekzan, 0,62 g *n*-butanol ve 1,19 g kalan su alt ekstratları elde edilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. *C. communis* türünün toprak üstü kısımlarının ekstraksiyon şeması



Şekil 2. *T. fluminensis* toprak üstü kısımlarının ekstraksiyon şeması

3.3. Sıvı Kromatografisi - Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) Çalışmaları

Her iki bitkiden elde edilen %70 etanol ana ekstresi ve su alt ekstresinin kimyasal profilinin incelenmesi için LC-MS/MS yöntemi kullanılmıştır. Sonuçların güvenilirliğini artırmak amacıyla, örnek hazırlama ve analiz sürecinde oluşan matriks etkilerini ve analit kayıplarını telafi etmek için iç standart çözeltileri kullanılmıştır. Flavonoit glikozitleri, flavonoitler ve non-flavanol bileşikler için sırasıyla rutin D3, kersetin D3 ve ferulik asit D3 döteryum işaretli iç standartlar olarak seçilmiştir. Yöntem validasyonu; gün içi ve

günler arası kesinlik (tekrar edilebilirlik), doğrusalık, doğruluk (geri kazanım), tespit ve kantitasyon sınırları (LOD/LOQ) ile %95 güven düzeyinde bağıl standart belirsizlik ($U\%$, $k = 2$) parametreleri değerlendirilerek gerçekleştirilmiştir. Ekstre içerisindeki bileşiklerin tanımlanmasında her bir maddenin kendine özgü m/z değerleri ve iyon geçişleri kullanılmıştır. Çalışmada 53 kimyasal bileşiğin kantitatif analizini gerçekleştirmek amacıyla tandem kütle spektrometresi, Shimadzu Nexera model ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi (UHPLC) ile eşleştirilerek kullanılmıştır.

Ters faz UHPLC sistemi; otomatik örnekleyici (SIL-30AC), kolon fırını (CTO-10ASvp), ikili pompa sistemi (LC-30AD) ve degazör (DGU-20A3R) ile donatılmıştır. Elli üç fitokimyasalın optimal ayrımını sağlamak ve iyon baskılamayı azaltmak amacıyla farklı kolon tipleri (Agilent Poroshell 120 EC-C18 (150 mm $\times$ 2.1 mm, 2.7 μ m) ve RP-C18 Inertsil ODS-4 (100 mm $\times$ 2.1 mm, 2 μ m)), mobil fazlar (asetonitril ve metanol), mobil faz katkıları (amonyum format, formik asit, amonyum asetat ve asetik asit) ve farklı sıcaklıklar (25°C, 30°C, 35°C ve 40°C) test edilmiştir. Optimal koşulların belirlenmesi sonucunda kromatografik ayırım, ters faz Agilent Poroshell 120 EC-C18 analitik kolonda (150 mm $\times$ 2.1 mm, 2.7 μ m) ve 40°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Elüsyon sistemi; eluent A (su, 5 mM amonyum format ve %0.1 formik asit) ve eluent B (metanol, 5 mM amonyum format ve %0.1 formik asit) olacak şekilde hazırlanmıştır. Uygulanan gradient programı 0–25 dakika arasında %20–100 B, 25–35 dakika arasında %100 B ve 35–45 dakika arasında %20 B şeklindedir. Akış hızı 0.5 mL/dakika, enjeksiyon hacmi ise 5 μ L olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrometrik analizler, elektrosprey iyonizasyon (ESI) kaynağına sahip Shimadzu LCMS-8040 model tandem kütle spektrometresi kullanılarak, negatif ve pozitif iyon modlarında gerçekleştirilmiştir. LC-ESI-MS/MS verileri Shimadzu LabSolutions yazılımı ile elde edilmiş ve işlenmiştir. Fitokimyasalların kantifikasyonu, spesifik öncül iyon–ürün iyon geçişlerinin incelendiği çoklu reaksiyon izleme (MRM) modu optimize edilerek yapılmıştır. Çarpışma enerjileri, fitokimyasal bileşiklerin optimal parçalanmasını ve hedef ürün iyonlarının maksimum geçişini sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle spektrometresinin çalışma koşulları; kurutma gazı (N_2) akış hızı 15 L/dakika, nebulizasyon gazı (N_2) akış hızı 3 L/dakika, desolvasyon hattı sıcaklığı 250°C, ısı bloğu sıcaklığı 400°C ve arayüz sıcaklığı 350 °C olacak şekilde optimize edilmiştir (38).

3.4. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi (GC-MS) Çalışmaları

Her iki bitkiden elde edilen *n*-hekzan ve *n*-butanol alt ekstralarının kalitatif analizi GC-MS cihazı (Agilent 7890A, 5975C inert MSD dedektör) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak %99.999 saflıktaki helyum kullanılmış ve akış hızı 1.5 mL/dakika olarak ayarlanmıştır. Ayrım, 5% fenil-metilpolisiloksan kaplamalı HP-5MS kapiller kolonda (30.0 m × 250 µm × 0.25 µm) gerçekleştirilmiştir. GC-MS sıcaklık programı, başlangıç sıcaklığı olan 50 °C’de 5 dakika bekletilmesinin ardından sıcaklığın dakikada 5 °C artırılmasıyla uygulanmış; sırasıyla 75 °C’de 5 dakika, 150 °C’de 5 dakika ve 240 °C’de 10 dakika tutulmuştur. Analizde enjeksiyon sıcaklığı 250 °C, enjeksiyon modu splitless, enjeksiyon hacmi 2 µL, basınç 12.675 psi ve toplam çalışma süresi 63 dakika olarak belirlenmiştir. Kütle spektrometresi ayarları, elektron çarpması iyon kaynağı sıcaklığının 230 °C, kuadropol sıcaklığının 150 °C ve iyonizasyon enerjisinin 70 eV olarak yapılandırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kütle spektrumları, Wiley7lib ve NIST08lib kütüphanelerindeki referans spektrumlarla karşılaştırılarak bileşiklerin tanımlanması sağlanmıştır (39).

3.5. Enzim İnhibisyon Aktivite Çalışmaları

Her iki bitkiden elde edilen %70 etanol ana ekstraları ile bu ekstralardan hazırlanan *n*-hekzan, *n*-butanol ve kalan su alt ekstralarının enzim inhibitör aktiviteleri aşağıdaki yöntemler kullanılarak incelenmiştir.

3.5.1. Tirozinaz Enzim İnhibisyonu

Ekstrelerin tirozinaz inhibisyon etkinliği spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (40). Hazırlanan numunelerin (1-100 µg/mL) her birinden 20 µL alınmıştır, daha önceden her birine 100 µL fosfat tamponu (pH 6.8) eklenmiş kuyucuklara ilave edilmiştir. Bunun üzerine 250 U/mL tirozinaz (20 µL) çözeltisi ilave edilerek ve 10 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin ardından 3 mM L-DOPA (20 µL) çözeltisi ilave edilerek ve tekrar 10 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında mikropilaka içeriklerinin absorbansları 475 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Numunelerin artan konsantrasyonuna karşı tirozinaz inhibisyonu aşağıda verilen formülden hesaplanmıştır. Çalışmada pozitif kontrol olarak kojik asit kullanılmıştır.

Formül: % İnhibisyon = (Akontrol-Anumune) / Akontrol $\times$ 100

Akontrol: Numunelerin ilavesi olmaksızın ölçülen absorbans

Anumune: Numunelerin ilavesi sonrasında ölçülen absorbans

3.5.2. Elastaz Enzim İnhibisyonu

Ekstrelerin elastaz inhibisyonu Kim ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntem ile incelenmiştir (41). Bu amaç doğrultusunda toplam hacim 250 μ L olacak şekilde, Tris-HCl buffer (pH 8,0) tamponu ortamında 1 μ g/mL elastaz enzimi ve ekstrelerin çeşitli konsantrasyonları (1-100 μ g/mL) 25 μ L hacminde eklenerek ve karışım 15 dakika inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda substrat olarak 0.8 mM N-Süksinil-Ala-Ala-Ala-nitroanilit (AAPVN) ilave edilerek ve karışım 20 dakika inkübe edilmiştir. Ardından karışımların absorbansları 402 nm’de ölçülmüştür. Pozitif kontrol olarak epigallokateşin gallat kullanılmıştır. Ekstrelerin elastaz inhibitör etkinliği bölüm 3.5’de verilen formül kullanılarak IC₅₀ değerleri hesaplanmıştır.

3.5.3. AChE/BuChE Enzim İnhibisyonu

Ekstrelerin AChE ve BuChE inhibisyon etkinliği spektrofotometrik yöntem kullanılarak incelenmiştir (42). Numuneler farklı konsantrasyonlarda (1-100 μ g/mL) 50 mM Tris-HCl tampon çözeltisi (pH 8.0) ile seyreltilmiştir. Kuyucuk içeriği, Tris-HCl tamponu (50 μ L), 3 mM DTNB (125 μ L), 0.2 U/mL konsantrasyondaki AChE/BuChE (25 μ L) ve numunelerin farklı konsantrasyonları (25 μ L) olacak şekilde hazırlanmıştır. Karışım 25°C’de 15 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyonun ardından her bir kuyucuğa 15 mM AChI/BuChI (25 μ L) çözeltisinden ilave edilip yeniden 15 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin ardından karışımların absorbansları 405 nm’de ölçülmüştür. Çalışmada pozitif kontrol olarak galantamin kullanılmıştır. Numunelerin artan konsantrasyonuna karşı kolinesteraz inhibisyonu etkinliği bölüm 3.5’de verilen formül kullanılarak IC₅₀ değerleri hesaplanmıştır.

3.5.4. α -glukozidaz Enzim İnhibisyonu

Ekstrelerin α -glukozidaz enzim inhibitör etkilerinin belirlenmesi için spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır (43). 0.1 M pH 6.9 fosfat tamponu içindeki ekstrelerin farklı konsantrasyonlarına (1-100 μ g/mL, 50 μ L), 0.5 U/mL α -glukozidaz (100 μ L) ilave edilerek ve mikropłaka içinde 20 dakika inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyondan sonra 4-pNPG (50 µL) ilave edilmiştir ve ardından yeniden 20 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Absorbans, mikropłaka okuyucu kullanılarak 405 nm'de ölçülmüştür. Çalışmada pozitif kontrol olarak akarboz kullanılmıştır. Numunelerin artan konsantrasyonuna karşı α -glukozidaz enzim inhibisyonu etkinliğı bölüm 3.5'de verilen formül kullanılarak IC₅₀ değeri hesaplanmıştır.

3.5.5. α -amilaz Enzim İnhibisyonu

Ekstrelerin α -amilaz inhibisyonları spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. 0.2 mM pH 6.9 fosfat tamponu içerisinde ekstrelerin farklı konsantrasyonundan (1-100 µg/mL) 500 µL ve α -amilaz çözeltisinden (0.5 mg/mL) 50 µL elendikten sonra 25°C'de 10 dakika ön inkübasyona tabii tutulmuştur. Ön inkübasyonun ardından, aynı ortama 0,02 M sodyum fosfat tamponu (pH 6,9) içinde 50 µL %1 nişasta çözeltisi ilave edilmiştir ve 25 °C'de 10 dakika inkübe edilmiştir. Reaksiyon, 100 µL dinitrosalisilik asit renk reaktifi ile durdurulmuştur. Daha sonra tüpler kaynar suda 5 dakika inkübe edilip oda sıcaklığına soğutulmuştur. Çözeltiler 100 µL distile su eklenerek seyreltilerek ve absorbans 540 nm'de ölçülmüştür. Pozitif kontrol olarak akarboz kullanılmıştır. Ekstrelerin α -amilaz inhibisyon yüzdesi etkinliğı bölüm 3.5'de verilen formül formül kullanılarak IC₅₀ değeri hesaplanmıştır (44).

3.5.6. İstatistiksel Analiz

Deneyler üç tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Sonuçların hesaplanmasında GraphPad Prism 6.0 ve Microsoft Excel Windows 13 programları kullanılmıştır. İstatistiksel analiz tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından enzim inhibisyonu için Tukey testleri ile gerçekleştirilmiştir. Veriler Graph Pad Prism 5.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Deneylerde elde edilecek değeri ortalama $\pm$ standart hata olarak sunularak değeri normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilks veya Kolmogorov-Smirnov yöntemi ile test edilmiştir. İstatistiksel analizde ikili grup karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan değeri için student-t test, normal dağılıma uymayan değeri için Mann-Whitney U testi, çoklu grup karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan değeri için çift yönlü varyans analizi post hoc Bonferroni, normal dağılıma uymayan değeri için Kruskal-Wallis varyans analizi post hoc Tukey kullanılmıştır. $p < 0.05$ ise ortamlar arası fark anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Ekstreler ve Verim

Ekstraksiyon çalışmaları sonucunda 11,01 g *C. communis* türünden 2,14 g %70 etanol ekstresi (verim: %19,44) ve 11.65 g *T. fluminensis* bitkisinden 2,4 g %70 etanol ekstresi (verim: %20,60) elde edilmiştir.

Ana ekstrelerden hareketle gerçekleştirilen fraksiyonlama çalışmaları sonucunda *C. communis* %70 etanol ekstresinden 0,16 g *n*-hekzan (verim: %7,5), 0,67 g *n*-butanol (verim: %31,45) ve 1,3 g (verim: %61,03) kalan su alt ekstreleri; *T. fluminensis* %70 etanol ekstresinden 0,14 g *n*-hekzan (verim: %5.8), 0,62 g *n*-butanol (verim: %25.83) ve 1,19 g kalan su (verim: %49.58) alt ekstreleri elde edilmiştir.

4.2. Sıvı Kromatografisi -Kütle Spektrometresi/Kütle Spektrometresi Analiz Sonuçları

Her iki bitkiden elde edilen %70 etanol ana ekstresi ve su alt ekstresinin kimyasal profilinin incelenmesi için LC-MS/MS yöntemi kullanılmıştır. Daha önce geliştirilmiş ve valide edilmiş bir yöntem kullanılmıştır (38). Yönteme ait validasyon parametreleri Tablo 1 ve 1’de standartlardan elde edilen kromatogram Şekil 3’te verilmiştir. Her iki bitkinin ekstreleri için elde edilen kromatogramlar Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7’de verilmiştir.

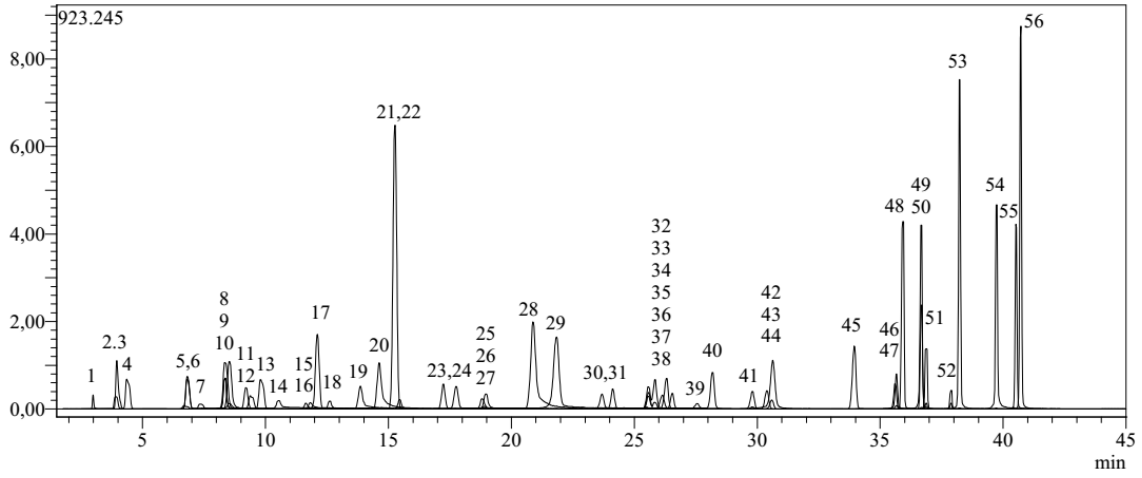
Tablo 1. LC-MS/MS yöntemine ait analitik yöntem validasyon parametreleri

No	Bileşenler	RT ^a	M.L. (m/z) ^b	F.L. (m/z) ^c	İyon Mod	Denklem	r ^{2d}	RSD% ^e Günler arası	Gün içinde	Linearity Range (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L) ^f	Geri kazanım (%) Günler arası	Gün içinde	U ^g Range	Gr. No ^j
1	Klinik asit	3.0	190.8	93.0	-	y=-0.0129889+2.9789×	0.996	0.69	0.51	0.1-5	25.7/33.3	1.0011	1.0083	0.0372	1
2	Fumarik asit	3.9	115.2	40.9	-	y=-0.0817862+1.03467×	0.995	1.05	1.02	1-50	135.7/167.9	0.9963	1.0016	0.0091	1
3	Akonitik asit	4.0	172.8	129.0	-	y=-0.7014530+32.9994×	0.971	2.07	0.93	0.1-5	16.4/31.4	0.9968	1.0068	0.0247	1
4	Gallik asit	4.4	168.8	79.0	-	y=0.0547697+20.8152×	0.999	1.60	0.81	0.1-5	13.2/17.0	1.0010	0.9947	0.0112	1
5	Epigallocateşin	6.7	304.8	219.0	-	y=- 0.00494986+0.0483704×	0.998	1.22	0.73	1-50	237.5/265.9	0.9969	1.0040	0.0184	3
6	Protocateşik asit	6.8	152.8	108.0	-	y=0.211373+12.8622×	0.957	1.43	0.76	0.1-5	21.9/38.6	0.9972	1.0055	0.0350	1
7	Kateşin	7.4	288.8	203.1	-	y=-0.00370053+0.431369×	0.999	2.14	1.08	0.2-10	55.0/78.0	1.0024	1.0045	0.0221	3
8	Gentisik asit	8.3	152.8	109.0	-	y=-0.0238983+12.1494×	0.997	1.81	1.22	0.1-5	18.5/28.2	0.9963	1.0077	0.0167	1
9	Klorojenik asit	8.4	353.0	85.0	-	y=0.289983+36.3926×	0.995	2.15	1.52	0.1-5	13.1/17.6	1.0000	1.0023	0.0213	1
10	Protocateşik aldehit	8.5	137.2	92.0	-	y=0.257085+25.4657×	0.996	2.08	0.57	0.1-5	15.4/22.2	1.0002	0.9988	0.0396	1
11	Tannik asit	9.2	182.8	78.0	-	y=0.0126307+26.9263×	0.999	2.40	1.16	0.05-2.5	15.3/22.7	0.9970	0.9950	0.0190	1
12	Epikateşin gallat	9.4	457.0	305.1	-	y=-0.0380744+1.61233×	0.999	1.30	0.63	0.2-10	61.0/86.0	0.9981	1.0079	0.0147	3
13	1,5- dikateoilkinik asit	9.8	515.0	191.0	-	y=-0.0164044+16.6535×	0.999	2.42	1.48	0.1-5	5.8/9.4	0.9983	0.9997	0.0306	1
14	4-OH Benzoik asit	10.5	137.2	65.0	-	y=-0.0240747+5.06492×	0.999	1.24	0.97	0.2-10	68.4/88.1	1.0032	1.0068	0.0237	1
15	Epikateşin	11.6	289.0	203.0	-	y=-0.0172078+0.0833424×	0.996	1.47	0.62	1-50	139.6/161.6	1.0013	1.0012	0.0221	3
16	Vanilik asit	11.8	166.8	108.0	-	y=-0.0480183+0.779564×	0.999	1.92	0.76	1-50	141.9/164.9	1.0022	0.9998	0.0145	1
17	Kafeik asit	12.1	179.0	134.0	-	y=0.120319+95.4610×	0.999	1.11	1.25	0.05-2.5	7.7/9.5	1.0015	1.0042	0.0152	1
18	Siringik asit	12.6	196.8	166.9	-	y=-0.0458599+0.663948×	0.998	1.18	1.09	1-50	82.3/104.5	1.0006	1.0072	0.0129	1
19	Vanilin	13.9	153.1	125.0	+	y=0.00185898+20.7382×	0.996	1.10	0.85	0.1-5	24.5/30.4	1.0009	0.9967	0.0122	1
20	Siringik aldehit	14.6	181.0	151.1	-	y=-0.0128684+7.90153×	0.999	2.51	0.77	0.4-20	19.7/28.0	1.0001	0.9964	0.0215	1
21	Daidzin	15.2	417.1	199.0	+	y=9.45747+152.338×	0.996	2.25	1.32	0.05-2.5	7.0/9.5	0.9955	1.0017	0.0202	2
22	Epikateşin gallat	15.5	441.0	289.0	-	y=-0.0142216+1.06768×	0.997	1.63	1.28	0.1-5	19.5/28.5	0.9984	0.9946	0.0229	3
23	Piceid	17.2	391.0	135/106.9	+	y=0.00772525+5.4181×	0.999	1.94	1.16	0.05-2.5	13.8/17.8	1.0042	0.9979	0.0199	1
24	p-Kumarik asit	17.8	163.0	93.0	-	y=0.0249034+18.5180×	0.999	1.92	1.43	0.1-5	25.9/34.9	1.0049	1.0001	0.0194	1
25	Ferulik asit-D3- İS ^b	18.8	196.2	152.1	-	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.0170	1
26	Ferulik asit	18.8	192.8	149.0	-	y=-0.0735254+1.34476×	0.999	1.44	0.53	1-50	11.8/15.6	0.9951	0.9976	0.0181	1
27	Sinapik asit	18.9	222.8	193.0	-	y=-0.0929932+0.836324×	0.999	1.45	0.52	0.2-10	65.2/82.3	1.0031	1.0037	0.0317	1
28	Kumarin	20.9	146.9	103.1	+	y=0.0633397+136.508×	0.999	2.11	1.54	0.05-2.5	214.2/247.3	0.9950	0.9958	0.0383	1

Tablo 1. (Devam)

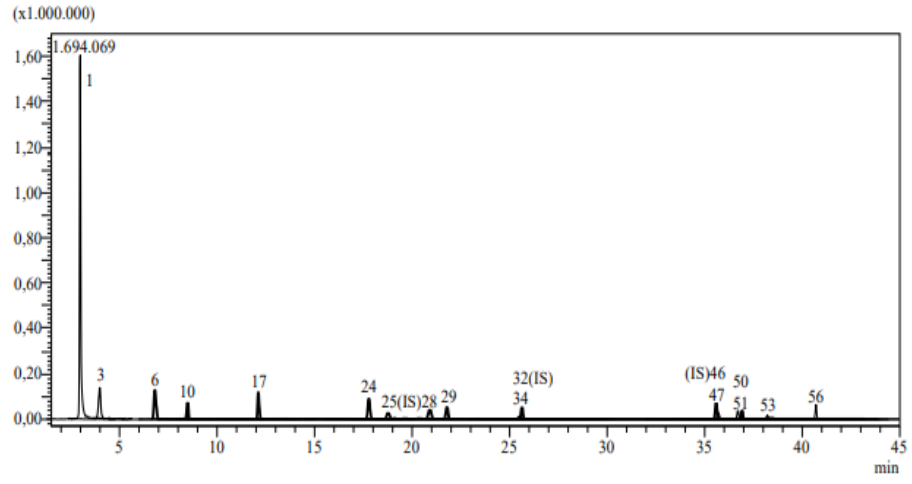
No	Bileşenler	RT ^a	M.L. (m/z) ^b	F.L. (m/z) ^c	İyon Mod	Denklem	r ^{2d}	RSD% ^e Günler arası	Gün içinde	Linearity Range (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L) ^f	Geri kazanım (%) Günler arası	Gün içinde	U ^g	Gr. No ^h
29	Salisilik asit	21.8	137.2	65.0	-	y=0.239287+153.659 ×	0.999	1.48	1.18	0.05-2.5	6.0/8.3	0.9950	0.9998	0.0158	1
30	Siyanosit	23.7	447.0	284.0	-	y=0.280246+6.13360 ×	0.997	1.56	1.12	0.05-2.5	12.1/16.0	1.0072	1.0002	0.0366	2
31	Mikuelianin	24.1	477.0	150.9	-	y=-0.00991585+5.50334 ×	0.999	1.31	0.95	0.1-5	10.6/14.7	0.9934	0.9965	0.0220	2
32	Rutin-D3-IS ^h	25.5	612.2	304.1	-	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2
33	Rutin	25.6	608.9	301.0	-	y=-0.0771907+2.89868 ×	0.999	1.38	1.09	0.1-5	15.7/22.7	0.9977	1.0033	0.0247	2
34	izokescitrin	25.6	463.0	271.0	-	y=-0.111120+4.10546 ×	0.998	2.13	0.78	0.1-5	8.7/13.5	1.0057	0.9963	0.0220	2
35	Hesperidin	25.8	611.2	449.0	+	y=0.139055+13.2785 ×	0.999	1.84	1.35	0.1-5	19.0/26.0	0.9967	1.0043	0.0335	2
36	o-Kumarik asit	26.1	162.8	93.0	-	y=0.00837193+11.2147 ×	0.999	2.11	1.46	0.1-5	31.8/40.4	1.0044	0.9986	0.0147	1
37	Genistein	26.3	431.0	239.0	-	y=1.65808+7.57459 ×	0.991	2.01	1.28	0.1-5	14.9/21.7	1.0062	1.0047	0.0083	2
38	Rozmarinik asit	26.6	359.0	197.0	-	y=-0.0117238+8.04377 ×	0.999	1.24	0.86	0.1-5	16.2/21.2	1.0056	1.0002	0.0130	1
39	Elajic asit	27.6	301.0	284.0	-	y=0.00877034+0.663741 ×	0.999	1.57	1.23	0.4-20	56.9/71.0	1.0005	1.0048	0.0364	1
40	Kosmosin	28.2	431.0	269.0	-	y=-0.708662+8.62498 ×	0.998	1.65	1.30	0.1-5	6.3/9.2	0.9940	0.9973	0.0083	2
41	Keşitinin	29.8	447.0	301.0	-	y=-0.00153274+3.20368 ×	0.999	2.24	1.16	0.1-5	4.8/6.4	0.9960	0.9978	0.0268	2
42	Astragalin	30.4	447.0	255.0	-	y=0.00825333+3.51189 ×	0.999	2.08	1.72	0.1-5	6.6/8.2	0.9968	0.9957	0.0114	2
43	Nikotiflorin	30.6	592.9	255.0/284.0	-	y=0.00499333+2.62351 ×	0.999	1.48	1.23	0.05-2.5	11.9/16.7	0.9954	1.0044	0.0108	2
44	Fisetin	30.6	285.0	163.0	-	y=0.0365705+8.09472 ×	0.999	1.75	1.19	0.1-5	10.1/12.7	0.9980	1.0042	0.0231	3
45	Daidzein	34.0	253.0	223.0	-	y=-0.0329252+6.23004 ×	0.999	2.18	1.73	0.1-5	9.8/11.6	0.9926	0.9963	0.0370	3
46	Keşetin-D3-IS ^h	35.6	304.0	275.9	-	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3
47	Keşetin	35.7	301.0	272.9	-	y=+0.00597342+3.39417 ×	0.999	1.89	1.38	0.1-5	15.5/19.0	0.9967	0.9971	0.0175	3
48	Narigenin	35.9	270.9	119.0	-	y=-0.00393403+14.6424 ×	0.999	2.34	1.69	0.1-5	2.6/3.9	1.0062	1.0020	0.0392	3
49	Hesperedin	36.7	301.0	136.0/286.0	-	y=+0.0442350+6.07160 ×	0.999	2.47	2.13	0.1-5	7.1/9.1	0.9998	0.9963	0.0321	3
50	Luteolin	36.7	284.8	151.0/175.0	-	y=-0.0541723+30.7422 ×	0.999	1.67	1.28	0.05-2.5	2.6/4.1	0.9952	1.0029	0.0313	3
51	Genistein	36.9	269.0	135.0	-	y=-0.00507501+12.1933 ×	0.999	1.48	1.19	0.05-2.5	3.7/5.3	1.0069	1.0012	0.0337	3
52	Kemferol	37.9	285.0	239.0	-	y=-0.00459557+3.13754 ×	0.999	1.49	1.26	0.05-2.5	10.2/15.4	0.9992	0.9990	0.0212	3
53	Apigenin	38.2	268.8	151.0/149.0	-	y=0.119018+34.8730 ×	0.998	1.17	0.96	0.05-2.5	1.3/2.0	0.9985	1.0003	0.0178	3
54	Amentoflavon	39.7	537.0	417.0	-	y=0.727280+33.3658 ×	0.992	1.35	1.12	0.05-2.5	2.8/5.1	0.9991	1.0044	0.0340	3
55	Krisin	40.5	252.8	145.0/119.0	-	y=-0.0777300+18.8873 ×	0.999	1.46	1.21	0.05-2.5	1.5/2.8	0.9922	1.0050	0.0323	3
56	Akasetin	40.7	283.0	239.0	-	y=-0.559818+163.062 ×	0.997	1.67	1.28	0.02-1	1.5/2.5	0.9949	1.0011	0.0363	3

^aR.T.: Alkonna stresi, ^bMI (m/z): Standart analitlerin moleküler iyonları (m/z ratio), ^cFI (m/z): Parçalı iyonlar ^dr²: Determinasyon katsayısı, ^eRSD: Bağlı standart sapma, ^fLOD/LOQ (µg/L): Tespit/kantifikasyon sınırı, ^gU (%): %95 güven seviyesinde yüzde bağıl belirsizlik (k = 2), ^hIS: Dahili standart, ⁱGr. No: Dahili standartların gruplandırılmasını temsil eden bu numaralar, hangi IS'nin hangi fenolik bileşeni temsil ettiğini gösterir, N.A.: Tespit edilemedi

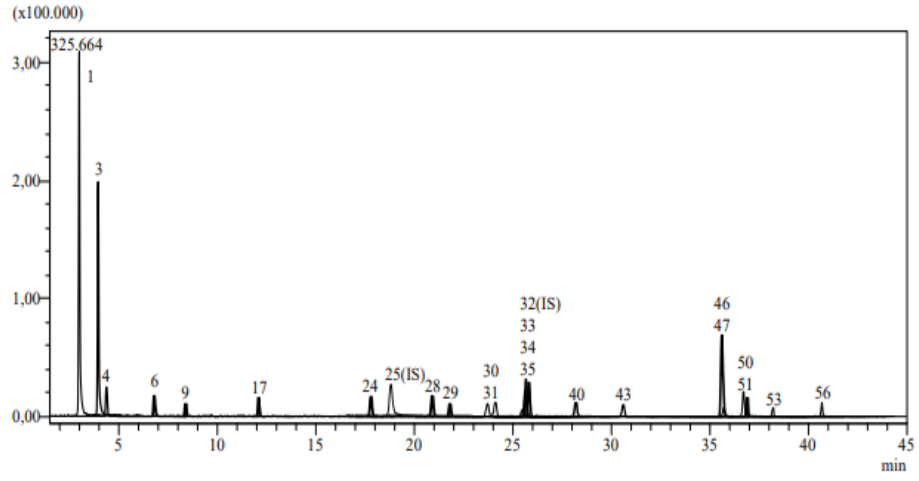


Şekil 3. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen standart fenolik bileşikleri gösteren kromatogram

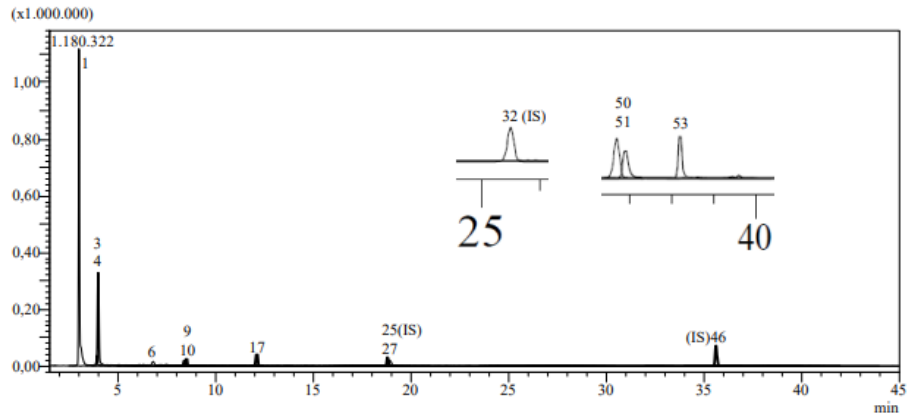
1: Kinik asit, 2: Fumarik asit, 3: Akonitik asit, 4: Gallik asit, 5: Epigallokateşin, 6: Protokateşik asit, 7: Kateşin, 8: Gentisik asit, 9: Klorojenik asit, 10: Protokateşik aldehit, 11: Tannik asit, 12: Epigallokateşin gallat 13: 1,5-dikafeoilkinik asit, 14: 4-OH Benzoik asit, 15: Epikateşin, 16: Vanilik asit, 17: Kafeik asit, 18: Siringik asit, 19: Vanillin, 20: Siringik asit, 21: Daidzin, 22: Epikateşin gallat, 23: Piseid, 24: p-kumarik asit, 25: Ferulik asit D3, 26: Ferulik asit, 27: Sinapik asit, 28: Kumarin, 29: Salisilik asit, 30: Siranosid, 31: Miquelianin, 32: Rutin, 33: Rutin D3, 34: Izokuersitrin, 35: Hesperidin, 36: p-kumarik asit, 37: Genistin, 38: Rosmarinik asit, 39: Ellajik asit, 40: Kozmozin, 41: Kuersitrin, 42: Astragalin, 43: Nikotiflorin, 44: Fisetin, 45: Daidzein, 46: Kuersetin D3, 47: Kuersetin, 48: Naringenin, 49: Hesperetin, 50: Luteolin, 51: Genistein, 52: Kaempferol, 53: Apigenin, 54: Amentoflavon, 55: Krisin, 56: Asasetin.



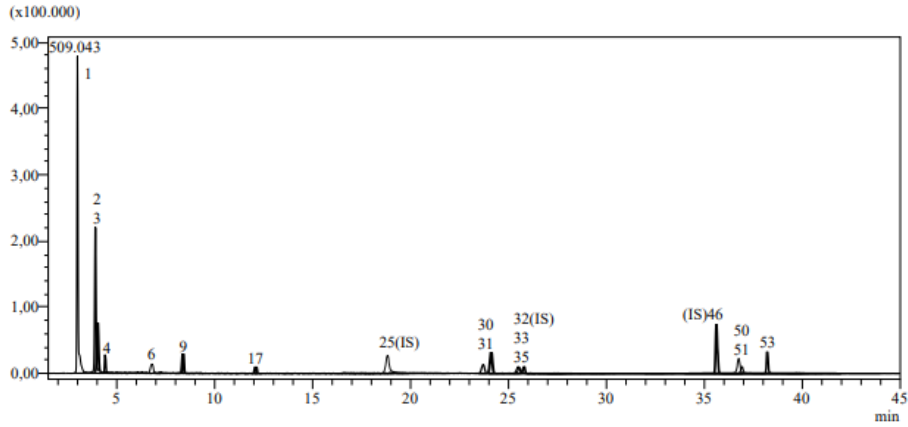
Şekil 4. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen *C. communis* su ekstresini gösteren kromatogram



Şekil 5. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen *C. communis* etanol ekstresini gösteren kromatogram



Şekil 6. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen *T. fluminensis* su ekstresini gösteren kromatogram



Şekil 7. LC-MS/MS yöntemi ile incelenen *T. fluminensis* etanol ekstresini gösteren kromatogram

Ekstrelerdeki fitokimyasalların kantitatif tayin sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur. Toprak üstü etanol ekstresinde *C. communis* için kinik asit (14.058 mg/g ekstre) varlığı tespit edilirken, su ekstresinde kateşin (21.494mg/g ekstre); *T. fluminensis* için toprak üstü kısımlarının etanol ekstresinde kinik asit (3.249 mg/g ekstre) varlığı tespit edilirken, su ekstresinde akonitik asit (2.408 mg/g ekstre) en fazla miktarda bulunmuştur.

Tablo 2. *C. communis* ham etanol ve su ekstralarının kantitatif analizi (mg/g)

Bileşikler	RT	M.I. (m/z)	F.I. (m/z)	CC- ETANOL (MG/G)	CC-SU (MG/G)
Kinik asit	3.0	190.8	93.0	14.058	21.494
Kersetin	35.7	301.0	272.9	0.021	0.009
Akonitik asit	4.0	172.8	129.0	0.04	0.632
Gallik asit	4.4	168.8	79.0	0.045	nd
Protokateşik asit	6.8	152.8	108.0	0.255	1.113
Klorojenik asit	8.4	353.0	85.0	0.129	nd
Protokateşik aldehit	8.5	137.2	92.0	nd	0.26
Kafeik asit	12.1	179.0	134.0	0.044	0.443
<i>p</i> -kumarik asit	17.8	163.0	93.0	0.054	0.789
Luteolin	36.7	284.8	151.0/175.0	0.036	0.021
Kumarin	20.9	146.9	103.1	0.015	0.015
Salisilik asit	21.8	137.2	65.0	0.006	0.01
Siranozit	23.7	447.0	284.0	1.072	nd
Mikuelianin	24.1	477.0	150.9	0.397	nd
Rutin	25.6	608.9	301.0	0.419	nd
İzokersitrin	25.6	463.0	271.0	0.265	0.028
Hesperidin	25.8	611.2	449.0	0.394	nd
Kozmozin	28.2	431.0	269.0	0.138	nd
Nikotiflorin	30.6	592.9	255.0/284.0	0.042	nd
Genistein	36.9	269.0	135.0	0.011	0.01
Apigenin	38.2	268.8	151.0/149.0	0.005	0.003
Asasetin	40.7	283.0	239.0	0.01	0.002

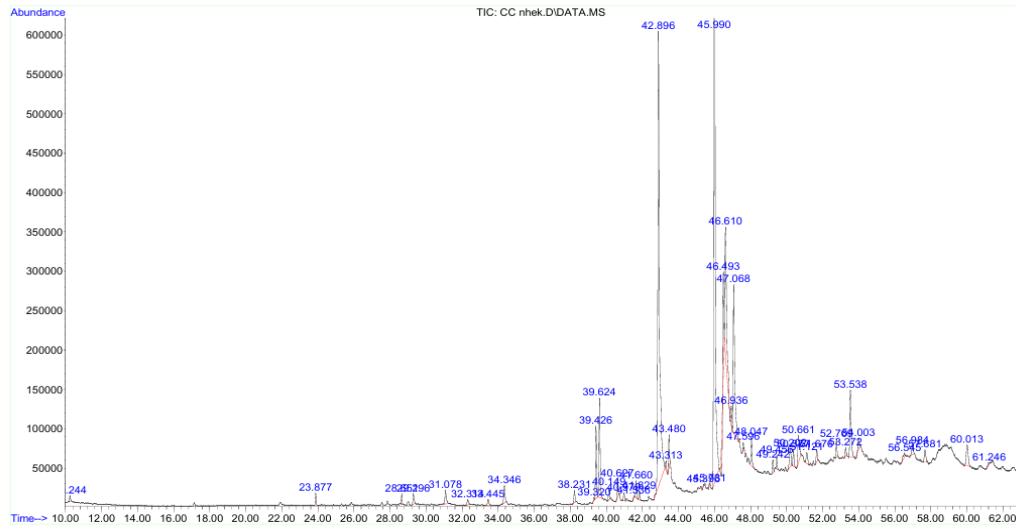
Tablo 3. *T. fluminensis* ham etanol ve su ekstrelerinin kantitatif analizi (mg/g)

Bileşikler	RT	M.I. (m/z)	F.I. (m/z)	TF-ETANOL (MG/G)	TF-SU (MG/G)
Kinik asit	3.0	190.8	93.0	3.249	1.744
Fumarik asit	3.9	115.2	40.9	1.038	1.001
Akonitik asit	4.0	172.8	129.0	0.388	2.408
Gallik asit	4.4	168.8	79.0	0.019	nd
Protokateşik asit	6.8	152.8	108.0	0.042	0.062
Klorojenik asit	8.4	353.0	85.0	0.137	0.018
Protokateşik aldehit	8.5	137.2	92.0	nd	0.021
Kafeik asit	12.1	179.0	134.0	0.004	0.034
Sinapik asit	18.9	222.8	193.0	nd	0.143
Luteolin	36.7	284.8	151.0/175.0	0.008	0.008
Siranozit	23.7	447.0	284.0	0.032	nd
Mikuelianin	24.1	477.0	150.9	0.128	nd
Rutin	25.6	608.9	301.0	0.023	nd
Hesperidin	25.8	611.2	449.0	0.021	nd
Genistein	36.9	269.0	135.0	0.006	0.008
Apigenin	38.2	268.8	151.0/149.0	0.003	0.003

Nd: belirlenmemiştir.

4.3. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi (GC-MS) Analiz Sonuçları

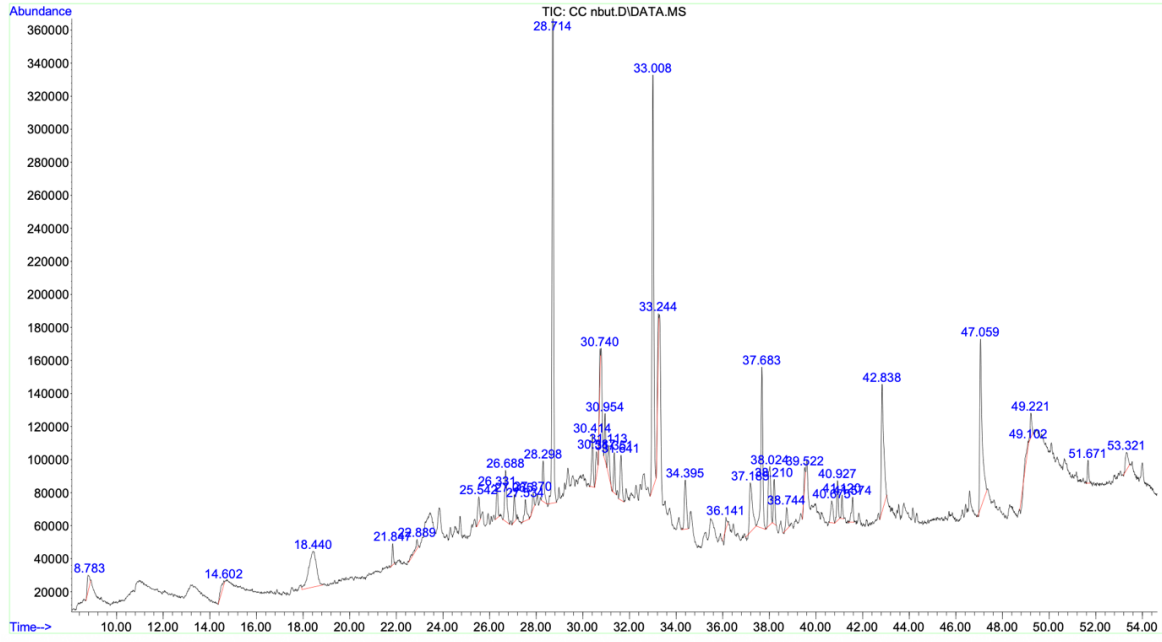
Her iki bitkiden elde edilen *n*-hekzan ve *n*-butanol alt ekstrelerinin kalitatif analizi GC-MS cihazı (Agilent 7890A, 5975C inert MSD dedektör) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11 ve Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7’de verilmiştir.



Şekil 8. GC-MS yöntemi ile incelenen *C. communis* n-hekzan ekstresine ait kromatogram

Tablo 4. GC-MS yöntemi ile incelenen *C. communis* *n*-hekzan ekstresinde tespit edilen bileşikler

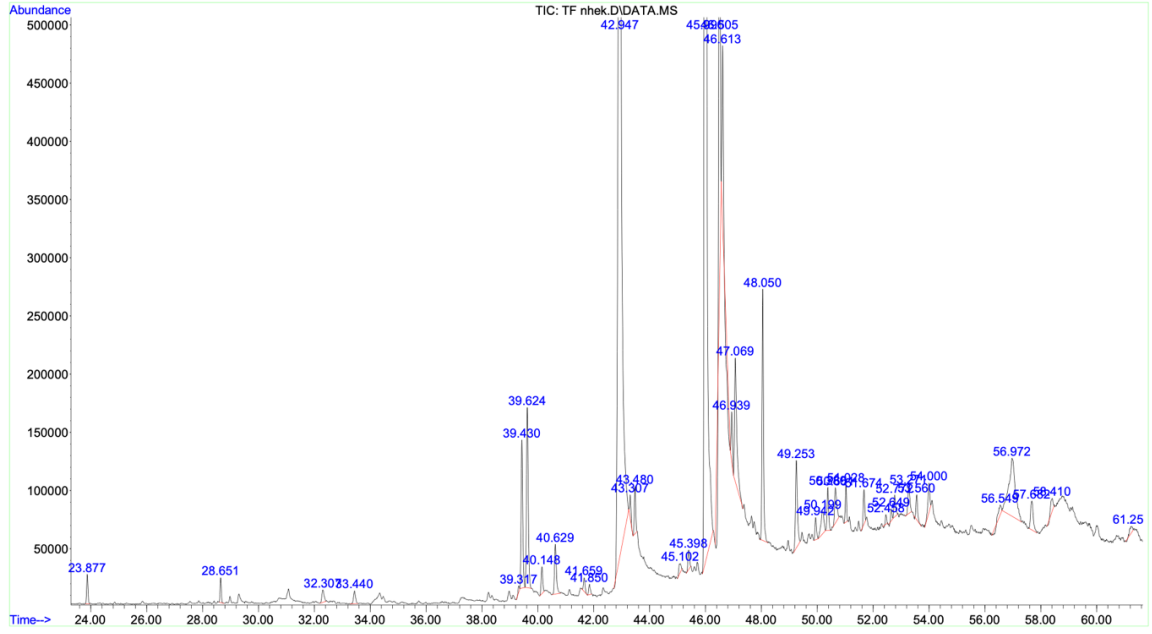
RT (min)	Bileşikler	Alan (%)
23.878	Dodekametilsikloheksasiloksan	0.28
28.648	Tetradekametil sikloheptasiloksan	0.20
29.293	5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetil-2(4H)-benzofuranon	0.30
31.078	Heptadekan	0.49
38.232	<i>n</i> -Dotriakontan	0.30
39.321	Oktadekametil siklononasiloksan	0.02
39.425	7,11,15-trimetil-3-metilen-1-heksadesen	2.04
39.625	Hekzahidrofarnesil aseton	3.00
42.899	Palmitik asit	19.39
43.484	Etil palmitat	0.68
45.987	Fitol	47.75
46.609	Linoleik asit	5.43
47.068	Stearik asit	5.83
49.453	1-oktadekan sülfonil klorür	0.29
50.661	Tiyosülfürik asit, S-(2-aminoetil) esteri	1.04
52.772	Eikosan	0.42
Toplam pik alan yüzdesi		87.46



Şekil 9. GC-MS yöntemi ile incelenen *C. communis* *n*-butanol ekstresine ait kromatogram

Tablo 5. GC-MS yöntemi ile incelenen *C. communis* *n*-butanol ekstresinde tespit edilen bileşikler

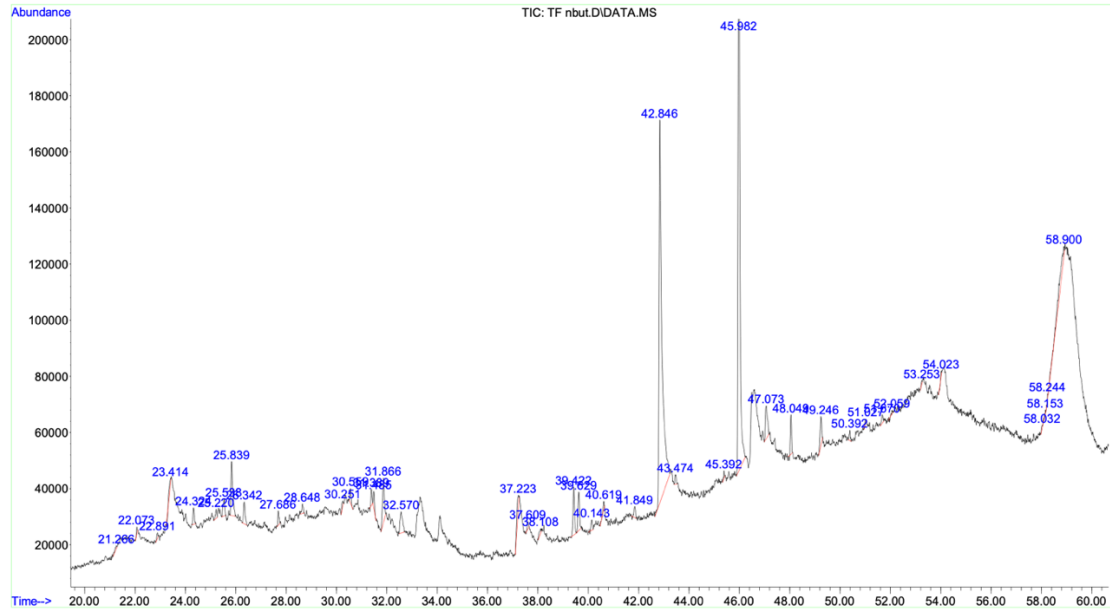
RT (min)	Bileşikler	Alan (%)
26.330	2-(1,2-epoksisikloheksil) propan-2-ol	1.04
28.715	Heksadekan, <i>n</i> -Setan	19.02
30.589	1-asetil-19,21-epoksi-15,16-dimetoksi aspidospermidin-17-ol	0.81
30.952	<i>n</i> -Hekzadekan	1.12
33.011	<i>n</i> -Heptadekan	15.45
33.240	2-Metildekan	0.80
37.684	<i>n</i> -Heksakosan	6.71
38.025	Oktadekansülfonil klorür	3.17
42.839	Palmitik asit	6.33
47.061	Stearik asit	8.62
53.320	2-(3-benzoylfenil) propanoik asit, Ketoprofen	0.98
Toplam pik alan yüzdesi		64.05



Şekil 10. GC-MS yöntemi ile incelenen *T. fluminensis* *n*-hekzan ekstresine ait kromatogram

Tablo 6. GC-MS yöntemi ile incelenen *T. fluminensis* n-hekzan ekstresinde tespit edilen bileşikler

RT (min)	Bileşikler	Alan (%)
23.878	Dodekametil sikloheksasiloksan	0.26
28.648	Tetradekametil sikloheptasiloksan	0.20
33.440	Heksadekametil siklooktasiloksan	0.17
39.62	6,10,14-trimetil-2-pentadekanon	2.14
42.943	Palmitik asit	27.25
45.395	Heptadekanoik asit	0.20
45.995	Fitol	48.22
46.506	Linoleik asit	3.79
47.069	Stearik asit	1.87
48.054	7,11,15-trimetil-3-metilen-1-heksadesen	2.50
51.675	Silikon yağı	0.32
52.772	Oktadekansülfonil klorür	0.24
Toplam pik alan yüzdesi		87.16



Şekil 11. GC-MS yöntemi ile incelenen *T. fluminensis* *n*-butanol ekstresine ait kromatogram

Tablo 7. GC-MS yöntemi ile incelenen *T. fluminensis* *n*-butanol ekstresinde tespit edilen bileşikler

RT (min)	Bileşikler	Alan (%)
42.847	Palmitik asit	33.83
45.980	Fitol	35.90
47.076	Tiyosülfirik asit, S-(2-aminoetil) esterı	2.19
Toplam pik alan yüzdesi		71.92

4.4. Enzim İnhibisyon Aktivite Çalışmalarına Ait Bulgular

4.4.1. Tirozinaz ve elastaz enzim inhibisyonu çalışmalarına ait bulgular

Çalışmada değerlendirilen ekstrelerin tirozinaz ve elastaz enzimleri üzerindeki inhibitör etkileri incelendiğinde, genel olarak her iki enzim için de sınırlı bir aktivite gözlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Ekstrelerin tirozinaz ve elastaz inhibisyon etkisi

Ekstre	Tirosinaz (IC ₅₀ (µg/mL))	Elastaz (IC ₅₀ (µg/mL))
<i>C. communis</i> etanol	>100	>100
<i>C. communis</i> <i>n</i> -hekzan	39.30 ± 0.68 ^{ns}	>100
<i>C. communis</i> <i>n</i> -butanol	>100	>100
<i>C. communis</i> su	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> etanol	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> <i>n</i> -hekzan	38.37 ± 0.63 ^{ns}	>100
<i>T. fluminensis</i> <i>n</i> -butanol	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> su	>100	>100
Kojik asit	35.16 ± 0.59	-
Epigallokateşin gallat	-	74.26 ± 2.37

4.4.2. AChE/BuChE enzim inhibisyonu çalışmalarına ait bulgular

Ekstrelerin asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirilkolinesteraz (BuChE) enzimleri üzerindeki inhibitör etkileri incelendiğinde, test edilen tüm ekstrelerin (*C. communis* etanol, *C. communis* *n*-hekzan, *C. communis* *n*-butanol, *C. communis* su ve *T. fluminensis* etanol, *T. fluminensis* *n*-hekzan, *T. fluminensis* *n*-butanol, *T. fluminensis* su ekstreleri) her iki enzim için de 100 µg/mL'nin üzerinde IC₅₀ değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Fraksiyonların AChE/BuChE enzim inhibisyonu sonuçlar

Ekstre	AChE (IC ₅₀ (µg/mL))	BuChE (IC ₅₀ (µg/mL))
<i>C. communis</i> etanol	>100	>100
<i>C. communis</i> n-hekzan	>100	>100
<i>C. communis</i> n-butanol	>100	>100
<i>C. communis</i> su	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> etanol	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> n-hekzan	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> n-butanol	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> su	>100	>100
Galantamin	28.51 ± 1.01	46.53 ± 1.20

4.4.3. α-glukozidaz ve α-amilaz enzim inhibisyonu çalışmalarına ait bulgular

Ekstrelerin α-glukozidaz ve α-amilaz enzimleri üzerindeki inhibitör aktiviteleri incelendiğinde, α-glukozidaz inhibisyonu açısından bazı ekstrelerin belirgin düzeyde etkili olduğu görülmüştür (Tablo 10).

Tablo 10. Fraksiyonların α-glukozidaz ve α-amilaz enzim inhibisyonu sonuçları

Ekstre	α-Glukozidaz (IC ₅₀ (µg/mL))	α-Amilaz (IC ₅₀ (µg/mL))
<i>C. communis</i> etanol	30.08 ± 0.21*	>100
<i>C. communis</i> n-hekzan	>100	>100
<i>C. communis</i> n-butanol	32.56 ± 0.14*	>100
<i>C. communis</i> su	21.25 ± 0.42*	>100
<i>T. fluminensis</i> etanol	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> n-hekzan	>100	>100
<i>T. fluminensis</i> n-butanol	16.37 ± 0.48*	>100
<i>T. fluminensis</i> su	>100	>100
Akarboz	56.28 ± 1.41	90.81 ± 3.25

*p<0.0001 vs pozitif kontrol.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilerden ekstrelerin ve potansiyel ilaç hammaddelerinin elde edilmesi ve farmakolojik aktivitelerinin araştırılması çalışmaları, Türkiye florasında yetişen bitkilerin ilaç endüstrisine kazandırılması açısından önem taşımaktadır. Literatürde, proje konusu olarak seçilen *T. fluminensis* ve *C. communis* türleriyle ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. *C. communis* türünde gerçekleştirilmiş çalışmaların bitkide bulunan alkaloidler ve α -glukozidaz inhibitör aktivite üzerinde, *T. fluminensis* türündeki çalışmaların ise bitkinin antiinflamatuvar etkisi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. *T. fluminensis* türü üzerinde yapılmış α -glukozidaz, α -amilaz, asetilkolinesteraz, butirilkolinesteraz, tirozinaz ve elastaz enzim inhibitör aktivite çalışmasına rastlanmamıştır.

Yapılan tez çalışmasında fenolik bileşiklerin tespit edilmesi için LC-MS/MS analizleri uygulanmıştır. *C. communis* ham etanol ekstresinde fenolik gruba protokateşik asit (0.255 mg/g), akonitik asit (0.004 mg/g), gallik asit (0.045 mg/g), klorojenik asit (0.129 mg/g), kafeik asit (0.044 mg/g), *p*-kumarik asit (0.054 mg/g), salisilik asit (0.006 mg/g), siranozit (1.072 mg/g), kinik asit (14.058 mg/g) ve flavonoid türeviden luteolin (0.039 mg/g), apigenin (0.005 mg/g), asasetin (0.001 mg/g), kersetin (0.021 mg/g), mikuelianin (0.397 mg/g), izokersitrin (0.265 mg/g), kozmozin (0.138 mg/g), nikotiflorin (0.042 mg/g), hesperidin (0.394 mg/g), genistein (0.011 mg/g) ve kumarin (0.015 mg/g) tespit edilmiştir. *C. communis* su ekstresinde fenolik gruba kinik asit (21.494 mg/g), protokateşik asit (1.113 mg/g), akonitik asit (0.632 mg/g), kafeik asit (0.443 mg/g), *p*-kumarik asit (0.789 mg/g), salisilik asit (0.01 mg/g), protokateşik aldehit (0.26 mg/g) ve flavonoid türeviden luteolin (0.021 mg/g), apigenin (0.003 mg/g), asasetin (0.002 mg/g), kersetin (0.009 mg/g), izokersitrin (0.028 mg/g), genistein (0.01 mg/g) ve kumarin (0.015 mg/g) tespit edilmiştir. *T. fluminensis* ham etanol ekstresinde fenolik gruba fumarik asit (1.038 mg/g), kafeik asit (0.004 mg/g), protokateşik asit (0.042 mg/g), akonitik asit (0.388 mg/g), gallik asit (0.019 mg/g), klorojenik asit (0.137 mg/g), siranozit (0.032 mg/g), kinik asit (3.249 mg/g) ve flavonoid türeviden luteolin (0.008 mg/g), apigenin (0.003 mg/g), mikuelianin (0.128 mg/g), hesperidin (0.021 mg/g), rutin (0.023 mg/g) ve genistein (0.006 mg/g) tespit edilmiştir. *T. fluminensis* su ekstresinde fenolik gruba fumarik asit (1.744 mg/g), protokateşik asit (0.018 mg/g), akonitik asit (2.408 mg/g), protokateşik aldehit (0.021

mg/g), klorojenik asit (0.018 mg/g), kafeik asit (0.034 mg/g), kinik asit (1.744 mg/g), sinapik asit (0.143 mg/g) ve flavonoit türevi olan luteolin (0,008 mg/g), apigenin (0.003 mg/g) ve genistein (0.008 mg/g) tespit edilmiştir.

C. communis'in GC-MS ile analiz edilen *n*-hekzan ekstresinde 16 adet bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenlerinin fitol (%47,75), palmitik asit (%19,39) ve stearik asit (5,83) (ilk 3) olduğu belirlenmiştir. *C. communis*'in *n*-butanol ekstresinde 11 adet bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenlerinin heksadekan (%19,02), heptadekan (%15,45) ve stearik asit (%8,62) olduğu belirlenmiştir.

T. fluminensis'in GC-MS ile analiz edilen *n*-hekzan ekstresinde 12 adet bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenlerinin fitol (%48,22), palmitik asit (%27,25) ve linoleik asit (%3,79) olduğu belirlenmiştir. *T. fluminensis*'in *n*-butanol ekstresinde 3 adet bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenlerinin fitol (%35,90), palmitik asit (%33,83) ve tiyosülfirik asit, S-(2-aminoetil) ester (%2,19) olduğu belirlenmiştir.

Commelina ve *Tradescantia* türleri üzerinde literatürde bulunan fitokimyasal analiz çalışmaları kısıtlıdır. Günümüze kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde *C. communis* ve *T. fluminensis* türlerinin uçucu yağları üzerinde yapılmış olan birkaç çalışmaya ulaşılmıştır. *C. communis*'nin çeşitli yenilebilir kısımlarından elde edilen uçucu aroma bileşenleri, dietil eter çözücüsü kullanılarak eşzamanlı su buharı distilasyonu-ekstraksiyonu yöntemi ile toplanmıştır. Uçucu yağlar gaz kromatografisi ve GC-MS ile analiz edilmiştir. Tüm örneklerde toplam 89 uçucu aroma bileşeni doğrulanmış olup bunlar 33 hidrokarbon, 4 aldehit, 9 keton, 23 alkol, 6 ester, 10 asit ve 4 diğer bileşenden oluşmaktadır. Yapraklarda ise 14 hidrokarbon, 7 alkol ve 2 ester olmak üzere toplam 23 bileşen tanımlanmıştır. Gövdede 3 hidrokarbon ve 3 alkol olmak üzere 6 bileşen doğrulanmıştır. Köklerde ise 13 hidrokarbon, 1 keton, 3 alkol ve 1 asit olmak üzere toplam 18 bileşen belirlenmiştir (45). *C. benghalensis*'in etanollü yaprak ekstresinin incelendiği bir çalışmada GC-MS analizi sonucu 3-dodesen, 1-hekzodekanol, fenol 2,4-bis(1,1-dimetiletil), hekzadesen-1-ol (trans), 9,9-eikosen, 9,10-antrasendion, tetrakosan, 1,4 benzenedikarboksilik asit bis(2-etilheksil) ester, 13-dokosenamit, tetratriakontan, tetrakosan 11-desil tespit edilmiştir (46).

C. benghalensis ile yapılan diğer bir çalışmada, iki farklı popülasyona ait bitkilerin havaî ve toprak altı sürgünleri ile çiçeklerinin etanollü ekstreleri GC-MS analizine tabi

tutulmuştur. İki farklı popülasyonun toprak üstü sürgünlerinde 49–55, çiçeklerde ise 52–59 bileşik tespit edilmiştir. Ortak bulunan bileşiklerden bazıları *n*-heksadekanoik asit, fitol, oktadekanoik asit, izopropil linoleat ve lidokain gibi maddelerdir. Bununla birlikte literatür incelemesi, bu bileşiklerin çok çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir. Bu aktiviteler arasında antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser, antitümör, diüretik, kanser önleyici ve antibakteriyel özellikler bulunmaktadır (47). *T. pallida* türü; antibakteriyel, antioksidan ve antikanser özellikleri açısından umut verici sonuçların olduğu bir çalışmada bitkinin toprak üstü kısımlarından hekzan ekstresi elde edilerek GC-MS ile analiz edilmiştir. Hekzan ekstresi içinde major bileşenler sırasıyla (E)-4-metoksisinamik asit (%50,2), 2,5-di-tert-butil-1,4-benzokinon (%13,7) ve epijuabion (%10,4) olarak belirlenmiştir (48).

Çalışmada değerlendirilen *C. communis* etanol, *C. communis* *n*-hekzan, *C. communis* *n*-butanol, *C. communis* su ekstrelerinin ve *T. fluminensis* etanol, *T. fluminensis* *n*-hekzan, *T. fluminensis* *n*-butanol, *T. fluminensis* su ekstrelerinin tirozinaz ve elastaz enzimleri üzerindeki inhibitör etkileri incelendiğinde, genel olarak her iki enzim için de sınırlı bir aktivite gözlenmiştir (Tablo 8). Tirozinaz inhibisyonunda yalnızca *C. communis* *n*-hekzan ($IC_{50} = 39.30 \pm 0.68 \mu\text{g/mL}$) ve *T. fluminensis* *n*-hekzan ($IC_{50} = 38.37 \pm 0.63 \mu\text{g/mL}$) ekstrelerinin ölçülebilir düzeyde etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak bu değerler, pozitif kontrol olarak kullanılan kojik asidin ($IC_{50} = 35.16 \pm 0.59 \mu\text{g/mL}$) inhibisyon gücüne kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık sunmamaktadır (ns). Diğer tüm ekstratlar (*C. communis* etanol, *C. communis* *n*-butanol, *C. communis* su, *T. fluminensis* etanol, *T. fluminensis* *n*-butanol ve *T. fluminensis* su) $100 \mu\text{g/mL}$ 'nin üzerinde IC_{50} değerleriyle zayıf tirozinaz inhibitörleri olarak değerlendirilmiştir. Elastaz enzimi açısından bakıldığında, test edilen tüm ekstratların IC_{50} değerlerinin $100 \mu\text{g/mL}$ 'nin üzerinde olduğu ve anlamlı bir inhibisyon göstermediği tespit edilmiştir. Bu bulgular, elastaz inhibisyonunda yalnızca pozitif kontrol olarak kullanılan epigallokateşin gallatın ($IC_{50} = 74.26 \pm 2.37 \mu\text{g/mL}$) etkin olduğunu göstermektedir. Genel olarak, ekstraktların tirozinaz üzerine sınırlı, elastaz üzerine ise oldukça düşük inhibitör aktivite sergilediği; yalnızca *C. communis* *n*-hekzan ve *T. fluminensis* *n*-hekzan ekstrelerinin tirozinaz inhibisyonunda pozitif kontrole yakın bir etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Ekstrelerin asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz enzimleri üzerindeki inhibitör etkileri incelendiğinde, test edilen tüm ekstrelerin (*C. communis* etanol, *C. communis* *n*-hekzan, *C. communis* *n*-butanol, *C. communis* su ve *T. fluminensis* etanol, *T. fluminensis* *n*-hekzan, *T. fluminensis* *n*-butanol ve *T. fluminensis* su) her iki enzim için de 100 µg/mL'nin üzerinde IC₅₀ değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 9). Bu sonuçlar, ekstrelerin AChE ve BuChE enzimlerine karşı anlamlı bir inhibisyon göstermediğini ortaya koymaktadır. Pozitif kontrol olarak kullanılan galantamin ise hem AChE (IC₅₀ = 28.51 ± 1.01 µg/mL) hem de BuChE (IC₅₀ = 46.53 ± 1.20 µg/mL) enzimlerini güçlü şekilde inhibe ederek yönetsel doğrulama sağlamıştır. Genel olarak, çalışmada değerlendirilen ekstrelerin kolinesteraz enzimleri üzerinde kayda değer bir inhibitör aktivite göstermediği sonucuna varılmıştır.

Ekstrelerin α-glukozidaz ve α-amilaz enzimleri üzerindeki inhibitör aktiviteleri incelendiğinde, α-glukozidaz inhibisyonu açısından bazı ekstrelerin belirgin düzeyde etkili olduğu görülmüştür (Tablo 10). *C. communis* etanol (IC₅₀ = 30.08 ± 0.21 µg/mL), *C. communis* *n*-butanol (IC₅₀ = 32.56 ± 0.14 µg/mL), *C. communis* su (IC₅₀ = 21.25 ± 0.42 µg/mL) ve *T. fluminensis* *n*-butanol (IC₅₀ = 16.37 ± 0.48 µg/mL) ekstreleri güçlü inhibitör etki göstermiş olup, tüm bu örneklerin pozitif kontrol olarak kullanılan akarbozdan (IC₅₀ = 56.28 ± 1.41 µg/mL) anlamlı derecede daha etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0.0001$). Diğer ekstrelerin (*C. communis* *n*-hekzan, *T. fluminensis* etanol, *T. fluminensis* *n*-hekzan, *T. fluminensis* su) ise 100 µg/mL'nin üzerinde IC₅₀ değerleriyle zayıf inhibitör özellik gösterdiği görülmüştür. α-amilaz enzimi açısından değerlendirildiğinde ise tüm ekstrelerin IC₅₀ değerlerinin 100 µg/mL'nin üzerinde olduğu ve anlamlı bir inhibisyon göstermediği saptanmıştır. Bu sonuç, α-amilaz inhibisyonunda yalnızca akarbozun (IC₅₀ = 90.81 ± 3.25 µg/mL) etkin olduğunu göstermektedir.

Diğer enzim inhibitör etkinliklerle karşılaştırıldığında ekstrelerin α-glukozidaz üzerinde belirgin bir inhibitör potansiyel sergilediği; özellikle *C. communis* su ve *T. fluminensis* *n*-butanol ekstrelerinin pozitif kontrolden daha güçlü etki gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşın α-amilaz üzerine anlamlı bir aktivite gözlenmemiştir. *C. communis*'in halk arasında diyabete karşı kullanıldığı kayıtlıdır. Literatürde türün antidiyabetik aktivitesini araştıran kısıtlı çalışma bulunmaktadır. Bu açılardan değerlendirildiğinde α-glukozidaz inhibisyonunun ön planda olduğu antidiyabetik

potansiyelin değerlendirilmesi açısından önemli görülmektedir. İlerleyen dönemde her iki bitkinin toprak üstü kısımlarından hazırlanacak ekstrelerin α -glukozidaz inhibitör etkinliklerinin ve etkiden sorumlu bileşiklerinin araştırılmasına yönelik çalışmalar planlanabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Burns JH, Faden RB, Stepan SJ (2011). Phylogenetic studies in the Commelinaceae subfamily Commelinoideae inferred from nuclear ribosomal and chloroplast DNA sequences. *Syst Bot* 36(2): 268-276.
2. Güner A (2012). Türkiye Bitkileri Listesi, Damarlı Bitkiler. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul.
3. Eminagaoglu Ö, Özcan M, Kültür Ş (2012). Contributions to the leaf and stem anatomy of *Tradescantia fluminensis*: an alien species new to the flora of Turkey, *AÇÜ Orman Fak Derg* 13(2): 270-277.
4. Standish RJ (2001). Prospect for biological control of *Tradescantia fluminensis* Vell. (Commelinaceae). DOC Science Internal Series 9. s. 25, New Zealand Department of Conservation Press, New Zealand.
5. Maule HG, Andrews M, Morton JD, Jones AV, Daly GT (1995). Sun/shade acclimation and nitrogen nutrition of *Tradescantia fluminensis*, a problem weed in New Zealand native forest remnants, *N Z J Ecol* 19: 35-46.
6. Önen H (2015). Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu, T.C. Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, S: 505-513.
7. Dagne A, Yihunie W, Nibret G, Tegegne BA (2024). The genus *Commelina*: Focus on distribution, morphology, traditional medicinal uses, phytochemistry, and ethno-pharmacological activities: An updated literature review. *Heliyon* 10(10): e30945.
8. Ahmed ZU, Begum ZNT, Hassan MA, Khondker M, Kabir SMH, Ahmad M (2009). Encyclopedia of Flora and Fauna of Bangladesh, Angiosperms; Monocotyledons, Vol. 11. Asiatic Society of Bangladesh, Dhaka.
9. Sivakumar T (2024). Traditional medicine, weed, feed and pharmacological applications of *Commelina benghalensis* L.: an updated review, *World J Pharm Sci* 13(1): 396-407.
10. Youn K, Park Y, Cho K H (2004). Anti-hyperglycemic activity of *Commelina communis* L.: inhibition of α -glucosidase. *Diabetes Res Clin Pract* 66: 149-155.

11. Tümen G, Malyer H, Başer K H C, Öz Aydın S (2006). Plants used in Anatolia for wound healing. In: Proceedings of the IVth international congress of ethnobotany (ICEB 2005), 217-221.
12. Dash GK, Swe M, Mathews A (2017). *Tradescantia zebrina*: A promising medicinal plant. IAJPS 4(10): 3498-3502.
13. Rahman AHM, Sultana MZ, Rani R, Islam AKMR (2015). Taxonomic studies of the family Commelinaceae at Rajshahi, Bangladesh. Int J Adv Res 3(5): 978-989.
14. Tan JBN, Yap WJ (2014). Antioxidant content, antioxidant activity and antibacterial activity of five plants from the Commelinaceae family. Antioxidants 3: 758-769.
15. Butnariu M, Quispe C, Herrera-Bravo J, Fernández-Ochoa Á, Emamzadeh-Yazdi S, Adetunji CO, Memudu AE, Otlewska A, Bogdan P, Antolak H, Tamimi K, Baghalpour N, Mahroo Bakhtiyari J, Sen S, Acharya K, Segura-Carretero A, Cádiz-Gurrea ML, Lim SHE, Pentea M, Sarac I, Durna Daştan S, Abdull Razis AF, Sunusi U, Kamal RM, Setzer WN, Sharifi-Rad J (A review on *Tradescantia*: phytochemical constituents, biological activities and health-promoting effects. Front Biosci 27(6):197.
16. Alaba CSM, Chichioco H (2014). 15-Lipoxygenase inhibition of *Commelina benghalensis*, *Tradescantia fluminensis*, *Tradescantia zebrina*. Asian Pac J Trop Biomed 4: 184-188.
17. Brauner A, Pickart M, Leist B, Moehring D, Walsh C, Langsford S (2012) Effect of aqueous and methanol extracts of *Tradescantia zebrina* and *fluminensis* on Human Cells. MINDS@UW.
18. Barboza GE, Cantero JJ, Núñez C, Pacciaroni A, Espinar LA (2009). Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. Kurtziana 34: 7-365.
19. Rwai W, Obado O, Wambui MC (2017). Analgesic and anti-Inflammatory activity of *Tradescantia fluminensis* leaves extract. J Phytopharmacol 6(1): 34-37.

20. Faden, R.B. (1998) Commelinaceae. İçinde: Kubitzki, K. (eds) Çiçekli Bitkiler · Monocotyledons. Vasküler Bitkilerin Aileleri ve Cinsleri, cilt 4. Springer, Berlin, Heidelberg.
21. Xu, Z., & Chang, L. (2017). Commelinaceae. In *Identification and Control of Common Weeds: Volume 3* (pp. 791-806). Singapore: Springer Singapore.
22. Wilson, A. K. (1981). Commelinaceae-A review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. *International Journal of Pest Management*, 27(3), 405-418.
23. Gajurel K, Shrestha J (2009). Taxonomy of the genus *Commelina* Plum. ex L. (Commelinaceae) in Nepal. *Bot Orient J Plant Sci* 6: 25-31.
24. Isaac, W. A., Gao, Z., & Li, M. (2013). *Managing Commelina* species: *Prospects and limitations*. In: Price, A. J. & Kelton, J. A. (eds) *Herbicides - Current Research and Case Studies in Use*, IntechOpen.
25. Tan, K. (1984) *Commelina* L. In: Davis, P. H. (ed) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 8, Edinburgh; Edinburgh University Press, pp 554-555.
26. Tan, J. B. L., & Kwan, Y. M. (2020). The biological activities of the spiderworts (*Tradescantia*). *Food Chemistry*, 317, 126411.
27. Míguez, C., Cancela, Á., Álvarez, X., & Sánchez, Á. (2022). The reuse of bio-waste from the invasive species *Tradescantia fluminensis* as a source of phenolic compounds. *Journal of Cleaner Production*, 336, 130293.
28. Shibano, M., Kakutani, K., Taniguchi, M., Yasuda, M., & Baba, K. (2008). Antioxidant constituents in the dayflower (*Commelina communis* L.) and their α -glucosidase-inhibitory activity. *Journal of Natural Medicines*, 62(3), 349-353.
29. Yang, Q., Ye, G., & Zhao, W. M. (2007). Chemical constituents of *Commelina communis* Linn. *Biochemical systematics and ecology*, 35(9), 621-623.
30. Liu, Y., Tang, Y., Ren, S., & Chen, L. (2023). Antibacterial components and modes of the methanol-phase extract from *Commelina communis* Linn. *Plants*, 12(4), 890.

31. Kim, J. H., Park, B. I., & You, Y. O. (2022). Treatment with *Commelina communis* Extract Exerts Anti-inflammatory Effects in Murine Macrophages via Modulation of the Nuclear Factor- κ B Pathway. *Mediators of Inflammation*, 2022(1), 2028514.
32. Nagai, S., Wakai, E., Shibano, M., & Fujimori, K. (2016). Anti-obesity effects of Asian dayflower, *Commelina communis*, in mice with high-fat diet-induced obesity and in 3T3-L1 cells. *Journal of functional foods*, 22, 490-503.
33. Wang, X., Zeng, D., Lu, Y., & Chen, D. (2025). Isolation, structural characterization, and anticomplement activity of two glycoproteins derived from *Commelina communis* L. *International Journal of Biological Macromolecules*, 147706.
34. Ali, S. ., Dhakad, K. singh, & Kumar Singhai, A. . (2025). Pharmacological evaluation, anti-oxidant and hepatoprotective activity of *Tradescantia fluminensis* Leaves Extract On Experimental Rats. *Journal of Neonatal Surgery*, 14(25S), 238-250.
35. Waweru, W. R., Osuwat, L. O., & Mureithi, C. W. (2017). Analgesic and anti-Inflammatory activity of *Tradescantia fluminensis* leaves extract. *The Journal of Phytopharmacology*, 6(1), 34-37.
36. Truc, C. T., Ha, P. T. T., Tram, N. T. N., & Duyen, D. T. (2019). Evaluation of Enzyme Protease Activity and Inhibition Effect on *Pyricularia grisea* with the Leaf Extract of *Commela communis* L. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 13(3), 1389-1397.
37. Kumar, A. S., Kavimani, S., & Jayaveera, K. N. (2011). A review on medicinal plants with potential antidiabetic activity. *International Journal of Phytopharmacology*, 2(2), 53-60.
38. Yilmaz M.A. (2020). Simultaneous quantitative screening of 53 phytochemicals in 33 species of medicinal and aromatic plants: A detailed, robust and comprehensive LC–MS/MS method validation. *Industrial Crops and Products*, 149, 112347.
39. Sevindik E, Karakoyun D, Guldere İM, Borhan F, Apaydın E, Kabil E. 2023. Chemical composition of *Vitex agnus-castus* L. flowers collected from populations distributed in Aydın, Türkiye. *Notulae Scientia Biologicae*, 15(1): 11377.

40. Renda G, Barut B, Ceren R, Aydın E (2023). In vitro tyrosinase inhibitory, DNA interaction studies, and LC/HRMS analysis of *Ficus carica* leaves. *Turkish Journal of Chemistry*, 47(2), 15.
41. Acıkara ÖB, İlhan M, Kurtul E, Šmejkal K, Akkol EK (2019). Inhibitory activity of *Podospermum canum* and its active components on collagenase, elastase and hyaluronidase enzymes. *Bioorganic Chemistry*, 93, 103330.
42. Keleş T, Bıyıklıoğlu Z, Seyhan G, Öz E, Reis R, Barut B (2025). Highly water soluble metallophthalocyanines and investigation of their AChE/BuChE enzyme inhibition and cytotoxic activity against human neuroblastoma (SH-SY5Y) cell. *Inorganic Chemistry Communications*, 178, 114508.
43. Bıyıklıoğlu Z, Baş H, Seyhan G, Barut B (2024). Non-aggregated and water soluble non-peripherally octa substituted Co(II) and Cu(II) phthalocyanines: Synthesis and α -glucosidase inhibitory effects. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 257, 112581.
44. Taha M, Alrashedy AS, Almandil NB, Iqbal N, Nawaz M, Uddin N, Chigurupati S, Wadood A, Rahim F, Das S, Venugopal V (2021). Synthesis of indole derivatives as diabetics II inhibitors and enzymatic kinetics study of α -glucosidase and α -amylase along with their in-silico study. *International Journal of Biological Macromolecules*, 190, 301-318.
45. Lee, M. S., & Choi, H. S. (1995). Volatile Flavor Components in Various Edible Portions of *Commelina communis* L. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 27(4), 464-470.
46. Sumithra, D., & Purushothaman, D. S. (2016). Phytochemical profiling of ethanolic leaves extract of *Commelina benghalensis* L. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6, 1101-1107.
47. Manhas, A., & Kaul, V. (2024). Metabolomics of Above and Below Ground Parts of *Commelina benghalensis* an Amphicarpic Weed Using GC–MS. *National Academy Science Letters*, 47(2), 187-193.
48. Cabral, F. V., Fernandes, C. C., Dias, A. L. B., Ribeiro, A. B., Squarisi, I. S., Tavares, D. C., ... & Miranda, M. L. D. (2022). Hexane extract from *Tradescantia pallida* (Rose) DR Hunt (Commelinaceae): its volatile constituents and in vitro antifungal and cytotoxic activities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65, e22210621.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Burcu BALTACI CİNCOROP
Uyruğu : TC
Doğum Tarihi :
Telefon (İş) :
E-Posta :

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi	-
Lisans	Ankara Üniversitesi	2018
Lise	İskenderun Fatih Anadolu Lisesi	2012

AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
Eczacı	Kanuni Eğitim ve Araştırma Hastanesi	2020-
Eczacı	Ahi Evren Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi	2020-2020
Eczacı	İskenderun Devlet Hastanesi	2019-2020

YABANCI DİL

İngilizce