



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Spartium junceum* L. TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, ANATOMİK,
PALİNOLOJİK, ANTİBAKTERİYEL VE ANTİKANSER
ÖZELLİKLERİ**

SELİME ACAR

DANIŞMAN

DOÇ. DR. MEHMET CENGİZ KARAIŞMAİLOĞLU

BARTIN-2025



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

***Spartium junceum* L. TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, ANATOMİK, PALİNOLOJİK,
ANTİBAKTERİYEL VE ANTİKANSER ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selime ACAR

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Doç. Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

Üye : Doç. Dr. Mehmet FİDAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yusuf CEYLAN

BARTIN-2025

KABUL VE ONAY

Selime ACAR tarafından hazırlanan “Spartium junceum L. TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, ANATOMİK, PALİNOLOJİK, ANTİBAKTERİYEL VE ANTİKANSER ÖZELLİKLERİ” başlıklı bu çalışma, 24.01.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mehmet FİDAN

Üye : Doç. Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yusuf CEYLAN

Bu tezin kabulü Lisansüstü Eğitimi Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa Sabri GÖK
Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “*Spartium junceum* L. TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, ANATOMİK, PALİNOLOJİK, ANTİBAKTERİYEL VE ANTİKANSER ÖZELLİKLERİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

24.01.2025

Selime ACAR

ÖN SÖZ

“*Spartium junceum* L. TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, ANATOMİK, PALİNOLOJİK, ANTİBAKTERİYEL VE ANTİKANSER ÖZELLİKLERİ” başlıklı bu yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı’nda hazırlanmıştır. Tez konusunun seçimi, çalışmanın planlanması ve değerlendirilmesi aşamalarında, engin bilgi ve tecrübelerini esirgemeksizin benimle paylaşan ve her adımda değerli katkılarıyla yol gösteren sayın danışman hocam Doç. Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU’na içten teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunmayı bir borç bilirim.

Yüksek lisans sürecim boyunca bilgi birikimini ve değerli deneyimlerini cömertçe benimle paylaşan, her adımda destekleyici ve yol gösterici yaklaşımıyla laboratuvar ve tez yazım sürecinde önemli katkılarda bulunan kıymetli Dr. Yusuf CEYLAN hocama ve tezin hazırlanmasında bana değerli katkılarını sunan, tez yazım sürecimde rehberlik eden, bilimsel yönlendirmeleri ve önerileriyle çalışmamın kalitesini arttıran değerli Doç. Dr. Mehmet FİDAN hocama içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, zorlu süreci kolaylaştıran anne ve babam Fatma ve Hüseyin ACAR’a, beni bugünlere getiren babaannem ve dedelerim Fatma ve Mustafa ACAR’a, Mehmet YEŞİL’e, bu süreçte motivasyon olarak beni daima destekleyen nişanlım Selim Doğukan YOLCU’ya kardeşlerim Elif Acar’a, Nur Acar’a ve her daim yanımda olan değerli aile üyelerime, arkadaşlarıma en derin şükranlarımı sunarım.

Selime ACAR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Spartium junceum L. TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, ANATOMİK, PALİNOLOJİK, ANTİBAKTERİYEL VE ANTİKANSER ÖZELLİKLERİ

Selime ACAR

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAILOĞLU

Bartın-2025, sayfa: 82

Bu tez çalışmasında, *Spartium junceum* L. türünün morfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri ile antibakteriyel ve antikanser aktiviteleri araştırılmıştır. Türkiye Florası'ndaki literatür araştırmaları sınırlı olduğundan, bu çalışmada türün taksonomik deskripsiyonu genişletilmiş ve türün kök, anter, filament, ovaryum ve tohum gibi özellikleri ilk defa detaylı bir şekilde ortaya koyulmuştur. Meyve ve tohum yüzeylerinin mikromorfolojik yapıları detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmada, *S. junceum* türünün anatomik yapısı incelenmiş, kök, gövde, yaprak ve tohum yapılarının su depolama ve iletim mekanizmalarına nasıl uyum sağladığı belirlenmiştir. Polen karakterleri ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak detaylı şekilde incelenmiş ve palinolojik deskripsiyon yapılmıştır. Bu bulgular, türün sistematik ve taksonomik ilişkilerinde önemli roller oynamaktadır. *Spartium junceum* metanol ekstraktının antibakteriyel etkisi Disk Difüzyon ve Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu ile Minimum Bakterisidal Konsantrasyonları incelenmiş gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerinde güçlü antibakteriyel etkinlik gösterdiği ortaya koyulmuştur. *S. junceum* metanol ekstraktı, MCF-7 hücre hattı üzerinde antiproliferatif ve sitotoksik etkiler göstererek potansiyel antikanser özellikler sergilemiştir.

Bunun yanında, *S. junceum* ekstraktının, CuSO₄ ile muamele edilen *Allium cepa* kök hücrelerinde toksik etkileri iyileştirme potansiyeli incelenmiş; mitotik indeks ve kromozomal anormallikler üzerinde iyileştirici etkiler gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile *S. junceum* türünün antibakteriyel, antikanser ve toksik etkilere karşı koruyucu özellikler taşıyan önemli bir biyolojik potansiyele sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca bu bulgular, *S. junceum*'un farmasötik ve biyoteknolojik uygulamalar için potansiyel bir kaynak oluşturabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Anatomi, antibakteriyel etki, antikanser, morfoloji, palinoloji, *Spartium junceum*.

Bilim Alanı Kodu: 20305, 20306, 20316, 20320, 20325.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MORPHOLOGICAL, ANATOMICAL, PALYNOLOGICAL, ANTIBACTERIAL, AND ANTICANCER PROPERTIES OF *Spartium junceum* L. SPECIES

Selime ACAR

Bartın University

Graduate School

Department of Molecular Biology and Genetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

Bartın-2025, pp: 82

In this thesis study, the morphological, anatomical, and palynological characteristics of the *Spartium junceum* L. species, as well as its antibacterial and anticancer activities, have been investigated. Due to the limited literature research available on the Flora of Turkey, the taxonomic description of the species has been expanded, and the characteristics of the species such as roots, anthers, filaments, ovary, and seeds have been detailed for the first time. The micromorphological structures of fruit and seed surfaces have been studied in detail. The anatomical structure of *S. junceum* has been examined, determining how the structures of roots, stems, leaves, and seeds adapt to water storage and transport mechanisms. Pollen characteristics have been studied in detail using light microscopy and scanning electron microscopy, and a palynological description has been made. These findings play an important role in the systematic and taxonomic relationships of the species.

Antibacterial effect of the *S. junceum* methanol extract has been shown to exhibit strong antibacterial activity against gram-positive and gram-negative bacteria when examined using Disk Diffusion and Minimum Inhibitory Concentration as well as Minimum Bactericidal Concentration methods. Additionally, the *S. junceum* methanol extract has demonstrated antiproliferative and cytotoxic effects on the MCF-7 cell line, exhibiting potential anticancer properties. Furthermore, the potential of *S. junceum* extract to ameliorate toxic effects in

Allium cepa root cells treated with CuSO₄ has been investigated, revealing remedial effects on the mitotic index and the chromosomal abnormalities. In conclusion, this study has shown that the *S. junceum* species has significant biological potential, bearing antibacterial, anticancer, and protective properties against toxic effects. Moreover, these findings suggest that *S. junceum* could serve as a potential source for pharmaceutical and biotechnological applications.

Keywords: Anatomy, antibacterial effects, anticancer, morphology, palynology, *Spartium junceum*.

Scientific Field Code: 20305, 20306, 20316, 20320, 20325.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Fabaceae Familyası	3
1.2. <i>Spartium junceum</i> L.	5
1.3. Bitki Sistematiğinin Önemi	6
1.4. Antibakteriyel Çalışmalar	8
1.5. Antikanser Çalışmalar	9
1.6. Tezin Amacı	11
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	13
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Çalışılan Bitki Türü.....	18
3.1.2. Kullanılan Mikroorganizmalar	18
3.2. Yöntemler.....	19
3.2.1. Morfolojik Çalışmalar	19
3.2.1.1. Makromorfolojik Çalışmalar	20
3.2.1.2. Mikromorfolojik Çalışmalar	20
3.2.2. Anatomik Çalışmalar	22
3.2.3. Palinolojik Çalışmalar	22
3.2.4. <i>Spartium junceum</i> Metanol Ekstraktının Eldesi.....	23
3.2.5. Antibakteriyel Çalışmalar	25
3.2.5.1. Disk Difüzyon.....	25
3.2.5.2. Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Belirlenmesi	26

3.2.5.3. Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu (MBK) Belirlenmesi	27
3.2.6. Antikanser Çalışmalar	28
3.2.6.1. MTT Testi	28
3.2.6.2. <i>Allium</i> Test	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1. Morfolojik Çalışmalar	32
4.1.1. Makromorfolojik Çalışmalar	32
4.1.2. Mikromorfolojik Çalışmalar	37
4.2. Anatomik Çalışmalar	39
4.3. Palinolojik Çalışmalar	46
4.4. Antibakteriyel Çalışmalar	49
4.4.1. Disk Difüzyon Çalışmaları.....	49
4.4.2. Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu Sonuçları	53
4.5. Antikanser Çalışmalar	57
4.5.1. MTT Testi	57
4.5.2. <i>Allium</i> Test	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
3.1: <i>Spartium junceum</i> türüne ait meyve, tohum ve polenlerin SEM’de mikromorfolojik olarak incelenmesi	21
3.2: <i>Spartium junceum</i> metanol ekstraktının eldesi	24
3.3: <i>Spartium junceum</i> metanol ekstraktının MİK-MBK değerlerinin elde edilmesi	26
3.4: <i>Allium testin</i> bazı aşamaları	31
4.1: <i>Spartium junceum</i> makromorfolojik görünümü	35
4.2: <i>Spartium junceum</i> türünün meyve yüzeyi SEM resimleri	37
4.3: <i>Spartium junceum</i> türünün tohum yüzeyi SEM resimleri	48
4.4: <i>Spartium junceum</i> türünün kök anatomik yapısı	41
4.5: <i>Spartium junceum</i> türünün gövde anatomik yapısı	42
4.6: <i>Spartium junceum</i> türünün yaprak anatomik yapıları	43
4.7: <i>Spartium junceum</i> türünün tohum testasının anatomik yapısı	43
4.8: <i>Spartium junceum</i> türünün polenlerin ışık mikroskobu görüntüleri	46
4.9: <i>Spartium junceum</i> türünün polenlerinin SEM resimleri	47
4.10: <i>Spartium junceum</i> türünün metanol ekstraktının antibakteriyel aktivitesi	50
4.11: Bakteri suşlarına uygulanan <i>S. junceum</i> metanol ekstraktının MİK ve MBK sonuçları	54
4.12: MCF-7 hücre hatları üzerine <i>Spartium junceum</i> metanol ekstraktı uygulaması	58
4.13: <i>Allium cepa</i> somatik hücrelerinde uygulamalar sonucunda oluşan kromozomal anormallikler	62

TABLULAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1: Çalışmada kullanılan tür ve lokalitesi.....	18
3.2: Antibakteriyel testlerde kullanılan bakteri suşları.....	19
3.3: Elde edilen metanol ekstraktının miktar ve verim hesabı	24
4.1: <i>Spartium junceum</i> türünün güncellenen makromorfolojik karakterleri	33
4.2: <i>Spartium junceum</i> metanol ekstraktının disk difüzyon yöntemi ile zon çaplarının milimetrik aritmetik ortalaması ile standart sapması.	51
4.3: Bakteri suşlarının <i>S. junceum</i> metanol ekstraktına karşı MİK-MBK sonuçları.....	54
4.4: <i>Spartium junceum</i> metanol ekstraktının MCF-7 hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkisi	59
4.5: <i>A. Cepa</i> somatik hücrelerinde uygulama dozlarının mitotik indeks ve mitotik fazlar üzerine etkisi	63
4.6: <i>A. Cepa</i> somatik hücrelerinde uygulama dozlarının etkisiyle görülen kromozomal anormallikler.	64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

m	: Metre
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
μm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
gr	: Gram
mg	: Miligram
μg	: Mikrogram
p	: İstatistik korelasyon katsayısı
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
N''	: Kuzey
E''	: Doğu
μ	: Mikro
L	: Litre
mL	: Mililitre
μL	: Mikrolitre
ppm	: Milyonda bir

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
M.Ö.	: Milattan Önce
HPLC-DAD	: High-performance liquid chromatography with diode-array detection
HFE	: Hemakromatozis
GC-MS	: Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi
G2/M	: G2 ve Mitoz Fazı
LB Broth	: Luria-Bertani Broth
ATCC	: American Type Culture Collection
DMEM	: Dulbecco's Modified Eagle Medium
EDTA	: Etilendiamintetraasetik Asit
FBS	: Fetal Bovine Serum
SEM	: Elektron Mikroskobu
MİK	: Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
MBK	: Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu
MI	: Mitotik İndeks
CuSO ₄	: Bakır Sülfat
A. cepa	: Allium cepa
S. junceum	: Spartium junceum
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
MCF-7	: Michigan Cancer Foundation-7 (Meme Kanseri Hattı Hücresi)
MTT	: 3-(4,5-Dimetiltiyazol-2-il)-2,5-Difeniltetrazolium Bromür
LD	: Letal Doz
SD	: Standart Sapma
vd	: Ve diğerleri
E. durans	: Enterococcus durans
S. aureus	: Staphylococcus aureus ATCC25923
B. subtilis	: Bacillus subtilis
E.coli	: Escherichia coli ATCC25922

E. aerogenes	: Enterobacter aerogenes ATCC13048
S. enteritidis	: Salmonella enteritidis ATCC13075
sp.	: Tür kısaltması
e	: Epidermis
Ri	: Rizoderma
co	: Korteks
Ca	: Kambiyum
Ph	: Floem
xy	: Ksilem
t	: Trake
Pi	: Öz bölge
ap	: Asimileme parankiması
sc	: Skelerankimatik kümeler
pa	: Parenkima
ue	: Üst epiderma
le	: Alt epiderma
xb	: Damar demeti
pp	: Palizat parankiması
sp	: Sünger parankiması
m	: Mezofil
t	: Testa
e	: Endosperm

1. GİRİŞ

Doğadaki hayvanlar, bitkiler ve insanlar ekolojik dengenin birer parçası olarak birbirlerine bağımlıdırlar. Mitolojik anlatılarda bitkilerin tanrılar tarafından insanlara sunulan en değerli armağanlar olduğu ifade edilmiştir. Bu anlatılarda, bitkilerin insanın yaşamına hizmet ettiği ve insanın varoluşuyla birlikte bitkilerle kurduğu ilişkinin başladığı bildirilmektedir (Gezgin, 2006). İnsanlık tarihi boyunca doğadaki bitkilerin farklı amaçlarla kullanıldığı görülmüştür. Bitkilerin özellikleri ve kullanım alanlarına dair bilgiler, kuşaktan kuşağa aktararak günümüze ulaşmıştır (Lew, 2000). İnsan ve bitkiler arasındaki yüzyıllardır süregelen güçlü ilişki, doğanın sunduğu kaynakları anlama ve kullanma birikimlerinin bir araya gelmesiyle günümüzde her kesimin önemini kabullendiği etnobotanik bilimin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Koçyiğit, 2005). Deneme-yanılma yöntemiyle elde edilen değerli veriler, doğanın sunduğu bitkisel kaynakların doğru ve etkin kullanımına rehberlik eden önemli bir bilgi birikimi oluşturmuştur. Hem geçmişin geleneksel bilgileri hem de modern bilimsel yaklaşımlar birleşerek, bitkilerin sağlık, gıda, tarım ve çevre üzerindeki önemli rollerini daha iyi anlamamıza olanak tanımaktadır (Farnsworth ve Soejarto, 1985).

İnsanlık tarihi boyunca bitkiler, doğayla kurulan bağların en somut yansıması ve çeşitli ihtiyaçların karşılanmasında temel bir unsur olmuştur. Mitolojik anlatılarda tanrıların insanlara armağan ettiği kutsal varlıklar olarak görülen bitkiler, Anadolu'da Yontma Taş Devri'nden itibaren toplumların hayatında beslenmeden tedaviye, inşaattan tekstile kadar pek çok alanda önemli bir rol üstlenmiştir. Farklı dönemlerin gereksinimlerine göre şekillenen bu kullanım alanları, zengin bitki örtüsüyle Anadolu'nun kültürel mirasına katkı sağlamış ve nesiller boyunca aktararak insan-doğa ilişkisinin derinliğini ortaya koymuştur (Özbek, 2005). İnsanın var olduğu süre boyunca birçok hastalık için de bitkiler kullanılarak tedavi yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), dünya genelinde 4 milyardan fazla insanın sağlıkla ilgili sorunlarını öncelikli olarak bitkisel ilaçlarla tedavi etmeye çalıştığını belirtmiştir. Ayrıca, gelişmiş ülkelerde, reçeteye satılan ilaçların yaklaşık %25'inin bitkisel kaynaklı etken maddelerden üretildiği aktarılmıştır (Farnsworth ve Soejarto, 1985). Dünya genelinde 1 milyonun üzerinde bitki türünün bulunduğu tahmin edilmektedir (Kaya, 2022). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, tedavi amaçlı kullanılan 20 binden fazla bitki türü tespit edilmiştir (IUCN, 1993). Bitkilerden nasıl yararlanılabileceğinin belirlenmesi, ancak etnobotanik çalışmalar doğrultusunda ortaya çıkmaktadır (Kendir ve Güvenç, 2010). Farklı coğrafik bölgelerde sistemli araştırmalarla

tanımlanan ve geleneksel bilgi içeren bitkilerin tıbbi açıdan değerlerini incelemek, henüz araştırılmamış bitkilerin potansiyel terapötik özelliklerini belirlemek için önemlidir. Bu tür bitkilerin sistemli bir şekilde analiz edilmesi, ülkemiz bitki çeşitliliğinin sadece sayısal bir veri olmasının ötesine geçerek, bu bitkilerin tıbbi önemini ve potansiyel kullanım amaçlarını anlamamıza katkı sağlayacaktır. Böylece bitkiler yalnızca geçmişin bir mirası değil, aynı zamanda geleceğin tıbbında da vazgeçilmez bir hazine olarak varlığını sürdürecektir.

Türkiye, coğrafi konumu, iklim koşulları, bitki çeşitliliği ve geniş yüzölçümü ile tıbbi ve aromatik bitkiler pazarında dünya çapında önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizin bu stratejik önemi, gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan bitkisel ilaçlar, bitki kökenli kimyasallar, kozmetik ürünleri ve parfümeri endüstrilerinin temel bileşenlerini sağlayan birçok bitkisel ürünün Türkiye Florası'nda yer alıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bitkisel ürünlerin büyük bir kısmı, özellikle Ege, Marmara, Akdeniz, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden toplanmakta olup, Türkiye'deki tıbbi ve aromatik bitkiler üretimini ve ticaretindeki rolünü pekiştirmektedir (Bayram vd., 2010). Ülkemiz çeşitlilik sayesinde, tıbbi ve aromatik bitkiler gibi birçok özel bitki materyalinin yetişmesi için son derece uygun koşullar sunmaktadır. Zengin flora potansiyeline rağmen, doğal bitkiler bitkilendirme ve üretim çalışmalarında yeterince kullanılmamaktadır. Ülkemizin biyolojik çeşitliliği ve florası, araştırma ve üretim için büyük bir değer taşısa da etkin şekilde değerlendirilememektedir. Son yıllarda artan sağlıklı ve sürdürülebilir yaşam ilgisi, bireyleri beslenme alışkanlıklarını değiştirmeye, bitkisel tedavilere yönelmeye ve çevresel sorumluluklarını artırmaya teşvik etmektedir.

Geçmişten günümüze bitkiler, tıp, kimya ve sanayi alanlarında temel hammadde kaynağı olarak kullanılmıştır. Sanayi Devrimi'yle sentetik ürünlerin düşük maliyet avantajıyla yaygınlaşmasına rağmen, bu kimyasalların sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin anlaşılmasıyla doğal kaynaklara ilginin yeniden artmasına sebep olmuştur. Türkiye'nin zengin florası ve etnobotanik mirası, modern bilimsel yöntemlerle araştırıldığında sağlık, kozmetik, gıda ve endüstri alanlarında sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler sunabilecek büyük bir potansiyele sahiptir. Bitkisel kaynakların yeniden değerlendirilmesi hem yerel bilgi birikiminin korunmasını hem de küresel sağlık ve çevre sorunlarına yönelik etkili çözümler geliştirilmesini mümkün kılarken, bu süreç aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, yerel ekonomilerin güçlendirilmesi ve yeni terapötik ürünlerin geliştirilmesi açısından kritik bir rol üstlenmektedir.

1.1. Fabaceae Familyası

Fabaceae familyası, aynı zamanda Leguminosae familyası olarak da bilinir. Dünya çapında en büyük bitki familyalarından biridir (Nelson ve Moser, 1994). Fabaceae familyası, 700'den fazla cins ve 19.000'in üzerinde takson barındırır ve çiçekli bitkiler arasında üçüncü büyük familyadır. Türkiye Florası'nda Fabaceae familyası 83 cins ve bu cinslere ait 1145 türle temsil edilmekte olup, bunlardan 472 takson Türkiye'ye özgüdür. Bu familya, Papilionoideae, Caesalpinioideae ve Mimosoideae olarak üç alt familyaya sahiptir. The Plant List verilerine göre, Fabaceae familyasında 917 cins ve 63.525 tür düzeyinde bitki adı bulunmaktadır. Bunlardan 29.470'i geçerli kabul edilen tür isimleridir. Ayrıca, intraspesifik düzeyde 10.354 bilimsel bitki adı yer almakta olup, bu sayı çoğunlukla tür seviyesindeki kabul görmüş intraspesifik isimlerin sinonimlerini içermektedir. Cins sayısındaki bu artış, çoğunlukla daha önce doğal sınırları belli olmayan büyük cinslerin yeni sistematik revizyon çalışmalarıyla birden fazla yeni cinse ayrılmasından kaynaklanmaktadır (Lock vd., 2005).

Morfolojik açıdan, Fabaceae familyasının üyeleri farklı yaprak tiplerine sahip olabilir; paripinnat, bipinnat, imparipinnat ya da seyrek olarak palmat loblu yapraklar ile fillot, trifoliat, tendrilli ya da dikenli yapraklar bulunur. Çoğunlukla stipula bulunduran taksonların bazıları, stipularını diken biçiminde geliştirmiştir. Çiçekler, düzenli ya da düzensiz simetrik olup, ovaryum durumuna göre hipogin ya da perigin durumunda olabilir. Çiçekler hermafrodit özellik gösterir. Çiçekler, tek, rasemöz, şemsiye ya da spika durumlarında bulunur. Sepaller (4-) 5 iken petaller (1-) 5 olup, serbest ya da birleşik durumda olabilirler. Stamenler genellikle 5 ya da 10 adet olup, monodelf ya da diyadelf olabilir, bazı durumlarda ise tamamı serbestte olabilir. Bu familyanın en karakteristik özelliği, meyve tipi olarak legümen bulundurmalarıdır (Polhill, 1985).

Antik çağlardan beri, Fabaceae familyasında bulunan özellikle korunga, yonca ve fiğ gibi bitkiler hem insan hem de hayvan beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu türlerin tarımına Hitit dönemine kadar uzanan bir geçmiş atfedilmektedir (Tarman, 1972). Bu bitkiler, dayanıklılıkları ve tarımda verimli üretim sağlamaları nedeniyle özellikle hayvan yemi olarak tercih edilirken, gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım açısından da önem taşımaktadırlar.

Fabaceae familyası, insanlık için en önemli besin kaynaklarından birini oluşturur. Fabaceae

türleri, eski zamanlardan itibaren toplayıcılar tarafından ağaca tırmanmayı veya toprağı kazmayı gerektirmeyen, besleyici ve doyurucu gıdalar olarak bilinmektedir. Ayrıca, bu bitkiler kolayca yetiştirilebildikleri ve bozulmaya karşı uzunca bir süre dayanabildikleri için tercih edilmiştir. Romalılar tarafından kabuk içinde saklanabilen yenilebilir tanelere, toplayıcılıkla ilişkilendirdikleri "legum" kelimesinden türetilen "legumen" adı verilmiştir. Asya ve Akdeniz'de yaygın olarak bulunan Fabaceae türleri, ilk tarımı yapılan bitkiler arasında gösterilmektedir (Ertuğ, 2014).

Türkiye'de yapılan etnobotanik araştırmalara göre, Fabaceae familyasında doğadan toplanarak veri tabanına kaydedilen taksonların sayısı 60 civarındadır. Bu taksonlar çoğunlukla yem amaçlı kullanılırken, bunun yanında gıda, yakacak, tıbbi ve boyar madde gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır. Fabaceae familyası, dünya tarımında tahılların ardından yiyecek sağlayan besin elementleri açısından ikinci sırada bulunmaktadır. Taneli gıdalarla kıyaslandığında, Fabaceae tohumları yüksek kaliteli protein içeriğine sahiptirler. Fasulye, bezelye, mercimek ve soya gibi temel gıda maddelerinin tamamı Fabaceae familyasına aittir (Rubatzky, 1997)

Fabaceae familyasındaki bazı türler köklerinde *Rhizobium* sp. bakterileri ile kurdukları simbiyotik ilişki sayesinde havadaki serbest azotu toprağı bağlayarak diğer bitkiler için yararlı bir forma dönüştürürler. Bu özellikleri nedeniyle Fabaceae, diğer bitki familyalarından farklı ve daha kritik bir yere sahiptir. Yıllık olarak 110 milyon ton'a yakın azot, Fabaceae ve *Rhizobium* sp. bakterileri arasındaki simbiyotik ilişki sayesinde toprağı sabitlenir; bu azotun %33'lük kısmı ise bitkiler tarafından kullanıldığı belirtilmektedir (Koç ve Gökkuş, 1993; Halitgil vd., 2007). Azot sabitleme yetenekleri, verimsiz ya da azotça fakir toprakları iyileştirmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Böylece toprak sağlığını iyileştirerek ve çiftçilerin gübre ihtiyacını azaltarak çevresel sürdürülebilirlik için önemli bir katkı sağlamaktadırlar.

1.2. *Spartium junceum* L.

Halk arasında ‘‘Katırtırnağı’’ olarak bilinen *Spartium junceum* L. (*S. junceum*), Fabaceae familyasına dâhildir. Tıbbi ve aromatik bir bitki olan *S. junceum*, dünyada Güney Avrupa ve Kuzey Afrika, Türkiye ve Orta Doğu da dahil olmak üzere Akdeniz bölgesine özgü bir bitki türü olmasına rağmen, günümüzde dünyanın birçok tropikal, subtropikal ve ılıman bölgesinde bulunmaktadır (Sanhueza ve Zalba, 2012; Gaviln vd., 2016). Ülkemizde ise başlıca Kuzey ve Güney Anadolu’da denize yakın fundalıklarda yetişir (Seçmen vd., 1995). Ülkemizde, bu bitkinin yayılım gösterdiği iller arasında İstanbul, İzmir, Antalya, Mersin, Hatay, Çanakkale, Kastamonu, Kocaeli, Muğla, Samsun, Sinop, Bartın ve Trabzon gibi çeşitli bölgeler bulunmaktadır (TBİVES, 2012). Belitriilen illerde *S. junceum* ieklerinin metabolitleri, ilkbahar çiçeklenme sezonu sırasında incelenmiştir. Bitkilerdeki sekonder metabolitlerin, mevsimsel koşullar ve sezonlara bağlı olarak değişim gösterdiği belirtilmektedir. Trabzon ilinde ise bitkinin estetik, tıbbi ve aromatik özellikleri peyzaj mimarisinde değerlendirilmiş ve farklı ortamların tohum çimlenmesi üzerindeki etkileri incelenmiştir (Yıldırım vd., 2017; Karaboyacı ve Kılıç, 2019). Bitkinin bu illerdeki varlığı hem yerel ekosistemlerin çeşitliliğini artırmakta hem de tarımsal üretimdeki potansiyelini ortaya koymaktadır. Türkiye’de *S. junceum*’un özellikle denize yakın fundalıklarda yetişmesi, bitkinin tuzlu ve kıyı ekosistemlerine olan uyumunu ve bu bölgelerin bitkinin doğal habitatı olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Bitkinin dağılımında daha çok kayalık ve tahrip edilmiş toprak arazilerinde yayıldığı gözlemlenmektedir.

Spartium junceum, halk arasında Katırtırnağı, Boruk, Kuş ubuğu, İspanyol Katırtırnağı, Katırkuyruğu gibi farklı Türkçe isimlerle bilinmektedir (Nadaf vd., 2012). Bilim dünyasında, bitkilerin içerdikleri biyoaktif moleküller aracılığıyla antioksidan ve antienflamatuar etkiler gösterdiği, bu sayede birçok hastalığın tedavisine katkı sağladığı yönünde birçok araştırma bulunmaktadır. Aynı zamanda halk tarafından etnobotanik kullanımda gövde ve yaprak kısmı çalı, sepet ve süpürge olarak, iek kısmı ise mide rahatsızlıklarında yaygın kullanılmıştır (şenkardeş ve Tuzlacı, 2014). Bu nedenle, bitkisel kaynaklı beslenme ve tedavi yöntemleri günümüzde bilimsel temellere dayanan önemli stratejiler olarak değerlendirilmektedir. *Spartium junceum*’un potansiyel terapötik değerlerini ortaya koyan mevcut bulgular, bu bitkinin sağlık alanındaki rolünün daha iyi anlaşılmasına önemli katkılar sağlamakta olup, aynı zamanda bitkisel kaynakların modern tıptaki yerini pekiştirmektedir.

1.3. Bitki Sistematığının Önemi

Bitkiler üzerine gerçekleştirilen ilk çalışmalarda, genellikle türlerin dış görünüşleri, zehirli ya da zehirsiz oluşları gibi temel özelliklere dayalı olarak sınıflandırılmalarına odaklanılmıştır. Zamanla bu yaklaşımlar, bilimsel yöntemlerle sistematik bir temele oturtulmuş ve günümüzde yaklaşık 13.000'den fazla olduğu düşünülen bitki türünün akrabalık ilişkileri çerçevesinde incelenmesi mümkün hale gelmiştir. Bu bağlamda, bitki sistematığı veya sistematik botanik olarak adlandırılan bilim dalı ortaya çıkmıştır. Bitki sistematığı, bitkileri belirli bilimsel kurallar ve prensipler doğrultusunda sınıflandırmayı hedefleyen taksonomi bilimine dayanmaktadır. Taksonomi, türlerin evrimsel benzerliklerini esas alarak gruplandırılmasını ve bu türlerin daha üst düzey kategorilere yerleştirilmesini sağlamaktadır. Bitki sistematığının temel amacı, bitki âlemini bilimsel bir düzen içerisinde ele alarak genetik ve filogenetik ilişkiler ışığında türlerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmaktır. Bu süreçte, filogenetik yaklaşımlar, bitkilerin genetik akrabalıklarını ve evrimsel bağlarını analiz ederek sınıflandırma çalışmalarına katkı sunmaktadır (Haston vd., 2009).

Anadolu bitkileriyle ilgili ilk bilgilere, Dioscorides'in "Materia Medica" adlı 13. yy.'da yazılmış olan kitabından ulaşılmaktadır. Bu eser, çoğunlukla tıbbi amaçlarla kullanılan bitkilerle sınırlıdır. Anadolu'ya bitki toplamak için gelen ilk bilim insanları arasında Joseph Pitton de Tournefort ve Pierre Belon, Leonhard Rauwolf yer almıştır. Rauwolf, Anadolu'dan topladığı 338 örnekten oluşan bir herbaryum koleksiyonu hazırlamıştır. John Sibthorp, Batı Anadolu'dan 1786-1794 yılları arasında birçok bitki türü toplamıştır. Daha sonra, J.F.N. Bornmüller, B. Balansa, G.T. Kotschy, ve G.A. Oliver gibi bilim insanları da Türkiye'de bitki toplama faaliyetlerini sürdürmüşlerdir (Güner vd., 2000). Bu erken dönem çalışmaları, Anadolu'nun zengin bitki çeşitliliği ve ekosistem dinamiklerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamış, günümüz botanik araştırmalarına ilham vererek sürdürülebilir koruma ve kullanma stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımıştır.

İsviçreli botanikçi Pierre Edmond Boissier tarafından yayımlanan altı ciltlik *Flora Orientalis*, Türkiye florasıyla ilgili yapılan ilk büyük ve önemli araştırmalardan biridir (Ekim, 1997). Bu eserin üzerinden bir asır geçtikten sonra, Peter Hadland Davis tarafından editörlüğünün üstlenildiği *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası) adlı çalışma ele alınmıştır (Davis, 1965; 1985). Türkiye Florası

kaynağının dokuz cildinin yayınlanmasının ardından çok fazla bitki türü keşfedilmiş ve yeni keşfedilen türler ek olarak çıkarılan ciltlerde yer almışlardır; böylelikle Türkiye Florası toplamda on cilt haline gelmiştir (Davis, 1988). Daha sonraki çalışmalar, Türkiye Florası'na eklenen yeni keşfedilen taksonların ek bir cildin yayınlanmasını zorunlu hale getirdiğini göstermiştir (Güner vd., 2000). Türkiye Florası üzerine yapılan bu çalışmalar, Anadolu'nun zengin bitki çeşitliliğini belgeleyerek botanik biliminin gelişimine önemli katkılarda bulunmuş ve Türkiye bitki sistematigi bilgilerinin temelini atmıştır.

2000 yılından bu yana Türkiye Florası'nda sürekli olarak yeni taksonların ve kayıtların eklenmesi, bu floranın henüz tam anlamıyla keşfedilmediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, flora üzerine yapılan çalışmaların ardından belirli cinslerde taksonomik sorunların kesintisiz olarak sürmesi ve yeni taksonların sürekli bir biçimde tanımlanması nedeniyle Türkiye Florası'nın yeniden ele alınmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Davis ve Hedge, 1975). Ancak, bu yeniden yazım sürecinin ön koşulu olarak, günümüzdeki gelişmiş tekniklerin kullanımıyla cins ve seksiyon düzeyinde kapsamlı revizyonlar yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Son dönemlerde, modern teknolojilerin sunduğu olanaklarla gerçekleştirilen revizyon çalışmaları, taksonların morfolojik özelliklerinin yanı sıra palinolojik, sitogenetik, moleküler ve biyokimyasal tekniklerle kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda, sitogenetik, anatomik ve palinoloji gibi alanlardaki artış, filogenetik verilerin akrabalık ilişkileri ile morfolojik benzerlikler arasındaki tutarsızlıkları ortaya çıkarmıştır. Sistematik filogeni üzerinde çalışan araştırmacılar, bu tutarsızlıkların giderilmesi için DNA sekans çalışmalarına yönelmektedir (Felsenstein, 1985). Böylece, Türkiye Florası'nın dinamik yapısının daha iyi anlaşılması hem bilimsel ilerlemeler hem de doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi açısından büyük önem kazanmaktadır.

Türkiye Florası'nın sistematik açıdan daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi, yalnızca bilimsel bilgi birikimine katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir yönetimi için de hayati bir öneme sahip olacaktır. Türlerin sistematik çalışmalarının artırılması, Türkiye'nin zengin ekosisteminin daha iyi anlaşılması ve korunması açısından kritik bir adım olacaktır.

1.4. Antibakteriyel Çalışmalar

Bitkiler, tarih öncesi dönemlerden bu yana gıda, barınak gibi temel ihtiyaçların yanı sıra şifa kaynağı olarak da önemli bir rol oynamıştır. Son dönemde sentetik ilaçların yan etkilerinin artması, bitkisel kaynaklara olan ilginin ve bu alandaki bilimsel çalışmaların yoğunlaşmasına yol açmıştır. Sentetik ilaçlara alternatif olarak bitkisel kaynaklı ham maddelerin bulunmasına yönelik biyolojik aktivite ve farmakoloji araştırmaları sonucunda pek çok yeni bitkisel kaynak belirlenmiştir (Konyalıoğlu ve Karamenderes, 2006).

Yirminci yüzyılın başlarına kadar, mikroorganizmalar üzerinde etkili tedaviler uygulanırken insan vücuduna zarar vermemenin imkânsız olduğu düşünülmekteydi. Bununla birlikte, M.Ö. 2500'lü yıllardan itibaren bilinçsiz olarak antimikrobik tedavi yöntemleri uygulanmış; bitki kökleri ve şarap enfeksiyonların tedavisinde kullanılmıştır. Çin'de stafilokoksik deri enfeksiyonlarının tedavisinde küf kullanımı yaygın bir yöntem olmuştur. Güney Amerika'da kınakına bitki türünün kabuğu sıtmadan korunmak, ipeka kök ekstresi ise amipli dizanteriyi iyileştirmek için kullanılmıştır; bu bitkilerdeki aktif maddeler sonradan tespit edilmiştir (Ağaçfidan vd., 2002)

Son yıllarda, bitkilerden elde edilen antimikrobiyal bileşiklere olan ilgi giderek artmaktadır. Araştırmacılar, farklı bitkilerin ve çeşitli morfolojik ekstraktların terapötik etkilerini inceleyerek doğal koruyucularda ve tıbbi kullanımda etkin bileşenler olarak potansiyellerini değerlendirmektedir. Bitkilerden elde edilen bu doğal maddeler, güçlü antimikrobiyal özellikleri sayesinde hem koruma amaçlı hem de tedavi edici ürünlerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Cucu vd., 2021). Bu gelişmeler doğrultusunda, bitki kaynaklı antimikrobiyal bileşiklerin özelliklerini daha iyi anlamak adına kapsamlı biyokimyasal ve farmakolojik araştırmalar yapılması önem arz etmektedir. Özellikle farklı bitki türlerinin etkili olduğu mikroorganizma türlerinin belirlenmesi, etkinlik mekanizmalarının aydınlatılması ve bu bileşiklerin güvenli kullanım sınırlarının tespit edilmesi, yeni tedavi edici ürünlerin geliştirilmesi açısından kritik adımlardır. Çevresel faktörlerin, bitkilerin antimikrobiyal bileşenlerinin çeşitliliği ve miktarı üzerindeki etkilerinin incelenmesi, bitki temelli tedavi yöntemlerinin daha etkin bir şekilde geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

1.5. Antikanser Çalışmalar

Kanserin ortaya çıkış mekanizması, hücrelerin çoğalmasında etkili olan sinyalleme yollarının sürekli olarak aktive olması, büyümeyi engelleyici faktörlerin etkisiz hale getirilmesi ve hücre nekrozuna karşı direnç gösterilmesi gibi karmaşık süreçler içerir. Ayrıca, bu süreçler sırasında meydana gelen genomik mutasyonlar, tümörlerin oluşumunda ve ilerlemesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu mutasyonlar, hücrelerin ölümsüzlük kazanmasına ve kontrolsüz bir şekilde bölünmesine olanak tanıyarak malignite sürecini tetiklemektedir. Kanser belirteçleri, tümör oluşum süreci boyunca maligniteyi aşamalı bir biçimde tamamlayarak, hastalığın seyrini izlemeye yardımcı olur (Ska vd., 2017; Özmen, 2018). Kanser, günümüzde hayati bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu hastalığın araştırılmasına, önlenmesine yönelik çalışmalar ve tedavi alanındaki modern ilerlemelere rağmen, kanser dünya genelinde milyonlarca insanı etkileyerek çok sayıda ölüme neden olmaktadır. Birçok ülkede kanser, hastalıklar arasında ikinci sırada yer almaktadır. Dolayısıyla, mutasyonların anlaşılması, kanserin erken teşhis ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bazı testler bitkisel bileşiklerin hücre sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirerek, bitkisel tedavi yöntemlerinin potansiyel yararlarını bilimsel bir temele oturtmaktadır. Dolayısıyla, bu araştırmalar, bitkilerin doğal kaynaklar olarak sağlık alanında sağladığı faydaları daha net ortaya koymaktadır. Hücre canlılığını belirlemede enzimatik bir yöntem olan MTT (3-(4,5-Dimetiltiyazol-2-il)-2,5-Difeniltetrazolium Bromür) metodu, MTT bileşiğinin tetrazolium halkasını parçalama yeteneğine dayanır. Bu bileşik, canlı hücreler tarafından absorbe edilir ve mitokondriyal süksinat dehidrogenaz enzimi tarafından katalize edilen bir reaksiyon sonucu, mavi-mor renkte, suda çözünmeyen formazan bileşiğine indirgenir (Denizot ve Lang, 1986; Horáková vd., 2001). Yalnızca aktif mitokondrileri bulunan canlı hücrelerde bu tepkime gerçekleşir. Bu durum, hücre canlılığının bir göstergesi olarak bilinir ve meydana gelen renk değişikliği, spektrofotometrik ölçümlerle tespit edilerek hücrelerin canlılık oranı ile ilişkilendirilir. Böylece mutajenlerin DNA üzerindeki etkilerini belirlemek için bitkiler, hızlı tepki verme, memeli hücreleriyle korelasyon gösterme, maliyet etkinlik ve güvenilirlik gibi avantajları nedeniyle daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Grant, 1978). Bitki ekstraktlarıyla yapılan MTT testleri ise hücre canlılığını belirlemede etkili bir yöntemdir.

Artan dünya nüfusu ve beraberinde getirdiği çevre kirliliği, canlıları olumsuz şekilde etkilemektedir. Ayrıca, sanayileşme, kimyasal ilaçlar, gıdalarda bulunan renklendirici koruyucular ile tarımda zararlılara karşı uygulanan pestisitler, çevre kirliliğinin önemli nedenlerindedir. Bu kirlilik, canlıların yaşamını doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz etkileyerek, çevre kirliliğini toplumlar için büyük bir sorun haline getirmektedir. Canlıların olumsuz etkilenmesinde hem doğal hem de sentetik kimyasal maddeler etkili olmaktadır (Akyıl, 2006). Çevresel faktörlerin, genetik doğum kusurları, kalp hastalıkları, yaşlanma, katarakt ve gelişimsel doğum bozuklukları üzerindeki etkileri gibi hastalıkların yanı sıra kanserin de temel sebeplerinden olması, hücrelerdeki DNA hasarının gelecek kuşaklarda genetik bozukluklara yol açabileceği düşüncesi giderek daha fazla destek bulmaktadır (Vural, 1996).

Bu nedenle antimutajenik özelliklere sahip kimyasal bileşiklerin araştırılması, kanser riski ve mutasyon oranlarındaki artışla birlikte günümüzde büyük önem kazanmıştır (Hartman ve Shankel, 1990). Bitkiler, özellikle antikanser bileşenlerin kaynağı olarak biyoaktif bileşikler sunmaktadır (Cragg vd., 2009; Cano-Campos vd., 2011). 1967'de Hartwell'in başlattığı "insanların kansere karşı kullandığı bitkiler" adlı makalesinde, antikanser özelliklere sahip 3000 'den fazla bitki taksonu yer almıştır. Aynı bir çalışma ise Chicago Illinois Üniversitesi'ne ait NAPRALERT veri tabanında, Hartwell'in çalışmasında yer almayan 350'den fazla kanser tedavisinde kullanılan bitki taranmıştır (Graham vd., 2000). Bu çalışmalar, kanserle mücadelede bitki türlerinden yeni bileşiklerin elde edilmesine ve mevcut türlerle karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Günümüzde, kanser tedavisinde kullanılabilecek bitkisel ekstraktlarla ilgili klinik araştırmalar hala devam etmektedir (Özmen, 2008).

Bitki kökleri, çevresel kirleticilerin mutajenik etkilerini, yani kromozom kırılmaları ve düzensizlikleri meristematik hücrelerde belirlemek için uygun bir sitogenetik materyal sağlar. Bu sayede çevresel faktörlerin genetik hasar üzerindeki etkileri incelenebilmektedir (Ma vd., 1995). Bu bağlamda, bitki kökleriyle gerçekleştirilen testlerin sonuçları, çevredeki canlı organizmalar için doğrudan veya dolaylı riskler taşıyan belirli sitotoksik maddelerin varlığını gösterebilmektedir (Fiskesjö, 1985). Kimyasal maddelerin genetik yapıya etkilerinin araştırılmasında *Allium cepa* L. (*A. cepa*) gibi model bitkiler, polen ana hücreleri ve aktif kök uçları materyal olarak sıklıkla kullanılırlar (Fiskesjö, 1985). Bu bağlamda, bitkilerin sağladığı bilgiler hem ekotoksikoloji alanında hem de genetik araştırmalarda

önemli veriler sunarak, çevresel kirleticilerin etkilerini anlamamıza katkıda bulunmaktadırlar. Bitki kökleri ile yapılan *Allium* test çevresel kirleticilerin sitotoksik etkilerini değerlendirmek için önemli bir araçtır.

Günümüzde, kanser tedavisinde potansiyel olarak kullanılabilir bitkilerden elde edilen özütlerle ilgili klinik araştırmalar devam etmektedir (Özmen, 2008). Bitkilerde bulunan fitokimyasallar, farklı etkileşimlerle kanser hücrelerinin büyümesini engelleyebilir ve antimutajenik etki gösterebilir. Özellikle alkaloidler ve fenolik bileşikler, kanser hücrelerinin çoğalmasını durdurabilir; alkaloidler hücre döngüsünü engellerken, fenolik bileşikler, hücre düzenleme proteinlerini etkiler ve apoptozisi tetikler (Pillai vd., 2004). Modern tıbbın yanı sıra, kanser tedavisinde alternatif olarak araştırılması gereken pek çok bitki ve bitkisel formülasyon bulunmaktadır. Bu doğal kaynakların incelenmesi, antimutajenik etkilerin ve yeni tedavi seçeneklerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Özmen, 2008). Mutajenite araştırmaları, kimyasal maddelerin genetik materyal üzerindeki zarar verici etkilerini ortaya koyarak, genetik hasarın kaynaklarını anlamamıza olanak tanır. Bu çalışmalar, çevresel ve endüstriyel kirleticilerin potansiyel risklerini belirleyerek genetik sağlığın korunmasına yönelik stratejilere önemli katkılar sağlar.

1.6. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, *Spartium junceum* türünün morfolojik, anatomik, palinolojik, antibakteriyel ve antikanser özelliklerinin ilk kez derinlemesine çalışılarak bu alanlardaki bilgi eksikliklerinin giderilmesidir.

Spartium junceum türünün makromorfolojik özelliklerinin tanımlanmasıyla, türün dış yapısının detaylı deskripsiyonu yapılarak mevcut eksikliklerin giderilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda, türün makromorfolojik özelliklerinin mevcut literatürle karşılaştırılarak güncellenmesi, taksonomik sınıflandırmasına netlik kazandıracaktır. Meyve, tohum ve polen yüzeylerinin mikromorfolojik karakterlerinin ışık ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmasıyla yapılan incelemeler, bu yapıların mikromorfolojik detaylarını ortaya koyarak bitki türünün tanımlanmasını ve ekolojik adaptasyonlarını daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Kök, gövde ve yaprakların anatomik yapılarının derinlemesine analizi, türün sistematik karakterlerine katkıda bulunacaktır. *Spartium junceum* metanol ekstraktının *Bacillus subtilis*, *Enterobacter*

aerogenes ATCC13048, *Enterococcus durans*, *Escherichia coli* ATCC25922, *Staphylococcus aureus* ATCC25923 ve *Salmonella enteritidis* ATCC13075 bakterileri üzerindeki antibakteriyel etkilerinin araştırılması, bitkinin geleneksel kullanımının tıbbi olarak bilimsel temellerle desteklenmesine olanak tanıyacaktır. Bu çalışma, potansiyel terapötik faydaları ortaya koyarak bitkisel tedavi yaklaşımlarını bilimsel bir perspektifle destekleyecektir.

Çalışılan türün antikanser etkilerinin incelenmesi, kanser hücreleri üzerinde gösterdiği biyolojik aktivitelerin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Türün metanol ekstraktının MTT yöntemi ile hücre canlılığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesiyle potansiyel sitotoksik özellikleri bilimsel bir temele oturtulacaktır. Türün antimutajenik etkilerinin mutajenik özelliği bilinen CuSO_4 (Bakır Sülfat) ile muamele yapılan *Allium cepa* somatik kromozomları üzerindeki etkilerinin incelenmesiyle genetik materyal üzerine iyileştirici özelliğinin olup-olmadığı sorgulanacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bezic vd. tarafından yapılan araştırmada *S. junceum* türünün kuru iklim koşullarına adaptasyonunu incelemişlerdir. Bitkide yapılan anatomik çalışmalar, yaprağın kserofit özellik gösterdiğini ve kısa ömrü ile palizat parankimasının baskın olduğunu ortaya koymuştur. Gövde, yaprak fonksiyonunu üstlenmiş olup, sklerenkima lifleri ve iletim elemanları gövdenin çoğunu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Kökün birincil yapısında tam gelişmemiş bir endodermis bulunurken, sekonder yapı depolama ve mekanik destek işlevi görmekte olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca, esansiyel yağlar, α -tujen bileşiği ağırlıklı monoterpen hidrokarbonlardan oluştuğunu ve bitkinin kseromorfik adaptasyonuna katkı sağladığını aktarmışlardır (Bezic vd.,2002).

Yıldırım vd. tarafından yayınlanan makalede *Spartium junceum*'un Akdeniz ikliminin belirleyici türlerinden biri olduğunu ve kırsal peyzajda estetik katkı sağlarken, eğimli araziler, otoyol kenarları ve kıyı ekosistemlerinde işlevsel olarak kullanıldığını belirtmiştir. Tıbbi ve aromatik özelliklere sahip olan türün çimlenme başarısı farklı yetiştirme ortamlarında değerlendirilmiş; en yüksek çimlenme oranı (%42,67) ve kök gelişimi turbakum (7:3) ortamında tespit edilmiştir (Yıldırım vd., 2017).

Preti ve Giadrossich'in çalışmasındaki bulgularında ise, türün kök sisteminin kuraklığa uyum sağlama ve direnme kapasitesi araştırılmış ve bitkinin biyomekanik özellikleri kök takviyeleri ile gövde çeliklerinin tarla köklenme yeteneği değerlendirilmiştir. Tek kök örnekleri çekme dayanımı açısından test edilmiş ve kök yoğunluğu ile kök alan oranı analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler, yapay bir yamaçta kararlılığu değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonuçlar, bitkinin dik eğimlerde bile iyi biyomekanik özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur (Preti ve Giadrossich, 2009). Gabriel ve arkadaşlarının yaptığu çalışmada bitkinin gövdesini lif üretiminde önemli bir kaynak olarak kullanmışlardır. Elde edilen lif, yüksek mekanik dayanımı ve evre dostu olma özelliğinden dolayı biyolojik bozunmaya dikkat çekmiştir (Gabriel vd., 2010).

Masoumi vd. tarafından yapılan çalışmada, *S. junceum* polen tanelerinin SEM ile incelemiş sferoid, trikolpat ve mikoretikulat özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu polen türü Batı İran'da önemli bir alerjen olarak tanımlanmış ve yüzey ornamentasyon ile polen dış hattı gibi özellikleri ayrıntılı şekilde belirtilmiştir (Masoumi vd., 2019).

Rezanejad tarafından yayınlanan makalede ise *S. junceum* türünün polen tanelerinin hava kirliliğinden nasıl etkilendiği araştırmıştır. Kontrollü ve kirli bölgelerden toplanan anterlerin yapısı karşılaştırılmış ve kirli havaya maruz kalan polenlerin küçüldüğü, deforme olduğu ve ekzin tabakasının incelendiğini söylemiştir. Ayrıca, kirli havaya maruz kalan polen tanelerinde partiküllerin birikmesi ve hücrel madde salınımı gözlemlemiştir (Rezanejad, 2007).

Falsini vd. tarafından yayınlanan makalede *S. junceum* türünün *Xylella fastidiosa* bakterisiyle enfekte olduğunu göstermek için çalışma yapmıştır. Monte Argentario, Toskana'daki bitkilerde bakterinin yalnızca ksilem iletken elemanlarını kolonize ettiği belirlenmiştir. Enfekte kanallarda gözlemlenen pembe/mor matris, bakteriyel yayılmaya karşı bir savunma tepkisi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, bakteriyel enfeksiyon yalnızca yeşil sürgün ve yapraklarda tespit edilmiştir (Falsini vd., 2022).

Yeşilada vd. yaptığı araştırmalara göre, *S. junceum* türünün çiçekleri üzerine Türk halk tıbbında uzun yıllardır mide ülseri tedavisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bitkinin tedavi edici özellikleri, yapılan deneysel çalışmalarda daha da detaylandırılmıştır. Özellikle ratlar üzerinde gerçekleştirilen biyolojik fraksiyonlama çalışmaları ve çeşitli kimyasal ile kromatografik yöntemlerin kombinasyonu sayesinde, *S. junceum*'un güçlü antiülserojenik özelliklere sahip olduğu ortaya konmuştur. Araştırmalarda, bu bitkinin içerdiği saponin maddesinin mide ülserine karşı etkili bir bileşen olduğu belirlenmiş ve bu bileşiğin aktif madde olarak önemli bir potansiyel taşıdığı vurgulanmıştır. Bu çalışmanın en dikkat çekici sonucu, *S. junceum*'dan izole edilen "Spartitriosid" adlı yeni triterpenik saponinin, mide ülseri tedavisinde güçlü bir etkiye sahip aktif bileşen olarak tanımlanması olmuştur (Yeşilada vd., 2000a). Yeşilada ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer çalışmada *S. junceum* çiçeklerinden elde edilen ürünlerin ve bileşiklerin potansiyel antiülserojenik aktivitelerini incelemeleri amacıyla elektron spin rezonans spektroskopisi kullanmışlardır. Yapılan analizlerde, flavonoid içeriği yoğun olan moleküller, belirgin bir antioksidan etki göstermiştir. Aynı zamanda, flavonoid glikozlar (izokersitrin, luteolin 4' β -glukozit, kuersetin, 4'-diglukozid, azaleatin 3 β -glukozid, kuersetin 4' β -glukozid) izole edilmiştir. Bu flavonoidler, sırasıyla 22,59 μ /ml ve 19,08 μ /ml konsantrasyonlarda en güçlü in vitro antioksidan aktivitelerini sergilemişlerdir. Aynı çalışmada, *S. junceum* türünün bütanol ekstraktının güçlü bir antiülserojenik etkiye sahip olduğunu, ancak metanol ekstraktının bu etkinin engellenmesine yol açtığını ortaya koymuştur (Yeşilada vd., 2000b).

Menghini vd. fareler üzerinde yaptıkları diğerk bir çalışmada, *S. junceum* iek kısmı kurutulup toz haline getirmiş ve hekzan ile metanol kullanılarak ekstrakt elde etmiştir. Ekstraktlar, ratlarda antiinflamatuvar ve analjezik testlere tabi tutulmuş ve hekzan özütünün bazı kısımları etkili bulunmuştur. Sonuçlar, *S. junceum* iek özütünün belirgin analjezik aktivite gösterdiğini, ancak ülserojenik etkiler oluşturmadığını ortaya koymuştur (Menghini vd., 2006).

Nadaf ve arkadaşları yaptıkları bir diğerk çalışmada etanol ekstraktının kimyasal bileşenleri ve proantosiyanidin özellikleri üzerinde yapılan bir incelemede, belirli kimyasal bileşiklerin ayrı ayrı toplanıp üç farklı bölüme ayrıldığı ve içeriğinin GC-MS (Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi) cihazı ile belirlendiği gözlemlenmiştir. Yapılan analizlerin sonuçlarına göre, bu bitki türünün ağrı kesici (analjezik) zellikleri göz önünde bulundurularak daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerektiği öne sürölmüştür (Nadaf vd., 2012).

Samejo vd. tarafından yürütölen çalışmada *S. junceum* ile aynı familyaya ait olan *Alhagi maurorum* Medik. türünün, antiölserojenik, farmakolojik, antidiyare, antiinflamatuvar, üreaz inhibisyonu, analjezik, antiproliferatif, antioksidan ve antinosiseptif özellikler sergilediğini bildirmiştir. Ayrıca, *Alhagi maurorum* üzerinde yapılan fitokimyasal incelemeler, karbonhidratlar, tanenler, doymamış steroller, flavonoidler ve flavanoid glikozitleri gibi bileşenlerin varlığını tespit etmiştir (Samejo vd., 2012).

Cerchiara vd. tarafından yayınlanan makalede türün çiçeklerinin sakinleştirici, mide ülserine karşı etkili, idrar söktürücü, ağrı kesici, antiinflamatuvar ve antitümör etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda, *S. junceum* metanol ekstraktının antimikrobiyal etkinlik göstermediğini, ancak antioksidan ve sitotoksik aktiviteler sergilediğini belirtmiştir. Türün ekstraktının, *S. aureus*'a karşı antibakteriyel etki yaratmazken, melanoma hücreleri ve keratinositler üzerinde sitotoksik etki göstermiş ve bunun sonucunda farmasötik uygulamalar için potansiyel taşıdığını belirtmiştir (Cerchiara vd., 2013). Cerchiara vd. tarafından 2017 yılında yayınlanan makalede ise yara örtüsü olarak kullanılmak üzere vankomisin yüklü kitosan nanopartikülleri ile zenginleştirilmiş *S. junceum* lifleri geliştirilmiştir. Kitosan nanopartikülleri, iyonik jelyasyon yöntemiyle hazırlanmış ve en iyi formölasyon olarak kitosan/tripolifosfat oranı 4:1 seçilmiştir. Bu formölasyon, yüksek enkapsölasyon verimi ve etkinlik göstermiştir. Antibakteriyel testlerde, nanopartiküllerle zenginleştirilmiş lifler, *S. aureus*'a karşı yüksek aktivite sergilemiş ve insan keratinosit hücreleri üzerinde toksik olmamıştır. Sonuç olarak, bu lifler yara örtüsü uygulamaları için

umut verici bir çalışma olarak değerlendirilmiştir (Cerchiara vd., 2017).

Diğer bir çalışmada, Baytop türün çiçek kısımlarının diüretik ve analjezik özelliklere sahip olduğunu bildirmiştir. Uğulu vd. yaptığı bir çalışmada türün yapraklarının balgam atıcı, sindirimi kolaylaştırıcı, romatizma, kalp hastalıkları, nefrit, böbrek taşları, idrar söktürücü özelliklerinin olduğunu açıklamışlardır (Uğulu vd., 2009). Ghasemi vd. (2015)'nin yaptıkları çalışmada, uçucu yağ ekstraksiyonu için *S. junceum* türünün çiçeklerinden elde edilen yağın yüksek düzeyde linalool (C₁₀H₁₆O) bulundurduğunu göstermişlerdir (Ghasemi vd.,2015). Bu bileşiğin hoş kokularının yanında cilt üzerinden hızlı emilimini sağladığını belirtmişlerdir (Baytop, 1999).

Habibatni vd. tarafından yayınlanan araştırmada, *S. junceum* gövdelerinden elde edilen hidroalkolik ekstraktın (%80 metanol) ve farklı fazlarının antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir. Araştırmada, ekstrakt ve fazların yalnızca Gram-pozitif bakteriler karşısında başarılı olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada, antibakteriyel etkinliğin değerlendirilmesi amacıyla altı adet standart Gram-pozitif bakteri (*Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus durans* ED010, *Enterococcus hirae* ATCC 10541, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 49134) ile yedi adet standart Gram-negatif bakteri (*Enterobacter cloacae* EC02, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 10536, *Proteus mirabilis* PM02, *Serratia marcescens* ATCC 19980, *Salmonella tiphy* ATCC 13311 ve *Klebsiella pneumoniae* KP01) kullanılmış; ayrıca, deri ve cerrahi enfeksiyonlardan izole edilen beş klinik *S. aureus* suşu da testlere dahil edilmiştir. Özellikle *S. aureus* ATCC6538, en duyarlı bakteri olarak belirlenmiş ve minimum inhibitör konsantrasyon değerleri 15.60-250.00 µg/mL aralığında bulunmuştur. Kloroform fazı, bu bakteriye karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteyi göstermiştir. Bu sonuçlar, *S. junceum*'un doğal antimikrobiyal bileşiklerin potansiyel bir kaynağı olduğunu göstermektedir (Habibatni vd., 2016).

Zahrddin ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları çalışmalarında, Lübnan'da yetişen *S. junceum* türünün esansiyel yağı, antibakteriyel, antioksidan ve böcek kovucu etkinlikleri açısından değerlendirmişlerdir. Esansiyel yağ, *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerinin çoğalmasına karşı inhibisyon etkisini ortaya çıkarmıştır. Yağın antibakteriyel aktivitesi de incelenmiş ve terapötik uygulamalar için potansiyel taşıdığı bulunmuştur. *S. junceum* esansiyel yağının *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde antibakteriyel etkili olduğunu göstermiştir.

Sonuçlara göre, yağ *E. coli* üzerinde daha düşük konsantrasyonlarda etkili olup, *S. aureus* için bu değerler daha yüksektir. Bu sonuçlara göre, esansiyel yağın her iki bakteri türüne karşı da antibakteriyel potansiyele sahip olduğunu göstermişlerdir.

Başka bir çalışmada ise *S. junceum* çiçeklerinden elde edilen ekstraktın melanom hücreleri üzerinde güçlü bir antikanser etkisi olduğunu belirtmişlerdir. HFE (Hemokromatozis), B16-F10 fare melanom hücrelerinin metastazını ciddi şekilde engellerken, sağlıklı hücreler olan C2C12 miyoblastları üzerinde çok hafif bir antimutajenik etki göstermiştir. Ekstrakt, melanom hücrelerinde prooksidan bir etki oluşturarak hücreleri strese sokmuş, melanin üretimini baskılamış, hücre döngüsünü G₂/M fazında durdurarak bölünmeyi engellemiş ve hücre yaşlanmasını tetiklemiştir. Bu etkilerin, HFE'nin HPLC-DAD (Diyot-dizi algılamalı yüksek performanslı sıvı kromatografisi) ve GC-MS analizleriyle belirlenen zengin kimyasal içeriğiyle bağlantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Zengin vd. yaptıkları çalışmada *S. junceum* türünün tirozinaz inhibitörü ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Zengin vd., 2019). Bu özelliğin *S. junceum*'u epidermal hiperpigmentasyonun yönetimi için potansiyel bir aday haline getirdiğini belirtmişlerdir (Nanni vd., 2018).

Abusamra ve arkadaşları tarafından yürütülen bir çalışmada *Onopordum acanthium* yaprakları ve *S. junceum* çiçeklerinden elde edilen hidrometanol ekstraktların, glioblastoma U-373 tümör hücrelerine karşı sitotoksik etkileri değerlendirilmiştir. *Onopordum acanthium* ekstraktı, *S. junceum* ekstraktına kıyasla yaklaşık 5 kat daha güçlü bir sitotoksik etki göstermiştir (IC₅₀ sırasıyla 309 µg/mL ve 1602 µg/mL). *Onopordum acanthium*, hücreleri apoptoz (programlanmış hücre ölümü) yoluyla öldürmüş ve bu mekanizma kaspaz-3 aktivasyonu ile doğrulanmıştır. *S. junceum* ise apoptozdan bağımsız, nekrotik benzeri programlanmış hücre ölümü ile daha zayıf bir sitotoksik etki göstermiştir (Abusamra vd., 2015).

Bilimsel araştırmalarla kanıtlanmış etkileri nedeniyle, *S. junceum* türü üzerine yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmakta ve bu bitkinin potansiyel faydaları hakkında daha fazla bilgi edinilmeye çalışılmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

Tez çalışmasında, *S. junceum* türünün morfolojik, anatomik, palinolojik, antibakteriyel ve antikanser özellikleri aşamalı olarak incelenmiş olup, kullanılan materyal ve yöntemler ilgili başlıklar altında detaylandırılmıştır.

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak *Spartium junceum* türü ve çeşitli bakteri suşları kullanılmıştır. Bitki materyali doğal yayılış alanından toplanmış ve laboratuvar ortamında uygun koşullarda kurutulmuştur. Antibakteriyel aktivite testlerinde kullanılan bakteri suşları ise referans koleksiyonlarından temin edilmiştir.

3.1.1. Çalışılan Bitki Türü

Araştırmada kullanılacak *S. junceum* türü Bartın'da yayılış gösterdiği doğal lokasyonlardan Mayıs-Eylül aylarında alındı ve Türkiye Florası ile çeşitli araştırmacıların deskripsiyonlarına göre teşhis edildi (Tablo 3.1). Daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere toprak üstü kısımları rutubetsiz ortamda kurutuldu (Chamberlain, 1968).

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan tür ve lokalitesi.

Bitki İsmi	Koordinat	Toplanma Tarihi	Lokalite	Rakım
<i>Spartium junceum</i> L.	41°44'27.5"N 32°22'34.1"E	Mayıs- Eylül 2023	Bartın-Amasra, yol kenarı eğimli yamaçlar, açık alanlar, Karaismailoğlu 548	50-120 metre

3.1.2. Kullanılan Mikroorganizmalar

Bu araştırmada, *S. junceum* metanol ekstraktının antibakteriyel biyolojik aktiviteleri için bakteriler kullanıldı (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Antibakteriyel testlerde kullanılan bakteri suşları.

Bakteri Suş Adı	Bakteri Suşların Gram Türleri ve Şekilleri
<i>Bacillus subtilis</i> DSMZ 1971	Gram pozitif, Çubuk
<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC13048	Gram negatif, Çubuk
<i>Enterococcus durans</i>	Gram pozitif, Kokus
<i>Escherichia coli</i> ATCC25922	Gram negatif, Çubuk
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13075	Gram negatif, Çubuk
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Gram pozitif, Kokus

3.2. Yöntemler

Bu çalışmada *S. junceum* türünün morfolojik, anatomik, palinolojik ve biyolojik özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmalar kapsamında hem makroskobik hem de mikroskobik analizler gerçekleştirilmiş, çeşitli laboratuvar teknikleri kullanılarak bitkinin tanımlayıcı ve biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Antibakteriyel etkinin değerlendirilmesinde disk difüzyon ve minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) ile minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) testleri uygulanmıştır.

Antikanser etkinin değerlendirilmesi için MTT testi kullanılarak hücre canlılığı analiz edilmiş ve bitki ekstraktlarının kanser hücreleri üzerindeki sitotoksik etkileri belirlenmiştir. Sitogenetik analizler kapsamında ise kromozom anormallikleri ve mikronükleus testi uygulanarak ekstraktların sitotoksik potansiyeli araştırılmıştır.

3.2.1. Morfolojik Çalışmalar

Bu bölümde, *S. junceum* türünün morfolojik özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Makromorfolojik ve mikromorfolojik analizler gerçekleştirilerek türün tanımlayıcı karakterleri belirlenmiştir.

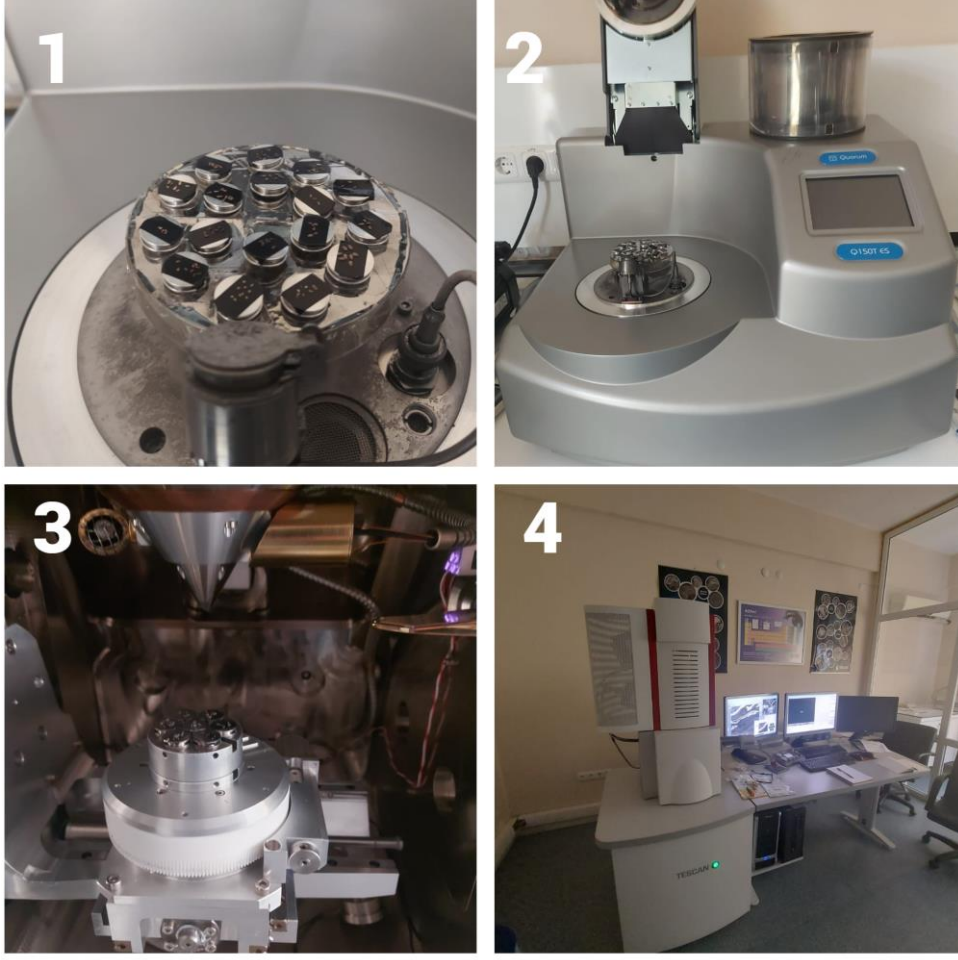
3.2.1.1. Makromorfolojik Çalışmalar

Makromorfolojik ölçümler arazide canlı materyal üzerinde ve herbaryum örnekleri üzerinde gerçekleştirildi. Saptanan morfolojik karakterler her bir takson için 20 farklı bireyden en az 20 kez ölçüldü. Meyve ve tohumlara ait şekil, boyut, renk ve lokulustaki tohum sayısı gibi makromorfolojik özellikler stereo mikroskoba (Olympus ZS51) bağlı Canon markalı fotoğraf makinesiyle fotoğraflandı. Ayrıca, fotoğraflar üzerinden KAMERAM Imaging Software bilgisayar programı yardımıyla belirtilen karakterlerle ilgili ölçümler yapıldı (Karaismailoğlu, 2015).

Meyve ve tohum morfolojik karakterlerinin tanımlanmasında Harris ve Harris (1994)'ten faydalanılmıştır. Bu çalışmalarda, *S. junceum* türünün teşhislerinde kullanılan Türkiye Florası'ndaki taksonomik karakterler revize edildi.

3.2.1.2. Mikromorfolojik Çalışmalar

Polen, tohum ve meyvelere ait yüzey ornamentasyonları, hücre duvarı ve epidermal hücre yapıları gibi mikromorfolojik özellikler SEM ile çalışıldı. Öncelikle polen, tohum ve meyveler bir örnek tablasına (Stub) gümüş yapıştırıcı (Agar Silver Paint) veya çift taraflı karbon bant ile yapıştırıldı. Ardından altın-paladyum ile 90 sn. kaplandı. Örnekler Bartın Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan TESCAN MAIA3 XMU markalı SEM'de görüntülendi (Şekil 3.1). Resimleri kaydedilerek mikromorfolojik yapılar adlandırıldı. Polen, tohum ve meyvelerin yüzey ornamentasyonlarının belirlenmesinde Stearn (1992)'den faydalanıldı.



Şekil 3.1: *Spartium junceum* türüne ait meyve, tohum ve polenlerin SEM’de mikromorfolojik olarak incelenmesi; 1: Örneklerin tablaya yerleştirilmesi 2: Örneklerin Altın-Paladyum ile kaplanması 3: Örneklerin cihaza yerleştirilmesi 4: SEM genel görünüm.

3.2.2. Anatomik Çalışmalar

Araziden alınan *S. junceum* örnekleri %70'lik etanol içerisinde muhafaza edilerek anatomik çalışmalarda kullanıldı. Türlerin kök, gövde, yaprak ve tohum yapılarının anatomik özellikleri, 10 bireyden en az 10 kez ölçüm yapılarak kapsamlı bir şekilde analiz edildi. Kesitler mikrotom veya elle alındı. Mikrotomla kesit alma işleminde, materyal parafine gömüldükten sonra mikrotom kullanılarak kesitler alındı. Daha sonra parafini uzaklaştırmak ve hücresel yapıyı korumak için çeşitli alkol ve ksilol serilerinden geçirildi. Lamlar doku boyayıcıda (ASC 720 Medite) hematoksilen veya safranin boyası kullanılarak boyandı. Boyama işleminden sonra preparatlar Entellan ile kaplanarak sürekli hale getirildi (Algan, 1981; Karaismailoğlu, 2015).

Anatomik yapıları incelemek için ZEISS / Axio Scope.A1 ışık mikroskobu ve Zeiss Zen 2 Blue Edition×64 Software adlı bir bilgisayar programı kullanılarak görüntüleme yapıldı. Bu aşamada mikroskop altında gözlemler yapıldı ve anatomik karakterler üzerinde detaylı ölçümler gerçekleştirildi

3.2.3. Palinolojik Çalışmalar

Işık mikroskobu gözlemleri için polen preparatları Wodehouse yöntemi (1935) kullanılarak hazırlandı. Her taksonun çiçek örnekleri Carnoy çözeltisinde sabitlendi. Çiçekler çözeltiden ayrıldı ve daha sonra diseksiyon iğnesi yardımıyla olgun çiçek tomurcuklarından alınan anterler, gliserin-jelatin-sıvı safranin karışımı ile kaplandı. İncelemeler beş preparattan 50 veya daha fazla polen ile yapıldı (Karaismailoğlu ve Erol, 2019). Hazırlanan preparatlar ZEISS / Axio Scope.A1 ışık mikroskobu altında incelendi ve Zeiss Zen 2 Blue Edition×64 Software adlı bilgisayar programı ile fotoğraflandı. Kullandığımız polen terminolojisinde Faegri ve Iversen (1989), Brochmann (1992) ve Punt vd. (1994)'dan faydalanıldı.

3.2.4. *Spartium junceum* Metanol Ekstraktının Eldesi

Oda sıcaklığında kurutulmuş olan *S. junceum* türünün ekstraktlarını hazırlamak amacıyla toprak üstü kısımları ayrıldı. Öğütücü ile toz haline getirildi. Öğütülen örneklerden 30 gr tartılarak çözücü olarak metanol (%95) kullanıldı. Şilifli balon joje dikkatle soxhlet cihazına yerleştirildi. Soxhlet cihazında 55 °C’de 8 saat boyunca ekstraksiyon elde etmek için işleme tabii tutuldu (Şekil 3.2).

Süre sonunda, metanol içerisinde çözülmüş *S. junceum* metanol ekstraktlarını çözücünden uzaklaştırmak amacıyla vakumlu evaporatör cihazı kullanıldı (Şekil 3.2). Homojeniteyi sağlamak için, çözücünden uzaklaştırılan metanol ekstraktından 8 gr alınarak 10 mL DMSO (5 mL DMSO+5 mL dH₂O) içerisinde vorteks ve sonikasyon cihazında çözdürüldü.

Elde edilen ekstrakt kullanıma kadar +4 °C’de buzdolabında muhafaza edildi. Bitki türünden elde edilen metanol ekstraktının verimi hesaplandı (Tablo 3.3).

% Verim = (Elde Edilen Ekstrakt Miktarı / Başlangıç Numune Miktarı) × 100 (Soxhlet, 1879).

Bitki ekstraksiyonunun antibakteriyel karakterlerini saptamak amacıyla Disk Difüzyon, Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK), Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu (MBK), antikanser çalışmaları için MTT ve *Allium* test kullanıldı.



Şekil 3.2: *Spartium junceum* metanol ekstraktının eldesi; 1: Tür materyalinin öğütücü ile toz haline getirilmesi 2: Soxhlet ekstraksiyonu 3: Metanolün evaporatör ile uzaklaştırılması 4: Elde edilen ekstrakt.

Tablo 3.3: Elde edilen metanol ekstraktının miktarı ve verim hesabı (gr = gram, mL= mililitre, mg= miligram).

Bitki özütü (mg)	Metanol (mL)	Ekstrakt (mg)	Verim (%)
30000	250	150	0,50

3.2.5. Antibakteriyel Çalışmalar

Bu çalışmada, *S. junceum* türünün metanol ekstraktlarının antibakteriyel etkinlikleri farklı bakteri suşları üzerinde test edilmiştir. Disk difüzyon metodu, antibakteriyel etkinin değerlendirilmesinde kullanılan ilk teknik olup, gram pozitif (+) ve gram negatif (-) bakteri suşlarına karşı bitki ekstraktının etkisi gözlemlenmiştir. Minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) testi ile bitki ekstraktlarının bakteriyel büyümeyi engelleme seviyeleri belirlenmiş, ardından minimum bakterisidal konsantrasyonu (MBK) testi ile antibakteriyel aktivitenin bakteriler üzerindeki öldürücü etkisi değerlendirilmiştir.

3.2.5.1. Disk Difüzyon

Gram (+) bakteri suşları (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus durans*) ve Gram (-) (*Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter aerogenes*) bakteri suşları kullanılarak Kirby ve Bauer tarafından geliştirilen disk difüzyon duyarlılık testi yapıldı (Hudzicki, 2009). *Spartium junceum* metanol ekstraktının antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon metodu için gram pozitif (+) ve gram negatif (-) olmak üzere altı farklı bakteri türünün dilüsyonları Nutrient Agar besiyerine dikkatlice ekimi yapıldı. Stok bakterilerden elde edilen suşlar, Luria Bertoni (LB) besiyerinde süspanse edilerek canlandırıldı.

Canlandırılmış suşlar Nutrient Agar ortamına, her çizimde çaprazlayarak ekim yapıldı ve bu şekilde homojen bir yayılım sağlanması hedeflendi. Petri kapları 24 saat boyunca inkübe edildi, bu süreçte bakterilerin büyümesi gözlemlendi. İnkübasyonun ardından canlandırılan bakteriler, 0,5 McFarland ($1,5 \times 10^8$ hücre/mL) değerinde hazırlandı. Mikroorganizma süspansiyonu, Nutrient Agar ortamına mikropipet kullanılarak transfer edildi. Steril bir swap yardımıyla, yayma plaka yöntemi kullanılarak bakteriler besiyerine düzgün bir şekilde dağıtıldı.

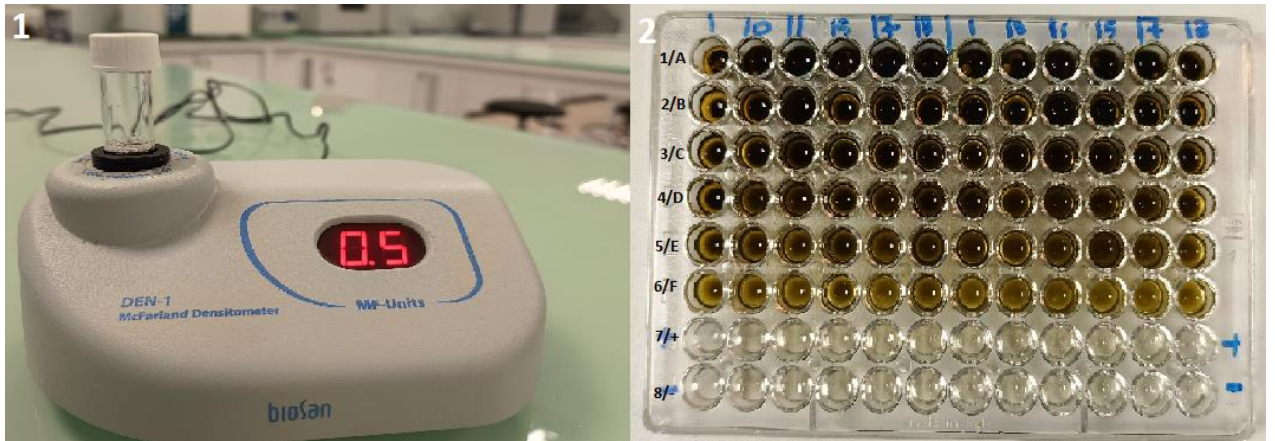
Ekimi yapılan petrilere diskler yerleştirildi. Steril koşullar altında dört farklı konsantrasyon (800, 400, 200 ve 100 mg/mL) hazırlandı. Disk difüzyon yöntemiyle test edilen konsantrasyonlar, uygun şekilde yerleştirilen diskler üzerine emdirildi. Steril koşullar altında, sırasıyla 800, 400, 200 ve 100 mg/mL konsantrasyonlardaki ekstraktlar, dört ayrı diske 10 µL olacak şekilde uygulandı. Hazırlanan petri kapları, 37 °C de 24 saat boyunca inkübe edildi. Ardından disklerin çevresinde oluşan bakteri inhibisyonu zonları, bakteri büyümesini engelleyen bölgeler olarak belirlendi. Zon çapları dikkatlice ölçülerek sonuçlar

kaydedildi. Çalışma, her biri dört tekrar içerecek şekilde yürütüldü ve sonuçlar, aritmetik ortalamalar ile birlikte standart sapmalar hesaplanarak raporlandı.

3.2.5.2 Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Belirlenmesi

Gram (+) (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus durans*) ve Gram (-) (*Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter aerogenes*) bakteri suşları MİK değerinin belirlenmesi için kullanıldı. Bakteriler, steril L.B. broth besiyerinde canlandırıldı (Tozyılmaz, 2019).

Bakteri yoğunluğu McFarland 0,5 değerine göre ayarlandı (Şekil 3.3-1). 96 kuyucuklu plakanın tüm kuyucuklarına steril LB broth eklendi ve ilk kuyucuğa stok bitki ekstraktı eklenerek seri dilüsyon yapılarak seyreltme yapıldı (800, 400, 200, 100, 50 , 25 mg/mL). Bitki ekstraktı eklenen kuyucuklara ve pozitif kontrol kuyucuğuna bakteri ekimi yapıldı (Şekil 3.3-2). Ayrıca negatif kontrol kuyucuğuda çalışılmıştır.



Şekil 3.3: *Spartium junceum* metanol ekstraktının MİK-MBK değerlerinin elde edilmesi; 1: McFarland ile bakteri yoğunluğu gösterimi 2: 96 kuyucuklu LB Broth mikropklara bakteri ekimi ve seri dilüsyon yöntemiyle hazırlanmış farklı bölgelerdeki metanol ekstraktı uygulaması.

Daha sonra plaka 37°C'de bir gece etüvde bırakıldı. İnkübe edilen plakadaki ekstrakt bulunan kuyucuklardan ve bakteri büyümesi olmadığı düşünülen kuyucuklardan alınan örneklerin, petride daha önce hazırlanmış Nutrient Agar besiyerine ekimi yapıldı. Ekimi yapılan petriyeler 37 °C'de bir gece inkübasyona bırakıldı (Tozyılmaz, 2019).

3.2.5.3. Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu (MBK) Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan *S. junceum* metanol ekstrakt konsantrasyonlarının bakteri suşlarına karşı gösterdiği Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu belirlenmesinin ardından aynı konsantrasyonların Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu incelendi. MİK değerlerinin tespit edilmesinin ardından, bakterilerin üreme göstermediği kuyucuklar belirlendi. Kuyucuklardan steril bir öze ile alınan örnekler, Nutrient Agar besiyerine ekilerek 37 °C'de 18-24 saat boyunca inkübe edildi. Bu inkübasyon süresinin sonunda, besiyerlerinde mikroorganizmaların %99,9'unu inhibe eden minimum antimikrobiyal madde konsantrasyonu, MBK değeri olarak kaydedildi (Tozyılmaz, 2019).

3.2.6. Antikanser Araştırmalar

Antikanser araştırmaları, *S. junceum* türünün metanol ekstraktının hücre kültürü ve sitogenetik testlerle incelenmesini içermektedir. Hücre kültürü denemelerinde, farklı konsantrasyonlardaki ekstraktlar kullanılarak hücre canlılığı MTT testiyle ölçülmüş ve veriler istatistiksel analizle değerlendirilmiştir. Sitogenetik testlerde ise *Allium cepa* kullanılarak, bitkinin genotoksik etkileri araştırılmıştır.

3.2.6.1. MTT Testi

Antikanser deneyleri, hücre kültürü yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma için gerekli hücre hatları, ATCC (American Type Culture Collection) veya benzeri uluslararası biyolojik koleksiyonlardan temin edildi. Kültürleme işlemleri, steril koşullar altında DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) besiyeri kullanılarak yapıldı ve hücre yoğunluğu (1×10^6 hücre/mL) ayarlandı (Riss vd., 2013).

Hücreler %10 Fetal Bovine Serum (FBS) ve 0.01 mg/mL insan rekombinant insülin solüsyonu ile zenginleştirilmiş besiyerinde, %5 CO₂ ortamında 37 °C'de inkübe edildi. *Spartium junceum* metanol ekstraktı 10, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 µg/mL konsantrasyonlarda 24, 48 ve 72 saat uygulandı ve ardından kültürlerdeki hücre canlılığı MTT testi kullanılarak belirlendi.

Araştırma insan meme kanseri hücre dizisinde (MCF-7) gerçekleştirildi. Hücreler DMEM ortamında kültüre edildi. Hücre şişeleri, uygulama süresi boyunca %5 CO₂ içeren bir ortamda 37 °C' de (N-Biotek, Güney Kore) inkübasyona bırakıldı. Maruz kalınan hücre dizisi, tripsin-EDTA çözeltisiyle toplandı. Hücreler tripan mavisiyle boyandı ve canlı hücreler sayıldı.

Deney için 96 kuyucuklu test plakaları kullanıldı. Her kuyucuk içine yaklaşık 10.000 hücre kültür edildi. İnkübasyondan sonra, hazırlanan metanol ekstraktının farklı konsantrasyonları ve çözücü ile besleme ortamında 24 (saat) boyunca uygulama gerçekleştirildi. Daha sonra uygulama gruplarındaki hücre canlılık seviyesi MTT metoduyla saptandı. Ekstrakt muamelesinin sonrasında plakaların her bir kuyucuğundaki kültür ayrıldı. MTT solüsyonundan 50 µL kuyucuklara eklenerek 3 saat boyunca inkübasyona tutuldu. Sonrasında MTT ayrıldı, her kuyucuğa 100 µL DMSO aktarıldı.

Kuyucuklardaki yoğunlukların ELISA plaka okuyucusunda (BMG SPECTROstar Nano, Almanya) 570 nm dalga boyundaki absorbans değerleri alındı (Mosmann, 1983). Uygulama yapılmadan sadece besiyeri içeren kuyucuklar kontrol grubu olarak değerlendirildi, ölçülen değerlerin ortalaması alındı. Bu %100 canlı hücre içeren değer olarak baz alındı. Sonuçlar, kontrol grubu ile karşılaştırılarak canlılık değişimi yüzdesel olarak hesaplandı. Her uygulama grubu 8 ölçümün ortalaması alınarak değerlendirildi (Riss vd., 2013). MTT analizinden elde edilen tüm değerler SPSS 20 (Statistical Package for the Social Sciences) bilgisayar programında varyans analizi kullanılarak değerlendirildi. İzlenen varyanslar arasındaki istatistiksel anlamlılığın ortaya çıkarılması için Duncan's Multiple Range Test kullanıldı ve anlamlılık düzeyi olarak $p= 0,05$ uygulandı.

3.2.6.2. *Allium* Test

Bu çalışmada, *Allium* testi kullanılarak *Spartium junceum* türünün sitotoksik etkileri değerlendirilmiştir. Bu testte *A. Cepa* üzerinde *S. junceum* türünün iyileştirici etkileri sitogenetik hesaplamalar ile mitotik indeks ve kromozom anormallikleri gözlenmiş ve etkileri ölçülmüştür. *Allium cepa* üzerinde *S. junceum* türünün olası iyileştirici etkileri incelenmiş; sitogenetik hesaplamalar yoluyla mitotik indeks ve kromozom anormallikleri belirlenerek etkileri ölçülmüştür. Çalışmada test materyali olarak *A. cepa* kullanılmıştır. Denemeler öncesinde *A. cepa* saf su ile yıkanmış, tabana yakın dış kabukları soyulmuş ve temizlenmiştir. Aynı boyutta olan 10 *A. cepa* seçilmiş ve saf su ile doldurulmuş kaplarda, oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Daha sonra homojen kök büyümesi gösteren *A. Cepa* tercih edilmiştir (İnceer ve Beyazoğlu, 2000) (Şekil 3.4-a).

Çimlendirilen soğanlardan benzer kök uzamasına sahip olanlar, 24 saat süre ile 100 ppm'lik $CuSO_4$ konsantrasyonuna maruz bırakıldı. Sonrasında kullanılan metanol ekstraktının antigenotoksik özelliklerinin ortaya çıkarılması için pozitif kontrole maruz bırakılan köklere 12 ve 24 saat uygulama sürelerinde sırasıyla 10, 50, 100, 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm'lik *S. junceum* metanol ekstraktı ile muamele edildi. Uygulama süresinin sonunda negatif kontrol, pozitif kontrol ve uygulama dozları ile muamele edilen aktif kök uçları alındı (Şekil 3.4-b). Kök örnekleri etil alkol-asetik asit (3v:1v) karışımında bir gece boyunca +4 °C'de bekletilerek fikse edildi. Sabitleme işleminin ardından materyalin uzun bir süre daha korunabilmesi için kökler stok çözeltiliye (%70'lik etil alkol) aktarıldı. Sonrasında materyaller +4 °C'de muhafaza edildi (Jones ve Rickards, 1990). Stok kökler saf suyla

yıkınmasının ardından, 1 N HCl içerisinde 60 °C'de 10-12 dakika boyunca hidrolize edildi (Jones ve Rickards, 1990). Hidroliz işlemi, hücrelerin birbirinden ayrılmasını ve daha iyi boyanmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirildi. Hidrolizden sonra kökler saf su ile yıkandı ve Shiff reagent solüsyonuna aktarıldı. 1,5 saatlik işlem sonrasında kök örnekleri boyandı. Boyamanın ardından belirgin olan kök uçları kesilerek lama alındı ve %45'lik asetik asitle preparatları hazırlandı. Hazırlanan preparatlar, saf etil alkol içeren bir şalede 4°C'de gece boyunca bekletildi. Son aşamada preparatlar Entellan ile kalıcı hale getirildi (Elçi, 1994) (Şekil 3.4-c-d).

Her uygulama konsantrasyonu için hazırlanan preparatlardan rastlantısal olarak seçilen 5 alandaki hücreler incelenmiştir (Şekil 3.4-e). 5 farklı preparatta hücre sayımları gerçekleştirilmiştir. Hücre bölünmesinin farklı evrelerindeki hücreler izlenerek kromozom anormallik tipleri belirlenmiştir (İnceer ve Beyazoğlu, 2000). Ardından, her bir uygulama grubunda bölünen hücrelerin toplam hücrelere oranını ifade eden mitotik indeks hesaplanmıştır. Mitotik indeks aşağıdaki formülle belirlenmiştir:

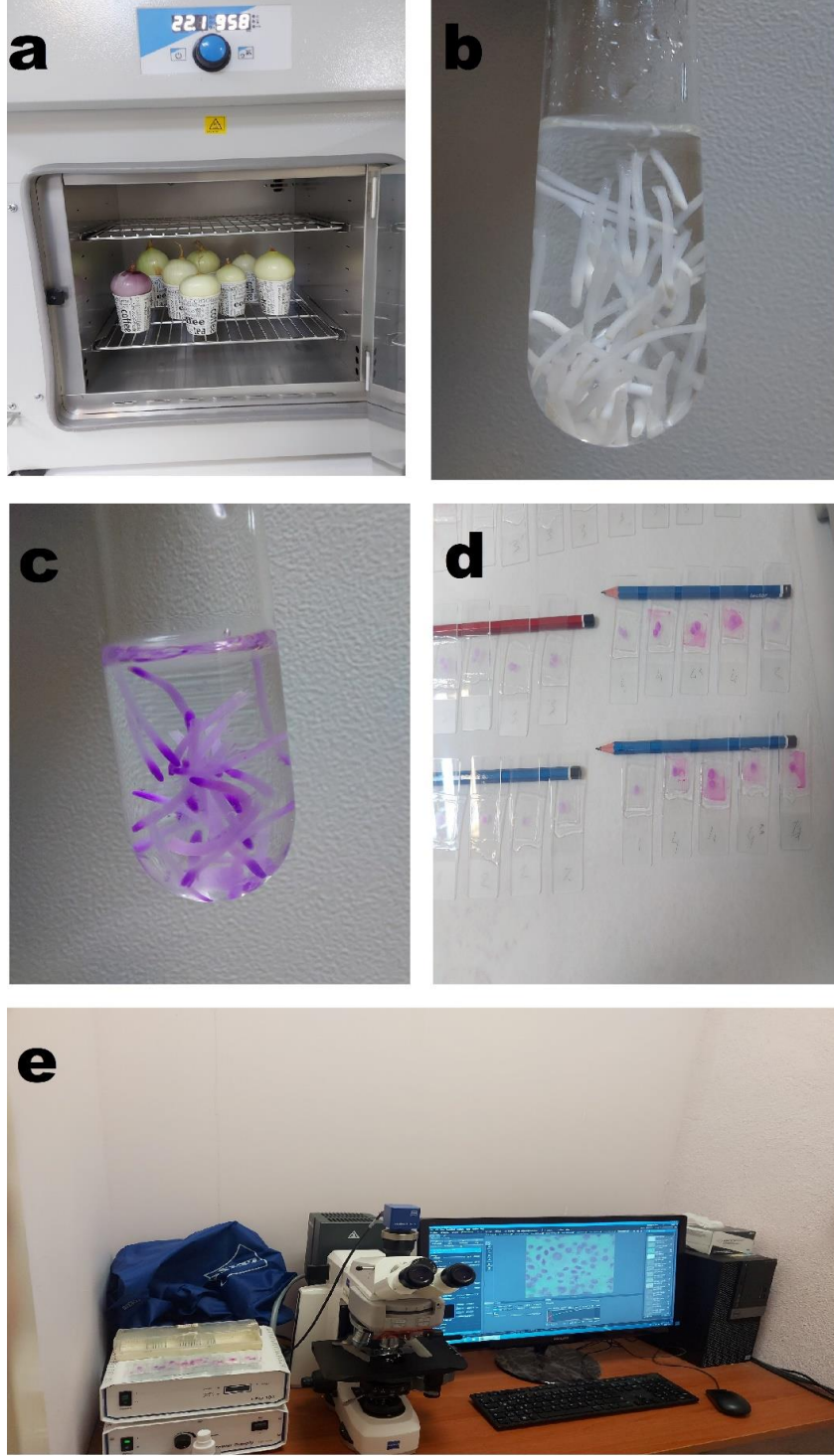
$$\text{Mitotik İndeks (\%)} = (\text{Bölünen Hücre Sayısı} \times 100) / \text{Toplam Hücre Sayısı}$$

Her uygulama grubu için bölünme aşamalarının her bir evresindeki hücre oranları saptanmıştır. Ayrıca, her evredeki anormal hücrelerin oranı ve bu anormalliklerin türleri belirlenmiştir. Normal ve anormal hücre oranları aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Kara vd., 1994):

$$\text{Normal hücreler için: \%} = (\text{Profazdaki Hücre Sayısı} \times 100) / \text{Toplam Mitotik Hücre Sayısı}$$

$$\text{Anormal hücreler için: \%} = (\text{Profazdaki Anormal Hücre Sayısı} \times 100) / \text{Profazdaki Toplam Hücre Sayısı}$$

Allium test analizinden elde edilen tüm veriler SPSS 20 bilgisayar programında değerlendirildi. Negatif kontrol ile pozitif kontrol ve uygulama grupları arasındaki varyasyonlar, SPSS 20 yazılımında iki yönlü Dunnett t-testi kullanılarak analiz edilmiştir ($p=0,05$).



Şekil 3.4: *Allium* testin bazı aşamaları: a: kullanılan *A. Cepa* etüve yerleştirilmesi, b: uygulama gruplarından alınan kök örnekleri, c: kök uçlarının boyanması, d: hazırlanan daimî preparatlar e: daimi preparatların mikroskopta incelenmesi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, *S. junceum* türüne ait morfolojik, anatomik, palinolojik, antibakteriyel ve antikanser özellikler detaylı olarak incelenmiş ve elde edilen bulgular önceki literatürle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Morfolojik Çalışmalar

Bu çalışmada, bitkinin morfolojik yapılarının makromorfolojisi, meyve ile tohum yüzeylerinin mikromorfolojik yapıları güncellenmiş ve sunulmuştur.

4.1.1. Makromorfolojik Çalışmalar

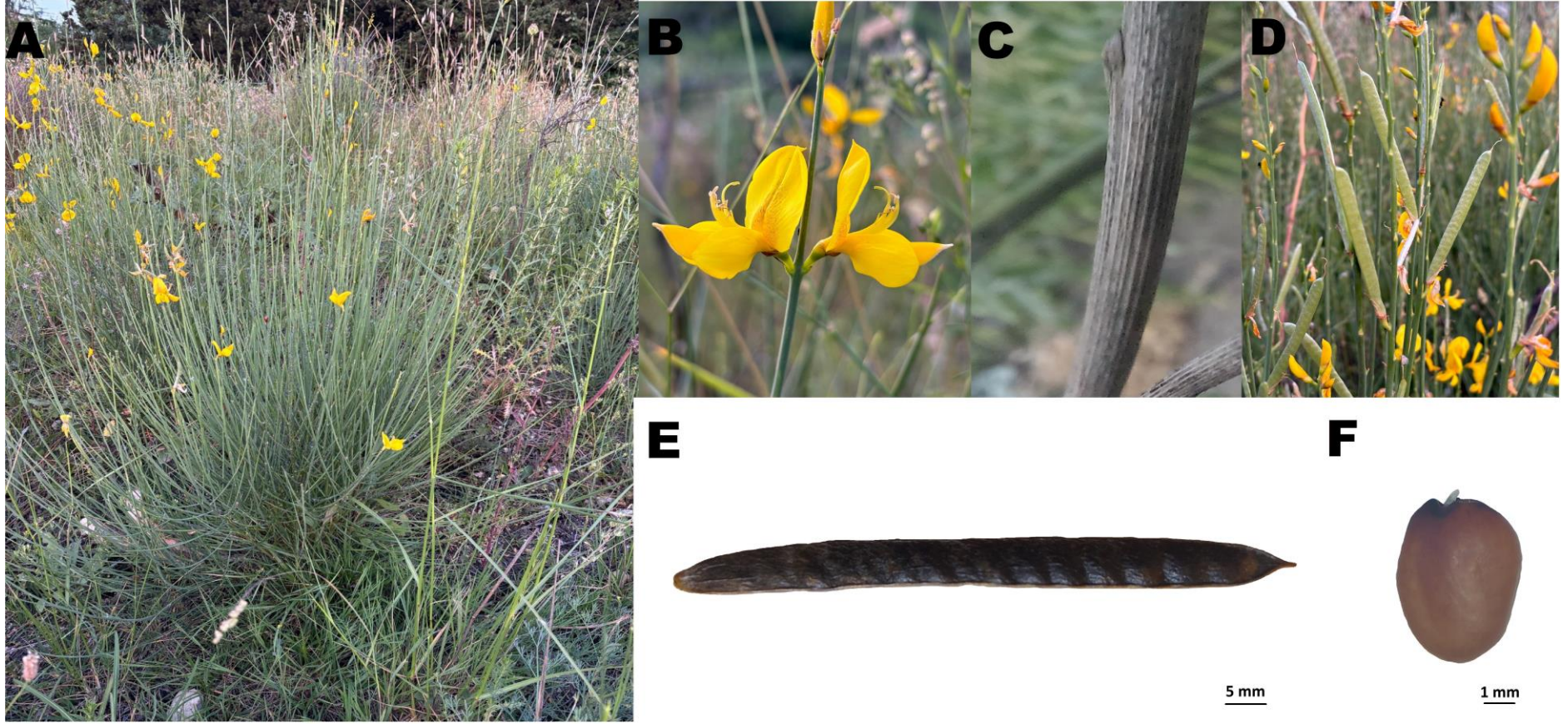
Spartium junceum türünün makromorfolojik karakterlerini içeren deskripsiyon özellikleri bu çalışma kapsamında güncellenmiştir (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1). Türün deskripsiyonu aşağıdaki gibidir;

Çok yıllık, tek veya küme halinde, 1 – 5 m boyunda, çalı formundadır. Kök: Kalınlaşmış odunsu, kazık kök şeklindedir. Gövde: Dik, çok dallanmış, yivli, tüysüzdür. Yapraklar: gri-yeşil sürgünler üzerinde, seyrek, basit, yapraklarını döken, stipullar yoktur, 1 – 5 cm boyunda X 2 – 5 mm eninde, yaprak ucu akut veya obtus, yaprak kenarları dişsizdir. Çiçek durumu: rasemoz, çiçekler çevresel dizilişli, salkımlar gevşek, salkımlardaki çiçek sayısı 5 – 30, meyvede uzar, salkım boyu 4 - 25 cm'dir. Kaliks: birleşik 5 sepalli. Sepaller: oval, kahverengi-sarı, 4 – 7 mm boyunda X 3 – 4,5 mm eninde. Petaller bayrakçık, kanatçıklar ve kayıkçıklar şeklinde, altın sarısı, bayrakçık ve kayıkçıklar uçta gaga şeklinde dışa doğru çıkıntılı. Bayrakçık oval, 22 – 31 mm boyunda X 14 – 18 mm eninde. Kanatçıklar oval-dikdörtgenimsi, 13 – 20 mm boyunda X 4 – 7 mm eninde, uçta yuvarlak veya obtus. Kayıkçıklar, oval-dikdörtgenimsi, 17 – 22 mm boyunda X 4 – 6 mm eninde. Stamenler: monodelf. Anterler: 1,7 – 2,1 mm boyunda. Filamentler: düz 14 – 18 mm boyunda. Ovaryum: linear, 6 – 8 mm boyunda X 1 – 1,2 mm eninde, tüylü. Meyve: yatay olarak baskılanmış bir legümen, kahverengi, linear-dikdörtgenimsi, 50 – 110 mm boyunda X 5 – 9 mm eninde, 10 – 24 tohumlu, kendiliğinden açılan şekildedir. Tohum: oval-dikdörtgenimsi, 4 – 5,5 mm boyunda X 3 – 4 mm eninde, kahverengi, yüzey yapısı düzdür. Çiçeklenme: 4 – 7. Meyvelenme: 6 – 8 aylarındadır.

Tablo 4.1: *Spartium junceum* türünün güncellenen makromorfolojik karakterleri.

Karakterler	Türkiye Florası	Çalışma Sonuçları
Bitki	Dik çalı, 1-3 m boyunda.	Çok yıllık, tek veya küme halinde, 1-5 m boyunda, çalı formunda.
Kök	-	Kalınlaşmış odunsu, kazık kök.
Gövde	Silindirik, yarıklı.	Dik, çok dallanmış, yivli, tüysüz.
Yaprak	Az, küçük, basit, dar eliptik, dökülen, stipüller yok.	Gri-yeşil sürgünler üzerinde, seyrek, basit, dökülen, stipüller yok, 1–5 cm boyunda ve 2–5 mm eninde.
Sepal	Kaliks düzensiz yırtılmış veya bütün, uç kısmında beş çok küçük diş var.	Birleşik 5 sepalli, oval, kahverengi-sarı, 4–7 mm boyunda ve 3–4,5 mm eninde.
Petal	Petaller 20-30 mm, uçta gaga şeklinde 2 mm çıkıntılı	Petaller bayrakçık, kanatçıklar ve kayıkçıklar şeklinde, altın sarısı, bayrakçık ve kayıkçıklar uçta gaga şeklinde dışa doğru çıkıntılı. Bayrakçık oval, 22 – 31 mm boyunda X 14 – 18 mm eninde. Kanatçıklar oval-dikdörtgenimsi, 13 – 20 mm boyunda X 4 – 7 mm eninde, uçta yuvarlak veya obtus. Kayıkçıklar, oval-dikdörtgenimsi, 17 – 22 mm boyunda X 4 – 6 mm eninde
Stamenler	Monodelf	Monodelf
Anterler	-	1,7 – 2,1 mm boyunda
Filamentler	-	Düz 14 – 18 mm boyunda

Ovaryum	-	Linear, 6–8 mm boyunda ve 1–1,2 mm eninde, tüylü.
İnfloresans	Gevşek salkımlarda sırayla yer almakta.	Rasemoz, salkımlar gevşek, 5–30 çiçek içerir. Salkım boyu 4–25 cm.
Meyve	Yanlamasına sıkışmış, tüysüz legümen, 6,5–8,5 cm boyunda ve 0,6 cm genişliğinde, 12–20 tohumlu.	Yatay olarak baskılanmış legümen, kahverengi, 50–110 mm boyunda ve 5–9 mm eninde, 10–24 tohumlu, kendiliğinden açılan.
Tohum	-	Oval-dikdörtgenimsi, 4 – 5,5 mm boyunda X 3 – 4 mm eninde, kahverengi, yüzey yapısı düzdür
Çiçeklenme	4-7.	4-7.
Meyve Verme	-	6-8.



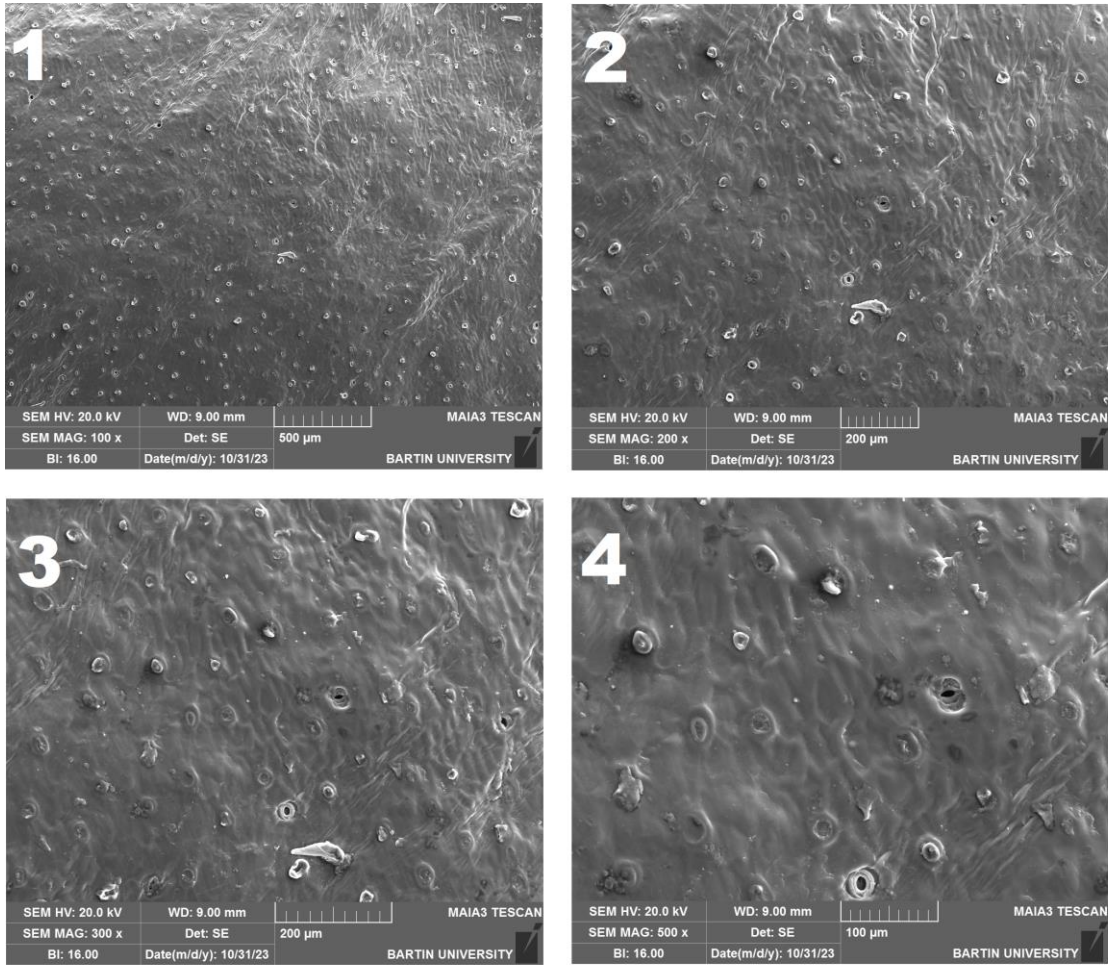
Şekil 4.1: *Spartium junceum* makromorfolojik görünümü; **A**: genel görünüm, **B**: çiçek, **C**: gövde, **D** ve **E**: meyve, **F**: tohum.

Polhill yaptığı çalışmasında, Fabaceae familyasının üyelerinin yaprak tipleri, çiçek yapıları ve meyve özellikleri hakkında genel bir çerçeve sunmuştur. Polhill'e göre, bu familya üyeleri paripinnat, imparipinnat, bipinnat gibi farklı yaprak tiplerine sahip olabilir ve çiçekler düzenli ya da düzensiz simetrik olup, hipogin ya da perigin durumunda olabilmektedir. Ayrıca, çiçeklerin hermafrodit olduğu ve legümen tipi meyve taşıdığı belirtilmiştir (Polhill, 1985). Bu çalışmadan elde edilen bulgular, Polhill'in genel gözlemleriyle bazı benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. *Spartium junceum* türü, çok yıllık ve çalı formunda olup, 1-5 m boyunda ve kök yapısı kalınlaşmış odunsu kazık kök olarak tanımlanmıştır. Yapraklar, gri-yeşil sürgünler üzerinde basit ve dökücüdür. Yaprak ucu akut veya obtus şeklindedir. Polhill'in çalışmasındaki yaprak özelliklerine benzer şekilde, yaprak kenarları dişsizdir. Familyadaki türler genellikle stipula bulundurmaktadırlar. Bu çalışmada, *S. junceum* türü Fabaceae familyasının diğer üyelerinden farklı olarak stipula taşımamaktadır. Çiçekler rasemoz düzenle yer almakta olup, salkımlar gevşek ve 5-30 çiçek içermektedir. Kaliks 5 sepalli birleşik yapıda olup, Polhill (1985)'in çalışmasında belirtilen sepallerin oval ve kahverengi-sarı renkli olmasıyla benzerlik göstermektedir. Petaller ise bayrakçık, kanatçık ve kayıkçık şeklindedir, ancak uçları dışa doğru çıkıntılı olup, altın sarısı renktedir. Stamenler monodelfus (birleşik) olup, filamentler düz ve uzunluktan 14-18 mm arasında değişmektedir. Bu durum Polhill (1985)'in çalışmasındaki genel monodelf yapısına paraleldir. Meyve, yatay olarak baskılanmış legümen şeklinde olup, kendiliğinden açılan kahverengi renkte ve linear-dikdörtgenimsi bir yapıya sahiptir. Polhill'in çalışmasındaki legümen meyve yapısına benzer olarak, tohumlar kahverengi ve yüzeyi düzdür. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Polhill (1985)'in çalışmasındaki genel morfolojik özelliklerle büyük ölçüde örtüşmektedir. Ancak, yapraklar ve stipula durumu gibi bazı detaylar arasında farklılıklar gözlemlenmiştir.

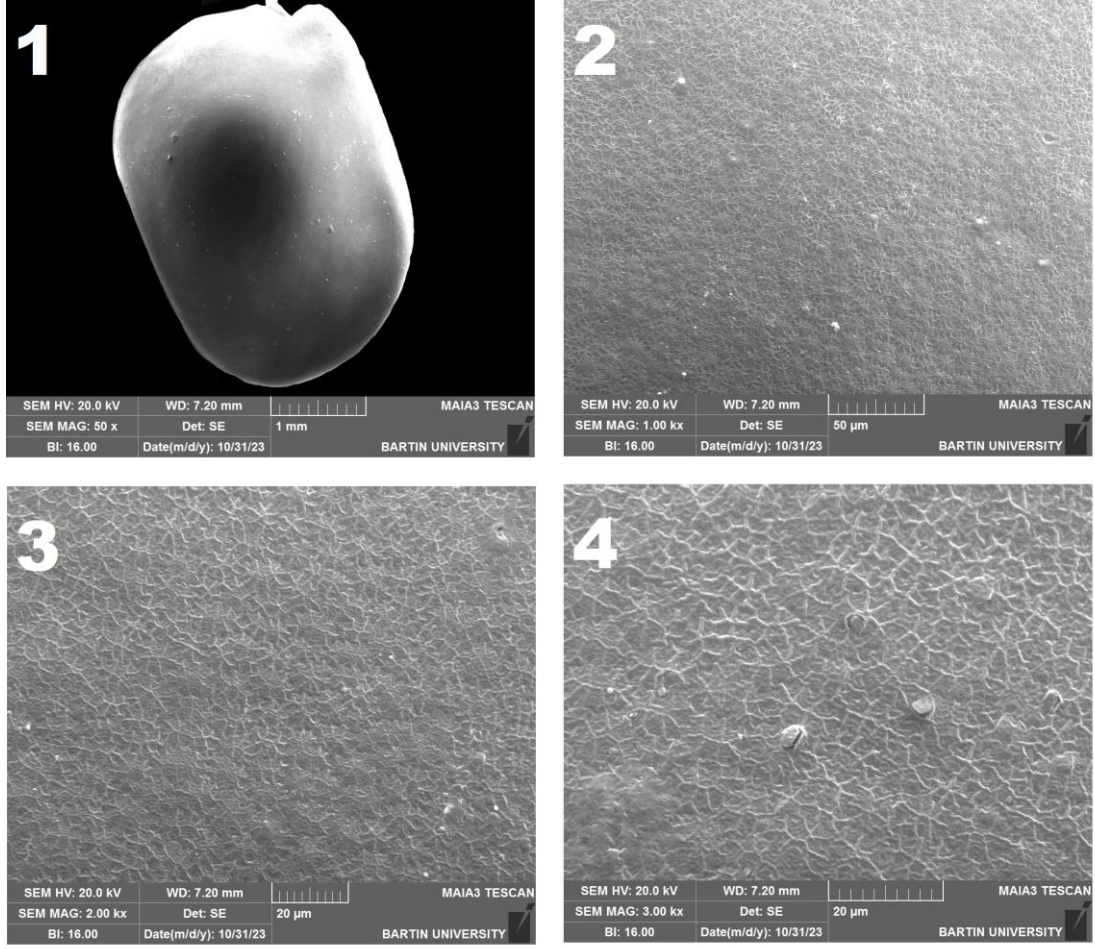
Spartium junceum türünün deskripsiyon özellikleri Türkiye Florası'nda verilmiştir (Chamberlain, 1969). Bu kapsamda verilen özelliklerin az sayıda birey ve taksonomik karakter üzerinden yapıldığı, güncellenmeye ve geliştirilmeye ihtiyacı olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, bu tez çalışmasında türün makromorfolojik özellikleri çok sayıda birey üzerinden yeni eklenen birçok karakterle güncellenmiştir. Bu çalışmada, bitki boyu, gövde, yaprak, sepal, petal, infloresans ve meyve karakterleri gibi Türkiye Florası'nda yeralan karakterler revize edilmiştir. Bunun yanında, türün kök, anter, filament, ovaryum ve tohum karakterleri deskripsiyonuna ilk defa eklenmiştir.

4.1.2. Mikromorfolojik Çalışmalar

İncelenen türün meyve ve tohum yüzeylerinin mikromorfolojik yapıları SEM aracılığıyla incelenmiş ve mikro yapılarını gösteren SEM resimleri Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de sunulmuştur. Meyve yüzeyinde belirgin olmayan antiklinal ve periklinal hücre duvarları ve tuberkulat ornamentasyon tipini içeren mikromorfolojik yapılara rastlanmıştır (Şekil 4.2). Tohumlar içbükey periklinal duvarlara, yükseltilmiş antiklinal duvarlara ve retikulat yüzey ornamentasyona sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.2: *Spartium junceum* türünün meyve yüzeyi SEM resimleri; 1: 100X, 2: 200X, 3: 300X ve 4: 500X.



Şekil 4.3: *Spartium junceum* türünün tohum yüzeyi SEM resimleri; 1: 50X, 2: 1000X, 3: 2000X ve 4: 3000X.

Son yıllarda, türlerin ilişkilerini belirlemek için yapılan moleküler ve filogenetik çalışmalara ek olarak, mikromorfolojik bilgiler de filogenetik ilişkilerin anlaşılmasında destekleyici bir rol oynamaktadır. Meyve ve tohum morfolojik yapıları genellikle taksonlar arasında varyasyon gösterir ve bu varyasyonlar taksonomik seviyelerin ayırt edilmesine yardımcı olur (Karaismailoğlu vd., 2018; Palabaş Uzun vd., 2020). Bu çalışmada, monotipik *S. junceum* türünün meyve ve tohum mikromorfolojik yapıları ilk kez detaylı olarak çalışılmış ve cinsin dolayısıyla da familyanın bu alandaki veri tabanına katkı sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önceki yıllarda familyanın farklı türleri üzerine yapılan çalışmalarla paralellik göstermiştir (Vural vd., 2008; Turki vd., 2013; Shemetova vd., 2018; Palabaş Uzun vd., 2020; Waheed vd., 2021; Zhao vd., 2023; Zarre vd., 2024).

4.2. Anatomik Çalışmalar

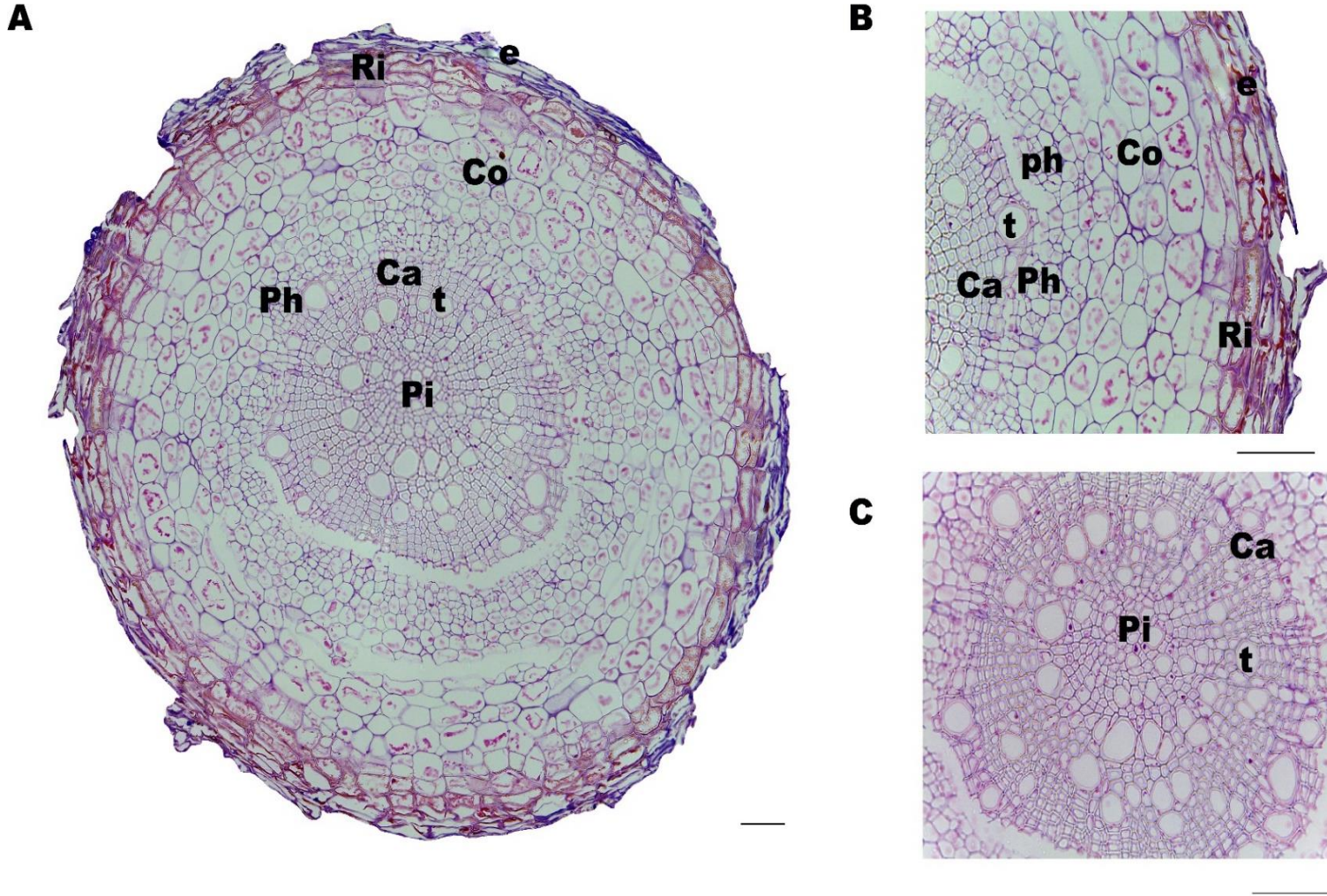
Bu tez çalışmasında, *S. junceum* türünün kök, gövde, yaprak ve tohum anatomik yapıları ilk kez detaylı bir şekilde incelenmiştir (Şekil 4.4-4.7). Türün kök kesitlerinde, en dış kısımda parçalanmış bir epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermisin altında, çoğunlukla dikdörtgen veya düz hücrelerden oluşan 4-6 sıra rizoderma tabakası gözlemlenmiştir. Bu tabakanın kalınlığı $98.25 \pm 9.14 \mu\text{m}$ 'dir. Rizoderma tabakasının altında, büyük yassı hücrelerden oluşan 4-5 sıra korteks tabakası gözlemlenmiştir. Bu tabakanın kalınlığı $173.83 \pm 15.36 \mu\text{m}$ 'dir. Korteksin altındaki floem tabakası $56.19 \mu\text{m} \pm 8.41$ genişliğindedir. Floem dokusunun arasında, iletim bölgesinden kortekse uzanan öz bölgesi görülmüştür. Öz bölgesi $6,4-25 \mu\text{m} \times 180-220 \mu\text{m}$ arasında değişmektedir. Floemden sonra çok ince bir kambiyum tabakası görülmektedir. Kambiyumun altında, ksilem geniş bir şekilde trake ve trakeidlerle kaplanmıştır. Trakeidlerin boyutları $12-25 \mu\text{m} \times 28-42 \mu\text{m}$ 'dir. Merkezi öz hücrelerinin ise $8-32 \mu\text{m} \times 10-35 \mu\text{m}$ boyutlarında olduğu kaydedilmiştir (Şekil 4.4).

Türün gövde enine kesitlerinde, en dışta tek sıralı dikdörtgen veya yassı şekilde bir epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermis tabakasının kalınlığı $2,61-33,14 \mu\text{m}$ arasında değişkenlik göstermiştir. Epidermis tabakası hücrelerinin dışa bakan yüzeyinde kalın bir kutikula tabakasına rastlanmıştır. Epidermisin altında, sklerenkima ve asimile eden parankima hücre topluluklarıyla dolu bir korteks tabakası bulunur. Korteks tabakasının kalınlığının $96,55-110,27 \mu\text{m}$ arasında olduğu ölçülmüştür. Sklerenkimatik hücre kümeleri $39,78-44,03 \mu\text{m} \times 57,11-63,29 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Korteksin altında 6-8 sıradan oluşan küçük yassı hücrelerden meydana gelen $34,96-44,65 \mu\text{m}$ kalınlığında bir floem tabakası vardır. Floemdeki sklerenkima kesintilidir. Gövde iletim demetleri açık yan yana ve tek sırada düzenlenmiştir. Ksilem tabakasında, trakeler 4-7 radyal sırada düzenlenmiştir. Meristem bölgesi büyük yuvarlak parankimatik hücrelerden oluşmuştur. Gövde ikincil kalınlaşma göstermiştir (Şekil 4.5).

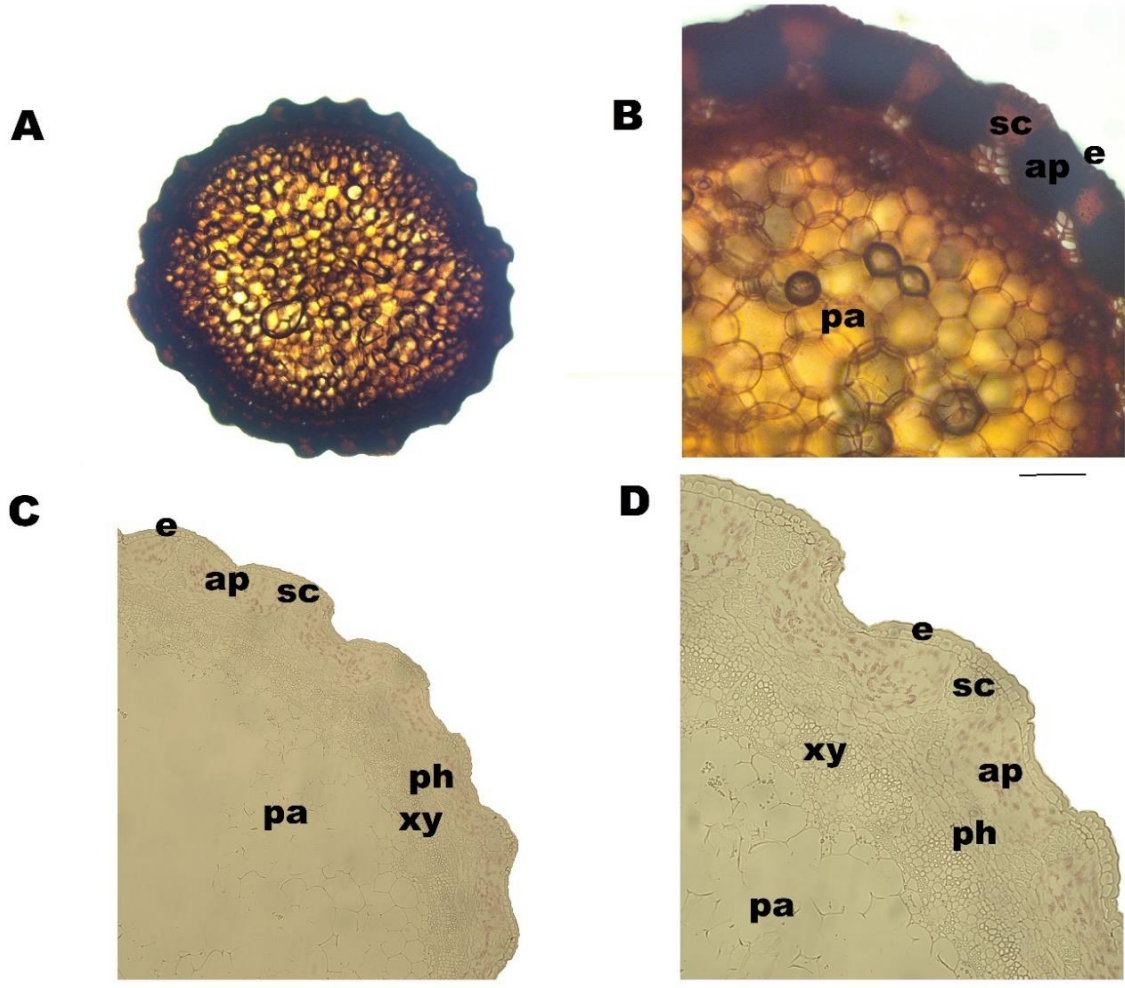
Türün yaprak enine kesitlerinde, üstte ve altta bir sıralı yassı hücrelerden oluşan epidermis tabakası yer almaktadır. Üstteki epidermis tabakasının kalınlığı $28,54-34,76 \mu\text{m}$ iken, alt epidermis tabakasının $23,18-32,10 \mu\text{m}$ aralığında olduğu belirlenmiştir. Epidermis tabakasının altında bifasiyal tipte bir mezofil tabakasına rastlanmıştır. Türün mezofil tabakasının kalınlığı $108,44-132,15 \mu\text{m}$ olarak kaydedilmiştir. Orta damarda floem ve ksilem kısımları oldukça belirgindir. Orta damar boyutlarının genişlik olarak $62,05$ ile $91,28 \mu\text{m}$ arasında, uzunluk olarak $75,16$ ile $103,07 \mu\text{m}$ arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Orta damarlar

oval şekildedir. Kollateral vasküler demetler tek bir sıra halinde düzenlenmiş ve parankimal kılıf hücreleri ile çevrelenmiştir. Yaprak yüzeylerinde poligonal şekilde epidermal hücreler gözlenmiştir. Stoma indeksi üst yüzeyde 36,15 iken alt yüzeyde 41,28 olarak hesaplanmıştır. Araştırılan türün stoma tipi anomositik olarak tanımlanmış ve stomaların epidermisle aynı seviyede olduğu görülmüştür. Stoma boyutunun üst yüzeyde alt yüzeye göre belirgin bir şekilde daha büyük olduğu izlenmiştir (Şekil 4.6).

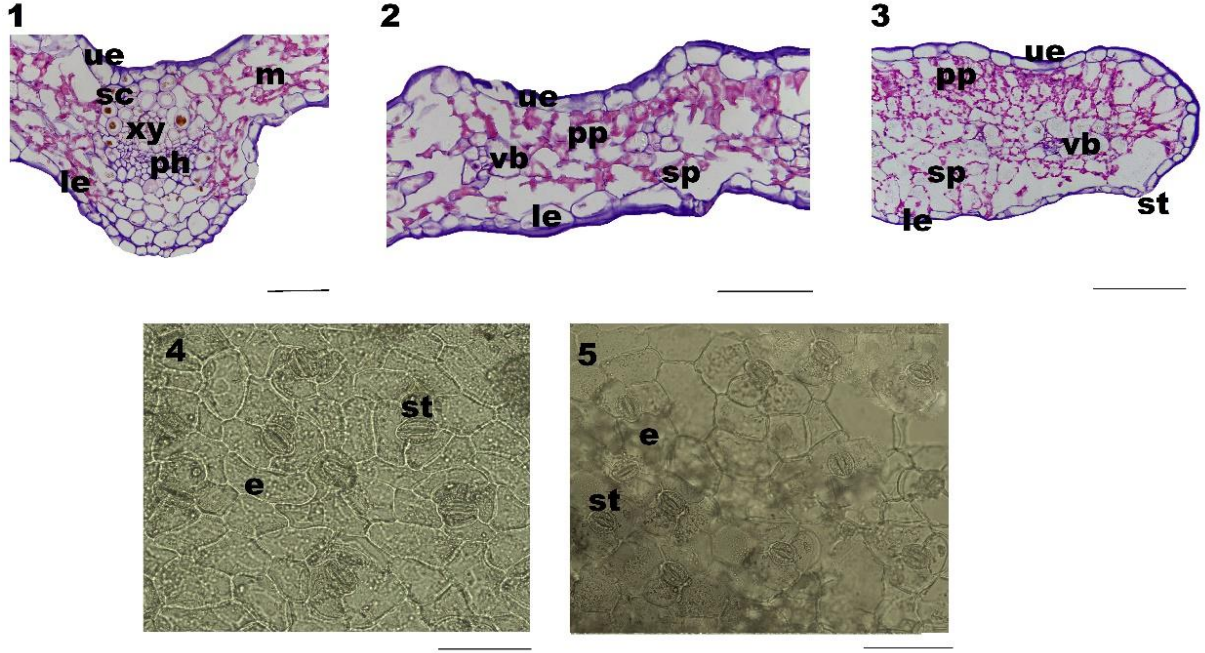
İncelenen türün tohum testa anatomik yapıları Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Epidermis tabakası, düz veya kalın duvarlı çokgen sklerenkimatik hücrelerden oluşmuştur. Bu tabakanın kalınlığı $91,89 \pm 8,62 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür. Testanın altında 2-3 sıra yassı hücrelerden oluşan bir endosperm parankimasına rastlanmıştır. Bu tabakanın kalınlığıda $81,39 \pm 14,58 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4.7).



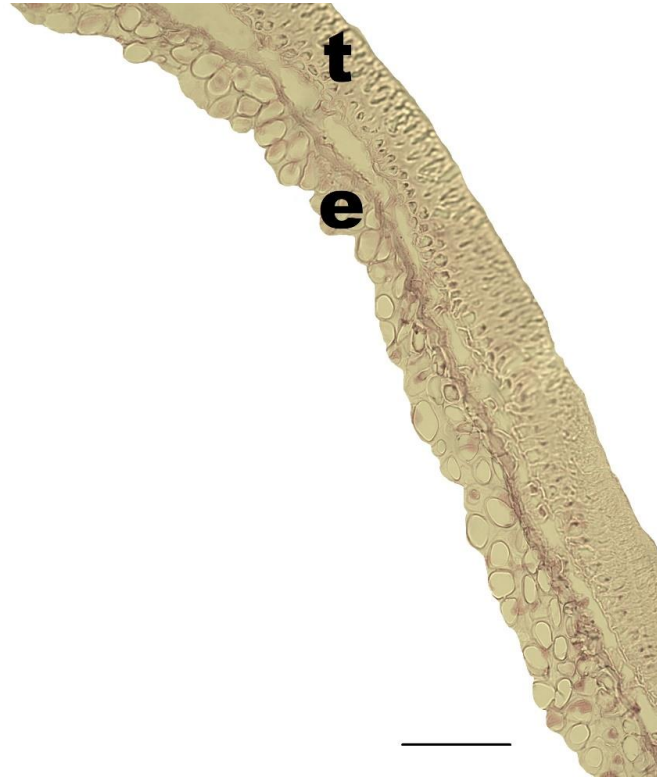
Şekil 4.4: *Spartium junceum* türünün kök anatomik yapısı; a: genel görünüm, b: korteks yakın görünüm, c: öz bölge yakın görünüm (e: peridermis, Ri: rizoderma, Co: Korteks, Ca: Kambiyum, Ph: Floem, t: trake, Pi: Öz bölge. Ölçekler; 100 µm).



Şekil 4.5: *Spartium junceum* türünün gövde anatomik yapısı; A: genel görünüm, B, C ve D: yakın görünüm (e: epidermis, ap: asimileme parankiması, sc: sklerankimatik kümeler, ph: Floem, xy: ksilem, pa: parankima. Ölçekler: 100 µm).



Şekil 4.6: *Spartium junceum* türünün yaprak anatomik yapıları; 1: orta damar, 2 ve 3: lateral kısımlar, 4: üst yüzey ve 5: alt yüzey (st: stoma, e: epidermis, ue: üst epidermis, le: alt epidermis, vb: damar demeti, pp: palizat parankimi, sp: sünger parankimi, m: mezofil, Ölçekler: 100 μ m).



Şekil 4.7: *Spartium junceum* tohum testasının anatomik yapısı (t: testa, e: endosperm, Ölçek: 100 μ m).

Metcalfe ve Chalk, anatomik karakterlerin ve bunların sistematik uygulamalarının Fabaceae familyasının taksonomisine katkı sağladığını belirtmiştir (Metcalfe ve Chalk, 1957). Ayrıca, bu familyaya dayanan anatomik çalışmalar da rapor edilmiştir (Pirani vd., 2006; Mehrabian vd., 2007; Kahraman vd., 2014; Dural ve Yılmaz Çitak, 2015; Saghi vd., 2015; Tekin ve Akyol, 2018; Özbek vd., 2021). Buna bağlı olarak, bu çalışmada *S. junceum*'un kök, gövde, yaprak ve tohumlarının anatomik karakterleri ilk kez detaylı olarak incelenmiştir (Şekil 4.4-4.7). Köklerin şen dış kısmında ince bir parçalanmış epidermis tabakası, bu tabakanın hemen altında daha kalın bir rizoderma tabakası, büyük öz ile ana ksilem bileşenlerini ve sklerenkimatik yapıları içeren bir yapı gözlenmiştir. Kök anatomisi ile ilgili olarak, Bezic ve arkadaşlarının çalışmasında *S. junceum* türünde kökün birincil yapısında tam gelişmemiş bir endodermisin bulunduğunu, sekonder yapının ise depolama ve mekanik destek işlevi gördüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise, kök enine kesitlerinde rizoderma tabakasının 4-6 sıralı olduğu ve bunun altında geniş yassı hücrelerden oluşan korteks tabakasının yer aldığı kaydedilmiştir. Korteks tabakasının oldukça kalın ($173,83 \pm 15,36 \mu\text{m}$) olması, türün su ve besin depolama kapasitesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, floem tabakasının genişliği ve öz ışınlarının korteks boyunca belirgin bir şekilde uzanması, kökün su ve besin iletim mekanizmalarına uyum sağladığını ifade etmektedir. Kambiyumun altındaki ksilem tabakasında geniş trake ve trakeidlerin bulunması, yayınlanan makalesinde sekonder yapının mekanik destek işlevini güçlendirdiği bulgusunu desteklemektedir (Bezic vd., 2002).

Spartium junceum'un gövdesinde karakteristik olarak, epidermis tabakasının hemen altında bir bant oluşturan asimilasyon parankiması ve sklerenkima hücre kümeleri yer almıştır. Familya içinde yapılan gövde anatomisi çalışmalarında benzer bir durum *Astragalus* L. cinsinde gözlenmiştir (Özbek vd., 2021), ancak *Hedysarum* (Tekin ve Akyol, 2018) ve *Trifolium* L. (Zoric vd., 2012) cinslerinde gövdede asimilasyon parankimasına rastlanmamıştır. Ayrıca, bu çalışmada türün gövde enine kesitinde sklerenkimatik hücre kümelerinin bulunduğu ve korteks tabakasının altında floem tabakasının kesintili bir sklerenkima dokusu ile desteklendiği gözlemlenmiştir. Bu durum, gövdenin mekanik dayanıklılığını artırdığı gibi iletim elemanlarının işlevselliğini de optimize ettiği düşünülmüştür. Bunun yanında, sekonder kalınlaşmanın açık bir şekilde gözlenmesi, gövdenin kserofit özelliklere katkı sağlayarak uzun süreli su iletimi ve depolama kapasitesine uyum sağladığını göstermiştir.

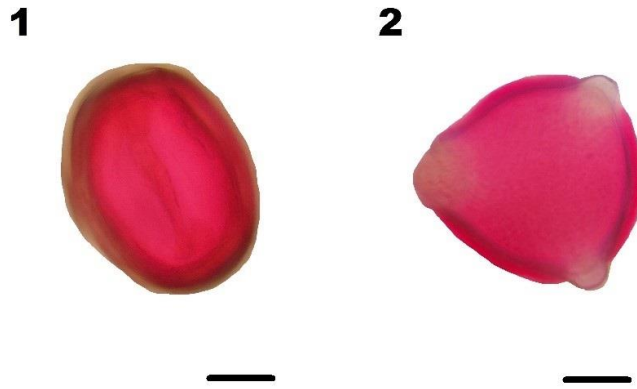
Yaprak izobilateral ve bifasiyalıdır. Yaprığın enine kesitlerinde mezofil tabakasındaki sünger parankimasının, palizat parankimasından daha geniş bir alanı kapladığı görülmüştür.

Yapraktaki stomalar anomositik tiptedir. Bu tip, Fabaceae familyasında yaygındır (Özbek vd., 2021). Ancak, bazı cinslerde anizositik tip stomaların bulunduğu da rapor edilmiştir (Tekin ve Akyol, 2018). İncelenen türde, üst yüzeydeki stomaların boyutlarının alt yüzeydekilerden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, familya içindeki cinsler üzerine yapılan önceki anatomik çalışmalarda rapor edilmemiştir.

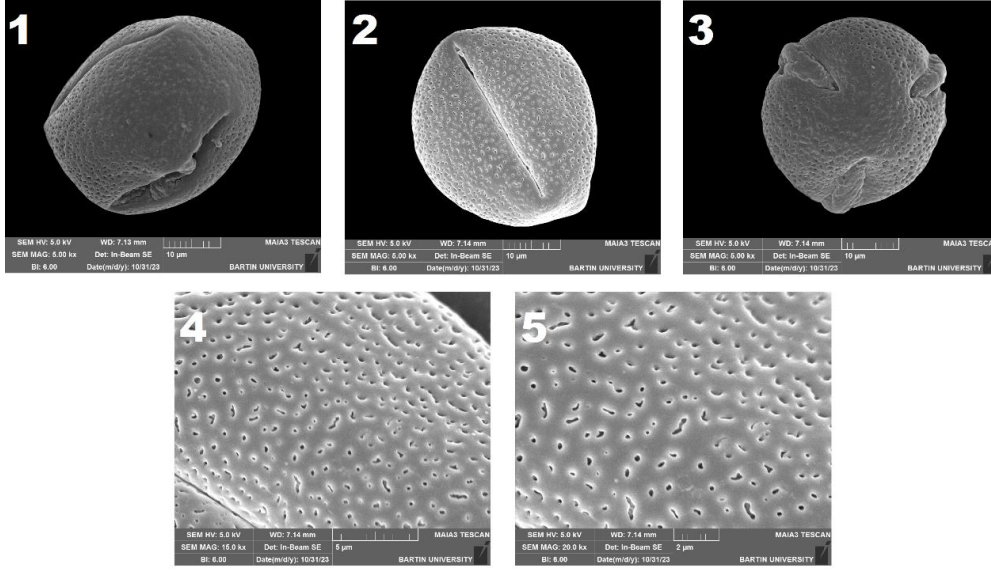
Tohum testa anatomik karakterleri, çevresel koşullardan az etkilendikleri için taksonomide tutarlı özellikler olarak bilinirler (Marzouk 2006; Karaismailoğlu ve Erol, 2018). Fabaceae familyasındaki bazı cinslerin tohum testa yapıları, Vaughan vd. ve Marzouk tarafından anatomik olarak belirlenmiştir (Vaughan vd., 1976; Marzouk, 2006). Bu çalışmada incelenen taksonun tohum kabuğu, önceki çalışmalarda yalnızca parankimatik tabakaların varlığı ile karşılaştırıldığında, sklerotik epidermis ve parankimatik yapılardan oluşan iki tabakadan oluştuğu gözlenmiştir.

4.3. Palinolojik Çalışmalar

Çalışılan türün polen karakterleri ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Sonuçlar türün polenlerinin radyal simetrik, prolat ve izopolar olduğunu göstermiştir. Polenler, $31,67 \pm 0,18 \mu\text{m}$ polar eksene ve $22,39 \pm 0,12 \mu\text{m}$ ekvatorial eksene sahiptir (Şekil 4.8-4.9). Eksen boyutları, polenlerin taksonomik ayrımında önemli bir gösterge olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Polenlerin intin hücre duvarı kalınlığı $0,44 \pm 0,04 \mu\text{m}$ genişliğinde iken ekzin tabakası kalınlığının ise $2,53 \pm 0,08 \mu\text{m}$ genişliğinde olduğu belirlenmiştir. Polen açıklıkları trikolpat olup, kenarları oldukça düzenli ve uç kısımları nispeten dar bir formdadır. Polen yüzey ornamentasyonu mikoretikulat tipte olup, polen yüzeyi genel anlamda ince ve detaylı bir yapıya sahiptir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: *Spartium junceum* türünün polenlerin ışık mikroskobu görüntüleri; 1: ekvator eksen, 2: polar eksen (Ölçekler: $10 \mu\text{m}$).



Şekil 4.9: *Spartium junceum* türünün polenlerinin SEM resimleri; 1 ve 2: ekvatorial eksenleri, 3: polar eksen, 4 ve 5: yüzey ornamentasyonu.

Bu tez çalışmasında monotipik *S. junceum* türünün polenleri ilk kez ışık ve elektron mikroskopları ile çalışılarak; türün palinolojik deskripsiyonu yapılmıştır. Familya üzerinde diğer cinsler üzerine yapılan palinolojik çalışmalar, türlerin tanımlanması ve sistematik ilişkilerinin belirlenmesi açısından kritik bilgiler sunmuştur. Pınar vd. tarafından *Astragalus* L. cinsinin *Onobrychoidei* DC. seksiyonunda yer alan türlerin polen morfolojisini incelenmiş ve polenlerin çoğunlukla trikolporat olduğunu, prolat veya prolat-sferoidal şekillerde bulunduğunu bildirmişlerdir (Pınar vd., 2009). Benzer şekilde, *Millettieae* tribusuna ait türlerin polen morfolojisi de detaylı bir şekilde çalışılmış ve polenlerin benzer ekzin stratifikasyonu ile karakterize olduğu belirlenmiştir (Hsu ve Huang, 2001). Ayrıca, Türkiye'de endemik olan *Astragalus tmoles* Boiss. var. *bounacanthus* (Boiss.) Chamberlain 'un morfolojik, anatomik ve palinolojik özelliklerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada polenlerin trikolpat apertüre sahip olduğu ve subprolat şeklinde buldukları açıklanmıştır (Kaya, 2022). Polen yüzeyinin mikoretikulat olduğu ve bu özelliklerin taksonomik ayırmda önemli olduğu vurgulanmıştır. *Onobrychis* Mill. cinsine ait türlerin polen morfolojisi üzerine yapılan bir başka çalışmada ise türlerin polen boyutları ve morfolojisi incelemiş ve polenlerin trikolpat tipte olduğu ve prolat şekline sahip oldukları bildirilmiştir (Avcı vd., 2013). Ayrıca, polen boyutu ile kromozom sayısı arasında bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. *Trigonella* türlerinin polen morfolojisi üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise, polenlerin genellikle trikolporat olduğu ve taksonomik ayırmda kolaylık sağlayacak çeşitli ornamentasyon tiplerine sahip oldukları gözlemlenmiştir (Pınar vd.,

2014). Türkiye'de Fabaceae familyası üzerine yapılan palinolojik çalışmalar, bu familyanın tür çeşitliliğini ve morfolojik özelliklerini anlamak için kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmalar, bitki sistematığı ve taksonomisi açısından önemli veriler sunmakta ve Türkiye flora zenginliğinin ortaya çıkarılmasına katkı sağlamaktadır.

4.4. Antibakteriyel Çalışmalar

Bu çalışmada, *S. junceum* metanol ekstraktının antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon, MİK, MBK yöntemleriyle 3 tane gram (+) bakteri (*Enterococcus durans*, *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Bacillus subtilis* DSMZ1971) ve 3 tane gram (-) bakteri (*Escherichia coli* ATCC 2592, *Enterobacter aerogenes* ATCC13048, *Salmonella Enteritidis* ATC13075) suşlarına karşı değerlendirilmiştir.

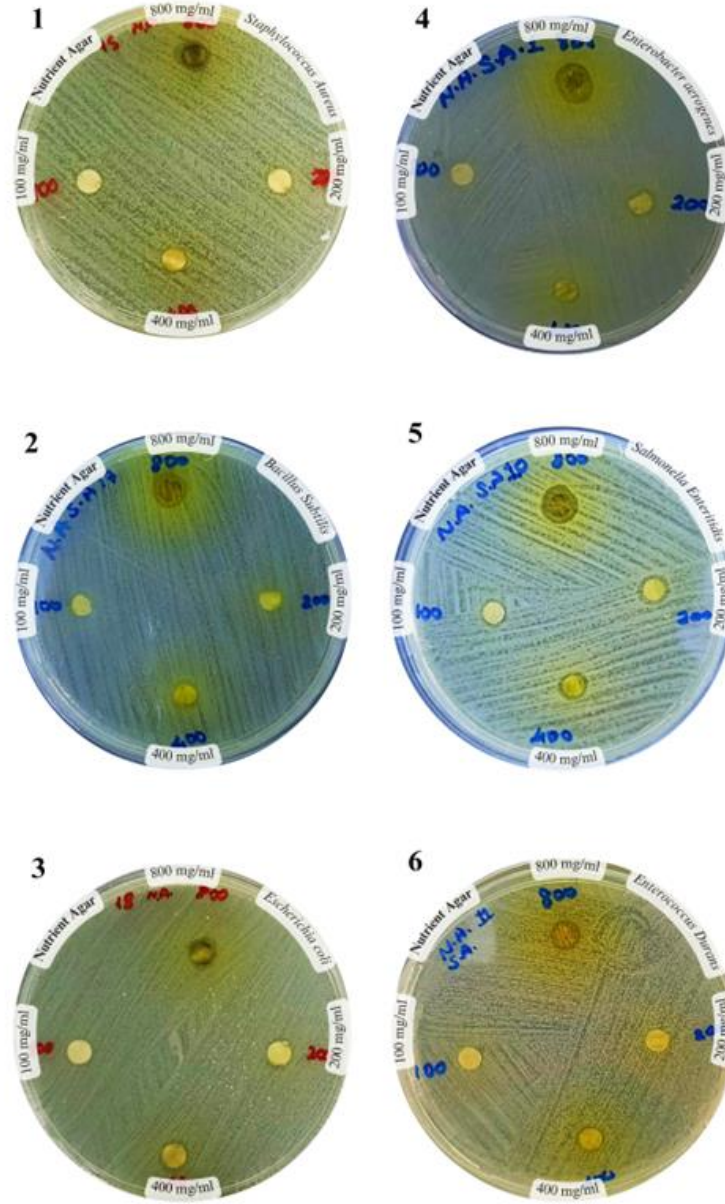
Spartium junceum metanol ekstraktının *E. durans*, *S. aureus* ATCC25923, *B. subtilis* DSMZ1971, *E. coli* ATCC2592, *E. aerogenes* ATCC13048, *S. enteritidis* ATC1307 bakterisi suşlarına karşı MİK ve MBK ölçülmüştür.

4.4.1. Disk Difüzyon Çalışmaları

Spartium junceum metanol ekstraktının antibakteriyel etkisi, disk difüzyon yöntemiyle yapılan denemeler sonucunda elde edilen zon çaplarının milimetrik aritmetik ortalamaları ve standart sapmalarının analiz edilmesiyle değerlendirilmiştir (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2). Türev metanol ekstraktının farklı konsantrasyonlar (800, 400, 200, 100 mg/mL) ile belirtilen bakteri suşları üzerinde yapılan testler, ekstraktın mikroorganizmaları inhibe ettiğini göstermiştir.

Enterococcus durans bakteri suşu üzerinde yapılan testte, 800 mg/mL'de $8,5\pm 0,5$ mm, 400 mg/mL'de $8\pm 0,70$ mm, 200 mg/mL'de $7,75\pm 0,82$ mm ve 100 mg/mL'de $7,25\pm 1,08$ mm'lik aritmetik ortalama inhibisyon zon çapları gözlemlenmiştir (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2). *Staphylococcus aureus* ATCC25923 üzerindeki testlerde ise, 800 mg/mL'de $7,25\pm 0,82$ mm, 400 mg/mL'de $7\pm 1,22$ mm, 200 mg/mL'de $6,75\pm 0,82$ mm ve 100 mg/mL'de $6,25\pm 0,43$ mm'lik ortalama inhibisyon zon çapları elde edilmiştir (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2). *Bacillus subtilis* DSMZ1971 üzerinde yapılan testlerde, 800 mg/mL'de 8 ± 0 mm, 400 mg/mL'de $8,12\pm 0,89$ mm, 200 mg/mL'de $7,12\pm 0,73$ mm ve 100 mg/mL'de $6,75\pm 0,82$ mm'lik ortalama zonlar saptanmıştır (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2). *Escherichia coli* ATCC2592 üzerindeki testlerdeki zon büyüklükleri, 800 mg/mL'de $7,5\pm 0,5$ mm, 400 mg/mL'de $8\pm 0,70$ mm, 200 mg/mL'de $7,5\pm 0,5$ mm ve 100 mg/mL'de $7,25\pm 1,08$ mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2). *Enterobacter aerogenes* ATCC13048 üzerinde yapılan deneylerde, 800 mg/mL'de $7,75\pm 0,82$ mm, 400 mg/mL'de $7,75\pm 0,82$ mm, 200 mg/mL'de $7,25\pm 0,43$ mm ve 100 mg/mL'de $6,5\pm 0,5$ mm 'lik bir inhibisyon zon ortalaması bulunmuştur (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2). *Salmonella enteritidis* ATCC1307 üzerindeki testlerde ise, 800 mg/mL'de $7,62\pm 0,81$ mm, 400 mg/mL'de $7,25\pm 0,82$ mm, 200

mg/mL'de $7,25 \pm 0,43$ mm ve 100 mg/mL'de $6,37 \pm 0,41$ mm 'lik ortalama inhibisyon zon çapları elde edilmiştir (Şekil 4.10 ve Tablo 4.2).



Şekil 4.10: *Spartium junceum* metanol ekstraktının bakteri suşlarına karşı 800 mg/mL, 400 mg/mL, 200 mg/mL, 100 mg/mL konsantrasyonlarındaki antibakteriyel aktivitesi (1: *Staphylococcus aureus* ATCC25923, 2: *Bacillus subtilis* DSMZ1971, 3: *Escherichia coli* ATCC2592, 4: *Enterobacter aerogenes* ATCC13048, 5: *Salmonella enteritidis* ATC13075, 6: *Enterococcus durans*).

Tablo 4.2: *Spartium junceum* metanol ekstraktının disk difüzyon yöntemi ile zon çaplarının milimetrik aritmetik ortalaması ile standart sapması (ölçümler mm bazında yapılmıştır).

Bakteri Suş Adı	<i>Spartium junceum</i> Metanol Konsantrasyonları (mg/mL)			
	800	400	200	100
<i>Enterococcus durans</i>	8,50±0,50	8,00±0,70	7,75±0,82	7,25±1,08
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	7,25±0,82	7,00±1,22	6,75±0,82	6,25±0,43
<i>Bacillus subtilis</i> DSMZ1971	8,00±0	8,12±0,89	7,12±0,73	6,75±0,82
<i>Escherichia coli</i> ATCC 2592	7,50±0,50	8,00±0,70	7,50±0,50	7,25±1,08
<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC13048	7,75±0,82	7,75±0,82	7,25±0,43	6,50±0,50
<i>Salmonella enteritidis</i> ATC1307	7,62±0,81	7,25±0,82	7,25±0,43	6,37±0,41

Spartium junceum metanol ekstraktının antibakteriyel etkisi üzerine yapılan disk difüzyon denemeleri, mikroorganizmaların büyümesini engelleme kapasitesinin, uygulama sonuçlarının tutarlılığına göre değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar özellikle standart sapmanın yükseldiği durumlarda antibakteriyel etkinin tutarsız olduğu ve mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin azaldığını göstermektedir. Kullanılan yüksek konsantrasyonda (800 mg/mL) standart sapma sifıra yakinken daha güçlü ve tutarlı antibakteriyel etki göstermiştir. Düşük konsantrasyonlar (100 mg/mL) ise daha değişken veya az etkili sonuçlar ortaya koymuştur. Bu durum, düşük konsantrasyonlardaki antibakteriyel etkinin daha az olduğunu ve test sonuçlarında dalgalanma olduğunu göstermektedir. Standart sapma yükseldikçe, antibakteriyel etkinlik azalır. Bu da düşük konsantrasyonların antibakteriyel etkinin daha az olduğunu ve bazı durumlarda mikroorganizmalara karşı etkisiz olabileceği anlamına geldiği düşünülmektedir. *Spartium junceum* metanol ekstraktının antibakteriyel etkisi yapılan testler sonucunda, en yüksek etki standart sapması sıfır ve sifıra yakın olduğu için *B. subtilis* DSMZ1971 ve *E. durans* üzerinde gözlemlenmiştir. *Bacillus subtilis* DSMZ1971'de 800 mg/mL konsantrasyonunda 8±0,5 mm, 400 mg/mL

konsantrasyonunda ise $8,12\pm 0,89$ mm'lik inhibitör bölge çapları elde edilmiştir. Bu durum *B. subtilis* üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, *E. durans* üzerinde yapılan testlerde 800 mg/mL konsantrasyonunda $8,50\pm 0,50$ mm'lik en geniş inhibitör bölge çapı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, doğal bir antibakteriyel bileşik olarak *S. junceum* metanol ekstraktının mikroorganizmalar üzerinde önemli bir etkinliğe sahip olduğunu ve özellikle *B. subtilis* gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu veriler, doğal bileşiklerin antibakteriyel tedavi alanında potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Habibatni vd. ve Cerchiara vd. çalışmalarında, *S. junceum*'un sadece *Staphylococcus aureus*'a karşı etkili olduğunu, *E. coli* gibi gram-negatif bakteriler üzerinde belirgin bir etki göstermediğini söylemişlerdir (Habibatni vd., 2016; Cerchiara vd., 2017). Bu çalışmada ise, disk difüzyon testiyle yapılan testlerde *S. aureus*'un yüksek etki gösterdiği bildirildi. Bu sonucun daha önce Cerchiara vd. ve Habibatni vd. çalışmalarıyla örtüştüğü görülmektedir. Zahreddin vd. esansiyel yağların *S. aureus* gibi bakteri türlerine karşı etkili olduğunu belirtirken, *E. coli*'ye karşı etkinliğin daha düşük olduğunu ortaya koymuşlardır (Zahreddin vd., 2022). Ancak bu çalışmada, *S. junceum* metanol ekstraktı ile yapılan disk difüzyon testlerinde, *E. coli*, *E. aerogenes* ve *S. enteritidis* gibi bakterilere karşı da belirgin bir etki gözlemlenmiştir. Özellikle *E. coli* ve *E. aerogenes*'in daha yüksek konsantrasyonlarda inhibisyon gösterdiği ve etkili olduğu saptanmıştır.

Falsini vd. çalışması, *Spartium junceum*'un *Xylella fastidiosa* ile enfekte olduğunu ve bakterinin yalnızca ksilem iletken elemanlarını kolonize ettiğini göstermiştir. Enfekte dokularda gözlemlenen pembe/mor matris, bitkinin bakteriyel yayılmaya karşı savunma tepkisi olarak değerlendirilmiştir (Falsini vd., 2022). Bakteriyel enfeksiyonun yalnızca yeşil sürgün ve yapraklarda tespit edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise, *S. junceum* metanol ekstraktının yalnızca *S. aureus* üzerinde değil, *E. coli*, *E. aerogenes* ve *S. enteritidis* gibi Gram-negatif bakterilere karşı da belirgin bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Falsini vd. çalışmasında Gram-negatif bakterilere karşı etkinin vurgulanmamış olması, kullanılan metodoloji veya ekstrakt bileşenlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışmada yüksek konsantrasyonların etkinliği doğrulansa da düşük konsantrasyonlarda gözlenen etkinin Falsini vd. çalışmasına kıyasla daha stabil olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, metanol ekstraktının geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajan olarak değerlendirilebileceğini desteklemektedir.

Bu durum, *S. junceum* metanol ekstraktı'nın daha geniş bir antibakteriyel etki spektrumu sunduğunu ve literatürdeki çalışmalara nazaran *E. coli*, *E. aerogenes*, ve *S. enteritidis* gibi gram-negatif bakteriler üzerinde de etkili olduğunu gösterir. Bu çalışma, daha önceki çalışmalara kıyasla, bitkinin antimikrobiyal etkinliğinin farklı metotlarla değerlendirildiğinde farklı sonuçlar ortaya koyabileceğini kanıtlamıştır.

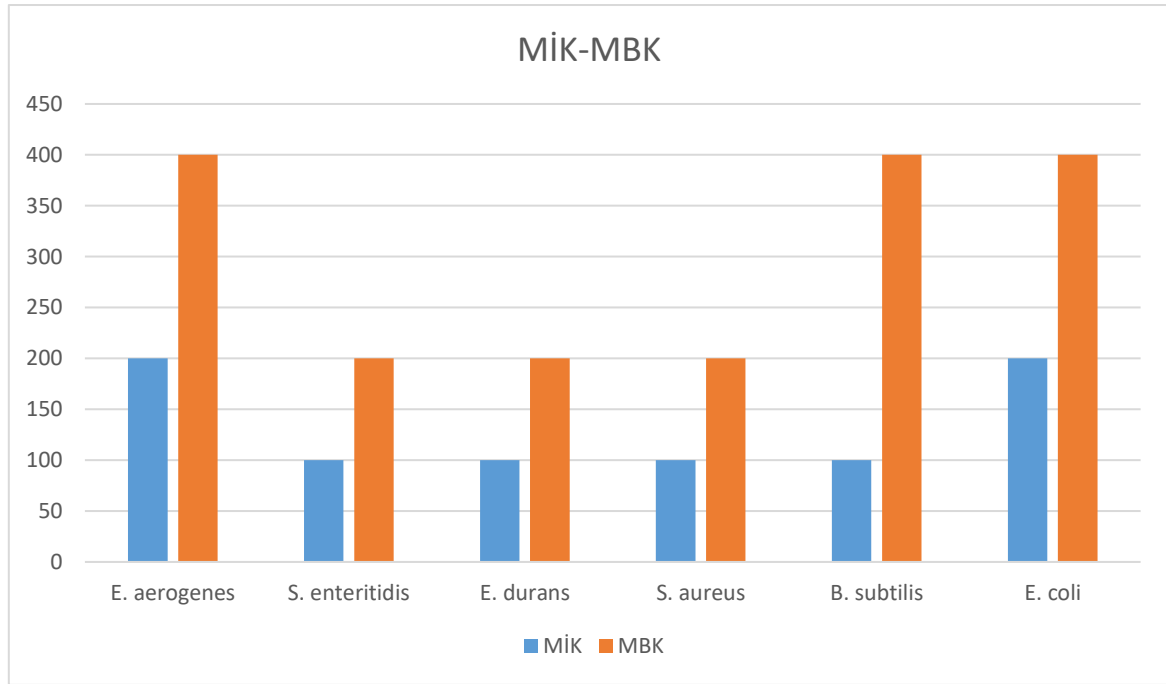
4.4.2. Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu Sonuçları

Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu belirlemek için mikroplakalara yerleştirilen örnekler, inkübasyon sonrasında 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. (Şekil 4.11). MİK ve MBK sonuçları Tablo 4.3'de gösterilmiştir. Minimum İnhibisyonu Konsantrasyonu ile belirlenen mikroorganizmalar üzerinde yapılan deneylerde, antibiyotik içermeyen besiyerine aktarılan suşların üremesi gözlemlenmiştir. Bu süreçte, bakterilerin üremesini büyük oranda durduran Minimum Bakterisidal Konsantrasyonları tespit edilmiştir sonuçlar ilgili tablo ile sunulmuştur. Bu çalışma, farklı konsantrasyonlardaki (800, 400, 200, 100 mg/mL) *S. junceum* metanol ekstraktının belirtilen mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini inceleyerek, bu maddelerin etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Spartium junceum metanol ekstraktı *E. durans* bakteri suşuna karşı 100 mg/mL minimum inhibisyonu gösterirken, minimum bakterisidal konsantrasyonu 200 mg/mL olarak bulundu. *Staphylococcus aureus* bakteri suşunun minimum inhibisyonu konsantrasyonu 100 mg/mL olarak kaydedildi. Minimum bakterisidal konsantrasyonu ise 200 mg/mL olarak görüldü. *Bacillus subtilis* mikroorganizmasına karşı minimum inhibisyonu konsantrasyonu 100 mg/mL bulunurken minimum bakterisidal konsantrasyonu 400 mg/mL olarak kaydedildi. *Escherichia coli* suşunun minimum inhibisyonu konsantrasyonu 200 mg/mL bulunurken minimum bakterisidal konsantrasyonu 400 mg/mL olduğu izlendi. *Enterobacter aerogenes* suşunun minimum inhibisyonu konsantrasyonu 200 mg/mL bulunurken minimum bakterisidal konsantrasyonu 400 mg/mL olduğu tespit edildi. *Salmonella enteritidis* bakteri suşunun minimum inhibisyonu konsantrasyonu 100 mg/mL olarak kaydedildi. Minimum bakterisidal konsantrasyonu ise 200 mg/mL olarak tespit edildi (Şekil 4.11 ve Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Bakteri suşlarının *S. junceum* metanol ekstraktına karşı MİK-MBK sonuçları (Konsantrasyonlar mg/mL olarak verilmiştir).

Test	Kullanılan Bakteri Suşları					
	<i>E. aerogenes</i>	<i>S. enteritidis</i>	<i>E. durans</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>
MİK	200	100	100	100	100	200
MBK	400	200	200	200	400	400



Şekil 4.11: Bakteri suşlarına uygulanan *S. junceum* metanol ekstraktının MİK ve MBK sonuçları (Konsantrasyonlar mg/mL olarak verilmiştir).

Spartium junceum metanol ekstraktının antibakteriyel etkisini değerlendirilirken MİK ve MBK ölçümleri, bu ekstraktın bakteri suşlarına karşı ne kadar etkili olduğunu anlamamıza yardımcı olmuştur. *Spartium junceum* türünün metanol ekstraktının antibakteriyel etkisini değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçlar doğrultusunda bazı bakteriler üzerinde güçlü bir inhibisyon ve bakterisidal etki gözlemlenmiştir. Özellikle, *E. durans*, *S. aureus* ve *Salmonella enteritidis* suşları üzerinde, minimum inhibisyon konsantrasyonu olarak 100 mg/mL değerine ulaşılarak en düşük konsantrasyonda dahi en etkili olduğu tespit edildi. *Salmonella enteritidis* gram negatif bir bakteri olmasına rağmen diğer bakteriler hususunda ekstraktın gram pozitif bakterilere benzer bir duyarlılık göstermesi dikkat çekmiştir. Gram pozitif bakterilere karşı metanol ekstraktının daha düşük MİK ve MBK değerleriyle duyarlılık gösterdiği belirlendi. *E. durans* ve *S. aureus* suşlarında MİK ve MBK arasındaki oran iki kat olurken, gram pozitif bakterilerin genel olarak %50-75 arasında değişen bir etkiyle daha hassas olduğu kaydedildi. Gram negatif bakterilerde ise daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyulduğu gözlemlendi. Gram negatif bakteri olan *S. enteritidis* bu genellemenin dışında kalarak gram pozitif bakterilere benzer bir etki düzeyi gösterdi ve bu durum dikkat çekici bir sonuç olarak değerlendirildi. Örneğin, *E. aerogenes* ve *E. coli* ATCC2592 için MİK değeri 200 mg/mL, *E. durans*, *S. aureus* ATCC25923, *B. subtilis* DSMZ1971 için ise 100 mg/mL'dir. Bu sonuç, özellikle *B. subtilis* ve *S. aureus* üzerinde daha düşük konsantrasyonlarda etkili olduğunu gösteriyor (Tablo 4.3 ve Şekil 4.11)

MBK değerlerine bakıldığında ise, bakterileri inhibe etme gücü daha yüksek konsantrasyonlarda elde edilmiştir. *Enterobacter aerogenes*, *S. enteritidis* ve *E. coli* için MBK değeri 400 mg/mL iken, *E. durans*, *S. aureus* ve *B. subtilis* için MBK değeri 200 mg/mL'dir (Tablo 4.3 ve Şekil 4.11). Bu ekstraktın bakteri suşları üzerinde öldürücü etkisinin de oldukça belirgin olduğunu ve bakterileri tamamen öldürme kapasitesinin, büyümelerini inhibe etme kapasitesinden genellikle daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Habibatni vd. tarafından yapılan çalışmada, yalnızca Gram-pozitif bakteriler üzerinde antibakteriyel etkinlik gözlemlenmiştir ve özellikle *S. aureus* ATCC6538'e karşı kloroform fazı en yüksek etkinliği göstermiştir. Habibatni vd.'nin yaptığı bu çalışma, Gram-pozitif bakterilere karşı yüksek bir etkinlik sağlarken, Gram-negatif bakterilerde etkinlik göstermemiştir (Habibatni vd., 2016). *Staphylococcus aureus* suşları üzerine yapılan testlerde, minimum inhibisyon konsantrasyonları 15,60 µg/mL ile 250,00 µg/mL arasında

değişirken, Gram-negatif bakterilere karşı herhangi bir etkinlik gözlemlenmemiştir. Bu çalışmada ise *S. junceum* metanol ekstraktının, farklı Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteri suşları üzerinde antibakteriyel etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, metanol ekstraktının *E. durans*, *S. aureus* ATCC25923, *B. subtilis*, *E. coli*, *E. aerogenes* ve *S. enteritidis* gibi bakteri suşlarına karşı antibakteriyel etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, özellikle Gram-negatif bakterilerde de etkinlik sergileyen geniş bir etki yelpazesi sunduğu için, diğer benzer çalışmalardan farklılık arz etmektedir. Söz konusu mikroorganizmalar üzerinde elde edilen MİK 100 mg/mL ile 400 mg/mL arasında değişirken, bu sonuçlar, Gram-pozitif bakterilere yönelik yüksek etkinliği de göstermektedir. Örneğin, *S. aureus* için MİK değeri 100 mg/mL olarak bulunmuş ve daha yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal etkinlik gözlemlenmiştir. Bu bulgular, *S. junceum*'un antibakteriyel potansiyelinin hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakterilere karşı geniş bir etkinlik sunduğunu işaret etmektedir. Habibatni vd.'nin elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında, *S. junceum*'un Gram-negatif bakteriler üzerinde de önemli bir antibakteriyel etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu farklılık, kullanılan ekstraktların bileşiminden veya farklı test yöntemlerinden kaynaklanabilmektedir.

Cerchiara vd. yaptıkları çalışmada nanopartiküllerle zenginleştirilmiş liflerle yalnızca *S. aureus*'a karşı güçlü bir etki elde ederken, Habibatni vd. (2016) hidroalkolik ekstraktların yalnızca Gram-pozitif bakterilere özellikle *S. aureus* ATCC6538 etkili olduğunu göstermiştir (Habibatni vd., 2016; Cerchiara vd., 2017). Zahrddin vd. ise türün esansiyel yağının Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı inhibisyonu arttırdığını, ancak *E. coli* üzerinde daha düşük konsantrasyonlarda etkili olduğunu ifade etmiştir (Zahrddin vd., 2022). Bu çalışmada ise *S. junceum* metanol ekstraktının hem Gram-pozitif (*E. durans*, *S. aureus*, *B. subtilis*) hem de Gram-negatif (*E. coli*, *E. aerogenes*, *S. enteritidis*) bakterilere karşı geniş spektrumlu bir antibakteriyel etki sağladığı tespit edilmiştir. Özellikle *E. durans*, *S. aureus* ve *S. enteritidis* üzerinde düşük konsantrasyonlarda güçlü minimum inhibisyon ve bakterisidal konsantrasyon etkileri gözlenmiştir. Buna karşın, *E. coli* ve *E. aerogenes* gibi Gram-negatif bakterilerde daha yüksek konsantrasyonların gerekmesi, Gram-negatiflerin hücre duvar yapısından kaynaklanan direnç ile ilişkilendirildi. Böylece *S. junceum* metanol ekstraktının geniş bir antibakteriyel etki spektrum sunduğunu ve önceki çalışmalardan farklı olarak Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı önemli etkilerinin olduğu ortaya koyuldu.

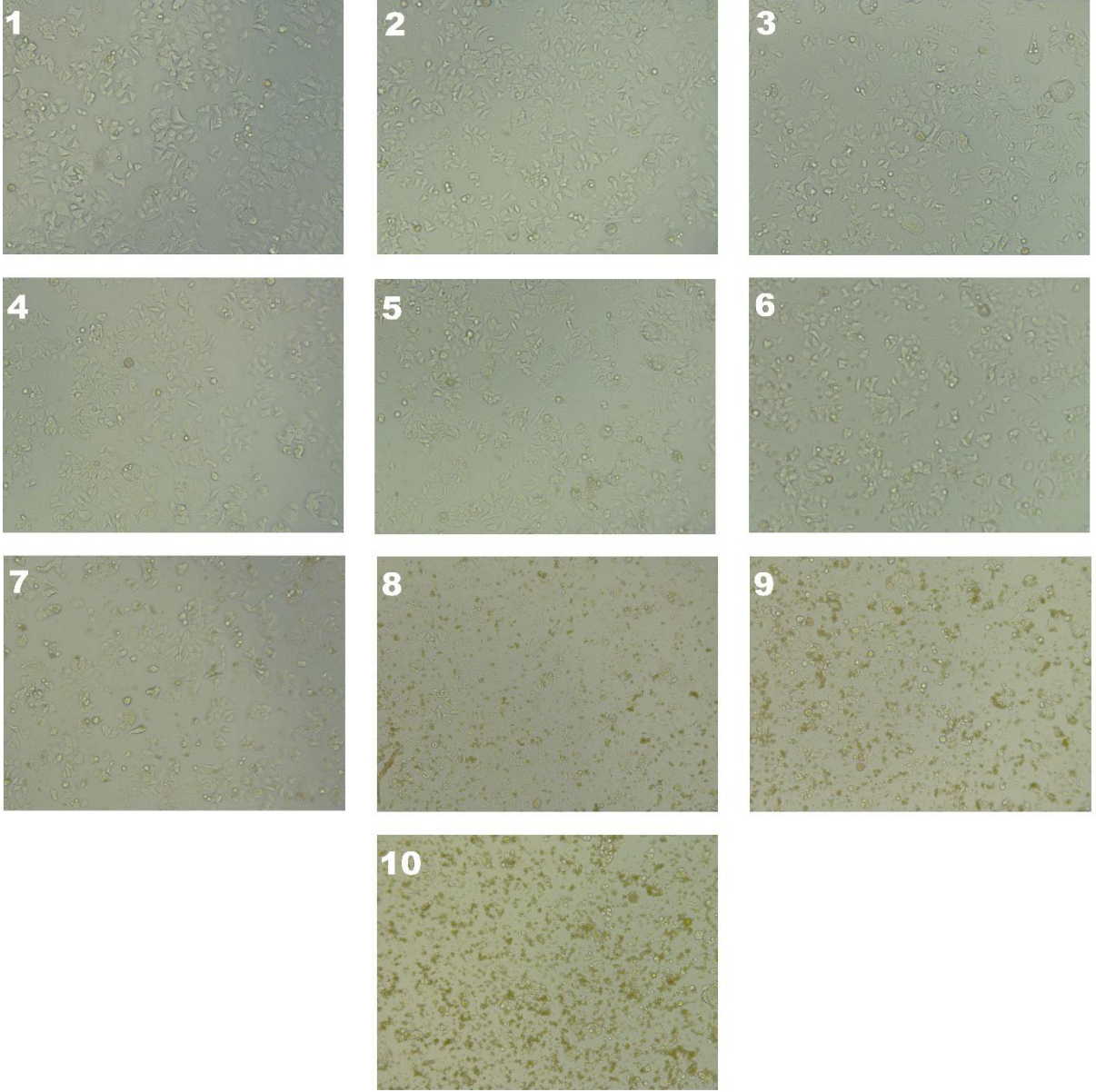
4.5. Antikanser Çalışmalar

Bu çalışmada, *S. junceum* bitkisinin metanol ekstraktının, MCF-7 hücre hattı üzerindeki etkileri MTT testi kullanılarak değerlendirilmiş, sitotoksitesi ise *Allium* testi ile ölçülmüş bulguları sunulmuştur.

4.5.1. MTT Testi

Çalışmada kullanılan metanol ekstraktının MCF-7 hücre hattı üzerindeki etkileri MTT testi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, ekstraktın konsantrasyona bağlı olarak belirgin bir sitotoksik ve antiproliferatif etkisi gözlemlenmiştir. Bu bulgular, metanol ekstraktının potansiyel antikanser özelliklerini desteklemektedir.

Tablo 4.4'de gösterilen MTT sonuçlarına göre çalışmada kullanılan metanol ekstraktı, MCF-7 hücre hattı üzerinde konsantrasyona bağlı sitotoksik ve antiproliferatif etki göstermiştir (Şekil 4.12). Sitotoksik etki, kontrole göre 24 saatte uygulanan çözücü, 10 ve 50 ppm dozlar dışında kalan tüm konsantrasyonlarda görülmüş ve istatistiksel olarak saptanmıştır ($p=0.05$). Bu dozlar, hücre canlılığında sırasıyla %7,95 (100 ppm), %12,11 (200 ppm), %41,09 (400 ppm), %53,22 (600 ppm), %55,31 (800 ppm) ve %64,22 (1000 ppm) oranında bir azalma göstermiş ve kontrol ile karşılaştırıldığında kanser hücrelerinin çoğalmasını önemli ölçüde inhibe ettiği görülmüştür (Tablo 4.4). LD₅₀ değerinin 400 ve 600 ppm arasında olduğu elde edilen sonuçlara göre saptanmıştır.



Şekil 4.12: MCF-7 hücre hatları üzerine *Spartium junceum* metanol ekstraktı uygulaması; 1: Kontrol, 2: Çözücü, 3: 10 ppm, 4: 50 ppm, 5: 100 ppm, 6: 200 ppm, 7: 400 ppm, 8: 600 ppm, 9: 800 ppm ve 10: 1000 ppm.

Tablo 4.4: Kullanılan *Spartium junceum* metanol ekstraktının MCF-7 hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkisi (SD: Standard sapma, Farklı harfler alfabetik sırayla $p=0,05$ anlamlılık düzeyinde anlamlı farklılıklar göstermiştir).

Konsantrasyonlar	Kontrol	Kullanılan çözücü	10 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm	400 ppm	600 ppm	800 ppm	1000 ppm
Hücre Canlılığı (%) \pm SD	100 ^a	96,19 \pm 3,80 ^a	96,92 \pm 3, 07 ^a	98,61 \pm 1, 38 ^a	92,05 \pm 7, 99 ^{ab}	87,89 \pm 2, 39 ^b	58,91 \pm 2, 64 ^c	46,78 \pm 3, 22 ^d	44,69 \pm 5, 09 ^d	35,78 \pm 4, 44 ^{de}

Bu çalışmada, *S. junceum* metanol ekstraktının MCF-7 hücre hattı üzerindeki mutajenik ve antiproliferatif etkileri, konsantrasyona bağlı olarak belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Bulgular, ekstraktın yüksek dozlarda kanser hücrelerinin çoğalmasını inhibe ettiğini ve hücre nekrozunu artırdığını göstermektedir. Düşük konsantrasyonlarda ise hücre canlılığı büyük ölçüde korunmuş, bu da ekstraktın toksik etkilerinin sınırlı olduğunu ve düşük dozların hücreler üzerinde minimal bir stres yarattığını ortaya koymaktadır. Orta ve yüksek dozlarda gözlenen mutasyon etkisinin artması, ekstraktın bu dozlarda hücre yapısını bozarak hücre nekrozuna yol açtığını ve bu etkinin dozla orantılı olarak arttığına işaret etmektedir. Özellikle 400 ppm ve üzerindeki dozlarda hücre zarları bozulmuş ve canlılıklarını kaybetmiştir. *Spartium junceum* metanol ekstraktının yüksek dozlarda güçlü bir sitotoksik etki gösterdiğini ve kanser hücrelerinin metastazını önemli derecede engellediğini ortaya koymaktadır (Şekil 4.12). Ancak, hücre popülasyonunun bir kısmının daha dirençli olduğu ve sitotoksik etkinin bu hücrelerde daha geç ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bu durum, ekstraktın heterojen etkiler gösterdiğini ve bazı hücrelerin toksik etkilere karşı daha dayanıklı olabileceğini düşündürmektedir. Genel olarak, bu sonuçlar metanol ekstraktının potansiyel antikanser özelliklerine ışık tutmakta ve bu etkinin mekanizmalarının daha detaylı bir şekilde incelenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, ekstraktın daha yüksek dozlarda hücre nekrozunu hızlandırarak etkili bir antikanser ajan olabileceği potansiyelini taşımaktadır.

Bu çalışmada, *S. junceum* metanol ekstresinin MCF-7 hücre dizisinde gösterdiği sitotoksik ve antiproliferatif etkiler, Nanni vd. yaptıkları çalışmada *S. junceum* çiçeklerinden elde edilen ekstraktlarının melanom hücreleri üzerinde güçlü bir antikanser etkisi olduğunu belirtmişlerdir (Nanni vd. 2018). Zengin vd. tarafından yapılan *S. junceum* türünün tirozinaz inhibitörü ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma bu çalışmalardaki bulgularla benzerlik göstermektedir (Zengin vd., 2019) Yüksek dozlarda hücre çoğalması inhibe olmuş ve hücre ölüm oranı artmıştır. Bu da ekstraktın güçlü antikanser etkisini desteklemektedir. Düşük dozlarda ise hücre canlılığı korunmuş, toksik etkiler sınırlı kalmıştır. Her iki çalışma da ekstraktın dozla artan etkiler gösterdiğini ve yüksek dozlarda hücre nekrozunu hızlandırarak antikanser ajan olma potansiyeli taşıdığını ortaya koymaktadır.

Abusamra vd. yaptığı çalışmada *S. junceum*'un glioblastoma U-373 hücreleri üzerinde zayıf sitotoksik etki gösterdiğini ve bunun apoptozdan bağımsız bir mekanizmayla gerçekleştiğini

rapor etmişlerdir (Abusamra vd., 2015). Bu çalışmada ise aynı türün MCF-7 meme kanseri hücre hattında konsantrasyona bağlı güçlü sitotoksik ve antiproliferatif etki gösterdiği ortaya koyulmuştur. Bu fark, türün kanser hücre türüne göre farklı mekanizmalarla etkili olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, gelecekteki çalışmalar için umut verici olmakla birlikte, daha kapsamlı araştırmalar ve farklı kanser hücre hatlarıyla yapılan analizler bu etkilerin doğruluğunu ve etkinliğini daha da pekiştirecektir.

4.5.2. *Allium* Test

Daha önceden toksisitesi bilinen CuSO_4 ile muamele edilmiş *A. cepa* kök örnekleri üzerinde *S. junceum* metanol ekstraktının iyileştirici etkisi değerlendirilmiştir. Mitotik indeks 12 ve 24 saatlik süreler boyunca incelenmiş ve bu süreler içinde *A. Cepa* 10, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 ppm uygulama dozu ile değerlendirilmiştir.

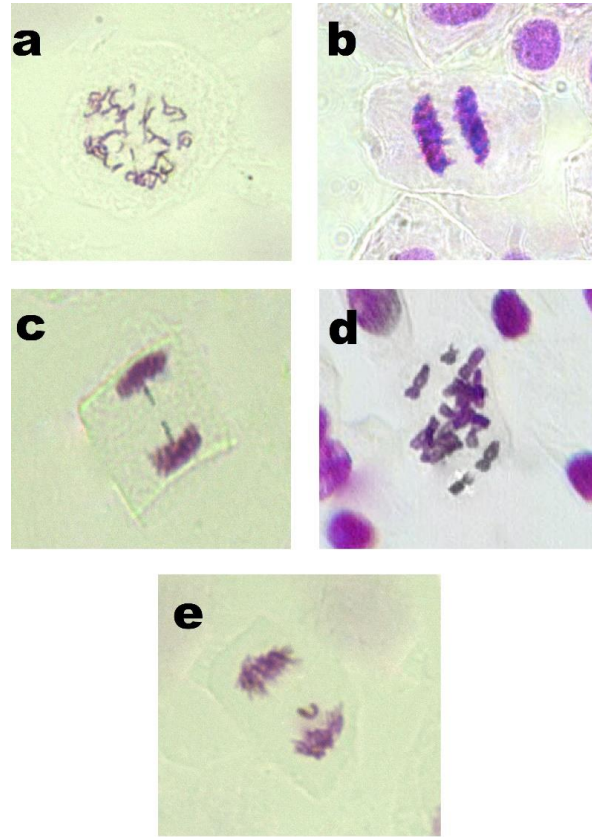
Spartium junceum metanol ekstraktının iyileştirici etkilerini değerlendirmek amacıyla, toksik özellikleri bilinen CuSO_4 ile muamele edilen *A. cepa* kök örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde, mitotik indekste doza ve zamana bağlı olarak belirgin azalmalar olduğu izlenmiştir. 12 saat boyunca muamelede, negatif kontrol mitotik indeksi $20,15 \pm 2,79$ olarak belirlenmiş, pozitif kontrol grubunda bu değer $11,27 \pm 1,44$ 'e düşmüştür. Bu düşüş bakır sülfatın toksisitesini gözler önüne sermektedir. *Spartium junceum* metanol ekstraktı ile muamele edilen gruplarda, düşük dozlarda (10 ppm: $13,48 \pm 3,15$; 50 ppm: $13,05 \pm 2,96$) mitotik indeksin pozitif kontrol grubuna göre iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür. Yüksek dozlarda (400, 1000 ppm) ise mitotik indeks değerleri pozitif kontrol grubuna kıyasla daha yüksek ölçülmüş lakin negatif kontrol seviyelerine erişilememiştir (Tablo 8).

24 saatlik uygulamalarda negatif kontrol grubunda mitotik indeks $21,48 \pm 1,76$ olarak ölçülmüş, pozitif kontrol grubunda ise bu değer $10,92 \pm 1,65$ 'e düşmüştür. *Spartium junceum* metanol ekstraktı ile düşük doz uygulamalarında (10 ppm: $12,56 \pm 0,89$) pozitif kontrol grubuna göre bir iyileşme gözlenmiş ancak bu iyileşmenin sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Yüksek dozlarda (800-1000 ppm), mitotik indeks pozitif kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olmakla birlikte, negatif kontrol grubunun seviyelerine ulaşamamıştır (Tablo 8).

Mitotik anomali analizlerinde, pozitif kontrol grubunda anormal metafaz ve anafaz-telofaz oranlarının belirgin şekilde arttığı, *S. junceum* metanol ekstraktı uygulanan gruplarda bu oranların doza bağlı olarak azaldığı ve özellikle orta dozlarda iyileşme işaretleri gösterdiği

belirlenmiştir. Bu bulgular, *S. junceum* metanol ekstraktının CuSO_4 toksisitesine bağlı olarak azalan hücre bölünme aktivitesini iyileştirebildiğini ve bu etkinin uygulama dozu ve süresine bağlı olarak değiştiğinin kanıtı niteliğindedir.

CuSO_4 ile muamele edilen *A. cepa* meristematik kök hücrelerinde, hücre bölünmesinin farklı safhalarında çeşitli kromozomal anormallikler gözlemlenmiştir (Şekil 4.13 ve Tablo 4.6). Genel olarak, düzgün dağılmayan profaz (Şekil 4.13-a), yapışkan kromozom (Şekil 4.13-b), kromatid köprüsü (Şekil 4.13-c), C- mitoz (Şekil 4.13-d) ve geri kalmış kromozom (Şekil 4.13-e) kromozomal anormalliklerinde artışlar gözlemlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, mitotik hücrelerde metafaz anormalliklerinin daha fazla görüldüğü saptanmıştır. Ayrıca, konsantrasyon uygulama gruplarında ise bu anormalliklerin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.13: *Allium cepa* somatik hücrelerine yapılan uygulamalar sonucunda oluşan kromozomal anormallikler; a: düzgün dağılmayan profaz, b: yapışkan kromozom, c: kromatid köprüsü, d: C- mitoz ve e: geri kalmış kromozom.

Tablo 4.5: *A. cepa* somatik hücrelerinde uygulama dozlarının mitotik indeks ve mitotik fazlar üzerine etkisi (Pozitif Kontrol= 100ppm CuSO₄, Negatif Kontrol= Distile Saf Su, * *p*= 0,05 derecesinde önemlidir).

Uygulama Zamanı (Saat)	Uygulama Dozu (ppm)	Değerlendirilen Hücre Sayısı	Toplam Mitotik İndeks	Profaz (%)		Metafaz (%)		Anafaz-Telofaz(%)	
				Toplam	Anormal	Toplam	Anormal	Toplam	Anormal
12	Negatif kontrol	4015	20,15 ± 2,79	56,94	-	21,18	-	21,88	-
	Pozitif kontrol	3369	11,27 ± 1,44*	40,37*	8,26	19,14*	8,88	40,49*	12,33
	10	3564	13,48 ± 3,15*	37,56*	2,78	16,64*	3,93	45,80*	3,53
	50	3458	13,05 ± 2,96*	38,65*	3,44	17,03*	4,15	44,32*	1,08
	100	3433	12,26 ± 3,42*	44,78*	2,51	20,86	3,61	34,36*	1,95
	200	3615	12,98 ± 3,67*	56,88	1,07	20,65	2,48	22,47	2,63
	400	3520	18,09 ± 3,12	55,91	1,91	18,71*	1,75	25,38*	1,65
	600	3488	20,36 ± 1,14	55,65	0,89	19,43*	2,04	23,92*	1,81
	800	3619	17,61 ± 1,38	48,74*	1,05	20,95	2,62	30,31*	1,92
	1000	3574	17,55 ± 2,05	44,39*	0,96	21,27	0,92	34,34*	0,89
24	Negatif kontrol	4226	21,48 ± 1,76	49,71	-	22,64	-	27,65	-
	Pozitif kontrol	3210	10,92 ± 1,65*	44,56*	11,46	17,19*	11,46	38,25*	12,39
	10	3318	12,56 ± 0,89*	49,59	4,90	16,51*	4,90	33,90*	6,36
	50	3397	12,44 ± 1,19*	49,88	6,64	20,17*	6,64	29,95*	6,18
	100	3284	14,65 ± 2,02*	41,50*	6,96	20,55	6,96	35,95*	6,43
	200	3603	14,02 ± 1,83*	44,23*	5,57	22,48	5,57	33,29*	5,93
	400	3965	16,47 ± 0,94*	45,11*	5,27	20,03*	5,27	34,86*	4,90
	600	3650	18,40 ± 2,07	49,77*	6,20	17,39*	6,20	32,84*	5,03
	800	3851	19,13 ± 1,88	41,06*	4,74	18,58*	4,74	40,36*	4,20
	1000	3779	18,52 ± 1,34	42,35*	4,24	18,07*	4,24	39,58*	5,02

Tablo 4.6: *A. cepa* somatik hücrelerinde uygulama dozlarının etkisiyle görülen kromozomal anormallikler (Pozitif Kontrol= 100 ppm CuSO₄ Negatif Kontrol= Distile Saf Su).

Uygulama zamanı (Saat)	Uygulama dozu (ppm)	Düzenli dağılmayan kromozom (%)	Yapışkan kromozom (%)	Kromatid Köprüsü (%)	C- Mitoz (%)	Geri kalmış Kromozom (%)	Toplam Anormallik Sıklığı
12	Negatif kontrol	-	-	-	-	-	-
	Pozitif kontrol	8,26	4,69	8,58	4,19	3,75	29,47
	10	2,78	3,05	2,43	0,88	1,10	10,24
	50	3,44	3,12	1,08	1,03	-	8,67
	100	2,51	2,17	1,95	1,44	-	8,07
	200	1,07	2,48	1,74	-	0,89	6,18
	400	1,91	1,75	1,65	-	-	5,31
	600	0,89	2,04	1,81	-	-	2,93
	800	1,05	1,88	1,92	-	0,74	5,59
	1000	0,96	0,92	0,89	-	-	2,77
24	Negatif kontrol	-	-	-	-	-	-
	Pozitif kontrol	8,63	5,94	9,33	5,52	3,06	32,48
	10	3,84	3,06	4,45	1,84	1,91	15,10
	50	3,51	2,98	3,64	3,66	2,54	16,33
	100	3,92	3,79	4,11	3,17	2,32	17,31
	200	4,05	2,58	3,88	2,99	2,03	15,53
	400	3,77	2,44	3,02	2,83	1,88	13,94
	600	3,19	3,15	3,69	3,05	1,34	14,42
	800	2,74	2,30	2,44	2,44	1,76	11,68
	1000	2,93	2,01	2,83	2,23	2,19	12,19

100 ppm CuSO₄ uygulaması sonrasında *A. cepa*'da, yapışık metafaz, c-mitoz, kromatid köprüsü ve geri kalmış kromozomlar olarak kromozomal anormallikler gözlemlenmiştir (Şekil 4.13 ve Tablo 4.6). Buna ek olarak, mitotik hücrelerdeki kromozomal anormalliklerin sıklığı, uygulanan konsantrasyon ve süreye göre farklılık göstermiştir. Konsantrasyon uygulamasının ardından ise kromozom anormalliklerinin sıklığında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir (Tablo 4.6, $p=0,05$). Çalışmada edinilen bu sonuçlar *S. junceum* ekstraktlarının, CuSO₄ toksisitesine karşılık, *A. cepa* meristematik hücrelerini koruyucu ve iyileştirmeye yönelik etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonucun, *S. junceum*'un güçlü antioksidan özellikleri içermesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Glinska vd. (2007), lahanadan elde edilen antosiyanin içeren ekstraktın, *A. cepa* somatik hücrelerini kurşun ve krom gibi toksik maddelerin etkisinden koruduğunu önceki bir çalışmada bildirmiştir. Aynı şekilde, Bayrak yaptığı çalışmada *Vaccinium arctostaphylos* türünün yüksek antosiyanin içeren ekstraktının, *A. cepa* somatik hücrelerini CuSO₄'ün yol açtığı genotoksik etkilerden koruduğunu ve bu hücrelerin iyileşmesini sağladığını ifade etmiştir (Bayrak, 2012).

Gerçekleştirilen mutajenite testleri sonucunda, *A. cepa* mitotik hücrelerinde en sık karşılaşılan kromozomal anormalliklerin C-mitoz olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.13-d ve Tablo 4.6). Bu kromozom anormalliği türlerinden C-mitoz, ilk olarak Levan tarafından gözlemlenmiştir (Levan, 1938). Bu anormallikte kullanılan kimyasal, kolşisin etkisi göstererek iğ ipliklerinin oluşumunu engeller. Bunun sonucunda sentromer bölünmesi gecikerek kromozomlar birbirlerinden ayrılmadan hücre içinde dağınık bir şekilde kalmaktadırlar. Metafaz evresinde gözlemlenen bu tür anormallikler, aynı zamanda mitotik indeksin düşmesine de neden olmaktadır. Mutajen özellik taşıyan bileşiklerin, iğ ipliklerinin oluşumuna engel olarak C-mitoz etkisi yarattığı ifade edilmiştir (Liu vd., 1995; Inceer ve Beyazoğlu, 2000; Bayrak, 2012; Inceer vd., 2004; 2009). CuSO₄'ün *A. cepa* somatik hücrelerinde oluşturduğu diğer bir yaygın anormallik türü olarak yapışmış kromozomlar gözlemlenmiştir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.13-b).

Öztürk tarafından yapılan diğer bir araştırmada ise, Imazethapyr herbisitinin *A. cepa* somatik hücrelerinde mitoz bölünme ve kromozomlar üzerindeki etkileri incelenmiş; herbisitinin tüm dozlarında mitotik indeks değerlerinin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiş ve ayrıca kalıntı kromozomlar, bozulmuş anafaz-telofaz, yapışma, anafaz köprüsü, prometafaz, c-mitoz, poliploidi ve binükleer hücreler gibi kromozomal hasarların oluştuğu gözlemlenmiştir

(Öztürk, 2013). Patil ve Bhat, bu tür anormalliği, kromatin materyaliyle birlikte protein matriksini içeren fizyolojik bir yapışma biçimi olarak tanımlamıştır (Patil ve Bhat, 1992). Mitotik hücrelerdeki yapışık kromozom anormalliğinin oluşumu, hücrelerdeki toksik etkinin yaygın bir belirtisi olarak kabul edilmekte olup, bu durumun hücre nekrozuna yol açtığı bildirilmiştir (Fiskeşjö ve Levan, 1993; Liu vd., 1995; Ergin, 2020). Darlington ve Mc-Leish (1951). Kromozom yapışmasının, kromozomal DNA'nın bozulması ve depolimerizasyonu sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. CuSO_4 'ün yol açtığı bir diğer anormallik türü olarak anafaz köprüsü gözlenmiştir (Şekil 4.13-c). Anormallik türünün, kromozom segmentlerindeki düzensiz translokasyon veya inversiyonlar sonucunda ortaya çıkabileceği belirtilmiştir (Gömürgen, 2005). Özellikle anafaz köprüsünün, düzensiz translokasyon ve inversiyon gibi kromozomal yapısal değişikliklerden kaynaklanabileceği belirtilen bu durum CuSO_4 benzeri toksik maddelerin hücresel bölünme üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir temel sunmaktadır. Mutajenik ya da toksik etkilerle meydana gelen kromozom köprülerinin çoğunlukla geri dönüşü olmayan bir kromozomal anormallik türü olduğu bildirilmiştir (Liu vd., 1996). Gerçekleştirilen mutajenite testleri sonucunda geri kalmış kromozom anormalliği tespit edilmiştir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.13). Geri kalmış kromozomların anormalliğinin, çoğunlukla kromozomların kutuplarına doğru hareket ederken başarısızlık göstermesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Tkalec vd., 2009). Bununla birlikte, geri kalmış kromozomların yalnızca iğ ipliklerinin fonksiyonlarını yerine getirememesinden kaynaklı değil, kromozom kinetokorlarının toksik maddelerle etkileşimi nedeniyle de oluşabileceği ifade edilmiştir (Brinkley, 1985; Acar vd., 2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise Paraquat herbisitinin *A. cepa* kök ucu hücrelerinde neden olduğu anatomik değişiklikler incelenmiş; Paraquat uygulamasında, kök ucu hücrelerinde yassılaştırmış durumda hücre çekirdekleri, nekroz, net bir yapısı olmayan iletim doku, iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi ve hücre deformasyonu gibi anatomik hasarların oluştuğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, CuSO_4 'ün DNA sentezini engelleyici ve mitotik hücre bölünmesini inhibe edici etkilerine karşı, *S. junceum* konsantrasyonlarının DNA sentezini yeniden aktif hale getirici ve mitotik hücre bölünmesini düzenleyici rolüne dair önemli veriler elde edilmiştir. Ayrıca, *S. junceum* konsantrasyonlarının CuSO_4 toksisitesine karşı mitotik hücreleri koruyucu ve iyileştirici etkileri ortaya konulmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasına başlamadan önce tür çalışmaları incelenmiş kaynak ve literatür araştırmaları sınırlı sayıda bulunmuştur. Taksonomik açıdan *S. junceum* türünün özellikle Türkiye Florası'nda morfolojik, anatomik ve palinolojik çalışmalarının deskripsiyon olarak sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada daha önceden antibakteriyel ve antikanser aktivite çalışması yapılmadığını tespit edilen *S. junceum* türünün toprak üstü kısımlarının metanol ekstraktlarından farklı metotlar kullanılarak antimikrobiyal, ve antikanser aktiviteleri incelenmiştir. Çalışılan tür literatür çalışmalarındaki benzer verilerle karşılaştırarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Spartium junceum türünün makromorfolojik özellikleri yeni eklenen karakterlerle güncellenmiş, Türkiye Florası'nda yer alan karakterler revize edilmiştir. Ayrıca, türün kök, anter, filament, ovaryum ve tohum gibi özellikleri ilk kez deskripsiyona dahil edilerek, türün taksonomik deskripsiyonu genişletilmiştir.

Bu çalışmada, *S. junceum* türünün meyve ve tohum yüzeylerinin mikromorfolojik yapıları ilk kez detaylı olarak incelenmiştir. Meyve yüzeyinde belirgin olmayan antiklinal ve periklinal hücre duvarları ile tuberkulat ornamentasyon tipi gözlemlenmiştir. Tohum yüzeyinde ise içbükey periklinal duvarlar, yükseltilmiş antiklinal duvarlar ve retikulat yüzey ornamentasyonu tespit edilmiştir. Bu bulgular, türün taksonomik ayrımında ve filogenetik ilişkilerinin anlaşılmasına önemli bir katkı sağlamıştır.

Çalışmada, *S. junceum* türünün kök, gövde, yaprak ve tohumlarının anatomik yapıları detaylı bir şekilde incelenmiş ve bu türün bu açıdan ilk defa sistematik bir değerlendirmesi yapılmıştır. Kök kesitlerinde, su ve besin iletimine katkı sağlayan geniş korteks tabakası ve floem öz ışınları tespit edilmiş, ksilemdeki geniş trake ve trakeidlerin mekanik destek işlevine vurgu yapılmıştır. Gövde anatomisinde, sklerenkimatik hücre kümeleri ve kesintili floem dokusunun gövde dayanıklılığını artırdığı ve sekonder kalınlaşma ile uzun süreli su iletimi ve depolama kapasitesine uyum sağladığı belirlenmiştir. Yapraklarda izobilateral ve bifasiyal mezofil tabakası gözlenmiştir. Stomaların anomositik olduğu ve üst yüzeydeki stomaların alt yüzeydekilerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Tohum anatomisinde ise sklerotik epidermis ve parankimatik tabakalardan oluşan iki tabakalı yapı ilk kez detaylı bir

şekilde tanımlanmıştır. Bu bulgular, *S. junceum*'un su depolama, iletim ve mekanik dayanıklılık mekanizmalarına uyum sağladığını ve Fabaceae familyası içinde sistematik değerlendirmeye katkı sunduğunu göstermektedir.

Spartium junceum türünün polen karakterleri ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak detaylı şekilde incelenmiş ve türün palinolojik deskripsiyonu ilk kez yapılmıştır. Elde edilen bulgular, polen morfolojisinin *S. junceum*'un sistematik ilişkilerinde ve taksonomik ayrımında önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma, Fabaceae familyasında yapılan diğer palinolojik araştırmalara benzer şekilde, türlerin polen morfolojisinin sistematik ilişkileri anlamada kritik bilgiler sunduğunu ortaya koymuştur.

Spartium junceum metanol ekstraktının antibakteriyel etkisi, disk difüzyon yöntemleriyle incelenerek farklı gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar, metanol ekstraktının özellikle *B. subtilis* ve *E. durans* üzerinde güçlü antibakteriyel etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur. En yüksek etki, 800 mg/mL konsantrasyonunda gözlemlenmiş ve bu konsantrasyonlarda inhibitör bölge çapları daha yüksek gözlenmiştir. Düşük konsantrasyonlarda ise etkinlik daha değişken olmuştur, bu da antibakteriyel etkinin konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Çalışmada *S. junceum* metanol ekstraktının gram negatif bakteriler üzerinde de etkili olduğu, özellikle *E. coli*, *E. aerogenes* ve *S. enteritidis* gibi mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon gösterdiği saptanmıştır. Bu bulgular, *S. junceum*'un geniş bir antibakteriyel etki spektrumu sunduğunu ve literatürdeki önceki çalışmalara kıyasla gram negatif bakteriler üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, doğal bileşiklerin antibakteriyel tedavi alanında potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Spartium junceum metanol ekstraktının antibakteriyel etkinliği, MİK ve MBK ölçümleriyle değerlendirilmiştir. *S. junceum* metanol ekstraktının hem gram pozitif hem de gram negatif bakterilere karşı geniş bir etki spektrumu sunduğu gözlemlenmiştir. En düşük minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) 100 mg/mL olarak *E. durans*, *S. aureus* ve *S. enteritidis* üzerinde gözlemlenmiştir. *B. subtilis* gibi bazı gram pozitif bakterilerde daha düşük konsantrasyonlarla etkili olduğu belirlenmiştir. Gram negatif bakterilerde ise daha yüksek konsantrasyonlar (400 mg/mL) gerekmektedir, ancak *Salmonella enteritidis* gram negatif bir bakteri olmasına rağmen gram pozitiflere benzer bir etki gösterdiği görülmüştür. Bu durum *S. junceum* metanol ekstraktının bakteri üzerinde antibakteriyel etkinliğinin yüksek

olduğunu göstermektedir. MBK ölçüm sonuçları ise bakterilere karşı antibakteriyel etkisi için daha yüksek konsantrasyonların gerektiğini ortaya koymuştur. Sonuçlar, *S. junceum* metanol ekstraktının antibakteriyel tedavi için potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini ve geniş bir etki spektrumuna sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma aynı zamanda *S. junceum* metanol ekstraktının MCF-7 hücre hattı üzerinde konsantrasyona bağlı olarak belirgin bir sitotoksik ve antiproliferatif etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Yüksek dozlarda ekstrakt, kanser hücrelerinin çoğalmasını inhibe etmiş ve hücre canlılığını azaltmıştır. *Spartium junceum* metanol ekstraktının düşük dozlarında uygulanması ise hücre canlılığı korunmuş, toksik etkiler sınırlı kalmıştır. Bulgular, ekstraktın potansiyel antikanser özelliklerini desteklerken, özellikle 400 ppm ve üzerindeki dozlarda güçlü bir etki gösterdiğini ve hücre zarlarını bozarak kanser hücrelerinin nekrozunu hızlandırdığını göstermektedir. Bu etkinin dozla orantılı olarak arttığı ve bazı hücrelerin daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma, *S. junceum* metanol ekstraktının kanser hücreleri üzerindeki etkisini ortaya koymakta olup, bu etkinin mekanizmalarının daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, metanol ekstraktının antikanser ajan olarak kullanılma potansiyeli taşımaktadır.

Yine bu çalışmada *S. junceum* metanol ekstraktının, CuSO₄ ile muamele edilmiş *A. cepa* kök hücrelerindeki toksik etkileri iyileştirme potansiyeli incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, *S. junceum* ekstraktının mitotik indeks üzerinde iyileştirici bir etki gösterdiğini ve CuSO₄ toksisitesine bağlı olarak meydana gelen kromozomal anormallikleri azaltabileceğini ortaya koymuştur. Düşük dozlarda mitotik indeksin pozitif kontrol grubuna göre iyileşme gösterdiği, yüksek dozlarda ise iyileşmenin sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, *S. junceum* ekstraktının, CuSO₄'ün yol açtığı mitotik bozuklukları düzelterek hücre bölünmesini yeniden düzenleyici ve DNA sentezini aktive edici bir rol üstlendiği sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, *S. junceum*'un güçlü bir antioksidan özelliği taşıdığını ve CuSO₄ gibi toksik maddelere karşı koruyucu bir etki sunduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın bulguları ışığında, *S. junceum*'un yakın akrabalarından ayırt edici özellikleri daha kesin bir şekilde ortaya konulabilir ve taksonomik sınıflandırma üzerinde katkılar sağlanabilir. *Spartium junceum* türünün biyolojik aktivitelerinin daha kapsamlı bir şekilde araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Özellikle, türün antioksidan kapasitesi belirlenebilir ve serbest radikallere karşı koruyucu etkileri detaylandırılabilir. Ayrıca,

içerdiği biyoaktif bileşiklerin kimyasal profili çıkarılabilir ve bu bileşiklerin farmakolojik etkinlikleri daha ileri düzeyde değerlendirilebilir. Tütün metanol ekstraktından elde edilen aktif bileşiklerin, kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve nörolojik bozukluklar gibi farklı hastalık modelleri üzerinde in vitro ve in vivo testlerle etkinlikleri araştırılabilir. Diğer solventlerle hazırlanmış ekstraktların biyolojik aktiviteleri karşılaştırılarak en etkili formülasyonlar belirlenebilir ve bu bileşiklerin kombinasyon tedavileri ile sinerjik etkileri incelenebilir. Ayrıca, *S. junceum*'un toksik maddelere karşı koruyucu etkileri derinlemesine incelenebilir ve çevresel toksisitele mücadeledeki rolü ortaya konulabilir. Bu çalışmalar, bitkinin farmasötik alandaki potansiyel kullanımını artırabilir.

KAYNAKLAR

- Abusamra, Y. A. K., Scuruchi, M., Habibatni, S., Maammeri, Z., Benayache, S., D'Ascola, A. ve Spina, E. (2015). Evaluation of putative cytotoxic activity of crude extracts from *Onopordum acanthium* leaves and *Spartium junceum* flowers against the U-373 glioblastoma cell line. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 28(4).
- Acar, A., Çavuşoğlu, K., Türkmen, Z., Çavuşoğlu, K. ve Yalçın, E. (2015). The investigation of genotoxic, physiological and anatomical effects of paraquat herbicide on *Allium cepa* L. *Cytologia*, 80(3), 343-351.
- Ağaçfidan, A., Anđ, Ö., Badur, S., Bozkaya, E., Derbentli, Ş., Küçükler, A. ve Yeğenoğlu, Y. (2002). *Tıbbi Mikrobiyoloji-1* (E. Bozkaya, Ed.). Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri, 7-10.
- Akyıl, D. (2006) Farklı Tipteki Fungusitlerin Muhtemel Mutajeniteleri Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, ss. 101.
- Algan, G. (1981). *Bitkisel dokular için mikroteknik*. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Avcı, S., Sancak, C., Can, A., Acar, A. ve Pınar, N. M. (2013). Pollen morphology of the genus *Onobrychis* (Fabaceae) in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 37(4), 669-681.
- Bayrak, E. (2012). *Allium cepa* L. Kök Meristematik Hücreleri Üzerine *Vaccinium arctostaphylos* L.'un Antimutajenik Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Kızıl, O. A. S. ve Telci, İ. (2010). Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11, 15.
- Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 340.
- Bezic, N., Dunkic, V., Radonic, A. (2003). Anatomical and chemical adaptation of *Spartium junceum* L. in arid habitat. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 45(2), 43-47.
- Brinkley, B. R. (1985). Microtubule Organizing Centers, *Annual Review Cell and Developmental Biology*, 1, 145-172.
- Brochmann C. (1992). Pollen and seed morphology of Nordic *Draba* (*Brassica-ceae*): phylogenetic and ecological implications. *Nordic Journal of Botany* 1, 657-673.
- Cano-Campos, M. C., Díaz-Camacho, S. P., Uribe-Beltran, M., López-Angulo, G., Montes-Avila, J., Paredes-López, O. ve Delgado-Vargas, F. (2011). Bio-guided fractionation of the antimutagenic activity of methanolic extract from the fruit of *Randia echinocarpa* (Sessé et Mociño) against 1-nitropyrene. *Food Research*

International, 44(9), 3087.

- Cerchiara, T., Blaiotta, G., Straface, V. S., Belsito, E., Liguori, A., Luppi, B. ve Chidichimo, G. (2013). Biological activity of *Spartium junceum* L. (Fabaceae) aromatic water. *Natural Resources*, 4, 229-234.
- Cerchiara, T., Abruzzo, A., Palomino, R. A. Ñ., Vitali, B., De Rose, R., Chidichimo, G. ve Luppi, B. (2017). *Spanish Broom (Spartium junceum* L.) fibers impregnated with vancomycin-loaded chitosan nanoparticles as new antibacterial wound dressing: Preparation, characterization and antibacterial activity. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 99, 105-112.
- Chamberlain, D. F. (1969). New combinations in *Pottia starkeana*. *Edinb Roy Bot Gard Notes*.
- Chamberlain, D. F. (1968). Taxonomic studies in the genus *Pottia* (Doctoral dissertation, University of Oxford).
- Cragg, G. M., Grothaus, P. G. ve Newman, D. J. (2009). Impact of natural products on developing new anti-cancer agents. *Chemical reviews*, 109(7), 3012-3043.
- Cucu, A. A., Baci, G. M., Dezsi, Ş., Nap, M. E., Beteg, F. I., Bonta, V. ve Dezmirean, D. S. (2021). New approaches on *Japanese knotweed (Fallopia japonica)* bioactive compounds and their potential of pharmacological and beekeeping activities: Challenges and future directions. *Plants*, 10(12), 2621.
- Darlington, C. D. ve Mc-Leish, L. (1951). Action of Maleic Hydrazide on the Cell. *Nature*, 167, 407-408.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands* Vol: I-IX, Edinburgh University Press, United Kingdom.
- Davis, P. H., (ed) (1988). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands (Supplement)* Vol:10, Edinburgh University Press, United Kingdom.
- Davis, P. H. ve Hedge, I. C. (1975). The Flora of Turkey: Past, Present and Future. *Candollea*, 30, 331-351.
- Denizot, F. ve Lang, R. (1986). Rapid colorimetric assay for cell growth and survival. Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. *J Immunol Methods*, 89(2), 271-277.
- Dural, H.Y. ve Çitak, B. (2015). Morphology and anatomy of *Hedysarum pannosum* (Boiss.) Boiss.(Fabaceae). *Acta Botanica Croatica*, 74(1), 19-29.

- Ekim, T. (1997). Ülkemizdeki Floristik Çalışmaların Kronolojisi ve Son Gelişmeler. *Taksonomi Yaz Okulu Ders Notları*, 51-72.
- Elçi, Ş., (1994). Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler. Van: 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, 238.
- Ergin, T., Inceer, H. ve Ergin, B. (2020). *Rosa canina* L.'nin *Allium cepa* L.'nin Kök Meristematik Hücrelerinde Linuron Tarafından Tetiklenen DNA Hasarına Karşı Antimutajenik Etkisinin Araştırılması. *Cytologia* , 85 (3), 233-237.
- Ertuğ, F. (2014). Yenen Bitkiler. *Resimli Türkiye Florası*, 1, 345-380.
- Faegri K. ve Iversen J. (1989). Textbook of pollen analysis. Chichester. Willey; ss. 328.
- Falsini, S., Tani, C., Sambuco, G., Papini, A., Faraoni, P., Campigli, S. ve Schiff, S. (2022). Anatomical and biochemical studies of *Spartium junceum* infected by *Xylella fastidiosa* subsp. multiplex ST 87. *Protoplasma*, 1-13.
- Farnsworth, N. R. ve Soejarto, D. D. (1985). Potential consequence of plant extinction in the United States on the current and future availability of prescription drugs. *Economic botany*, 39(3), 231-240.
- Felsenstein, J. (1985). Phylogenies and the comparative method. *The American Naturalist*, 125(1), 1-15.
- Ferenčík, M. (2001). Detection of drug[']-induced, superoxide-mediated cell damage and its prevention by antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 30(6), 650-664.
- Fiskesjö, G. ve Levan, A. (1993). Evaluation of the First Ten MEIC Chemicals in the *Allium* Test. *The American Theological Library Association*, 21, 139-14.
- Fiskesjö, G. (1985). The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, 102(1), 99-112.
- Gavilan, R. G., Sánchez-Mata, D., Gaudencio, M., Gutiérrez-Girón, A. ve Vilches, B. (2016). Impact of the non-indigenous shrub species *Spartium junceum* (Fabaceae) on native vegetation in central Spain. *Journal of Plant Ecology*, 9(2), 132-143.
- Gezgin, S. ve Hamurcu, M. (2006). The Importance of The Nutrient elements interaction and The Interactions Between Boron with The Other Nutrient Elements in Plant Nutrition. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20(39), 24-31.
- Ghasemi, Y., Abedtash, H., Morowvat, M. H., Mohagheghzadeh, A. ve Ardeshir-Rouhani-Fard, S. (2015). Essential oil composition and bioinformatic analysis of *Spanish broom* (*Spartium junceum* L.). *Trends in Pharmaceutical Sciences*, 1(2), 97-104.
- Glinska, S., Bartczak, M., Oleksiak, S., Wolska, A., Gabara, B., Posmyk, M. M. ve Janas, K. (2007). Effects of Anthocyanin-Rich Extract from Red Cabbage Leaves on Meristematic Cells of *Allium cepa* L. Roots Treated with Heavy Metals, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 68, 343-350.

- Gömürgen, A. N. (2005). Cytological Effect of the Potasium Metabisulphite and Potasium Hitrate Food Preservative on Root Tips of *Allium cepa* L., *Cytologia*, 70, 119-128.
- Graham, J. G., Quinn, M. L., Fabricant, D. S. ve Farnsworth, N. R. (2000). Plants used against cancer—an extension of the work of Jonathan Hartwell. *Journal of ethnopharmacology*, 73(3), 347-377.
- Grant, W., F., (1978). Chromosome aberrations in plants as a monitoring system, *Environmental Health Perspectives*, 27, 37-43.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K. H. C. ve Hedge, I. C. (Eds.). (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands: Volume 11, Supplement 2*. Edinburgh University Press.
- Habibatni, S., Miceli, N., Ginestra, G., Maameri, Z., Bisignano, C., Cacciola, F. ve Miceli, N. (2016). Original Research Article Antioxidant and antibacterial activity of extract and phases from stems of *Spartium junceum* L. growing in Algeria. *International Journal of phytomedicine*, 8, 37-46.
- Halitligil, M., Akin, A. ve İlbeyi, A. (2002). Nitrogen balance of nitrogen-15 applied as ammonium sulphate to irrigated potatoes in sandy textured soils. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 369-378.
- Hartman, P. E. ve Shankel, D. M. (1990). Antimutagens and anticarcinogens: a survey of putative interceptor molecules. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 15(3), 145-182.
- Haston, E., Richardson, J. E., Stevens, P. F., Chase, M. W. ve Harris, D. J. (2009). The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 128-131.
- Horáková, K., Šovčíková, A., Seemannová, Z., Syrová, D., Bušányová, K., Drobná, Z. ve Ferenčík, M. (2001). Detection of drug-induced, superoxide-mediated cell damage and its prevention by antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 30(6), 650-664.
- Hsu, Y. C. ve Huang, T. C. (2001). A Palynological Study of the Tribe Millettieae (Fabaceae). *Taiwania*, 46(1), 21-39.
- Hudzicki, J. (2009). Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol. *American society for microbiology*, 15(1), 1-23.
- IUCN. (1993). *Guidelines for the Conservation of Medicinal Plants*. IUCN.
- İnceer, H. ve Beyazoğlu, O. (2000). Bakır Klorür'ün *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray Kök Ucu Hücreleri Üzerine Sitogenetik Etkileri, *Turkish Journal of Biology*, 24, 553-559.
- İnceer, H., Eryiğit H. N. ve Beyazoğlu, O. (2004). Effects of the Herbicide Linuron on Somatic Chromosomes of *Helianthus annuus* L. *Caryologia*, 57, 127-132.

- Jones, R. N. ve Rickards, G. K. (1990). Practical Genetics, Open University Press, Buckingham.
- Kahraman, A., Çildir, H. ve Doğan, M. (2014). Anatomy, macro-and micromorphology of *Lathyrus* sect. *Nissolia* (Fabaceae) and their taxonomic significance. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 84, 407-417.
- Kara, M., Şanda, M. A. ve Ateş, A. (1994). Cytogenetic Effects of the Insecticide Cypermethrin on the Root Meristems of *Allium cepa* L. *Turkish Journal of Biology*, 18, 323-331.
- Karaboyaci, Ö. ve Kilic, S. (2019). Chemical Composition of *Spartium Junceum* Flowers Direct Extraction with Polar and Apolar Solvents. *ICONST EST* ss. 471.
- Karaismailoğlu M.C. (2015). Morphological and anatomical features of seeds of Turkish *Romulea* taxa (Iridaceae) and their taxonomic significance. *Acta Bot Croat*, 74: 31-41.
- Karaismailoğlu M.C. ve Erol O. (2019). Pollen morphology of some taxa of *Thlaspi* L. sensu lato (Brassicaceae) from Turkey, and its taxonomical importance. *Palynology*, 43(2), 244-254.
- Karaismailoğlu, M. C., Şık, L., Çiftçi, A. ve Erol, O. (2018). Seed structure of some taxa of the genus *Crocus* L. (Iridaceae) series *Crocus*. *Turkish Journal of Botany*, 42, 722-731.
- Kaya, A. (2022). Morpho-anatomical and palynological properties of endemic *Astragalus tmoles* var. *bounacanthus* (Fabaceae). *European Journal of Life Sciences*, 1(2), 35-45.
- Kendir, G. ve Güvenç, A. (2010). Etnobotanik ve Türkiye’de Yapılmış Etnobotanik Çalışmalara Genel Bir Bakış. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 49-80.
- Koç, A. ve Gökkuş, A. (1993). Mer'a idaresinde bitki-hayvan ilişkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1).
- Koçyiğit, M. (2005). Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, İstanbul, ss. 82.
- Konyalioglu, S. ve Karamenderes, C. (2005). The protective effects of *Achillea* L. species native in Turkey against H₂O₂-induced oxidative damage in human erythrocytes and leucocytes. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(2), 221-227
- Levan, A., (1938). The Effect of Colchicine on Root Mitoses in *Allium*, *Hereditas*, 24, 471.
- Lew, R.R. ve Dearnaley, J.D. (2000). Extracellular nucleotide effects on the electrical

- properties of growing *Arabidopsis thaliana* root hairs. *Plant Science*, 153(1), 1-6.
- Liu, D. H., Jiang, W. S., Wang, W. ve Zhai, L. (1995). Evaluation of Metal Ion Toxicity on Root Tip Cells by the *Allium* Test. *Israel Journal of Plant Sciences*, 43, 125-133.
- Liu, D. H., Jiang, W. S. ve Wang, C. L. (1996). Effect of Zn²⁺ on Root Growth, Cell Division and Nucleoli of *Allium cepa* L. *Journal of Environmental Sciences*, 8, 2127.
- Lock, M. (2005). *Legumes of the World* (Vol. 577). G. P. Lewis, B. Schrire, & B. Mackinder (Eds.). Kew: Royal Botanic Gardens.
- Ma, T. H., Xu, Z., Xu, C., McConnell, H., Rabago, E. V., Arreola, G. A. ve Zhang, H. (1995). The improved *Allium/Vicia* root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants. *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects*, 334(2), 185-195.
- Marzouk, I. R. (2006). Taxonomic Consequences of Seed Morphology and Anatomy in Three *Lupinus* Species (Fabaceae-Genisteae). *Catrina*, 1(2), 1-8.
- Masoumi, S. M., Rostami, A. ve Arab, A. (2019). The micromorphology investigation of some allergenic pollens of the fabaceae (leguminosae) in Kermanshah Province (West of Iran). *Asian J Res Botany*, 2, 1-5.
- Mehrabian, A.R., Zarre, S.H., Azizian, D. ve Podlech, D. (2007). Petiole anatomy in *Astragalus* sect. *Incani* DC. (Fabaceae) in Iran. *Iranian Journal of Botany*, 13, 138-145.
- Menghini, L., Massarelli, P., Bruni, G. ve Pagiotti, R. (2006). Anti-inflammatory and analgesic effects of *Spartium junceum* L. flower extracts: a preliminary study. *Journal of Medicinal Food*, 9(3), 386-390.
- Metcalf, C.R. ve Chalk, L. (1957). *Anatomy of the Dicotyledons. II*. Clarendon Press, Oxford.
- 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.
- Nadaf, M., Halimi, M. ve Mortazavi, M. (2012). Identification of nonpolar chemical composition *Spartium junceum* flower growing in Iran by GC-MS. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11(2), 221-224.
- Nanni, V., Canuti, L., Gismondi, A. ve Canini, A. (2018). Hydroalcoholic extract of *Spartium junceum* L. flowers inhibits growth and melanogenesis in B16-F10 cells by inducing senescence. *Phytomedicine*, 46, 1-10.
- Nelson, C. J. ve Moser, L. E. (1994). Plant factors affecting forage quality. *Forage quality, evaluation, and utilization*, 115-154.
- Özbek, F., Ekici, M., Büyükkartal, H.N. ve Pınar, N.M. (2021). Anatomy, Palynology and

- Micromorphology of the *Genus Astragalus* L. (Fabaceae) Section *Uliginosi* Gray in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2525-2536.
- Özbek, H. (2005). Phytotherapy and its use in sexual and gynecological disorders. *Van Medical Journal*, 12(2), 170-174.
- Özmen, A. (2008). Aydın yöresinde yetişen bazı endemik bitkilerden elde edilen ekstraktların sitotoksik aktivitelerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Aydın, ss. 99.
- Öztürk, N. S. (2013). İmazethapyr herbisitinin *Allium cepa* L. kök meristem hücreleri üzerine sitogenetik etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, ss. 66.
- Palabaş Uzun, S., Uzun, A. ve Alıcı, E. (2020). Seed morphology of some selected species of Fabaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Violaceae, Rosaceae and Phyllanthaceae. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 2028-2036.
- Patil, B. C. ve Bhat, T. G. I. (1992). A Comparative Study of MH and EMS in the Induction of Chromosomal Aberrations on Lateral Root Meristem in *Clitoria termata* L., *Cytologia*, 57, 259-264.
- Pınar, M., Ekici, M., Aytac, Z., Akan, H., Ceter, T. ve Alan, Ş. (2009). Pollen morphology of *Astragalus* L. sect. *Onobrychoidei* DC. (Fabaceae) in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 33(4), 291-303.
- Pınar, N. M., Akan, H., Ceter, T., Aytac, Z., Ekici, M., Acar, A. ve Akdoğan, S. (2014). Comparative pollen morphology of annual *Trigonella* L. (Fabaceae) in Turkey. *Plant systematics and evolution*, 300, 689-708.
- Pillai, G.R., Srivastava, A.S., Hassanein, T.I., Chauhan, D.P. ve Carrier E. (2004) Induction of apoptosis in human lung cancer cells by curcumin, *Cancer Lett*, 208, 163-170.
- Pirani, A., Zarre, S.H., Tillich, H.J., Podlech, D. ve Niknam, V. (2006). Spine anatomy and its systematic application in *Astragalus* sect. *Rhacophorus* s. L. (Fabaceae) in Iran. *Flora*, 201, 240- 247.
- Polhill, R. M. ve Van der Maesen, L. J. G. (1985). Taxonomy of grain legumes.
- Preti, F. ve Giadrossich, F., (2009). Root reinforcement and slope bioengineering stabilization by Spanish Broom (*Spartium junceum* L.). *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 13, 1713-1726.
- Punt, W., Blackmore S., Nilsson S. ve Le Thomas A. (1994). Glossary of pollen andspore terminology. Utrecht: Lab Palaeobot Palynol; ss. 71.
- Rezanejad, F. (2007). The effect of air pollution on microsporogenesis, pollen development and soluble pollen proteins in *Spartium junceum* L.(Fabaceae). *Turkish Journal of Botany*, 31(3), 183-191.

- Riss, S., Schwameis, K., Mittlböck, M., Pones, M., Vogelsang, H., Reinisch, W. ve Stift, A. (2013). Sexual function and quality of life after surgical treatment for anal fistulas in Crohn's disease. *Techniques in coloproctology*, 17, 89-94.
- Rubatzky, V. E., Yamaguchi, M., Rubatzky, V. E., ve Yamaguchi, M. (1997). Peas, Beans, and Other Vegetable Legumes: Family: Fabaceae (Leguminosae). *World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values*, 474-531.
- Saghi, M.R., Jafari, A. ve Yazdanbakhsh, Z. (2015). Anatomical study of *Astragalus* sect. *Caprini* (Leguminosae) from NE Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 7, 173-180.
- Samejo, M. Q., Memon, S., Bhangar, M. I. ve Khan, K. M. (2012). Chemical composition of essential oils from *Alhagi maurorum*, *Chemistry of Natural Compounds*, 48 (5), 898- 900.
- Sanhueza, C. ve Zalba, S. M. (2012). Experimental control of Spanish broom (*Spartium junceum*) invading natural grasslands. *Management of Biological Invasions*, 3 (2), 97.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L. ve Leblebici, E., (Tohumlu Bitkiler Sistematığı, E. Ü. F., (1995), Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116 (Ders Kitabı), 4, Baskı, Bornova-İZMİR, ss. 396.
- Shemetova, T., Erst, A., Wang, W., Xiang, K., Vural, C. ve Aytaç, Z. (2018). Seed morphology of the genus *Astragalus* L. from North Asia. *Turk J Bot* 42, 710-721.
- Ska, A. C., Kulbacka, J., Harasym, J., Dubi, M., Magiera, S. ve Saczko, J. (2017). Anticancer Activity Of Oat B-Glucan in Combination with Electroporation on Human Cancer. *Cells*. 274, 616-623.
- Soxhlet, H. (1879). Preparation of permanent rennet-essence. *American Journal of Pharmacy*, 51, 37.
- Stearn, W. T. (1992). How many species of *Allium* are known? *The Kew Magazine*, 9(4), 180-182.
- Şenkardeş, İ. ve Tuzlacı, E. (2014). Gündoğmuş (Antalya/Türkiye) yöresinden bazı etnobotanik bilgiler. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 4(2), 63-75.
- Tarman, O. (1972). Forage crops meadow and pasture culture. *Ankara University Faculty of Agriculture Publications*, ss. 464.
- Tekin, M. ve Akyol, Y. (2018). Endemik *Hedysarum cappadocicum* Boiss. (Fabaceae) Türünün Anatomik Özellikleri. *Anadolu University Journal of Science and Technology C-Life Sciences and Biotechnology*, 7(2), 207-213.
- Tkalec, M., Malaric, K., Pavlica, M., Pevalek-Kozlina, B. ve Vidakovic-Cifrek, Z. (2009). Effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields on Seed Germination and Root Meristematic Cells of *Allium cepa* L. *Mutation Research*, 672, 76-81.

- Tozyılmaz, V. (2019). Anadolu florasına ait bazı endemik türlerin antimikrobiyal, antioksidan ve anti biyofilm aktivitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bartın, ss. 167.
- Turki, Z., El-Shayeb, F. ve Abozeid, A. (2013). Seed morphology of some *Trigonella* L. species (Fabaceae) and its taxonomic significance. *International Journal of Science and Research*, 3(12), 940-948.
- TÜBİVES, Türkiye Bitkileri Veri Servisi, (2012). <http://www.tubives.com/index.php> (Erişim tarihi:10.01.2025).
- Ugulu, I., Baslar, S., Yorek, N. ve Doğan, Y. (2009). The investigation and quantitative ethnobotanical evaluation of medicinal plants used around Izmir province, Turkey. *Journal of Medicinal plants research*, 3(5), 345-367.
- Vural, C., Ekici, M., Akan, H. ve Aytaç, Z. (2008). Seed morphology and its systematic implications for genus *Astragalus* L. sections *Onobrychoidei* DC., *Uliginosi* Gray and *Ornithopodium* Bunge (Fabaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 274, 255-263.
- Vural, N. (1996). Toksikoloji, Metalik Zehirler. *A Ü Eczacılık Fakültesi Yayınları*, 3, 659.
- Waheed, A., Ahmad, M., Ghufuran, M. A., Jabeen, A., Ozdemir, F. A., Zafar, M. ve Khan, A. S. (2021). Implication of scanning electron microscopy in the seed morphology with special reference to three subfamilies of Fabaceae. *Microscopy Research and Technique*, 84(9), 2176-2185.
- Wodehouse, R. P. (1935). Pollen Grains, Mc. GrewHill, New York.
- World Health Organization. (1998). *Quality control methods for medicinal plant materials*. World Health Organization.
- Yeşilada, E., Takaishi, Y., Fujita, T. ve Sezik, E. (2000a). Anti-ulcerogenic effects of *Spartium junceum* flowers on in vivo test models in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 70(3), 219-226.
- Yesilada, E., Tsuchiya, K., Takaishi, Y. ve Kawazoe, K., (2000b), Isolation and characterization of free radical scavenging flavonoid glycosides from the flowers of *Spartium junceum* by activity-guided fractionation, *Journal of Ethnopharmacology*, 73 (3), 471-478.
- Yıldırım, N., Pulatkan, M. ve Turna, İ. (2017). Effects of Different Medium on Seed Germination of *Spartium junceum* L. with Medicinal and Aromatic Importance. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4, 376-383.
- Yıldırım, N., Pulatkan, M. ve Turna, İ. 2017. Effects of Different Medium on Seed Germination of *Spartium Junceum* L. With Medicinal and Aromatic Importance. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3, Special Issue 2), 376-383.

- Zahrddin, H., Khalil, M. ve Hijazi, A. (2022). Antibacterial, antioxidant, and repellency potential of the essential oil from *Spartium junceum* L. grown in Lebanon. *BAU Journal-Science and Technology*, 4(1), 6.
- Zarre, S., Darzi, R., Maasoumi, A. A. ve Shahrokh, K. O. (2024). Seed morphology of *Astragalus* (Fabaceae, Astragaleae) and its systematic implication: an effort towards a standard terminology. Authorea Preprints.
- Zengin, V., Mahomoodally, M. F., Picot-Allain, C. M. N., Çakmak, Y. S., Uysal, S., ve Aktumsek, A. (2019). *In vitro* tyrosinase inhibitory and antioxidant potential of *Consolida orientalis*, *Onosma isauricum* and *Spartium junceum* from Turkey. *South African Journal of Botany*, 120, 119–123.
- Zhao, X., Liu, Y., Li, J., Zhang, H., Jia, L., Hou, Q. ve Sun, K., (2023). Numerical analyses of seed morphology and its taxonomic significance in the genus *Oxytropis* DC. (Fabaceae) from northwestern China. *PhytoKeys*, 222, 49.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Selime ACAR
Doğum Yeri ve Tarihi : Kütahya/07.11.1997

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi/Moleküler Biyoloji ve Genetik
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi/Moleküler Biyoloji ve Genetik
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce/Almanca
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar :
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

1- ENAPTECH: İlaç ve Kimyasal Sorumlusu
2- T3 Vakfı: Eğitimci
3- MediSMART Klinik Araştırmalar ve Ecza Deposu
Tic. A.Ş: Clinical Research Coordinator

Stajlar : TUBİTAK MAM, 2018/ MART- Biotechnology and microbiology

Abdullah Gül Üniversitesi, 2021/ Ocak-Mayıs- Worked on Rare Diseases and C. elegans cilia with Doç. Dr. Oktay KAPLAN

Yozgat Üniversitesi 2020/ Aralık-Şubat- Worked on epilepsy with Dr. Enes AKYÜZ

Projeler ve Kurs Belgeleri : TUBİTAK MAM, 2018/ MART- Biotechnology and microbiology

Abdullah Gül Üniversitesi, 2021/ Ocak-Mayıs- Worked on Rare Diseases and C. elegans cilia with Doç. Dr. Oktay KAPLAN

Yozgat Üniversitesi 2020/ Aralık-Şubat- Worked on

epilepsy with Dr. Enes AKYÜZ

Çalıştığı Kurumlar : T3 Vakfı

İletişim

E-Posta Adresi :

Tarih : 24/01/2025 (Tez Savunma Tarihi)