ENDEMİK *PROMETHEUM CHRYSANTUM* SUBSP. *ULUDAGHENSE* ULU KAYA GÖBEĞİ (CRASSULACEAE/ DAMKORUĞUGİLLER)ALT TÜRÜ ÜZERİNDE MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

Serpil KORKMAZ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDEMİK *PROMETHEUM CHRYSANTUM* SUBSP. *ULUDAGHENSE* ULU KAYA GÖBEĞİ (CRASSULACEAE/ DAMKORUĞUGİLLER)ALT TÜRÜ ÜZERİNDE MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

Serpil KORKMAZ
0000-0001-5907-6681

Prof. Dr. Özer YILMAZ
(Danışman)
0000-0003-1498-5827

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2024
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ENDEMİK *PROMETHEUM CHRYSANTUM* SUBSP. *ULUDAGHENSE* ULU KAYA GÖBEĞİ (CRASSULACEAE/ DAMKORUĞUGİLLER)ALT TÜRÜ ÜZERİNDE MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

Serpil KORKMAZ
Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özer YILMAZ

Çalışmamızda, Uludağ Soğukpınar ve Harmancık'ta endemik olarak bulunan *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alt türünün morfolojik ve anatomik özellikleri kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Araştırma, 2022 ve 2023 yıllarında Temmuz ve Ağustos aylarında Bursa Uludağ'da gerçekleştirilen arazi çalışmalarında elde edilen örnekler ile yapılmıştır. Ayrıca, arazi örneklerinin yanı sıra herbaryum koleksiyonları da incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense alt* türüne ait örneklerin kök, gövde, yaprak, çiçek özelliklerinin genel olarak literatürde tanımlanan özelliklerle uyumlu olduğu belirlenmiştir. *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense* kalın bir kutikula tabakası, kranz anatomi yapısı ve özel epidermis hücreleri sayesinde kuraklığa dayanıklı hale gelmiştir. Yaprak yapısındaki stomalar, su kaybını kontrol altında tutarak bitkinin çevresel koşullara adaptasyonunu sağlamaktadır. Çalışmanın sonuçları, Bursa bölgesindeki biyolojik çeşitliliğe katkı sunmakta ve gelecekteki botanik çalışmalar için önemli bir referans oluşturmaktadır. Bu endemik türün korunması, bölgesel biyolojik çeşitliliğin devamı için büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense*, Crassulaceae, Sistematik, Morfoloji, Anatomi
2024, vii + 49 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL FEATURES ON ENDEMIC *PROMETHEUM CHRYSANTUM* SUBSP. *ULUDAGHENSE* ULU ROCK CAVE (CRASSULACEAE/ DAMKORUĞİLLER) SUBSPECIES

Serpil KORKMAZ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
Supervisor: Prof. Dr. Özer YILMAZ

In our study, the morphological and anatomical features of the *Prometheum chrysanthum* subsp. uludaghense subspecies, which is endemic to Uludağ Soğukpınar and Harmancık, were investigated comprehensively. The research was conducted with samples obtained during field studies carried out in Bursa Uludağ in July and August of 2022 and 2023. In addition to field samples, herbarium collections were also examined. As a result of the analyzes, it was determined that the root, stem, leaf and flower characteristics of the samples belonging to the *Prometheum chrysanthum subsp. uludaghense* subspecies were generally compatible with the features defined in the literature. *Prometheum chrysanthum* subsp. uludaghense has become resistant to drought thanks to a thick cuticle layer, cranial anatomy structure and special epidermis cells. The stomata in the leaf structure ensure the adaptation of the plant to environmental conditions by controlling water loss. The results of the study contribute to the biological diversity in the Bursa region and constitute an important reference for future botanical studies. The protection of this endemic species is of great importance for the continuation of regional biodiversity.

Key words: *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense*, Crassulaceae , Systematic , Morphology, Anatomy
2024, vii + 49 pages.

TEŞEKKÜR

"Endemik *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* Ulu kaya göbeği (Crassulaceae/ Damkoruğugiller) Alt Türü Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Özelliklerin Araştırılması" adlı tez çalışmam sırasında bana rehberlik eden, bilgi ve deneyimleriyle yolumu aydınlatan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özer YILMAZ' a en derin teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ders ve tez sürecinde birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum yüksek lisans arkadaşıma ve değerli meslektaşım Ayşegül AŞKAN' a, bu çalışmanın her aşamasında bana gösterdiği destek ve yardımlardan ötürü içtenlikle teşekkür ederim.

Herbaryum çalışmalarında yardımını esirgemeyen Biyolog Burcu Kıymet TÖRE 'ye; deneysel çalışmalardaki katkılarından dolayı Dr. Aylin YILMAZ ve doktora öğrencisi Merve ÖZERKAN' a teşekkür ederim.

Bu süreçte yanımda olan ve desteğini her zaman hissettiren başta sevgili eşim Oğuz KORKMAZ' a ve kızlarım Burcu Ece KORKMAZ ile Buket Eda KORKMAZ' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Serpil KORKMAZ
30/10/2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET…… i
ABSTRACT…… ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR…….. iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ…… vii
ŞEKİLLER DİZİNİ……viii
ÇİZELGELER DİZİNİ……xi
1.GİRİŞ…….. 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI……... .3
2.1. Crassulaceae Familyası Genel Özellikleri ……3
2.2.Crassulaceae Familyasının Biyolojik Değeri …….....9
2.3. Crassulaceae Familyası ile İlgili Yapılan Çalışmalar……..9
2.4.*Prometheum* Cinsinin Tarihçesi……..12
2.5.*Prometheum* Cinsinin Genel Özellikleri ……12
2.5.1.Cins teşhis anahtarı……...13
2.5.2.Tür teşhis anahtarı……14
2.5.3.*Prometheum* cinsinin sistematiği……..15
3.MATERYAL VE YÖNTEM……..…18
3.1. Araştırma Materyali Örneklerin Toplanması……..18
3.2. Morfolojik Özelliklerin Tespiti……...18
3.3. Anatomik Özelliklerin Tespiti…….....19
3.4.Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) İncelenmesi……....19
4. BULGULAR……20
4.1.Morfolojik Özelliklere Ait Bulgular……20
4.2.Yayılış Alanları……...….22
4.3.Anatomik Özelliklere Ait Bulgular…….....22
4.3.1.Gövde ……...……22
4.3.2.Yaprak ……...……...26
5.TARTIŞMA ve SONUÇ…….....29
KAYNAKLAR……..32
ÖZGEÇMİŞ……...34

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
%	Yüzde oran
µm	Mikrometre
^{o}C	Derece santigrat
cm	Santimetre
m	Metre
mm	Milimetre

Kısaltmalar	**Açıklama**
BULU	Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Herbaryumu
ep	Epidermis
fl	Floem
ka	Kambiyum
krnz.	Kranz anatomi
ko	Korteks
ks	Ksilem
kut.	Kutikula
ö	Öz
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
subsp.	Subspecies

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.Crassulaceae familyasının dünyadaki dağılış haritası …… ……..3
Şekil 2.2.Terrarium örnekleri……4
Şekil 2.3.Kokodema örnekleri……..5
Şekil 2.4. C3 ve C4 bitki yapraklarının karşılaştırılması…….....7
Şekil 4.1. Yaşam alanında *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense*…….21
Şekil.4.2. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün yayılışı……..22
Şekil 4.3. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün gövde enine kesit görüntüsü…….24
Şekil 4.4. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün yaprak enine kesit görüntüsü……..25
Şekil 4.5. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürü gövdesinin enine kesitinin SEM fotoğrafı……..27
Şekil 4.6. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün yaprak enine kesitinin SEM fotoğrafı…….28

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.5.3 *Prometheum* cinsine ait türler ve endemizm durumu…….. 16

Çizelge 5.1 *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense* alt türüne ait morfolojik özelliklere ait bulguların literatür değerleriyle kıyaslanması…… 29

1. GİRİŞ

Biyolojik çeşitlilik, türler, genetik kaynaklar ve ekosistem çeşitliliği yoluyla insanlara sunduğu çeşitli hizmetler ve malzemelerle sürdürülebilirlik açısından hayati bir role sahiptir. Bu nedenle, biyolojik çeşitlilik Türkiye için, diğer ülkelerde olduğu gibi, büyük öneme sahip bir değer ve stratejik bir kaynak olarak öne çıkmaktadır.

Türkiye, ılıman iklim kuşağında yer alması sebebiyle bitki çeşitliliği bakımından çevresindeki diğer ülkelere kıyasla benzersiz özellikler gösterir. Türkiye'de tespit edilen bitki türlerinin sayısı, Avrupa kıtasındaki toplam bitki türleriyle neredeyse aynıdır. Yapılan son araştırmalar, Türkiye'nin yaklaşık 12.000 bitki taksonunu barındırdığını ve bu türlerin yaklaşık 3.000'inin endemik olduğunu ortaya koymuştur (Davis ve ark., 1988; Ekim, 2005; Özhatay ve Kültür, 2006). %34,4'lük endemik tür oranıyla Türkiye, Avrupa'nın en zengin biyolojik çeşitliliğe sahip ülkelerinden biri konumundadır (Özhatay ve ark., 2009; Tekeli ve ark., 2006). Türkiye'nin bu biyolojik çeşitliliği, coğrafi yapısındaki çeşitlilikten kaynaklanmaktadır. Kısa mesafelerde sıcaklık ve iklim farklılıklarının görülmesi, topografik çeşitlilik ve değişen toprak yapısı, bitki formasyonlarının zenginleşmesine ve tür çeşitliliğine önemli katkı sağlamaktadır (Meral, 2013).

Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye'de, kuzey ve güney kıyı şeridindeki dağlık alanların yanı sıra batıdan doğuya artan yükselti farklılıkları bitki topluluklarının çeşitlenmesine neden olmuştur. Coğrafi koşulların farklılıkları, Türkiye'nin önemli gen merkezlerinin kesişim noktasında yer almasıyla flora zenginliği ve genetik çeşitliliği artırmıştır (Özhatay ve ark., 2009; Avcı, 2005; Ekim, 2005). Aynı zamanda, Anadolu'nun Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan Flora Bölgeleri gibi üç farklı gen merkezine dahil olması, bitki gen kaynakları açısından büyük bir çeşitlilik ve zenginlik sunmaktadır. Tarihsel olarak, Anadolu'nun önemli göç güzergahları üzerinde bulunması ve farklı uygarlıklara ev sahipliği yapması, bitki çeşitliliği ve gen havuzunun gelişiminde kritik bir öneme sahiptir (Demir, 2013).

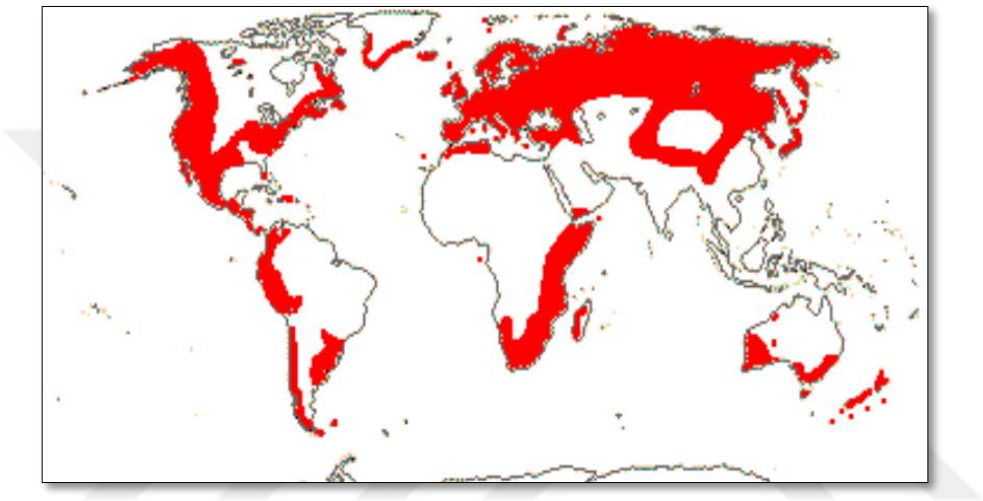
Prometheum chrysanthum türünün ait olduğu Crassulaceae (Damkoruğugiller) familyası, 35 cins ve 1.400'den fazla türle temsil edilmektedir ve geniş bir dağılım gösterir (Heywood ve ark., 2017). Güney Afrika, Madagaskar, Himalayalar, Meksika ve Akdeniz Bölgesi, familya üyeleri için endemizm merkezleri olarak öne çıkarken, Avustralya ve Güney Amerika gibi nemli tropik bölgelerde tür çeşitliliği daha düşüktür (Toelken, 1986; Thiede, 1995; Thiede ve Eggli, 2007; Heywood ve ark., 2007; Hart, 1998). Bu ailenin bazı üyelerinin tıbbi bitkiler olarak kullanıldığı, ayrıca gıda, iç ve dış mekân süs bitkisi olarak dünya çapında popüler olduğu bilinmektedir (Plants for a future, 2008; Arnold ve ark., 2002).

Bu araştırmanın amacı, *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense alt* türünün morfolojik ve anatomik özelliklerini belirlemek ve bu veriler ışığında Bursa endemiği olan alt tür hakkında daha ileri çalışmalara temel oluşturacak bilgiler sağlamaktır. Çalışma, bu bitki türünün ayrıntılı bir şekilde incelenmesiyle, morfolojik ve mikroskobik düzeydeki karakteristiklerinin tespit edilmesini hedeflemekte ve bu özelliklerin, *Prometheum chrysantum* türünün diğer alt türleriyle karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, elde edilecek bulguların, Bursa bölgesindeki biyolojik çeşitliliğin korunması ve bitki biyolojisi alanında yapılacak yeni araştırmalara katkı sunması beklenmektedir.

Bu tez çalışmasında endemik *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense alt* türünün morfolojik ve anatomik özelliklerinin incelenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Prometheum cinsi, Crassulaceae familyasının bir üyesidir ve bu familya dünya çapında geniş bir dağılıma sahip 35 cinsten oluşan yaklaşık 1.410 türe ev sahipliği yapmaktadır (Eggli, 2002). Familya, özellikle kuzey yarımkürede yaygın olarak görülmekle birlikte, üyeleri suyun sınırlı olduğu kurak ve soğuk bölgelerde sıkça bulunmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1.Crassulaceae familyasının dünyadaki dağılış haritası (Balcı, 2009).

2.1. Crassulaceae Familyasının Genel Özellikleri

Crassulaceae familyasına ait türler, küçük tek yıllık bitkilerden uzun ömürlü otsular, çalılar ve hatta ağaçlara kadar uzanan geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Çoğunlukla çok yıllık otsu, çalı ya da ağaç formunda olan familya üyeleri, daha çok sıcak iklimler, kurak araziler veya kayalık alanlarda bulunurlar. Bununla birlikte, familya içerisinde yer alan Crassula cinsi gibi, sulak alanları ve soğuk iklim koşullarını tercih eden türler de ilgi çekmektedir (Heywood ve ark., 2007). Türlerin çoğu, estetik özellikleri nedeniyle dikkat çekici çiçeklere sahiptir.

Familya içerisinde en fazla tür sayısına sahip cins Sedum olup, 428 tür ile öne çıkmaktadır. Diğer önemli cinsler arasında *Crassula* (195 tür), *Dudleya* (47 tür),

Sempervivum (63 tür), *Kalanchoe* (144 tür), *Rhodiola* (58 tür), *Prometheum* (7 tür), *Echeveria* (139 tür), *Aeonium* (36 tür) ve *Tylecodon* (46 tür) bulunmaktadır (Lopez-Angulo ve ark., 2016). Bu cinsler, süs bitkisi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Eid ve ark., 2018).

Damkoruğugiller familyasına ait bitkiler çeşitli kullanım alanlarına sahip olmaları hem estetik değerleri hem de potansiyel sağlık faydaları nedeniyle dünya genelinde yaygın ilgi görmektedir. Crassulaceae familyasına ait bitkiler çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Familyanın bazı önemli kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

1.Süs Bitkisi olarak kullanım: Crassulaceae familyasına ait birçok tür, gösterişli yaprakları ve çiçekleri nedeniyle süs bitkisi olarak yaygın bir şekilde yetiştirilir. Özellikle *Sedum, Echeveria, Kalanchoe* gibi cinsler ev bahçelerinde, saksılarda, terrarium, kokodema gibi bitki tasarımları ve peyzaj düzenlemelerinde popülerdir.



Şekil 2.2. Terrarium örnekleri



Şekil 2.3. Kokodema örnekleri

2. Tıbbi Kullanım: Bazı Crassulaceae türleri geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Örneğin, *Aeonium* spp. ve *Kalanchoe* spp. gibi türlerin yapraklarından elde edilen ekstraktlar, yara iyileştirici, anti-inflamatuar ve antibakteriyel özellikler gösterir. *Kalanchoe daigremontiana* gibi bazı türler kanser tedavisinde potansiyel olarak kullanılabilir.

3. Kurutulmuş Çiçek Üretimi: Bazı Crassulaceae türleri, çiçeklerinin uzun süreli dayanıklılığı nedeniyle kesme çiçek endüstrisinde değerlidir. Özellikle *Sedum* spp. bu amaçla yetiştirilir.

4. Yeşil Çatılar ve Duvar Bahçeleri: Crassulaceae familyasına ait bazı su tutma kapasitesi yüksek türler, yeşil çatılar ve duvar bahçeleri için idealdir. Bu türler, çatının veya duvarın üzerinde su tutarak kuraklığa dayanıklı bir peyzaj oluştururlar.

5. Halk Arasında Kullanım: Bazı türler evlerde, özellikle de iç mekânlarda bitki yetiştirmek için tercih edilir. Örneğin, *Crassula ovata* (Jade bitkisi) sıklıkla saksı bitkisi olarak evlerde bulunur ve şans getirdiğine inanılır.

Su depolayabilen etli yaprak formuna sahip olmaları ve (CAM) “Crassulaceae Asit Metabolizması” sayesinde suyun sınırlı olduğu ortamlarda uyum göstermeleri, Crassulaceae familyasına bağlı türlere büyük bir avantaj sağlasa da bu bitkiler tipik çöl habitatlarında bulunmazlar. CAM, ananas ve kaktüs gibi susuz iklimlerde yayılış gösteren bitkilerde sıkça görülen bir metabolizmadır (Balcı, 2009). CAM, suyun verimli kullanılmasını sağlayan bir adaptasyon olup, geceleri karbon dioksiti (CO_2) depolayıp gün boyunca tekrar kullanmak üzere serbest bırakmasıyla karakterize edilir (Cushman ve Borland, 2002; Ekşi ve Uzun, 2016). Bu adaptasyon sayesinde, Crassulaceae familyasına ait bitkiler zorlu çevresel koşullarda daha dirençli hale gelmektedir. Ayrıca, bu bitkilerin düşük nemli ortamlarda yaşayabilme özellikleri hem doğal hem de yapay çevrelerde yaygın olarak yetiştirilmelerini mümkün kılar.

Çoğu sukkulent, örneğin kaktüsler, ananas (*Ananas comosus*) ve Crassulaceae familyası üyeleri, stomalarını daha serin ve nemli olan gece saatlerinde açarak transpirasyon yoluyla su kaybını en aza indirir. CAM'a özgü olan bu karbon döngüsü, C4 bitkilerindekine benzer bir işlemle gerçekleşir: Geceleyin stomaları açıkken alınan CO_2, organik asitlere dönüştürülür ve gün içinde stomalar kapalıyken bu organik asitler serbest bırakılarak fotosentezde kullanılır. Bu mekanizma, CAM bitkilerine yüksek ışık ve su kıtlığı olan ortamlarda büyük bir avantaj sağlar.

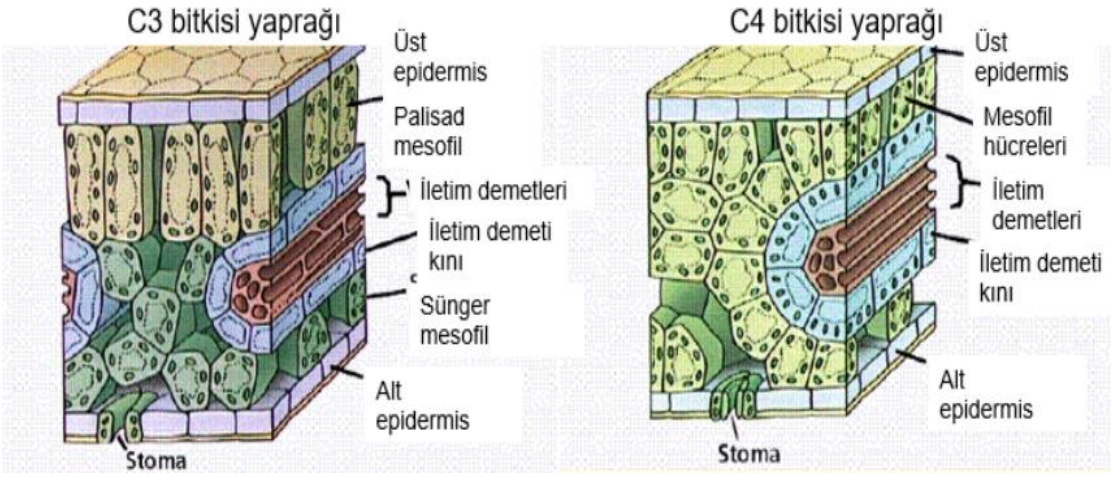
Eskiden C3 bitkilerinin karanlıkta stomalarını kapatarak su kaybını tamamen engellediği düşünülse de son çalışmalar, çoğu ağaç ve çalı türünün gece stomalarını tamamen kapatmadığını göstermektedir. Bazı bitkilerde “noktürnal terleme” olarak bilinen bu gece su kaybı, günlük su kullanımının önemli bir kısmını oluşturur. Örneğin, Brezilya savanlarındaki fakir topraklarda, toplam günlük transpirasyonun %28'i veya daha fazlası noktürnal su kaybından kaynaklanabilir. Geceleri hava serin ve nemli olduğunda stomaların açık kalması, bitkilerin mineral alımını artırarak su dengesini korumalarına yardımcı olur.

CAM ilk olarak, Crassulaceae familyasının bir üyesi olan Sedum cinsinde gözlenmiştir. CAM, su ve sıcaklık stresinin baskın olduğu bölgelerde yaygın olarak bulunan bitkilere özgüdür (Öztürk, 2016). Bu özelliğiyle Crassulaceae familyasındaki türler, olumsuz çevre

koşullarına daha dayanıklı hale gelmektedir (Ekşi ve Uzun, 2016; Cushman ve Borland, 2002).

CAM, su kaybının en aza indirilmesi gereken kurak ortamlar için geliştirilmiş bir CO_2 özümleme yöntemidir ve bu metabolizma ilk olarak Crassulaceae bitkilerinde keşfedilmiştir. Sukkulent yaprak ve gövdelere sahip CAM bitkileri, düşük nem koşullarında CO_2'yi gece stomalarını açarak emer, gündüz ise stomalarını kapalı tutar, böylece transpirasyon yoluyla su kaybını azaltır (Osmond, 1978). Ancak, CAM mekanizmasını kullanan çok az sayıda kültür bitkisi bulunmaktadır; bunlar arasında agave, dikenli armut ve ananas yer almaktadır.

Fotosentez mekanizmalarına göre bitkiler C3, C4 ve CAM, tipleri olarak üç ana gruba ayrılır.



Şekil 2.4. C3 ve C4 bitki yapraklarının karşılaştırılması (Bozcuk,2004).

C3 bitkilerinin yaprakları palizat mezofil hücreleri ile üst epidermis altında düzgün bir tabaka oluştururken, alt epidermisin yanında sünger parankiması hücreleri bulunur. Bu hücrelerin arasında geniş boşluklar vardır ve kloroplastlar içerirler. C4 bitkilerinde ise palizat mezofil hücreleri iletim demetinin etrafında çelenk biçiminde sıralanmıştır, sünger parankima hücreleri ise aradaki boşlukları doldurur. Ayrıca, C4 bitkilerindeki iletim demeti kın hücreleri kloroplast içerir ancak granalar daha az gelişmiştir. CAM bitkilerinin yaprak yapısında ise kalın bir kütikula ve sünger parankiması hücreleri bulunur, bu hücrelerde çok geniş kofullar mevcuttur (Bozcuk, 2004).

C4 bitkileri, benzersiz "Kranz" yani çelenk tipi bir yaprak anatomisine sahiptir. Bu yaprak yapısında, palizat mezofil (parankima) hücreleri, iletim demeti kınının çevresinde düzgün bir çelenk biçiminde dizilmiş durumdadır. Bu dizilimin arasında sünger mezofil hücreleri, palizat mezofil hücrelerinin arasında kalan boşlukları doldurarak, bu hücreler arası alanın daha küçük ve az olmasına neden olur. Her iki mezofil hücresi de kloroplast içerir ve granalar belirgindir. Ancak C4 bitkilerindeki iletim demeti kını hücreleri de kloroplast içerir; yine de bu kloroplastlardaki granalar gelişmiş değildir.

CAM bitkilerinde ise yaprak yüzeyinde kalın bir kütikula tabakası bulunur ve palizat parankiması (mezofil) tam olarak gelişmemiş durumdadır. Fotosentez, bu bitkilerde çoğunlukla sünger parankima hücreleri aracılığıyla gerçekleşir. Bu hücreler az sitoplazmalı olup, geniş kofullar içerir. Ayrıca, iletim demetlerinin çevresinde demet kını hücreleri bulunsa da, bunlar C4 bitkilerindekine göre tam gelişmiş değildir ve daha çok mezofil hücrelerine benzerlik gösterir. CAM bitkilerinin en karakteristik özelliği, gündüz stomaların kapalı kalması ve gece açılmasıdır. Böylelikle, gündüz saatlerinde stomalar üzerinden buharlaşma ile su kaybı minimum seviyeye indirilir. Gece açılan stomalarda ise, transpirasyon yoluyla su kaybı, alınan CO_2 miktarına oranla düşük kalmaktadır.

Araştırmalara göre, her bir gram CO_2 bağlanması için CAM bitkileri yaklaşık 50-100 gram, C4 bitkileri 500 gram ve C3 bitkileri ise yaklaşık 1000 gram su kaybeder. CAM bitkilerinde CO_2 sabitlemesi, gündüz ve gece olacak şekilde iki zaman diliminde gerçekleşir. Geceleyin yapılan solunum faaliyetinde enzim olarak PEP-karboksilaz görev alırken, gündüz gerçekleşen raksiyonda RuBP-karboksilaz devreye girer. Bu bitkilerde CO_2 sabitlemesi aynı hücrede (mezofil hücresi), farklı zaman dilimlerinde (gündüz ve gece) ve iki ayrı enzim (PEP-karboksilaz ve RuBP-karboksilaz) kullanılarak gerçekleştirilir.

C4 bitkilerinde ise CO_2 fiksasyonu, aynı anda (gündüz) mezofil ve demet kını hücreleri olmak üzere iki farklı hücrede ve iki ayrı enzim (PEP-karboksilaz ve RuBP-karboksilaz) kullanılarak gerçekleştirilir (Bozcuk, 2004).

2.2. Crassulaceae Familyasının Biyolojik Değeri

Bazı Crassulaceae türleri yenilebilir özellikte olup, tıbbi olarak da değerlidir. Örneğin, *Sedum acre ve Sedum telephium* gibi türler şifalı bitkiler arasında yer almaktadır (Balcı, 2009). Güncel farmakolojik araştırmalar, bu familyaya ait türlerin antinosiseptif, analjezik, antiülserojenik, antiinflamatuar, antimikrobiyal, antihiperglisemik, sitotoksik/antikanser, hepatoprotektif, antioksidan ve daha birçok biyolojik aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. (Eid ve ark., 2018). Bu özellikler, Crassulaceae familyasının sağlık ve ilaç sanayisinde geniş bir kullanım potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

2.3. Crassulaceae Familyası ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Başçı (1995) araştırmasında, *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau bitkisinin gövde , kök, yaprak ve çiçeklerinde vejetasyon dönemi boyunca iki katı oranında bulunan polifenolik bileşiklerin (kemferol-3-ramnozit, kersetin-3-ramnozit, mirsetin-3-ramnozit, florin, florin'in monometil eteri, (-) 7, 4’-dihidroksi 5, 3', 5’-trimetoksiflavon 3-o-gallat ve gallik asit) tespit edildiğini ortaya koymuştur. Bu bitkiler, çiçeksiz dönem, çiçekli dönem ve çiçeğin solmuş olduğu dönem olarak üç farklı dönemde toplanmıştır. Bitkinin gövde , yaprak, kök ve çiçekleri ayrı ayrı %90’lık metanol ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstre edilen polifenolik bileşiklerin miktarları Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, florin en yüksek oranda bitkinin çiçeğinin solmuş olduğu döneminde gövde kısmında bulunmuştur. Ayrıca, florin'in monometil eteri demetilasyona uğrayarak florine dönüştüğü belirlenmiştir. (-) 7, 4’-dihidroksi 5, 3', 5’-trimetoksiflavon 3-o-gallat biyosentezinin, bitkinin gövdesinde başladığı ve çiçeklenme dönemine doğru arttığı görülmüştür. Flavonoidlerin ise B halkasına farklı öncüller aracılığıyla şikimik asit yolu ile biyosentezlendiği düşünülmektedir. Gallik asit ise bitki çiçek dökümünde kök dışında diğer tüm bölümlerde yüksek oranda bulunmuştur. Polifenolik bileşiklerin fazla miktarda elde edilmesi için bitkinin çiçekli dönemde hasat edilmesi yararlı görülmektedir. *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau’nun hipotiroid üzerindeki etkinliği içerdiği iyoda bağlı olarak düşünülebilir.

Sayın (2002), *Sempervivum glabrifolium* (Crassulaceae) bitkisinin metanol ekstresinden elde ettiği 5 doğal bileşiği (1-Hekzatetrakontanol, Stigmast-4-en-3-on, p-Sitosterol, bis(2-etilhekzil) adipat, Sitosterol 3-0-β-D-glukopiranosid) ilk defa izole etmiş ve modern NMR teknikleri ile kütle spektrometresi kullanarak yapılarını belirlemiştir. Literatür taramasına göre, 1 numaralı bileşik yeni bir alkol yapısı olarak tespit edilirken, diğer dört bileşik (2, 3, 4 ve 5) bilinen doğal bileşikler olarak tanımlanmıştır. *Sempervivum. glabrifolium* bu çalışma kapsamında ilk defa incelenmiştir.

Mayuzumi (2004) Crassulaceae familyasının Sedoideae alt familyasına ait Asya'da bulunan örnekleri üzerinde DNA sekanslarıyla ilgili bir çalışma yapmıştır. Familyaya ait 74 taksonun filogenetik konumu, cpDNA'nın trnL-trnF genler arası ayırıcı dizisi ve nDNA'nın 5.8S rDNA dizisini içeren ITS bölgesinin analizlerine dayalı olarak tahmin etmiştir. Analizler sonucunda, Sedoideae alt familyasının monofiletik olmadığını ve özellikle *Sedum* cinsinin oldukça parafiletik olduğunu tespit etmiştir. CpDNA kısıtlama bölgesi varyasyonuna ve matK bölgesine dayalı son araştırmalar, "büyük öneme sahip" yedi kuşak tanınmasını sağlamıştır. Analizler sonucunda: *Kalanchoe, Sempervivum, Aeonium ve Acre* olmak üzere dört ana kuşak tanımlandı. Test edilen tüm Asya *Sedum*ları (ss) *Acre*'ye dahildir. Sınıf ve diğer tüm Doğu Asya cinsleri, Telephium sınıfına karşılık gelen gruplar halinde bulunmuştur. Telephium sınıfı, *Rhodiola, Hylotelephium, Phedimus* ve *Umbilicus* olmak üzere güçlü bir şekilde desteklenen dört alt klada bölünmüştür ve polifilik olduğu belirlenmiştir (Mayuzumi, Ohba, 2004).

Yılmaz. ve ark.(2009) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin kuzeybatısında bulunan *Prometheum chrysanthum* bitkisinin yeni bir alt türü olan *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense* tanımlanmıştır. Bu alt tür, morfolojik olarak *Prometheum chrysanthum* subsp. *chrysanthum* alt türüne benzemekle birlikte, bazı ayırt edici özelliklere sahiptir. *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense*, dar ve dikdörtgenimsi-lanceolate şeklinde yapraklara, daha uzun gövde yapraklarına, tirsoid (salkım benzeri) çiçeklenme yapısına ve daha büyük çiçeklere sahiptir. Bu özellikler, bitkinin taksonomik olarak yeni bir alt tür olarak tanımlanmasını sağlamıştır.

Balcı (2009) tarafından yapılan araştırmada, ANK Herbaryumu' nda Crassulaceae familyasına ait 308 bitki örneği incelenmiş ve 8 cinse ait toplam 58 takson belirlenmiştir. Türkiye florasında Crassulaceae familyasına ait toplam 89 tür bulunmakta olup, bunların 38'i Türkiye'ye özgü endemiktir ve oranı %42,6'dır. ANK Herbaryumu' nda en çok dublet barındıran dört cins sırasıyla *Sedum* (216), *Rosularia* (34), *Umbilicus* (24) ve *Sempervivum* (17) olarak tespit edilmiştir. Crassulaceae familyasına ait türlerin fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı ise Öksin %35, Akdeniz %47 ve İrano-Turanien %18 olarak saptanmıştır.

Rezgallah (2017) "Crassulaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi" adlı çalışmasında, minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) ve disk difüzyon (DD) yöntemlerini kullanarak Crassulaceae ailesinden bazı türlerin antimikrobiyal aktivitelerini değerlendirmiştir. Bu çalışmada, *Sedum* ve *Sempervivum* türlerinin etanol ekstraktlarının antimikrobiyal etkileri, gram-pozitif ve gram-negatif toplam 14 bakteri türü ile bir mantar türü üzerinde incelenmiştir. İncelenen bakteriler arasında *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecium, Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Klebsiella* pneumoniae, *Pseudomonas* aeruginosa DSMZ 50071, *Pseudomonas fluorescens* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis, Salmonella kentucky, Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044 yer almıştır. Ayrıca, *Candida albicans* DSMZ 1386 mantar türü de çalışmaya dahil edilmiştir. Disk difüzyon yöntemi, belirli bir mikroorganizma türüne karşı maddenin etkinliğini belirlerken, MİK testi ise mikroorganizmanın büyümesini durdurmak için gerekli en düşük madde miktarını tespit eder. Çalışma, Crassulaceae familyasına ait türlerin biyolojik çeşitliliğini ve potansiyel tıbbi kullanım alanlarını vurgulamakta ve bu ailenin Türkiye'deki dağılımını ve endemik türlerini öne çıkarmaktadır.

2.4. *Prometheum* Cinsinin Tarihçesi

1995 yılında Backhuys Publishers Leiden'da yayımlanan çalışmada, 'Türkiye'deki *Prometheum* türleri üzerine detaylı incelemeler gerçekleştirilmiştir (s. 159-172). Bu

çalışmayı takiben, 1999 yılında Biochem. System. Ecol. dergisinde *Prometheum* türlerinin sistematik ve ekolojik özelliklerini derinlemesine ele alan bir makale yayımlanmıştır (s. 407-426).

Türkiye'de *Prometheum* cinsi, daha önce *Rosularia* ve *Sedum* cinsleri altında sınıflandırılmış altı türle temsil edilmektedir. Bu türler arasında *Prometheum chrysanthum, Prometheum sempervivoides, Prometheum serpentinicum, Prometheum pilosum, Prometheum rechingeri* ve *Prometheum aizoon* bulunmaktadır. Ayrıca, bu cinse ait yeni bir tür ve bir varyete de tanımlanmıştır. (Eker, 1985; Özdeniz, Özbey, Kurt, Bölükbaşı, 2017).

Bu çalışmalar, *Prometheum* türlerinin morfolojik ve genetik özelliklerinin detaylı bir analizini sunmuş, böylece bu türlerin taksonomik sınıflandırmasına yönelik önemli bilgiler sağlamıştır. Türkiye'nin bitki çeşitliliğine yönelik bu araştırma, ülkenin endemik bitki türlerine dair değerli bilgiler sunmuş ve bitki sistematikçileri için önemli bir kaynak teşkil etmiştir.

2.5. *Prometheum* Cinsinin Genel Özellikleri

Prometheum cinsi, Anadolu'dan İran'a ve Kafkaslar boyunca yayılan, kayalık habitatlarda yetişen bir bitki grubudur. Türkiye'deki birçok türü endemiktir ve bu bitkiler genellikle tek yıllık, iki yıllık veya çok yıllık ömre sahip olup yüksek rakımlı ve sert iklim koşullarına adapte olmuşlardır. Sukkulent özellik gösteren *Prometheum* cinsi, yoğun rozet yapısına sahip bitkilerden oluşur; bu rozetler kuruduğunda sıkı, küresel bir yapıya dönüşür (Tubives, 2021).

Yaprakları almaşık dizilimde, sapsız ve etli yapıdadır; bu yapılar genellikle yassıdan yarı silindirik, oblong veya obovat-spatula formunda olabilir. Çiçekli dallar genellikle dik ya da yükselici olup 25 cm'ye kadar uzayabilir. Çiçekler kısa saplıdır, 5 parçalıdır ve 10 stamen taşır. Çiçekler radyal simetriktir ve hem erkek hem de dişi organları içeren hermafrodit yapıdadır. Çanak yapraklar geniş, sapsızdır; taç yaprakları ise tabanda birleşik olup yayılmış veya dik loplu olabilir. Taç yaprakları kırmızı, pembe, sarı veya

krem renklerde olup, anterleri kırmızı veya sarımsı olabilir (Balcı, 2009). Nektar pulları enine dikdörtgen veya dört köşeli formdadır. Ovaryum, çiçeğin diğer parçalarının altında konumlanmış (hipoginöz) veya bazen orta kısmında (periginöz) bulunabilir.

Karpeller, taç yapraklarıyla aynı sayıda olup serbest veya tabanda birleşik halde yer alır. Karpellerin tabanında pul şeklinde nektar bezleri bulunur. Meyve, genellikle çok sayıda tohum içeren bir folikül grubu şeklinde olup tohumlar küçük, endospermi yetersiz ya da bulunmaz. Olgun foliküller, ventral sütür boyunca belirgin dudaklarla yayılan yıldız şeklinde ya da belirsiz dudaklarla dik olarak yayılmaya kadar değişkenlik gösterebilir (Ohba, 1978; Eggli, 1988).

Prometheum cinsi, geçmişte morfolojik ve moleküler analizlerle tanımlanmış olup, Ohba (1978) tarafından bu cinsin bazı türleri *Sedum* ve *Rosularia* içinde yer alan türlerle ilişkilendirilmiştir. Ancak daha sonraki araştırmalar, bu türlerin farklı bir türe ait olduğunu doğrulamıştır (Eggli, 1988).

2.5.1.Cins teşhis anahtarı

1. Yapraklar orbiküler, kordat veya subpeltat, uzun saplı…….**2. Umbilicus**

1. Yapraklar yumurtamsıdan dar silindir bölgesine kadar, sapsız şekilde veya yaprak sapı boyunca giderek incelmiştir.

2. Korolla tüpü loblardan biraz daha kısa ila çok daha uzun ……...**3. Rosularia**

2. Korolla tüpü en fazla loblar veya bağımsız taç yapraklar kadar uzun

3. Yapraklar birleşik, birleşik; taç yapraklar 3-4 …… **1. Crassula**

3. Yapraklar karşılıklı veya almaşık, bağ yapmaz; taç yapraklar 3-16

4. Monokarpik akaulescent rozetten çıkan çiçeklenme; bitki iki yıllık veya çok yıllık

5. Taç yapraklar 5-6; stamenler 10-12……**4. Sedum**

5. Taç yapraklar 8-15; stamenler 16-20……...**6. Sempervivum**

4. Çiçek ve vejetatif kısımlar salkımı açıkça kaulescent; bitki yıllık veya çok yıllık

6. Taç yapraklar yaklaşık 1 mm; foliküller 1 tohumlu …….. **5. Telmissa**

5. Foliküller birkaç tohumlu, taç yapraklar 2-10 mm; ……. **4. Sedum**

2.5.2.Tür teşhis anahtarı

1. Çiçeklenme terminali

2. Çiçeklenme genellikle sapın bir kısmını veya daha fazlasını kaplar, 35-250 çiçekli

3. Çiçeklenme tbyrsoid bir salkım; yapraklar çoğunlukla yeşil (bazn glokoz)

……. **2. globulariifolia**

3. Çiçek salkımı simoz salkım; yapraklar gloköz ……. **1. elymaitica**

2. Çiçeklenme genellikle sapın t'sinden fazlasını kaplamaz, 1-30{-80) çiçekli

4. Yapraklar glandüler tüylü…… **7. chrysantha**

4. Yapraklar papillat, kirpikli ama bunun dışında tüysüz……..**8. serpentinica**

1. Çiçeklenme yanal

5. Ölü yapraklar kalıcı(aretoid); yapraklar 5 mm ……**12. davisii**

5. Ölü yapraklar kalıcı değil(aretoid değil), yapraklar 10 mm veya daha fazla

6. Çiçeklenme piramidal veya silindirik tirsoid salkım, tüysüz; stiller

0-2 mm…… ……**3. serrata**

6. Çiçek salkımı simoz salkım veya dikbasiyal simetri, tüysüz veya glandüler tüylü; stiller 0-7-2-5 mm

7. Yapraklar doğrusal-kuneattan -spatulata kadar, 10-20 mm

8. Çiçeklenme dikasiyal bir sim; çiçekler 6-5-8 mm……**6. radiciftora**

8. Çiçek salkımı simoz salkım; çiçekler 8-13 mm……**10. haussknechtii**

7. En azından bazı yapraklar daha geniş, spathulate, cuneate veya obovate, genellikle 20 mm veya daha fazla

9. Yapraklar obovat, glandüler-piloz; çiçekler soluk sarı……**9. aizoon**

9. Yapraklar kuneat veya spathulat, tüysüzden glandüler-tüylüye, genellikle apekse yakın aniden genişler; çiçekler beyazdan pembeye

10. Çiçeklenme 1-4(-7)-çiçekli; caudex yok…… **11. rechingeri**

10. Çiçeklenme (2-)5-120 çiçekli; caudex mevcut

11. Dinlenme rozetleri mevcut……. **6. radiciflora**

11. Dinlenme rozetleri yok

12. Yapraklar yeşil; yan rozetler uzun sürgünler üzerinde değil; çiçeklenme 5-15 çiçekli; taç yapraklar pembe; çiçekler kampanulat……...**4. sempervivum**

12. Yapraklar gloköz veya yeşil; yan rozetler bazen uzun sürgünler üzerinde, çiçeklenme 2-120 çiçekli; taç yapraklar beyazdan pembeye, çiçekler urceolattan kampanulata…… **5. Libanotica**

2.5.3. Prometheum cinsinin sistematiği

Crassulaceae familyasında yer alan küçük bir bitki cinsidir. H. Ohba tarafından tanımlanmış olup, tip türü *Prometheum sempervivoides*'dir (Fischer ex M. Bieb., 1978). Bu cins, Batı Asya ve Doğu Akdeniz bölgelerinde yaygın olarak bulunur. Önceleri *Sedum* ve *Rosularia* cinslerine dahil edilmiş olan türler, son sitolojik, moleküler, kemo taksonomik ve hibridizasyon deneyleri sonucunda *Prometheum'*un morfolojik olarak belirgin bir cins olduğu ve monofiletik (tek bir ortak atadan evrimleşmiş) bir grup oluşturduğu belirlenmiştir (Hart, 2003).

Prometheum'un sistematiği üzerine yapılan morfolojik ve moleküler analizler, Anadolu'daki *Sedum sempervivoides* ve *Sedum pilosum* gibi türlerin de *Prometheum* cinsine ait olduğunu göstermiştir (Eggli,1988). Bu analizler, cinsin içerdiği türlerin evrimsel ilişkilerini ve morfolojik özelliklerini anlamamıza yardımcı olmuştur. *Prometheum* cinsi, özellikle morfolojik özellikleri, genetik yapıları ve coğrafi yayılımıyla ilgili yapılan çalışmalar, bitki sistematikçileri için önemli bir araştırma konusunu oluşturmaktadır. *Prometheum* cinsine ait türler Çizelge 2.5.3'te verilmiş; endemizm durumları da belirtilmiştir.

Çizelge 2.5.3.*Prometheum* cinsine ait türler ve endemizm durumu

Tür / Alt Tür	**Yaygın Adı**	**Endemizm Durumu**
Prometheum aizoon	Sulu Kaya göbeği	Endemik
Prometheum chrysanthum	Sarı Kayagöbeği	-
Prometheum chrysanthum subsp. *chrysanthum*	Sarı Kayagöbeği	Endemik
Prometheum chrysanthum subsp. *uludaghense*	Ulu Kayagöbeği	Endemik
Prometheum muratdaghense	Dağ Kayagöbeği	Endemik
Prometheum pilosum	Hoş Kayagöbeği	-
Prometheum rechingeri	Kayagöbeği	-
Prometheum sempervivoides	Horozlelesi	-
Prometheum serpentinicum	Cıbıl Kayagöbeği	-

Özhatay (2009) ve Güner (2013) yaptıkları araştırmalarda *Prometheum chrysanthum* türünün diğer *Prometheum* cinsi bitkileri gibi potansiyel tıbbi ve aromatik özelliklere sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Geleneksel olarak bu bitkinin özleri, sindirim sistemi problemlerine karşı kullanıldığını; *Prometheum chrysanthum* türünün antioksidan özelliklere sahip olduğu ve bağışıklık sistemini güçlendirebileceğini ifade etmişlerdir.

Ancak, bu bitki ile ilgili bilimsel araştırmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla, bitkinin farmakolojik etkileri ve tıbbi kullanımı hakkında kesin ve net bilgiler mevcut değildir. *Prometheum chrysanthum* türünün geleneksel kullanım alanları ve potansiyel faydaları hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiğini; bu şekilde, bitkinin tıbbi ve aromatik potansiyeli daha iyi anlaşılabileceğini belirtmişlerdir.

Balcı (2009) yaptığı çalışmada, *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alt türünün yaprak yapısı, su kaybını en aza indirgeyerek kurak koşullara karşı yüksek uyumluluk sağladığını ve bu sayede taşlık ve kayalık alanlarda bile sağlıklı bir şekilde gelişebileceğini belirtmiştir. Ayrıca *Prometheum* cinsine ait diğer türler gibi potansiyel tıbbi özellikler taşıyabileceğini; ancak bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Materyali Örneklerin Toplanması

Çalışmada incelenen *Prometheum chrysantum* subsp. uludaghense örnekleri, 2022 – 2023 yılları arasında Uludağ Soğukpınar ve Harmancık mevkiinde yürütülen saha çalışmalarında toplanmıştır. Toplanan örneklerin teşhisi için Herbaryum (BULU) bünyesinde bulunan örneklerden yararlanılmıştır.

Örnekler toplandıkları sırada bitkinin çiçek açma durumu göz önünde bulundurularak Temmuz – Ağustos ayları arasında aralıklı olarak sahaya çıkılmış ve örnekler toplanmıştır. Daha sonraki morfolojik ve anatomik çalışmalarda kullanılmak üzere toplanan örnekler etil alkolde sabitlenmiştir. Bu örnekler Uludağ Üniversitesi Herbaryumu' nda saklanmaktadır.

Araştırmanın bu bölümünün başında *Prometheum chrysantum* subsp. uludaghense alt türüne ait genel görünümler incelenmiş; daha sonra kök, gövde, yaprak kısımlarının LEICA EZ4 stereo mikroskop altında kesitleri alınmıştır. Alınan kesitlere polen örnekleri de dahil edilerek ışık mikroskobunda incelenmiştir. Hazırlanan preparatlar daha sonra kalıcı preparatlar haline getirilmiş ve ileri çalışmalarda kullanılmak üzere gliserin-jelatin çözeltisi kullanılarak korunmuştur. Ayrıca her bir bitki kısmının mikro-morfolojik özellikleri SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile görüntülenmiştir.

3.2. Morfolojik Özelliklerin Tespiti

Morfolojik analiz sürecinde, her birey için boy uzunluğu, bazal ve gövde yaprakları ile çiçek sayısı gibi çeşitli ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir karakterin ölçümü 20 ila 25 kez tekrarlanmıştır. Ölçümler, OLYMPUS SZ 51 stereo mikroskobu ile yapılmıştır.

3.3. Anatomik Özelliklerin Tespiti

Türün anatomik özelliklerini incelemek amacıyla, %70 alkol içinde muhafaza edilen bitki örneklerinden yaprak ve gövde bölümlerine ait enine ve yüzey kesitleri manuel olarak hazırlanmıştır. Kesitler kalıcı preparatlar olarak hazırlanırken gliserin-jelatin kullanılmış ve görüntüleme için kameralı bir mikroskop tercih edilmiştir.

3.4. Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile İncelenmesi

Mikro morfolojik incelemeler için Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Toplanan örneklerden gövde yaprakları, taban yaprakları, gövdeye ait yüzey ve enine kesitler alınmıştır. Örnekler, alkol ve aseton serilerinden geçirilerek kurutulmuş ve yapışkan karbon bantları ile kaplanmış alüminyum diskler (stub) üzerine dikkatlice yerleştirilmiştir. Yerleştirme işleminin ardından, BAL-TEC SCD 005 kaplama cihazı ile örnekler 250 saniye süresince Altın-Palladyum ile kaplanmış ve daha sonra taramalı mikroskop ile incelenerek fotoğraflanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Morfolojik Özeliklere Ait Bulgular

Prometheum chrysantum subsp. uludaghense

Betimi: Bu alt türde caudex bulunmamakla birlikte, hafif kalınlaşmış bir ana **kök yapısı** gözlemlenmiştir. Örneklerin ana kök uzunlukları 5,2 ila 7,5 cm arasında değişirken, yan kökler 3-3,5 cm uzunluğundadır. **Çiçek salkımları** terminal, yani gövdenin uç kısmında yer almakta olup, gevşek salkımlar halinde 5 ila 12 çiçek içermektedir. Rozetler ± basık-küresel şekildedir, çapları 1,4 – 1,6 cm olup, sapsız veya kısa saplı çıkıntılar şeklinde kümeler oluşturur. Çiçekler boru formunda veya dar huni şekline sahip olup, uzunlukları 10-14 mm arasında değişir. Çiçeğin dış kısımları salgı tüyleriyle kaplıdır. Taç yaprakları uzunluğun yaklaşık 1/3 ila 2/5'lik kısmında birleşmiş olup, renkleri fildişi beyazı ile soluk sarı arasında değişiklik gösterir. Filament uzunluğu ortalama 8 mm, anter ise 1 mm olarak ölçülmüştür. **Yapraklar** dikdörtgen veya dar eliptik biçimde olup etlidir. Taze olduklarında yeşil renkte, kuruduğunda ise koyu sarımsı kahverengi bir renk alır. Taban yaprakların uzunlukları 2,2 ila 2,7 cm arasında değişmektedir. **Yaprak yüzeyleri**nde yoğun salgı tüyleri bulunur. Enine kesitte içbükey bir yapı gösterir ve glandüler tüyler taşıyabilir, bazı durumlarda tüysüz olarak da gözlemlenebilir. **Gövde** uzunluğu 10,5-19 cm arasında değişir. Tüysüz, parlak ve açık yeşil renktedir. Üst kısmında gövde çapı yaklaşık 2 mm iken, alt kısmında kalınlık 6 mm civarındadır.

Çiçeklenme Dönemi: Temmuz-Ağustos ayları

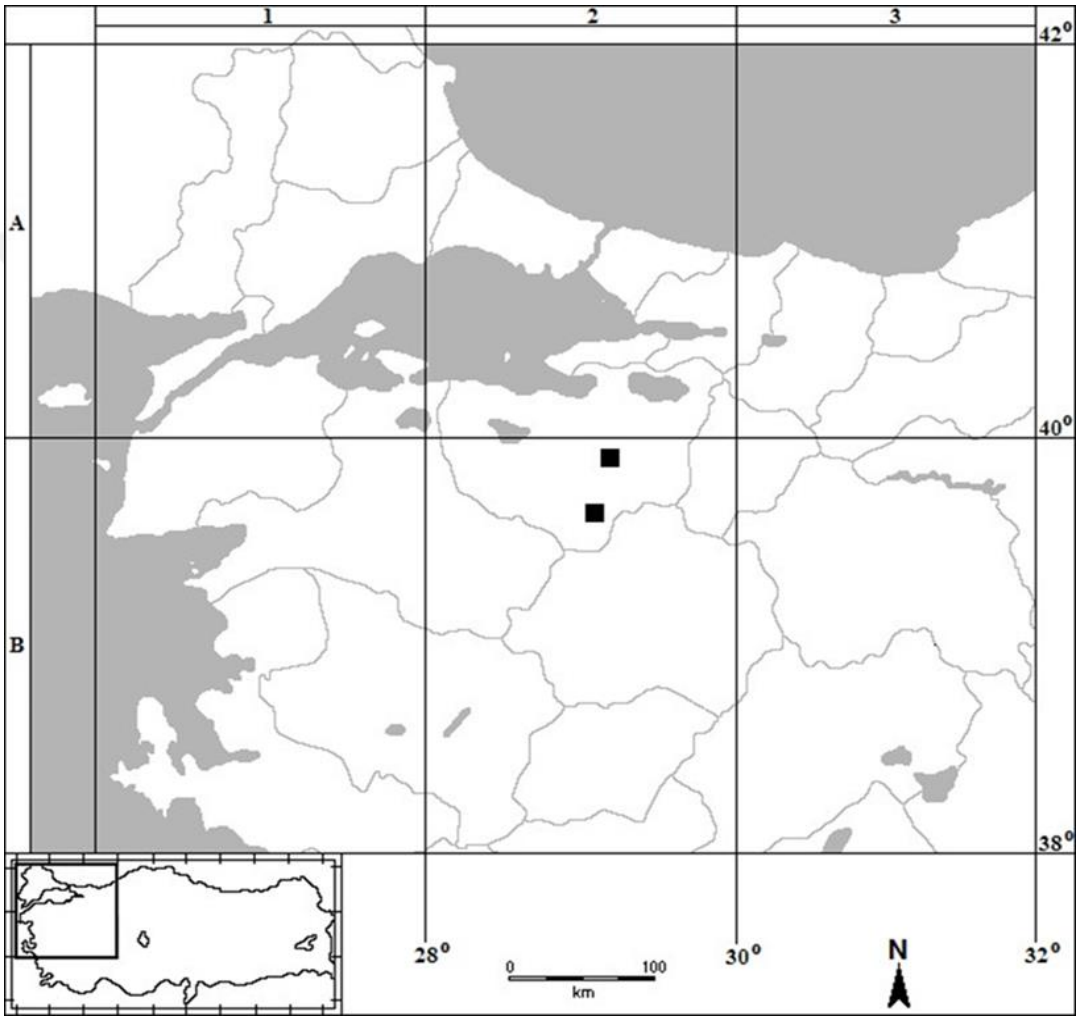
Habitat: Kireçtaşı kaya yarıklarında, 1600-2500 metre yüksekliklerde yayılış gösterir.

İncelenen alt tür: Türkiye. [A2] Bursa: Uludağ, Soğukpınar-Karaıslah yolu üzerinde, Soğukpınar'a 1 km mesafede, 40°01' N, 29°07' E koordinatlarında, 890 m yükseklikte, 24 Temmuz 2005 tarihinde toplanan örnek (Kaynak 28745, Yılmaz) (holotip BULU).



Şekil 4.1. Yaşam alanında *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense*. A – Habitat. B– Genel görünüm. C – Çiçek durumu. D – Gövde yaprakları.

4.2. Yayılış Alanları: *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense*, Türkiye'ye özgü endemik bir bitki alt türdür. Bu alt tür, Bursa ili sınırlarında yer alan Uludağ çevresinde doğal olarak bulunur. Türkiye'nin Batı ve Güney Marmara bölgesindeki dağlık ve kayalık alanlarda yayılış gösterir, ancak en yoğun yayılımı Uludağ'ın yüksek rakımlı bölgelerinde gözlemlenir. (Flora of Turkey, Tübives)

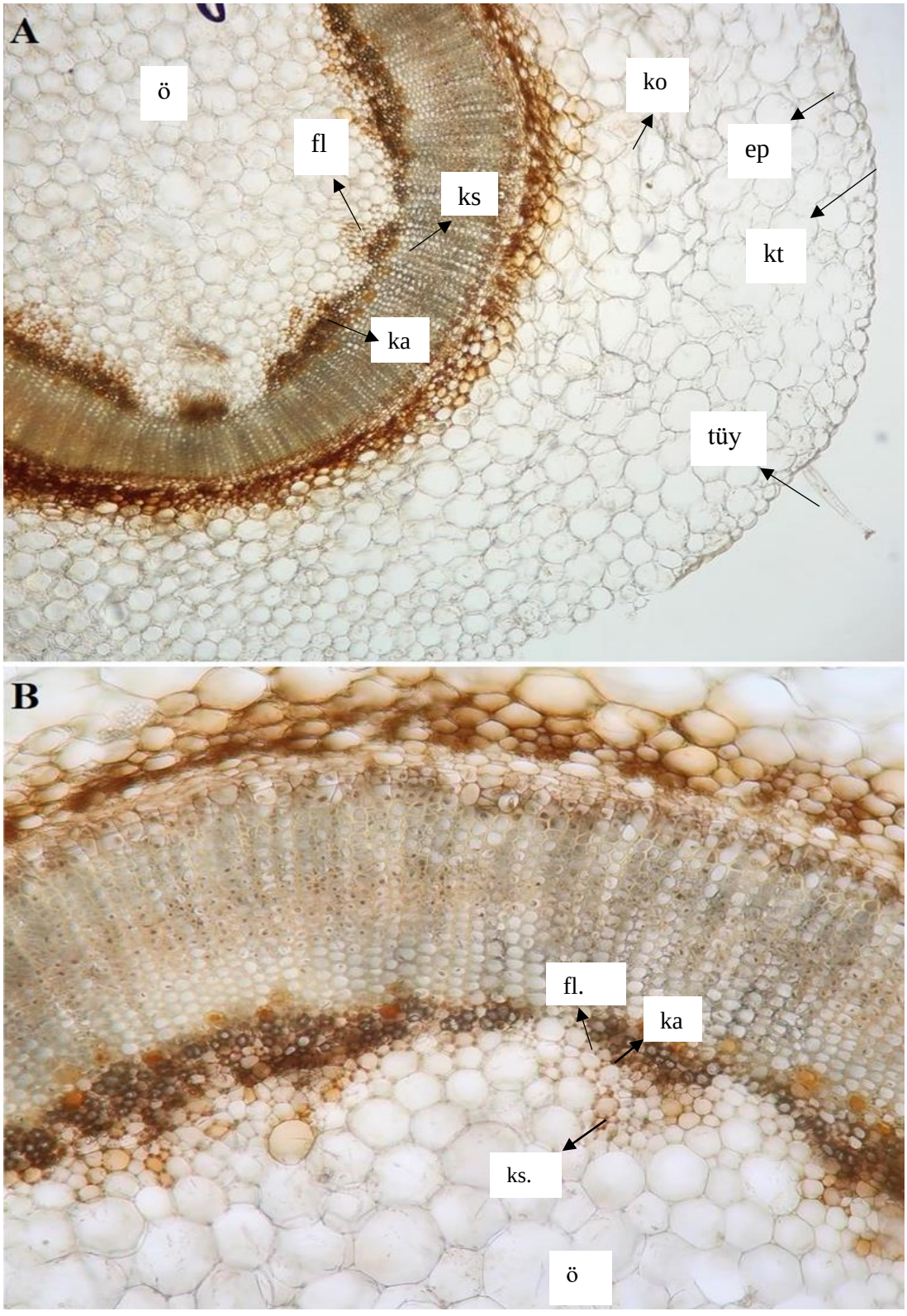


Şekil.4.2. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün yayılışı.

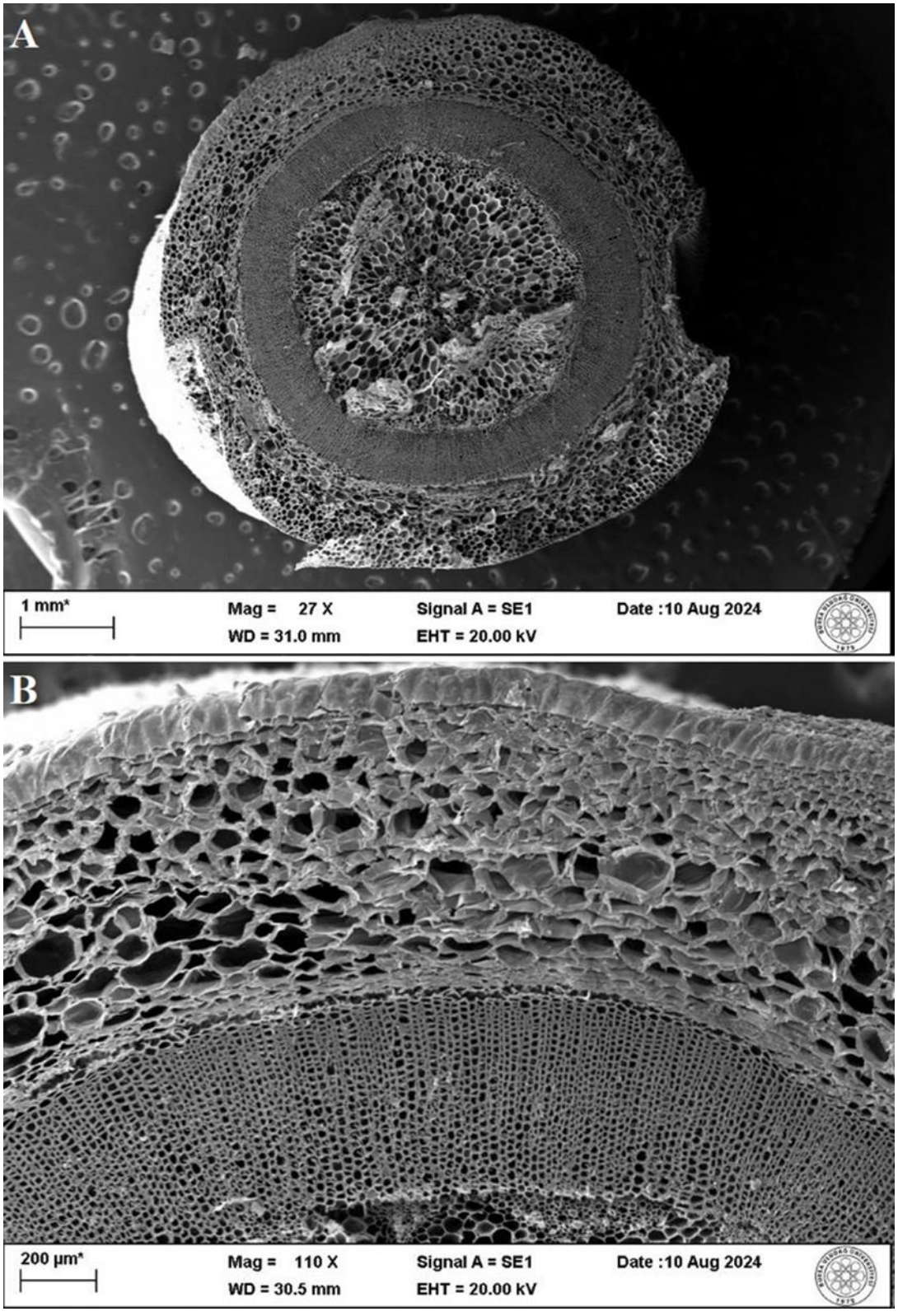
4.3. Anatomik Özelliklere Ait Bulgular

4.3.1.Gövde

Örneklerden alınan enine kesitte gövdenin dış kısımda yer alan **epidermis hücreleri**, kalın çeperli ve küçük hücrelerden oluşur. Bu hücrelerin yüzeyleri su kaybını minimuma indirmek için kütikula tabakası ile kaplı olabilir. Bu kalın epidermis tabakası, kuraklık koşullarına uyum sağlanması için suyun korunmasına katkıda bulunur. Epidermisin hemen altında geniş bir **korteks tabakası** bulunur. Korteks, su ve besin iletimini sağlayan parankima hücrelerinden meydana gelir ve genellikle hava boşlukları içerir. Bu yapısal özellik, bitkinin yüksek rakımlara uyum sağlamasına katkı sağlar. **Vasküler doku** yapısı ise **;** gövdenin merkezine doğru ilerledikçe, suyun taşınmasından sorumlu olan ksilem ile besin maddelerinin iletilmesini sağlayan floem dokularını içeren iletim dokusu yer alır. Vasküler dokunun bu özel düzenlenişi, bitkinin su kıtlığı olan yüksek rakımlı bölgelerde hayatta kalmasına yardımcı olur. Gövde kesitinin belirli kısımlarında aktif hücre bölünmesi gösteren *meristematik doku* bulunur. Bu doku, bitkinin büyüme ve dallanma süreçlerini destekler. Enine kesit analizinde, dış kısımda tek sıralı epidermis tabakasının **kutikula** ile kaplandığı görülmektedir. Gövdenin merkezinde **öz bölgesine** ait, ince çeperli ve oval ya da yuvarlak biçimli parankima hücreleri bulunur. Bu hücreler, bitkinin adaptasyon kabiliyetine destek veren bir besin depolama yapısını oluşturur.



Şekil 4.3. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün gövde enine kesiti. A– Genel görünüm. B – Yakından görünüm. fl: floem, ka: kambiyum, ö; öz, ko: korteks, ks.; ksilem,kt.=kutikula

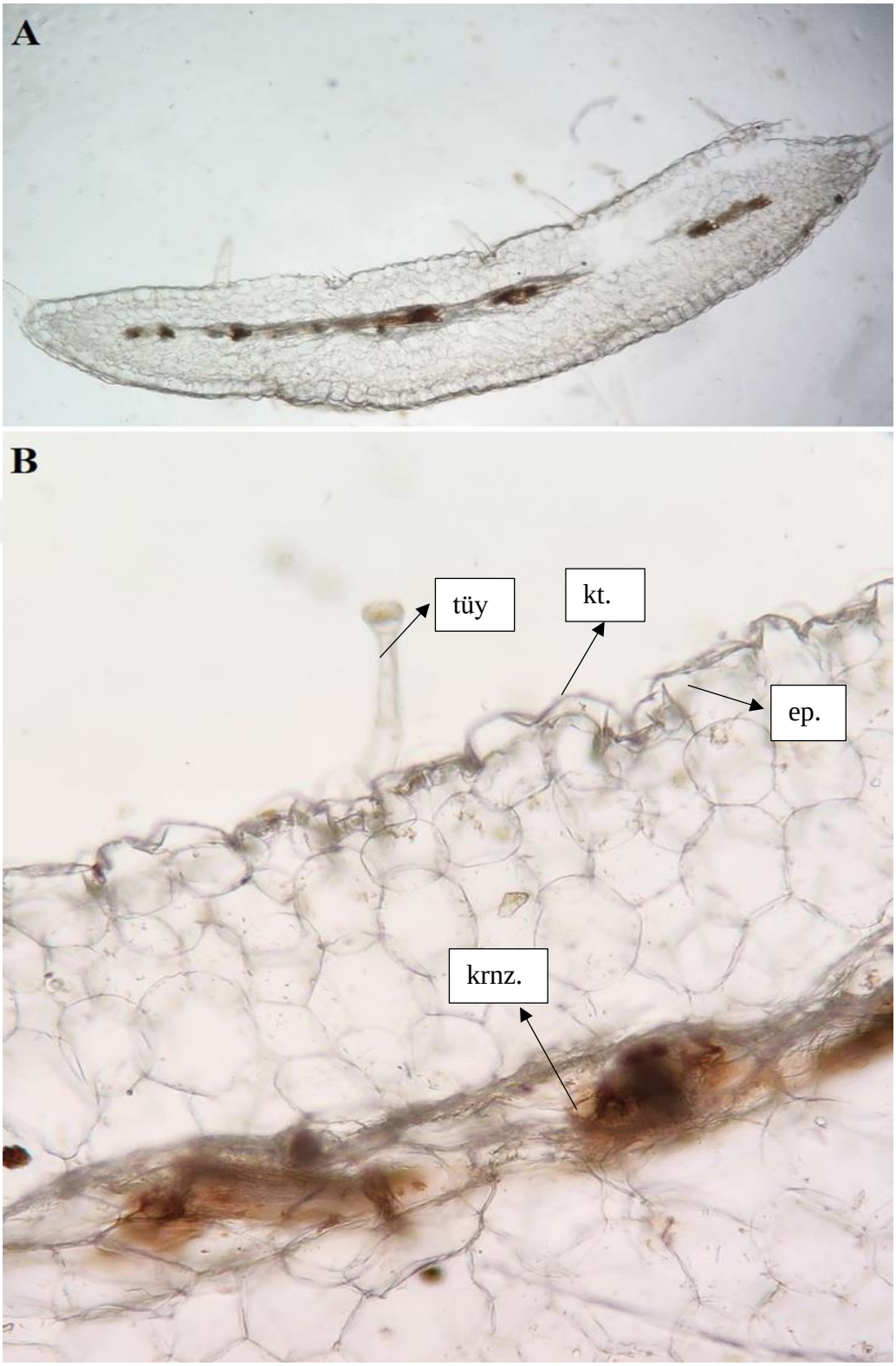


Şekil 4.4. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün gövde enine kesitinin SEM fotoğrafı. A – Genel görünüm. B – Yakından görünüm.

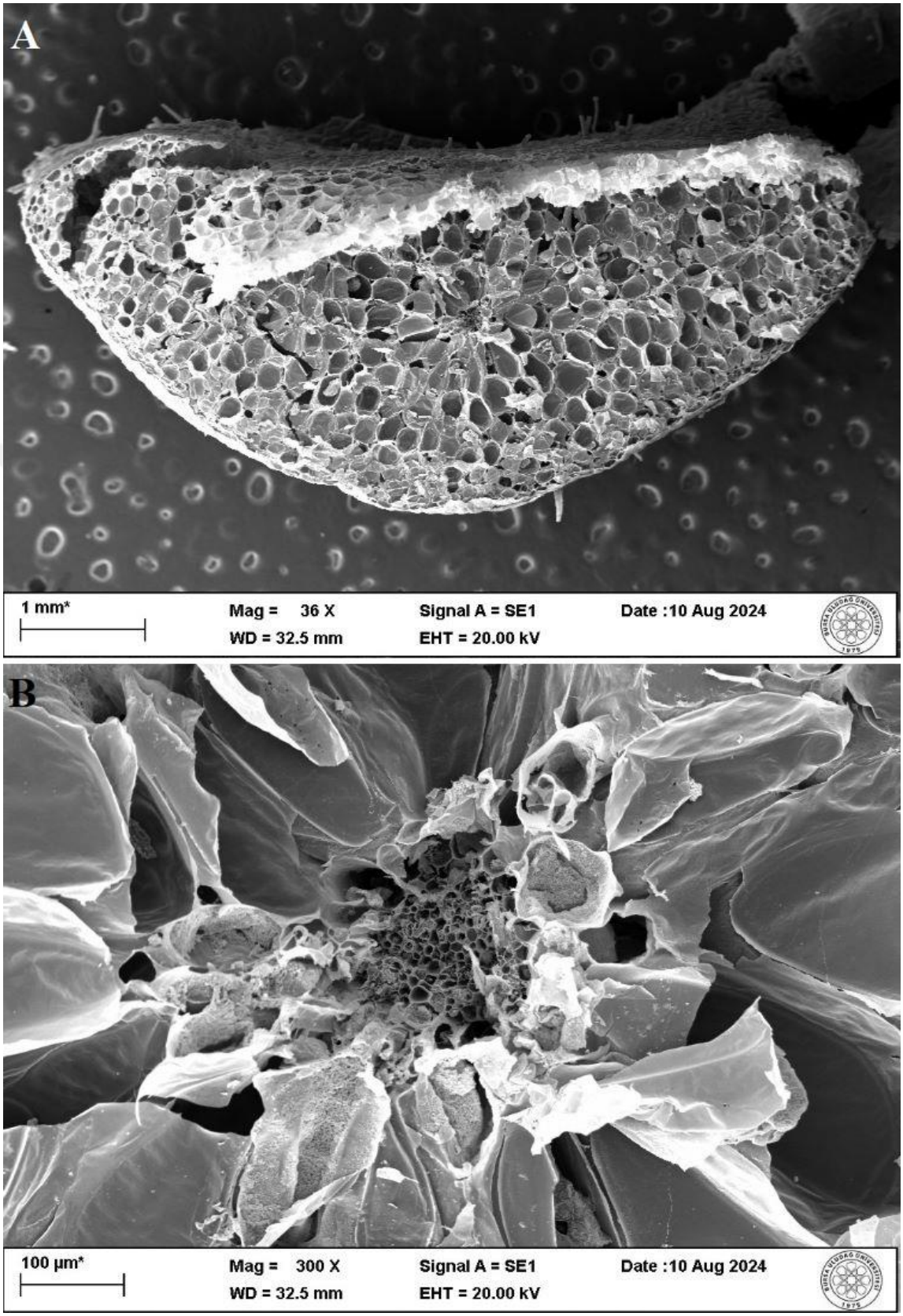
4.3.2. Yaprak

Yapraklarda **sap (petiyol)** bulunmaz. Yaprağın enine kesiti iç bükeydir ve yaprak etli bir yapıdadır. Dış yüzeyinde koruyucu bir **kutikula** tabakası yer alır. Bu tabakanın altında epidermis hücreleri bulunmaktadır; hücreler genellikle oval, bazen de yuvarlak formda olup, ince çeperlidir. Epidermis tek katmandan oluşur. Parazit stomalara sahip olan bu türde stomalar, yaprağın alt yüzeyinde yerleşmiştir. Stomaları çevreleyen birden fazla yardımcı hücre, bekçi hücreleri ile hizalanmış şekilde bulunmaktadır. Parankima dokusu, üst ve alt epidermis katmanlarının altında uzanır. Yaprağın iletim demetleri alt tarafta yoğunlaşmış olup, çevresinde destekleyici sklerenkima hücreleri yer alır. Yaprak kesitinde **epidermis**, dış tabakayı oluşturur ve su kaybını minimuma indirmek amacıyla kalın bir **kutikula** ile kaplanmıştır. Bu yapı, bitkinin kurak iklimlere adapte olmasını sağlar. Yaprağın iç yapısında fotosentez için gerekli olan kloroplastları içeren **mezofil hücreleri** bulunmaktadır. Bu hücreler, bitkinin enerji üretimini sağlayarak fotosentetik etkinliği desteklemektedir. Bu yapısal özellik, kurak alanlardaki düşük su koşullarında fotosentezi optimize etmeye yardımcı olur. **Mezofil dokusunda**, sünger parankiması hücreleri arasında geniş hava boşlukları barındırır. Bu boşluklar, gaz alışverişini kolaylaştırarak yaprağın işlevselliğini artırır. Epidermis tabakasında bulunan **stomalar**, gaz değişimi ve su kaybının düzenlenmesinde rol oynar. Kurak koşullarda stomaların kapanabilme özelliği, bitkinin su kaybını azaltarak çevresel koşullara uyum sağlamasına katkıda bulunur.

Bu anatomik özellikler, *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alt türünün yüksek rakımlı ve kurak iklim koşullarına uyum sağlamasında kritik bir rol oynamaktadır. Yapısal adaptasyonlar sayesinde su tutma kapasitesini artıran bu endemik tür, doğal yaşam alanında hayatta kalabilmektedir.



Şekil 4.5. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün yaprak enine kesiti A– Genel görünüm. B – Yakından görünüm. kt.; kutikula, ep.; epidermis, krnz: kranz anatomi



Şekil 4.6. *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün yaprak enine kesitinin SEM fotoğrafı. A – Genel görünüm. B – Yakından görünüm.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmamızda *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün morfolojik olarak ölçülebilen verileri Eggli (1992)'nin ve ortak kriterler için Yılmaz ve ark.(2009) araştırmalarında elde ettiği bulgular ile karşılaştırılmıştır. Toplanan tür örnekler genel olarak benzerlik göstermekle birlikte, zaman zaman farklılıklar da ortaya çıkmaktadır. Gövde boyu, gövde ve taban yaprakları, pedisel, petal çiçek kümeleri ölçümlerinde küçük farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıkların nedeni, bu çalışmada daha önce kullanılan herbaryum örneklerinin çeşitliliğinden kaynaklanabilir.

Literatürde yer alan örnek özellikleriyle örneklerimiz genel özelliklerde olduğu gibi caudex içermemekte; ana köklerin uzunluğu genel özelliklere benzer boyutlarda; yetişme yerine göre yer yer farklılık göstermektedir. Ana kök boyları 18-5,2 cm aralığındadır. Ayrıca yan köklere de rastlanmış olup 3-3,5 cm boyundadır. Çiçekler literatürde yer aldığı gibi terminal, gevşek salkımlı 5-20 çiçeklidir. Çiçekler huni şeklinde;14-16 mm boyutlarında olup; literatür değerlerindedir. (10-14 mm) Çiçek renkleri beyazımsı, sarı renktedir. Kırmızımsı renkte çiçek örneklerine rastlanmamıştır. Yaprak yapıları da benzerlik göstermektedir. Etli, soluk yeşil, dikdörtgenimsi şekildedir.

Çizelge 5.1. *Prometheum chrysanthum* subsp. *uludaghense* alt türüne ait morfolojik özelliklere ait bulguların literatür değerleriyle kıyaslanması

	Eggli,1992	**Bu çalışmada**
Ana kök boyu(cm)	12,6	12,3
Yan kök boyu /cm)	3,25	3,25
Gövde boyu/cm)	12,4	12
Taban gövde kalınlığı(mm)	6	6
Üst gövde kalınlığı(mm)	3	2
Petal boyu/cm)	1,5	1,5
Filament boyu(mm)	8	8
Anter boyu(mm)	1	1

Tablodaki veriler, *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alttürünün Eggli (1992) çalışmasından elde edilen ortalamalarla güncel araştırmaların sonuçlarını karşılaştırmaktadır.

Eggli(1992), çalışmasında **ana kök boyu** 12,6 cm olarak ölçülürken, araştırmamızda 12,3 cm olarak tespit etmiştir. İki veri arasında çok küçük bir fark bulunmakta, bu da ana kök boyunun türler arası sabit kaldığını göstermektedir. **Yan kök boyu** Eggli (1992), çalışmasında ve çalışmamızda da yan kök boyu ortalama 3,25 cm olarak ölçülmüştür. Eggli (1992) yaptığı çalışmasında **gövde boyu** ortalama 12,4 cm olarak belirtilirken, yeni verilerde bu değer 12 cm olarak verilmiştir. **Taban gövde kalınlığı** Her iki çalışmada da taban kalınlığı 6 mm olarak belirlenmiştir. **Üst gövde kalınlığı** Eggli çalışmasında üst gövde kalınlığı 3 mm olarak ölçülmüşken, çalışmamızda 2 mm olarak ölçülmüştür. Üst gövdede bu küçük fark, türün farklı çevresel koşullara uyum gösterebileceğini veya bu kalınlıkta genetik bir değişkenlik olabileceğini düşündürmektedir. **Petal boyu,** her iki çalışmada da 1,5 cm olarak sabit kalmıştır. **Filament boyu** her iki çalışmada da 8 mm olarak ölçülmüştür. **Anter boyu** her iki çalışmada da 1 mm olarak tespit edilmiştir.

Morfolojik açıdan yapılan Eggli(1992) ,Yılmaz ve ark.(2009) 'nın *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* ile yaptığı çalışmalar ve çalışmamızda yapılan değerlendirmeler kıyaslandığında; üç çalışmada da **bitki ömrü** açısından bitkiler çok yıllık olarak; rozetler çapı yaklaşık 3 cm küresel olduğu belirtilmiştir. **Çiçek sapı uzunluğu açısından** da Eggli' nin ve bizim çalışmamızda saplar 15-25 mm; gövde boyu da ortalama 12-12,4 cm arasında ölçülmüştür. **Yaprak yapısı** tüm çalışmalarda dar, dikdörtgenimsi, mızraksı ve etli yapraklar belirtilmiştir. Ayrıca yaprakların salgı tüylü ve 20-25 mm uzunlukta olduğu çalışmalarda ortak olarak bildirilmiştir**. Kök sistemi açısından;** ana kök uzunluğu: Yılmaz ve ark. (2009)'ın çalışmasında ana kök boyu 18-5,2 cm aralığında verilmiş. Eggli (1992)'nin verisine göre 12,6 cm iken, güncel çalışmada 12,3 cm ölçülmüştür. **Yan kök uzunluğu** tüm çalışmalarda 3-3,5 cm aralığında tespit edilmiştir. Çiçek Özellikleri açısından ise **Çiçek durumu** Yılmaz ve ark. (2009) ve çalışmamızda tirsoid yapıda, terminal olduğu ve yoğun glandüler tüylü olduğu belirtilmiş. Eggli (2009) nin çalışmada da çiçeklerin terminal olduğu ve gevşek salkımlı olduğu belirtilmiştir. **Çiçek sayısı** ise Yılmaz ve ark. (2009) 'nın çalışmasında 5-60 çiçekli, diğer

iki çalışmada ise 5-20 çiçekli olduğu; çiçek boyutu açısından Yılmaz ve ark. (2009) çalışmasında taç yaprakların 16-20 mm, diğer iki çalışmada ise çiçeklerin 14-16 mm boyutunda olduğu belirtilmiştir. Bu boyut farkı tür içi çeşitlilik veya çevresel uyumla ilişkilendirilebilir. **Çiçek rengi** açısından tüm çalışmalarda sarımsı ve beyazımsı tonlar gözlemlenmiştir. Tüm çalışmalarda taç yaprak boyu 1,5 cm, filament boyu 8 mm, anter boyu 1 mm olarak ölçülmüştür.

Sonuç olarak; *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alt türüne ait morfolojik özellikler genel anlamda literatür verilerine uyum gösterirken, gövde uzunluğu, çiçek boyutu ve üst gövde kalınlığı gibi küçük farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar çevresel koşullara veya genetik varyasyonlara bağlı olabilir.

Prometheum chrysantum subsp. *uludaghense* alt türünün epidermis tabakasının gövde anatomisi incelendiğinde tek sıradan oluştuğu görülmektedir. **Korteksinin** 4-6 sıradan oluşan parankimatik hücrelerden oluştuğu gözlenmektedir. Korteks parankimasının altında **kambiyum tabakası** bulunmaktadır. **İletim demeti sayısı** 6-9 arasında değişmektedir. **Öz bölgesi** tamamen parankimatik hücrelerden oluşmaktadır.

Yaprak anatomisi karşılaştırıldığında, Eggli'ye göre *Prometheum chrysanthum* türünün yaprakları tipiktir. **Stomalar** yaprağın her iki yüzünde de bulunur ve kalın bir kutikula tabakası ile sarılmıştır. **Mezofil tabakası** ise 2-4 sıra palizat ve 1-2 sıra sünger parankimasından oluşmaktadır. Sklerenkima hücreleri tarafından sarılan **iletim demetleri** kollateral tiptedir.

Sonuç olarak, araştırma yapılan *Prometheum chrysantum* subsp. *uludaghense* alt türüne ait örneklerin kök, gövde, yaprak, çiçek özellikleri genel anlamda literatürde tanımlanan özelliklerle benzerlik göstermektedir. Çalışmada incelediğimiz tür ve alt türe ait özellikler kurak, yüksek rakımlı bölgelerde yaşama imkân sağladığı düşüncesine ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Andrade, JL Barrera, E., Reyes, C., Ricalde, MF, Vargas, G., Cervera, JC 2007. Crassulaceae asit metabolizması: çeşitlilik, çevresel fizyoloji ve verimlilik. Meksika Botanik Derneği Bülteni 81: 37-50.

Anonymous. (2020a). Tubives: Turkish Plants Data Service. Retrieved from http://194.27.225.161/yasin/tubives /index.php?sayfa=1&tax_id=3938 Date Accessed: 17.12.2020

Anonymus. (2020c). Plants of the World Online. Retrieved from http://plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni .org: names:274718-1. Date Accessed: 17.12.2020.

Balcı, S. Y.,2009. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'ndaki(ANK) Crassulaceae Familyası revizyonu ve veri tabanının hazırlanması (Doctoral Dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı).

Başçı, Z. Türkiyenin batı bölgelerinde yetişen *Sedum sediforme* (JACQ) pau (Crassulaceae) bitkisinde polifenolik yapıdaki maddelerin vejetasyon peryoduna göre miktarlarındaki değişimlerin araştırılması (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Bizimbitkiler ,2013. http://www.bizimbitkiler.org.tr, [er. tar.: 19. 07.2023].

Bozcuk, S. (2004). Bitki fizyolojisi. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi.

Bozyel, D., Pelit, N. B., Şenol, S. G., 2021. A new record from the mediterranean temporary wetland habitats, for Flora of Turkey: *Crassula vaillantii*. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 14 (3) , 359-364 . DOI: 10.46309/biodicon.2021.763528

Daşkın, R., Yılmaz, Ö., Kaynak, G. (2009, October). *Prometheum chrysanthum* subsp. uludaghense (Crassulaceae), a new taxon from Turkey. In *Annales Botanici* Fennici (Vol. 46, No. 5, pp. 456-458). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Demir, A. (2013). Sürdürülebilir gelişmede yükselen değer; biyolojik çeşitlilik açısından Türkiye değerlendirmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(24), 67-74.

Dilaver, Z. (2001). Ayaş Beli ve çevresi doğal bitki örtüsü örneklerinin peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerinde bir araştırma. Basılmamış doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara, s.318.

Eggli, U. (1992). Nomenclatural notes on two genera of Crassulaceae and a new combination. *Bradleya*, *1992*(10), 83-84.

Eggli, Bradleya, 1999.6 (supp):1-119,1988; ‘t Hart in ‘t Hart, H & Eggli, U (eds).Evolution and Systematics of the Crassulaceae-Crassulaceae’ nin Evrimi ve Sistematiği, Backhuys Publishers Leiden pp.159-172, 1995; ‘t Hart, H. Et al. n Biochem. System. Ecol. 27:407-426

Eggli, U. (2003). Illustrated Handbook of Succulent Plants. Crassulaceae. Springer-Verlag Berlin.

Ekşi, M., Uzun, A. (2016). Yeşil çatı sistemlerinin su ve enerji dengesi açısından değerlendirilmesi Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 66(1), 119-138.

Güner A., **2013.** Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Flora Dergisi, 11: 1-81, Ankara.

Mayuzumi, S., Ohba, H.,2004. The phylogenetic position of eastern Asian Sedoideae (Crassulaceae) inferred from chloroplast and nuclear DNA sequences. Systematic Botany, 29(3), 587-598.

Meral, A. V. C. I.,2013 Türkiye bitki örtüsünün çeşitlilik ve endemizm açısından bir değerlendirmesi.

Osmond, C.B., 1978. Crassulacean acid metabolism: A curiosity in context. Ann.Rev. Plant Physiol. 29:379-414.

Öner, H. H., Özel, N., Altun, N., Yanmadık, Y. (2021). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü idari sınırlarında yayılış gösteren endemik bitki taksonlarının güncel durumu. *Ormancılık Araştırma Dergisi, 8*(1), 97-107.

Özdeniz, E., Özbey, B. G., Kurt, L, Bölükbaşı, A. (2017). Serpantin ekolojisi ve Türkiye serpantin florasına katkılar. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 5*(1), 22-33

Özhatay N, Koyuncu M., **2009.Türkiye** Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul

Rezgallah, R. Y. M. Crassulaceae familyasına ait bazı türlerin antimikrobiyal aktivitesinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Thiede, J., Eggli, U. (2007). Crassulaceae. In Flowering Plants· Eudicots (pp. 83-118). Springer, Berlin, Heidelberg.

Yağanoğlu, S. (2019). The impact of different mulch materials and irrigation water levels on yield in the plant of kornishon (*Cucumis sativus* L.) cultivated under the circumstances of greenhouse. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 89 s.